



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ – ΚΛΙΝΙΚΟΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ,
ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΣΕΙΣ ΚΟΣΤΟΥΣ - ΟΦΕΛΟΥΣ

Μοσχίδης Ευστράτιος

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ιωάννινα 2012

«Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα Ν.5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος)»

Αφιερώσεις

«Η διατριβή αυτή αφιερώνεται στους γονείς μου που μου συμπαραστάθηκαν αμέριστα σε ολόκληρη την διάρκεια των σπουδών μου και που μου δίδαξαν από παιδί την σημασία της γνώσης και της μόρφωσης».

Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή αποτελεί μία προσπάθεια διατύπωσης των κανόνων που απαιτούνται για την δημιουργία ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας στο περιβάλλον που διαμορφώνεται στις υπολογιστικές επιστήμες σήμερα και που διαφαίνεται πως θα αποτελέσει τη βάση των υπολογιστικών διεργασιών κατά τα επόμενα 10 έως είκοσι έτη..

Η παρούσα διατριβή σκοπεύει να πραγματοποιήσει μια συγκεκριμένη πρόταση για τη συνολική λύση του προβλήματος της δημιουργίας ενός ενιαίου-ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας. Στόχος είναι να αποτελέσει ένα νέο υβρίδιο - μια επιστημονική προσθήκη - στη συμβατική μεθοδολογία υλοποίησης ιατροστρεφών πληροφοριακών συστημάτων. Ως αποτέλεσμα και η δομή της είναι σχετικά διαφορετική από την κλασσική δομή των ιατρικών διατριβών. Έτσι:

Η διατριβή ξεκινά με την καθιερωμένη εισαγωγή που αφορά στα Ιατρικά Δεδομένα και τη σχέση τους με την Ιατρική Πληροφορική. Σκοπός της εισαγωγής είναι η περιγραφή των εννοιών της ιατρικής πληροφορικής, των ιατρικών δεδομένων, του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας (ΗΦΥ) αλλά και των τρόπων κωδικοποίησης και αναπαράστασής ιατρικών δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή.

Στη συνέχεια στα Κεφάλαια 2 έως και 9 αντιστοιχούν προς το καθιερωμένο «Γενικό μέρος» των ιατρικών διατριβών. Ειδικότερα το Κεφάλαιο 2 αφορά στην κατανόηση των εννοιών του ιατρικού δεδομένου – πληροφορίας, της λειτουργίας των «νοήμων» πληροφορικών συστημάτων και των συστημάτων διαχείρισης πληροφορίας και τελικά εξόρυξης γνώσης. Το Κεφάλαιο 3 αφορά στα συστήματα οργάνωσης δεδομένων σε βάσεις δεδομένων, όπου περιγράφεται η φιλοσοφία δόμησης των μοντέλων διαχείρισης των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε βάσεις και η σύντομη παρουσίαση του μοντέλου οντοτήτων –συσχετίσεων, της σχεσιακής άλγεβρας, του σχεσιακού μοντέλου, της γλώσσας SQL ενώ γίνεται αναφορά στον τρόπο λειτουργίας των αντικειμενοστραφών βάσεων δεδομένων. Το Κεφάλαιο 4 περιγράφει τις έννοιες του πληροφοριακού συστήματος, του τρόπου ανάλυσης και σχεδίασης των ΠΣ, αναπτύσσονται οι παράμετροι ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος υγείας, μερικές από τις διαθέσιμες τεχνολογίες ιστού και τα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης

περιεχομένου (*content management system – CMS*). Το Κεφάλαιο 5 περιγράφει την εξόρυξη γνώσης (*data mining*). Το Κεφάλαιο 6 αφορά σε θέματα ασφαλείας και ιδιωτικότητας στα πληροφοριακά συστήματα υγείας. Το Κεφάλαιο 7 παρουσιάζει την υπολογιστική νέφους, οι τεχνικές και διαχειριστικές προδιαγραφές της οποίας προτείνονται, τελικά, ως λύση στο πρόβλημα του σχεδιασμού και της οργάνωσης των πόρων (οικονομικών και μη) ενός ΠΣΥ και, τέλος, το Κεφάλαιο 8, σκοπός του οποίου είναι η περιγραφή των οικονομικών εννοιών που εμπλέκονται στον χώρο της υγείας, και ειδικότερα η αποτίμηση του κόστους – οφέλους.

Το Κεφάλαιο 9, στη συνέχεια αντιστοιχεί στο Ειδικό μέρος μιας κλασσικής ιατρικής διατριβής και αφορά στην εξόρυξη γνώσης από πραγματικά ιατρικά δεδομένα που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο διεθνούς ερευνητικού προγράμματος. Στο Κεφάλαιο 10 παρουσιάζεται το προτεινόμενο πρωτότυπο με την ονομασία “*total health*” που κατασκευάστηκε ως αποτέλεσμα της βιβλιογραφικής μελέτης του γενικού μέρους και αναδεικνύει μερικές από τις βασικές παραμέτρους ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας και στο τέλος παρατίθενται τα «Συμπεράσματα» που ακολουθούνται από την βιβλιογραφία και τις υπόλοιπες αναφορές.

Περιεχόμενα-Table of Index

1.	Εισαγωγή	6
1.1.	Ευχαριστίες	8
2.	Εισαγωγή στα Ιατρικά Δεδομένα-Ιατρική Πληροφορική	9
2.1.	Το ιατρικό δεδομένο	12
2.2.	Η έννοια της ιατρικής πληροφορικής – ιατρικός φάκελος ασθενούς	13
2.3.	Κωδικοποίηση ιατρικών δεδομένων	21
2.4.	Πληροφορία – Εντροπία	27
2.4.1.	Νοήμονες Πράκτορες	29

Γενικό μέρος

3.	Η οργάνωση των δεδομένων σε Βάσεις Δεδομένων	31
3.1.	Σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS)	33
3.2.	Το μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων	35
3.3.	Το σχεσιακό μοντέλο – σχεσιακή άλγεβρα	39
3.4.	Αντικειμενοστραφείς βάσεις δεδομένων	44
4.	Πληροφοριακά Συστήματα -τεχνολογίες διαδικτύου-διαδικτυακοί τόποι	48
4.1.	Ορισμός πληροφοριακού συστήματος	48
4.1.1.	Ανάλυση πληροφοριακού συστήματος	50
4.1.2.	Σχεδίαση και Ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος	52
4.2.	Πληροφοριακά συστήματα υγείας	69
4.3.	Τεχνολογίες διαδικτύου	77
4.4.	Διαδικτυακά Πληροφοριακά συστήματα - Τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου	84
4.5.	Το CMS Joomla	86
5.	Η εξόρυξη γνώσης (data mining)	98
5.1.	Ορισμός εξόρυξης γνώσης	98
5.2.	Προεπεξεργασία δεδομένων	100
5.3.	Τεχνικές εξόρυξης γνώσης από βάσεις δεδομένων	108

5.3.1. Ομαδοποίηση (Clustering)	108
5.3.2. Ταξινόμηση (Classification)	130
5.3.3. Παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών	134
6. Θέματα ασφαλείας και ιδιωτικότητας πληροφοριακών συστημάτων υγείας	138
6.1. Το ζήτημα των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων	138
6.2. Αρχές ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων	142
6.3. Βασικοί μέθοδοι κρυπτογράφησης	150
7. Υπολογιστική νέφους (Cloud computing) και το πρόβλημα διαχείρισης πόρων συστήματος.	159
7.1. Μοντέλα υπηρεσιών	161
7.2. Μοντέλα ανάπτυξης	163
7.3. Η υπολογιστική νέφους στην προσπάθεια δημιουργίας ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας	166
7.4. Πλεονεκτήματα και οφέλη χρήσης από την υπολογιστική νέφους	168
8. Οικονομικά της υγείας	171
8.1. Εισαγωγή στα οικονομικά της υγείας	171
8.2. Οικονομική αποτίμηση πληροφοριακού συστήματος υγείας	181
8.3. Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων σε πληροφοριακά συστήματα	184

Ειδικό μέρος

9. Εφαρμογή εξόρυξης γνώσης από πραγματικά ιατρικά δεδομένα με την παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών	197
9.1. Εισαγωγή	197
9.2. Προεπεξεργασία δεδομένων	198
9.3. Ανάλυση δεδομένων – εξόρυξη γνώσης	199
9.4. Αριθμητικά αποτελέσματα της ανάλυσης με την μέθοδο MCA	201
9.5. Αποτελέσματα - Συμπεράσματα	206
10. Το προτεινόμενο πρωτότυπο διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας «total health»	208
10.1 Εισαγωγή	208
10.2 Ορισμός γκρουπ χρηστών – διαβάθμιση περιεχομένου	209
10.3 Λειτουργίες ρόλου Ασθενή – Ιατρού – Διοικητικού χρήστη	211

Συμπεράσματα - Επίλογος	222
Περίληψη στην Ελληνική	226
Περίληψη στην Αγγλική	229
Βιβλιογραφικές Αναφορές	231

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Στον σύγχρονο κόσμο της πληροφορίας επιστήμες όπως η ιατρική και η πληροφορική βρίσκουν κοινό πεδίο συνεργασίας προκειμένου να εξυπηρετηθούν ανάγκες επιστημονικές και κυρίως κοινωνικές. Σε ένα σύνθετο και υπολογιστικά πληθωριστικό περιβάλλον όπως είναι το διαδίκτυο τα δεδομένα διαρκώς διογκώνονται σε μέγεθος με αποτέλεσμα η πληροφορία που αυτά φέρουν να κρύβεται ολοένα και περισσότερο. Η προσφορά ποιοτικών δεδομένων είναι κατά πολύ μικρότερη από την ζήτηση για γνώση γεγονός που διαμορφώνει το φαινόμενο του ελλείμματος της γνώσης. Το γεγονός αυτό ωθεί προς την ανάπτυξη τεχνικών προσδιορισμού και επεξεργασίας της πληροφορίας η οποία οδηγεί τελικά στην γνώση. Η γνώση που παρέχεται από την αξιοποίηση της πληροφορίας αποκτά ιδιαίτερη σημασία στον σύγχρονο κόσμο επειδή διαμορφώνει κοινωνικές τάσεις αλλά ταυτόχρονα επηρεάζει και την ατομική καθημερινότητα. Η ιατρική πληροφορία όμως έχει ακόμα περισσότερη σημασία καθώς η γνώση η οποία μπορεί να προσφέρει δύναται να συντελέσει στην πρόληψη και την αντιμετώπιση ασθενειών. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα υπολογιστικό εργαλείο μέτρησης του τρόπου που ο άνθρωπος διαχειρίζεται το σημαντικότερό του αγαθό, την υγεία. Φυσικά, για να ισχύσουν οι παραπάνω παραδοχές και γενικές επισημάνσεις είναι απαραίτητη η εκ των προτέρων εξασφάλιση της ποιότητας της ίδιας της ιατρικής πληροφορίας «η οποία οδηγεί τελικά στην γνώση». Αυτό απαιτεί τόσο την τυποποίηση του τρόπου πρόσκτησης της ιατρικής πληροφορίας όσο και την ύπαρξη μηχανισμών δημιουργίας «συναίνεσης» (consensus) ως προς τα συμπεράσματα στα οποία αυτή οδηγεί. Απαιτείται επίσης, πέρα από την εκ των προτέρων εξασφάλιση της ποιότητας της ιατρικής πληροφορίας καθεαυτής και η αυστηρότερη διασφάλιση της ποιότητάς των παραπάνω μηχανισμών, δηλαδή της τυποποίησης και της δημιουργίας συναίνεσης. Δυστυχώς η σύγχρονη βιβλιογραφία βρίθει ανακρίβειών, είτε ηθελημένων (scientific fraud) είτε μη ηθελημένων αλλά, παρόλα αυτά) σημαντικών. Ωστόσο, πρέπει εξ αρχής να γίνει ξεκάθαρο ότι η παρούσα διατριβή δεν θα ασχοληθεί με τα θέματα της διασφάλισης της ποιότητας των δεδομένων, πέρα από το στενό πλαίσιο του αντικειμένου της, δηλαδή της επεξεργασίας της πληροφορίας καθεαυτής.

Η ιατρική πληροφορική όμως δεν εξυπηρετεί μόνο αμιγώς κλινικές ανάγκες αλλά και ανάγκες που άπτονται του πεδίου των οικονομικών και της διοικητικής της υγείας. Σε ένα στενά καθορισμένο οικονομικό περιβάλλον υπό την έννοια των περιορισμένων συντελεστών παραγωγής η ανάγκη εξοικονόμησης και βέλτιστης διαχείρισης των πόρων είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία ενός συστήματος υγείας. Σε ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα υγείας θα πρέπει να καθίσταται εφικτός ο υπολογισμός μικροοικονομικών και μακροοικονομικών μεγεθών με τέτοιο τρόπο που η μηχανογράφηση των διοικητικών διαδικασιών να μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στην διοίκηση του τομέα της υγείας.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζονται λεπτομερώς οι έννοιες της ιατρικής πληροφορικής και του ιατρικού δεδομένου, οι διαδικασίες συλλογής - αποθήκευσης και επεξεργασίας των ιατρικών δεδομένων και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην προσπάθεια δημιουργίας ενός ενιαίου διαδικτυακού πληροφοριακού συστήματος υγείας με σκοπό την παραγωγή πρότυπων ηλεκτρονικών – διαδικτυακών υπηρεσιών υγείας. Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναπτύσσονται αναλυτικά θέματα όπως υλοποίηση του ιατρικού φακέλου ασθενούς, η οργάνωση των δεδομένων σε συστήματα βάσεων δεδομένων και αποθήκες δεδομένων, η ανάπτυξη διαδικτυακών πληροφοριακών συστημάτων και οι παράμετροι ασφαλείας τέτοιων συστημάτων, η επεξεργασία των δεδομένων μέσω των τεχνικών της εξόρυξη γνώσης (data mining) αλλά και προηγμένων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης και τέλος η οικονομική αποτίμηση της γνώσης που προέκυψε για την συμπλήρωση μιας αλυσίδας προστιθέμενης αξίας. Η διατριβή ολοκληρώνεται με την παρουσίαση ενός πειράματος που αποδεικνύει ότι ένα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες όπως την ταύτιση μεταξύ ιατρικής και στατιστικής επιστήμης και την ανάδειξη πολύπλοκων συσχετίσεων μεταξύ ιατρικών χαρακτηριστικών υπόδειξη δρόμων για νέες κλινικές έρευνες.

Φιλοδοξία της παρούσας διατριβής είναι η συμβολή στην ερευνητική προσπάθεια που πραγματοποιείται στον χώρο της ιατρικής πληροφορικής με σκοπό την βελτίωση του επιπέδου των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας.

1.1 Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Ευαγγέλου Α. για την ουσιαστική καθοδήγηση, συμβουλευτική και δημιουργική παρακίνηση που μου προσέφερε προκειμένου να ολοκληρωθεί η παρούσα διατριβή. Επίσης ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή μου κ. Ανωγειανάκι Γ. για την καθοριστικότερη επίδραση που άσκησε επάνω στον τρόπο σκέψης μου και θα επιθυμούσα να τονίσω ότι η παρουσία του σε όλα τα στάδια της διατριβής μου κρίνεται ανεκτίμητη. Επίσης ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή κ. Ρήγα Κ. που στάθηκε δίπλα μου σε όλη την πορεία της ερευνητικής διαδικασίας.

Θερμές ευχαριστίες θα επιθυμούσα να απευθύνω στα μέλη της επταμελούς επιτροπής για την μελέτη και κριτική της διατριβής καθώς και για τις υποδείξεις τους.

Τέλος θα ήθελα να σημειώσω την καθοριστική συμβολή της οικογένειάς μου, η οποία με στήριξε πραγματικά στην προσπάθεια εκπόνησης αυτής της διατριβής.

Κεφάλαιο2

Εισαγωγή στα Ιατρικά Δεδομένα-Ιατρική Πληροφορική

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η περιγραφή των εννοιών της ιατρικής πληροφορικής, των ιατρικών δεδομένων, του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας (ΗΦΥ) αλλά και των τρόπων κωδικοποίησης και αναπαράστασής ιατρικών δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή.

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και της δικτύωσής τους σε τοπικό αλλά και διεθνές επίπεδο έδωσε τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας μεταξύ ιατρών. Την επικοινωνία ακολούθησε η αμοιβαιότητα στο μοίρασμα της πληροφορίας, και έτσι δημιουργήθηκαν διεθνώς «κατανεμημένες» βάσεις ιατρικών δεδομένων. Οι εξελίξεις αυτές είχαν ως αποτέλεσμα να διατίθεται σήμερα στην ιατρική κοινότητα ένας τεράστιος όγκος πληροφοριών, στον οποίο η **πρόσβαση είναι άμεση**.

Ο τεράστιος όγκος πληροφορίας και η αμεσότητα στην πρόσβασή της είναι **αναγκαίες συνθήκες** για την επίλυση σύνθετων ιατρικών προβλημάτων, δεν είναι όμως **ικανές**. Πράγματι, όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος της διατιθέμενης πληροφορίας, τόσο πιο δύσκολη γίνεται η ανεύρεση μιας **συγκεκριμένης** πληροφορίας. Είναι σαφές ότι για να βρεθεί η συγκεκριμένη πληροφορία θα πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος αλγόριθμος διερεύνησης, μέσω του οποίου θα γίνει ο εντοπισμός της.

Εκτός όμως από τη διάσταση που σχετίζεται με την εντόπιση χρήσιμων ιατρικών πληροφοριών, υπάρχει και η διάσταση του συνδυασμού τους για τη λήψη μιας ιατρικής πληροφορίας που αφορά τη διάγνωση, την πρόγνωση ή τη θεραπεία. Η διαχείριση των ιατρικών πληροφοριών κάνει χρήση των Η/Υ, αλλά δεν μένει σ' αυτούς, απαιτεί νέες μεθόδους κωδικοποίησης και ανάλυσης, που συνιστούν τη βάση της «Ιατρικής Πληροφορικής»[1].

Η Ιατρική Πληροφορική παρουσιάζει σοβαρές διαφορές σε σχέση με τις εφαρμογές της Πληροφορικής στις βασικές επιστήμες. Τα φυσικά ή χημικά φαινόμενα περιγράφονται με νόμους που δίνονται συνήθως από αναλυτικές μαθηματικές εκφράσεις (συναρτήσεις). Το ίδιο δεν ισχύει για τα ιατρικά φαινόμενα, που συνήθως αναφέρονται σε παθολογικές λειτουργίες σύνθετων οργάνων ή πολλαπλών, ανατομικά οριζόμενων, εστιών για τις οποίες θεωρείται ότι δεν υπάρχει ένας κοινός κώδικας (λέγεται ότι δεν

υπάρχουν ασθένειες, υπάρχουν ασθενείς) και, επομένως, κάθε πρόβλεψη ή απόφαση γι' αυτές απορρέει από σύνθετες λογικές διαδικασίες που δεν μπορούν να δοθούν με συστηματικό τρόπο.

Η παρατήρηση αυτή δεν σημαίνει ότι δεν έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες, σε παγκόσμιο επίπεδο, για την τυποποίηση και τη συστηματική κατάταξη (πολλές φορές λεπτομερέστατη) των ασθενειών. Ο παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) π.χ., εξέδωσε στη μέχρι σήμερα ιστορία του, 10 τέτοιες κατατάξεις όπου η κάθε νεώτερη είναι πολύ λεπτομερέστερη από την προηγούμενη και κατά πολύ σαφέστερη. Οι κατατάξεις αυτές (Διεθνής Κατάταξη Ασθενειών και Αιτίων Θανάτου ή International Classification of Disease and Causes of Death – ICD) όμως αφορούν τελικές διαγνώσεις χωρίς να αναφέρονται ή να προτείνουν τον αλγόριθμο εξαγωγής της διάγνωσης. Η διάγνωση είναι θέμα καθαρά του ιατρού ο οποίος μαθαίνει τον τρόπο εξαγωγής των διαγνωστικών του συμπερασμάτων, ατομικά και εμπειρικά, κατά τη διάρκεια των σπουδών του και της εξειδίκευσής του. Ακόμη και σήμερα, στις ιατρικές του σπουδές, ο ιατρός μαθαίνει να χρησιμοποιεί την τεχνολογία (εργαστηριακές εξετάσεις, απεικονιστική κλπ) για να επιβεβαιώσει την ιατρική του συλλογιστική και όχι ως αφετηρία της ιατρικής του σκέψης.

Συνήθως ο ιατρός, αντίθετα από το βασικό επιστήμονα, λαμβάνει αποφάσεις ακολουθώντας μια μη αναλυτική προσέγγιση, η οποία καλείται «ευρετική» (heuristic) και είναι αντικείμενο μελέτης μιας νέας επιστήμης, που ασχολείται με την Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence).

Κατά την ευρετική διαδικασία οι διάφορες πληροφορίες εξετάζονται «ολιστικά» και έχουν μια σύνθετη μεταξύ τους αλληλεπίδραση, η οποία καθορίζει την τελική απόφαση. Η ικανότητα των ιατρών στην άσκηση της ευρετικής προσέγγισης ποικίλλει και εξαρτάται μεν από την εμπειρία και την αρτιότητα της εκπαίδευσης, αλλά όχι μόνο από αυτά (συχνά λέμε ότι αυτός ο ιατρός έχει ιατρική διαίσθηση). Σχεδόν πάντα, η ιατρική απόφαση λαμβάνεται σε συνθήκες αβεβαιότητας (μεγάλης ή μικρής). Οι υπολογιστές και η Ιατρική Πληροφορική έρχονται να υποστηρίξουν τη λήψη ιατρικών αποφάσεων, πρώτον, μειώνοντας την αβεβαιότητα και την υποκειμενικότητα και, δεύτερον, χρησιμοποιώντας με πιο αποδοτικό τρόπο τα υπάρχοντα δεδομένα. Οι εφαρμογές της Ιατρικής Πληροφορικής απαιτούν:

- Πλήθος μαθηματικών εργαλείων ώστε να κωδικοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο υπάρχοντα δεδομένα.
- Μεθόδους στατιστικής ανάλυσης, αφού όλες οι ιατρικές μετρήσεις και παρατηρήσεις υπόκεινται σε τυχαία σφάλματα.

- Δημιουργική εφαρμογή της αναλυτικής θεωρίας των αποφάσεων.
- Ανάλυση των γνωστικών μηχανισμών και γνωστική ψυχολογία.

Η ιατρική πληροφορία είναι ένας συνδυασμός διακριτών δεδομένων αλλά και δεδομένων που μεταβάλλονται στο χρόνο με χρονικές σταθερές η τάξη των οποίων κυμαίνεται από χιλιοστά του δευτερολέπτου έως έτη. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως σήματα υπό την έννοια ότι μεταφέρουν πληροφορία που δυνητικά μπορεί να επηρεάσει το περιβάλλον (π.χ., το καρδιογράφημα μπορεί να οδηγήσει τον καρδιολόγο προς συγκεκριμένη συνταγογράφηση η οποία εξυπηρετεί τις ιατρικές ανάγκες του ασθενούς του). Ως σήματα, καθένα από αυτά συνοδεύεται από τυχαίο θόρυβο. Η πρώτη προσπάθεια της Πληροφορικής είναι η μείωση αυτού του θορύβου. Όταν πρόκειται για σήματα που αντιστοιχούν σε εργαστηριακές μεταβλητές ή εικόνες που πρόκειται να υποστούν μια επεξεργασία μέσω υπολογιστών, εφαρμόζονται αλγοριθμικά φίλτρα, που βασιζόμενα στη γνώση του μετρητικού πρωτοκόλλου και της απόκρισης του μετρητικού συστήματος στοχεύουν στο ξεκαθάρισμα του θορύβου από το σήμα. Θόρυβο έχουν όλα τα ιατρικά σήματα, ακόμα και αυτά που προέρχονται από τη φυσική εξέταση, γιατί η περιγραφή, π.χ., ενός συμπτώματος από τον ασθενή εξαρτάται από το μορφωτικό του επίπεδο, την ψυχική του κατάσταση, την ηλικία κτλ. Σ' αυτή την περίπτωση το φιλτράρισμα γίνεται με τη χρήση εναλλακτικών ερωτήσεων (η διαμόρφωση των ερωτηματολογίων είναι μέρος της Ιατρικής Πληροφορικής).

Ο ιατρός στη λήψη μιας ιατρικής απόφασης (διάγνωση, πρόγνωση ή θεραπεία) λαμβάνει υπόψη κλινικές και εργαστηριακές μεταβλητές, οι οποίες υπόκεινται σε στατιστικά σφάλματα και δεν δίνουν σε κάθε περίπτωση (η καθεμία ξεχωριστά) απόλυτη βεβαιότητα στις αποφάσεις του. Μερικές από τις προαναφερόμενες μεταβλητές έχουν μεγαλύτερη και άλλες μικρότερη προβλεπτική αξία, αλλά ο συνδυασμός τους είναι εκείνος που αυξάνει την πεποίθηση του ιατρού προς τη μία ή την άλλη απόφαση. Η συνδυαστική διαδικασία γίνεται συνήθως με έναν τρόπο «ευρετικό» και ακωδικοποίητο (αυτό που καλούμε ιατρική εμπειρία). Η Ιατρική Πληροφορική δίνει τη δυνατότητα της στατιστικής ταξινόμησης προτύπων (φυσιολογικών ή παθολογικών καταστάσεων) και επιτρέπει τη χρησιμοποίηση εκτεταμένων βάσεων ιατρικών δεδομένων. Έτσι, σε πρώτη φάση ενσωματώνει τις δυνατότητες της «ευρετικής» υπό την μορφή των εμπειρων συστημάτων (expert systems), που τρόπον τινά συγκεντρώνουν και ταξινομούν την υπάρχουσα εμπειρία δίνοντας επιπλέον κανόνες (if-then), που συνήθως ακολουθούνται

σε συγκεκριμένες ιατρικές «ρουτίνες». Σήμερα, αναπτύσσονται νέες προσεγγίσεις στη διαχείριση των ιατρικών πληροφοριών, με τη χρήση νευρωνικών δικτύων και δικτύων πεποίθησης κατά Bayes (Bayesian Belief Networks).

2.1 Τα Ιατρικά Δεδομένα

Η διαφορετικότητα της ιατρικής πληροφορίας σε σχέση με τις πληροφορίες των βασικών θετικών επιστημών είναι προϊόν πολλών αιτιών και έχει να κάνει, αφενός, με τα αντικείμενα της ιατρικής και, αφετέρου, με την τελείως διαφορετική δομή των συσχετίσεών τους[2]. Για να γίνουν πιο συγκεκριμένα τα παραπάνω, ας εξετάσουμε αυτές που θεωρούνται επιστήμες βασικού επιπέδου, οι οποίες έχουν δομηθεί με αυστηρό τρόπο, που αντανακλάται και στο μαθηματικό φορμαλισμό που έχουν αναπτύξει. Στην ιεραρχική σχέση μεταξύ των επιστημών η φυσική βρίσκεται στη βάση. Η φυσική χαρακτηρίζεται από ένα είδος απλότητας αλλά και γενίκευσης. Οι έννοιες και οι περιγραφές των αντικειμένων και των μηχανισμών της φυσικής χρησιμοποιούνται απαραίτητα σε όλες τις εφαρμοσμένες επιστήμες, συμπεριλαμβανομένης και της ιατρικής. Οι φυσικοί νόμοι και οι περιγραφές ορισμένων φυσικών διαδικασιών είναι ουσιαστικοί παράγοντες στην ανάλυση και εξήγηση των ιατρικών λειτουργιών. Είναι, για παράδειγμα, απαραίτητο να γνωρίζουμε ορισμένες βασικές έννοιες της Μοριακής Φυσικής για να κατανοήσουμε γιατί το νερό είναι τόσο καλός διαλύτης ή πώς μεταβολίζονται τα θρεπτικά μόρια.

Η εφαρμογή των υπολογιστών για τη λύση κάποιου προβλήματος φυσικής μέσα στα ιατρικά πλαίσια δεν παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με τις υπολογιστικές εφαρμογές που συναντώνται στα εργαστήρια φυσικής και μηχανολογίας. Η χρήση των υπολογιστών στις διάφορες διαδικασίες βασικού επιπέδου (όπως είναι αυτές της φυσικής ή χημείας) είναι παρόμοια και ανεξάρτητη της συγκεκριμένης εφαρμογής. Εάν εξετάζουμε τις διαλυτικές ιδιότητες του νερού, δεν έχει σημασία αν αυτές έχουν να κάνουν με εφαρμογές στη γεωλογία, στη χημεία ή στην ιατρική. Οι διαδικασίες βασικού επιπέδου της φυσικής είναι ιδιαίτερα προσιτές στη μαθηματική κωδικοποίηση, έτσι η χρήση των υπολογιστών σε αυτές τις εφαρμογές απαιτεί μόνο συμβατικό αριθμητικό προγραμματισμό.

Στην ιατρική, όμως, υπάρχουν και άλλες διαδικασίες υψηλής πολυπλοκότητας, οι οποίες αναφέρονται σε σύνθετα αντικείμενα, όπως οι οργανισμοί (φυσιολογικοί ή παθολογικοί). Όταν αναλύονται, περιγράφονται ή καταγράφονται ιδιότητες ή λειτουργίες

ανθρώπων, χρησιμοποιούνται περιγραφές αντικειμένων πολύ υψηλής πολυπλοκότητας, η συμπεριφορά των οποίων δεν έχει αντίστοιχο στο χώρο της φυσικής ή της μηχανολογίας. Αυτές οι περιγραφές είναι πολύ δύσκολο να κωδικοποιηθούν χρησιμοποιώντας μαθηματικούς αλγόριθμους και λογισμικά πακέτα, τα οποία εφαρμόζονται τόσο καλά στα βασικά επίπεδα.

Από τα προηγούμενα συνάγεται ότι η Ιατρική Πληροφορική περιέχει εφαρμογές που κινούνται μεταξύ της ανάλυσης μηχανισμών χαμηλού επιπέδου και της επεξεργασίας εξαιρετικά σύνθετων φαινομένων.

Όταν μελετώνται ολιστικά ανθρώπινοι οργανισμοί (συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων της αντίληψης, της αυτοσυνείδησης και της συμπεριφοράς), αναδεικνύονται πολλά και σύνθετα προβλήματα, για τα οποία η συμβατική λογική και τα συμβατικά μαθηματικά είναι δύσκολο να εφαρμοστούν. Γενικά, τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων βασικού επιπέδου είναι καθαρά ορισμένα και σαφώς διακριτά, ενώ εκείνα των αντικειμένων υψηλού επιπέδου είναι ασαφώς ορισμένα και όχι με ακρίβεια διακριτά.

2.2 Η έννοια της Ιατρικής Πληροφορικής - Ιατρικός Φάκελος Ασθενούς

Ο ορισμός της Ιατρικής Πληροφορικής σύμφωνα με τον θεωρούμενο ως "πατέρα" της Edward H. Shortliffe (1984), είναι: "Η επιστήμη που χρησιμοποιεί ειδικά εργαλεία ανάλυσης και εμπέδωσης συστημάτων ώστε να αναπτύξει αλγόριθμους και λειτουργίες για την διαχείριση, το έλεγχο της διαδικασίας, τη στήριξη αποφάσεων και την επιστημονική ανάλυση της ιατρικής γνώσης". [Shortliffe EH. The science of biomedical computing. Med Inform 1984;9:185-93.]

Η Ιατρική Πληροφορική βρίσκει εφαρμογή κυρίως στα μεγάλα και ολοκληρωμένα δίκτυα παροχής ιατρικής φροντίδας π.χ. νοσοκομεία, πολυκλινικές κ.α., όπου, λόγω υψηλών απαιτήσεων, συνήθως προκύπτουν και οι νέες τεχνολογικές προκλήσεις. Η Ιατρική Πληροφορική όμως δεν ασχολείται μόνο με τα ιατρικά δεδομένα σε επίπεδο ασθενή, αλλά και με την δημιουργία βάσεων δεδομένων, με σκοπό την καταχώρηση και την οργάνωση της ιατρικής γνώσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η δημιουργία της βάσης δεδομένων ICD10 (International Classification of Diseases version 10 ή International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems version 10), η οποία αποτελεί μια προσπάθεια συγκέντρωσης και ταξινόμησης όλων των ασθενειών, συντονιζόμενη από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO)[6]. Στο ίδιο πλαίσιο

κινούνται και άλλες προσπάθειες του WHO, όπως το ICHI (Classification of Health Interventions) και το ICF [7](Classification of Function, Disability and Health) (<http://www.who.int/>).

Σύμφωνα με έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο αμερικάνικου οργανισμού σε επαγγελματίες υγείας (HIMSS, 2000) διαπιστώθηκε ότι οι παρακάτω τρεις εφαρμογές είναι αυτές που θα δώσουν περαιτέρω ώθηση στη Ι.Π.:

- Κλινικά πληροφορικά συστήματα
- Εφαρμογές βασισμένες στο διαδίκτυο
- Αποθήκες κλινικών δεδομένων

Και οι τρεις αυτές εφαρμογές είναι αλληλένδετες και σημαντικό μέρος τους είναι οι ιατρικοί φάκελοι των ασθενών, τα δεδομένα των κλινικών πράξεων (διαγνώσεις, παρατηρήσεις, εξετάσεις, φάρμακα, κ.α.) και οι αλγόριθμοι άντλησης πληροφορίας από τις βάσεις δεδομένων. Από την στιγμή όμως που όλα αυτά θα είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο προκύπτουν μία πληθώρα τεχνολογικών προβλημάτων.

Ποιός είναι τελικά σκοπός της Ι.Π. - Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας.

Σκοπός της Ι.Π. είναι ο συγκερασμός της κεκτημένης γνώσης όλων των φυσικών Επιστημών, των ειδικών γνώσεων της Ιατρικής και των εμπειριών της κλινικής πράξης, έτσι ώστε να αναπτυχθούν συστήματα για λήψη, επεξεργασία και εξήγηση δεδομένων από ασθενείς, με την βοήθεια της γνώσης που παράγεται από την επιστημονική έρευνα. Δηλαδή με άλλα λόγια η δημιουργία Ιατρικών Συστημάτων που θα είναι επικεντρωμένα στον κάθε άνθρωπο.[8]

Ο κάθε άνθρωπος θα έχει τον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας (Η.Φ.Υ.) που θα είναι διαθέσιμος σε κάθε νοσοκομείο ή Μονάδα παροχής Ιατρικής Φροντίδας, καθώς επίσης και σε συστήματα τηλεϊατρικής κλπ. έτσι θα είναι δυνατή η παρακολούθηση του ασθενή/πολίτη σε όλες τις δραστηριότητες της ζωής του, και σε όλα τα επίπεδα ή καταστάσεις υγείας δηλ. από την υγιεινή διατροφή μέχρι και την κατ' οίκον φροντίδα που αποτελεί εναλλακτική μορφή νοσηλεία στην σύγχρονη κοινωνία.

Από τον Κλασσικό στον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας

Κεντρικό ρόλο στη δομή και λειτουργία του συστήματος που προτείνεται από την Ιατρική Πληροφορική παίζει ο Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας[9]. Τα ιατρικά δεδομένα του

κάθε πολίτη θα είναι καταχωρημένα με τη μορφή του Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας (Η.Φ.Υ.), ο οποίος θα είναι διαθέσιμος σε κάθε νοσοκομείο, Μονάδα παροχής Ιατρικής Φροντίδας, αλλά και κάθε ενδιαφερόμενο ειδικό. Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας έρχεται να αντικαταστήσει τον κλασικό φυσικό φάκελο υγείας και να υπερβεί πολλά από τα μειονεκτήματά του. Αναμφίβολα τα χειρόγραφα δεδομένα φέρουν έντονα τον κίνδυνο λάθους, εξ' αιτίας διαφόρων παραγόντων, όπως δυσαναγνωσιμότητας ή διαφορών στη χρησιμοποιούμενη ορολογία. Χαρακτηριστικά είναι τα αποτελέσματα ισπανικής έρευνας, τα οποία απεκάλυψαν ότι το 15% του συνολικού δείγματος των χειρόγραφων ιατρικών δεδομένων παρουσίαζαν σοβαρά προβλήματα αναγνωσιμότητας, αυξάνοντας σαφώς τον κίνδυνο σφαλμάτων. Ένα επιπλέον βασικό μειονέκτημα του παραδοσιακού «ιατρικού φακέλου» είναι η πιθανότητα απώλειας των δεδομένων του. Ο φυσικός ιατρικός φάκελος υπόκειται στα φυσικά φαινόμενα και δεν είναι λίγα τα περιστατικά όπου έχει αναφερθεί καταστροφή ιατρικών δεδομένων λόγω πυρκαγιών και πλημμύρων, καθώς όμως επίσης και μετά από κακόβουλη ανθρώπινη παρέμβαση. Τέλος βασικό μειονέκτημα του παραδοσιακού ιατρικού φακέλου αποτελεί η δυσχέρεια στη διαχείριση του, δηλαδή τη συγκέντρωση και τη μεταφορά των διάφορων ιατρικών εγγραφών που αφορούν έναν ασθενή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα σημαντικά προβλήματα στην επικοινωνία και ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων μεταξύ ιατρών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας (νοσοκομειακής) περίθαλψης (. Οι διαδικασίες αυτές επιφέρουν μεγάλο κόστος, τόσο χρονικό όσο και οικονομικό, όταν πραγματοποιούνται με χρήση του παραδοσιακού ιατρικού φακέλου.

Ένας πλήρης ηλεκτρονικός φάκελος οφείλει σαφώς να περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα του ιατρικού φακέλου του ασθενούς, όπως το ιστορικό και τις εργαστηριακές εξετάσεις, προσδίδοντας όμως επιπλέον και ένα πλήθος πλεονεκτημάτων συγκριτικά με τον παραδοσιακό ιατρικό φάκελο. Καταρχήν ο Η.Φ.Υ. αποσκοπεί στην ελάττωση των ιατρικών λαθών[10]. Όπως προαναφέρθηκε τα χειρόγραφα ιατρικά δεδομένα υπόκεινται έντονα στην επίδραση του παράγοντα «ανθρώπινο λάθος», γεγονός που συντελεί στην πιθανή ανάδυση ιατρικών λαθών. Η τήρηση ιατρικών δεδομένων ηλεκτρονικά και μάλιστα με χρήση ειδικά διαμορφωμένων κοινών φορμών και προτύπων φιλοδοξεί να υπερβεί τον καταστρεπτικό αυτόν παράγοντα. Ένα προφανές επιπλέον πλεονέκτημα των ψηφιακών ιατρικών δεδομένων είναι η δυνατότητα διατήρησής τους πρακτικώς για πάντα, υπερβαίνοντας τους κινδύνους καταστροφής από φυσικά φαινόμενα, αλλά και δυσχεραίνοντας την καταστροφή τους και από ανθρώπινη πρωτοβουλία. Επιπλέον ο Η.Φ.Υ καθιστά την ιατρική περίθαλψη οικονομικότερη και ταχύτερη, καθώς διατηρεί το

πλήθος των ιατρικών δεδομένων του κάθε ασθενούς συγκεντρωμένο. Ο ενδιαφερόμενος ειδικός έχει πλέον ανά πάσα στιγμή πρόσβαση στο πλήρες ιστορικό περίθαλψης και εργαστηριακών εξετάσεων του ασθενούς που καλείται να αντιμετωπίσει. Επίσης θα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι και σε συστήματα τηλεϊατρικής, ώστε να είναι δυνατή η ανά πάσα στιγμή παρακολούθηση, ολιστικά και με συνέχεια, πλήθους σχετιζόμενων με την υγεία δραστηριοτήτων του ασθενούς, από τη διατροφή του μέχρι την κατ' οίκον ιατρική περίθαλψη, η οποία θα αποτελούσε επαναστατική εναλλακτική μορφή περίθαλψης. Τέλος η συγκέντρωση του τεραστίου αυτού όγκου ιατρικών δεδομένων σε βάσεις δεδομένων σε ψηφιακή μορφή καθιστά τα δεδομένα αυτά πολύ περισσότερο εύκολα προσπελάσιμα και χρησιμοποιήσιμα στα πλαίσια εκπαίδευσης και ιατρικής έρευνας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι μικρό μόνο μέρος του ιατρικού φακέλου που περιγράφηκε αφορά στην άμεση αξιολόγηση της υγείας του ασθενούς ή έχει ενδιαφέρον για την καθημερινή ιατρική του φροντίδα. Γεγονός παραμένει ότι, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, η ιστορική εξέλιξη δεικτών φυσιολογικής λειτουργίας ελάχιστα ενδιαφέρει μακροπρόθεσμα. Όμως, ακόμη και τότε, η αξία των ιστορικών δεδομένων δεν μπορεί να υπερεκτιμηθεί καθώς τα δεδομένα αυτά μπορούν να δώσουν απαντήσεις, σε πληθυσμιακό επίπεδο, σε ερωτήματα που αφορούν τη «φυσική ιστορία» διαφόρων νόσων ή ιατρικών χειρισμών και αντιμετωπίσεων.

Όσον αφορά το έξω-ιατρικό κομμάτι, η χρήση του Η.Φ.Υ. θα διευκολύνει επίσης και διάφορες διοικητικές διαδικασίες, όπως την αξιολόγηση της ποιότητας των παρόχων ιατρικών υπηρεσιών (πχ νοσηλευτικά ιδρύματα).

Συνοπτικά τα δεδομένα που περιέχει ένας Η.Φ.Υ είναι αυτά που εξυπηρετούν τους παρακάτω σκοπούς:

- Υποστήριξη της ιατρικής φροντίδας (αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων, πληροφορία που μοιράζεται ανάμεσα σε λειτουργούς υγείας)
- Υποστήριξη έρευνας (κλινική έρευνα, επιδημιολογικές μελέτες, αξιολόγηση ποιότητας υγείας, αξιολόγηση φαρμάκων)
- Εκπαίδευση ιατρών
- Βελτίωση υπηρεσιών υγείας σε διοικητικό και κοινωνικό επίπεδο
- Χρήση σε διαδικασίες αξιολόγησης ποιότητας
- Τηλεϊατρική

Έχουν αναπτυχθεί αρκετά πρότυπα αναφοράς για τους Η.Φ.Υ., όπως τα COSTAR, TMR, RMIS, STOR και ELIAS. Αυτά έχουν σαν βάση εκτυπώσιμες φόρμες με κάποια δεδομένα (διοικητικά και άλλα εργαστηριακά αποτελέσματα), οι οποίες συμπληρώνονται από εξουσιοδοτημένο προσωπικό με επιπλέον πληροφορίες και κατόπιν χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή των δεδομένων στις διάφορες βάσεις.

Μειονεκτήματα του Η.Φ.Υ.

Παρά το πλήθος των πλεονεκτημάτων τα οποία φιλοδοξεί να φέρει, είναι δεδομένο ότι ο Η.Φ.Υ. δε στερείται και πιθανών μειονεκτημάτων. Ως τέτοιο θα μπορούσε να αναφερθεί ο εξαναγκασμός του ιατρού να ακολουθεί και να σκέφτεται σύμφωνα με τα μοτίβα που του επιβάλλονται από το σύστημα οργάνωσης του ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου, γεγονός που μειώνει τη δυνατότητα του να εκφράζει ελεύθερα και με τις δικές του λέξεις την άποψη του σχετικά με την αντιμετώπιση του εκάστοτε περιστατικού. Επίσης θα μπορούσε κάποιος να πει πως η καθολική καθιέρωση ενός τέτοιου συστήματος θα οδηγούσε τελικά στην σχετική αποξένωση του ασθενούς με τον θεράποντα[11].

Το σημαντικότερο όμως όπλο των πολεμίων του οράματος του Η.Φ.Υ. είναι τα πιθανά ηθικά ζητήματα τα οποία ανακύπτουν από την εφαρμογή του. Σύμφωνα με τον κώδικα ιατρικής δεοντολογίας, στη σχέση ιατρού – ασθενούς, ο ασθενής έχει το δικαίωμα του απορρήτου στον ύψιστο δυνατό βαθμό, ενώ ταυτόχρονα ο ιατρός είναι νομικά υποχρεωμένος να τηρήσει την επιθυμία του ασθενούς για εχεμύθεια πάση θυσία, εκτός από την περίπτωση όπου νομικά προστάζεται το αντίθετο. Είναι λοιπόν εύλογο το ερώτημα, σε μία εποχή και ένα σύστημα καθολικής συγκέντρωσης, εύκολης μεταφοράς και προσβασιμότητας στα πλήρη ψηφιακώς αποθηκευμένα ιατρικά δεδομένα, κατά πόσο θα είναι δυνατή η διαφύλαξη αυτών των δικαιωμάτων. Είναι προφανές ότι τα ιατρικά αυτά δεδομένα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και κακόβουλα στα πλαίσια εξόρυξης γνώσης (data mining), η οποία θα στόχευε στο να αναγνωριστούν πρότυπα ιατρικής κατάστασης. Εντασσόμενος σε κάποιο από αυτά τα πρότυπα, είναι πιθανόν ο εκάστοτε ασθενής να αντιμετωπίζεται ανάλογα, σύμφωνα όμως με όσα προστάζονται από κοινωνικό – οικονομικούς παράγοντες και όχι σύμφωνα με αυτά που επιβάλλει ο κώδικας ιατρικής δεοντολογίας και τα ανθρώπινα δικαιώματα.

Νομοθετική προστασία επεξεργασίας ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων στον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας.

Η επανάσταση στον χώρο των νέων τεχνολογιών επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την έννοια και το περιεχόμενο της παροχής φροντίδας υγείας. Η ιατρική πληροφορία είναι από τους πιο ευαίσθητους τύπους πληροφορίας και η κακή της χρήση επηρεάζει την ζωή του ατόμου. Παλαιότερα αυτή η πληροφορία αποθηκευόταν στα γραφεία των ιατρών χωρίς κανένας να ξέρει για την ύπαρξη της. Προστατευόταν από την απομόνωση της και την άγνοια της ύπαρξης της. Πλέον η πρόσβαση σε αυτή τη γνώση γίνεται μέσω των υπολογιστών ενώ λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων και αυτή η παρεχόμενη πληροφορία έχει αυξηθεί. Για παράδειγμα υπάρχουν πλέον γενετικές πληροφορίες που παλαιότερα δεν ήταν διαθέσιμες. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να επηρεάσουν το εάν ένα άτομο θα προσληφθεί, πως θα εξελιχθεί η καριέρα του, ο μισθός του, πιθανές προαγωγές του, η παραμονή του στην εργασία, κ.λπ. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η διασφάλιση της εμπιστευτικότητας της χρήσης και η αποφυγή της διασποράς των πληροφοριών αυτών σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες. Οι πληροφορίες γύρω από το ιστορικό υγείας, όπως οι ασθένειες, τα συμπτώματα και η περίθαλψη που έχει λάβει κάποιος είναι από τις πλέον ευαίσθητες και εμπιστευτικές.

Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας αποτελεί έναν ψηφιακά αποθηκευμένο φάκελο φροντίδας υγείας (ή υποσύνολο αυτού) για όλη τη διάρκεια ζωής του ατόμου, με στόχο την υποστήριξη της συνέχειας της φροντίδας υγείας (ποιότητα, πρόσβαση, αποδοτικότητα), την εκπαίδευση και την έρευνα. Αντικαθιστά τον χειρόγραφο φάκελο ως την κύρια πηγή πληροφοριών για την φροντίδα υγείας εξασφαλίζοντας κλινικές, διοικητικές και νομικές απαιτήσεις.² Τα συστήματα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας υλοποιούνται και διατηρούνται για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάκτηση, επεξεργασία και διακίνηση δεδομένων που σχετίζονται με τη φροντίδα υγείας ασθενών συμπεριλαμβανομένων των κλινικών, διοικητικών και οικονομικών δεδομένων.

Ο όρος ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα χρησιμοποιείται για τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα έτσι όπως αναφέρεται στις κατευθυντήριες γραμμές σύμφωνα με τους ορισμούς της οδηγίας 95/46/EK για την προστασία των δεδομένων και αναφέρεται σε οιοσδήποτε πληροφορίες αφορούν ένα προσδιορισμένο ή προσδιορίσιμο φυσικό πρόσωπο. Ένα προσδιορίσιμο φυσικό πρόσωπο είναι εκείνο το πρόσωπο το οποίο μπορεί να προσδιοριστεί άμεσα ή έμμεσα ειδικότερα σε σχέση με τον αριθμό ταυτοποίησης του

ή ένα ή περισσότερα στοιχεία που αφορούν την φυσική, φυσιολογική, διανοητική, οικονομική, πολιτιστική ή κοινωνική του ταυτότητα.

Τα δεδομένα σχετικά με την υγεία του ατόμου αποτελούν μέρος της προσωπικότητας του ατόμου και όχι ιδιοκτησία του φορέα που τα συλλέγει και τα επεξεργάζεται. Έτσι η επεξεργασία των δεδομένων πρέπει να συνάδει με τις σχετικές διατάξεις για την προστασία των προσωπικών ευαίσθητων δεδομένων και του ιατρονοσηλευτικού απορρήτου.

Ελληνική πραγματικότητα για το θεσμικό πλαίσιο ασφαλείας

- Η Συνταγματική κατοχύρωση της προστασίας προσωπικών δεδομένων

Κατά την τελευταία αναθεώρηση του Συντάγματος κρίθηκε επιβεβλημένη η κατοχύρωση ενός νέου, ειδικού δικαιώματος προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Το νέο άρθρο 9Α του ελληνικού Συντάγματος 1975/86/01 που συμπεριλήφθηκε στο Σύνταγμα με την τελευταία αναθεώρηση του 2001 ορίζει ότι ο «καθένας έχει δικαίωμα προστασίας από τη συλλογή, επεξεργασία και χρήση, ιδίως με ηλεκτρονικά μέσα, των προσωπικών δεδομένων, όπως ο νόμος ορίζει». Στη νέα διάταξη αναδεικνύεται ωστόσο η ένταση των κινδύνων που εμπεριέχει η επεξεργασία δεδομένων με ηλεκτρονικά μέσα. Η προστασία προσωπικών δεδομένων ανήκει στην κατηγορία των νέων δικαιωμάτων που κατοχυρώνει το αναθεωρημένο Σύνταγμα, κοινό στοιχείο των οποίων είναι η εξασφάλιση όχι μόνο έναντι της κρατικής εξουσίας αλλά και έναντι των ιδιωτών. Καθώς αυτό το δικαίωμα είναι ευάλωτο σε προσβολές από τους ιδιώτες, το κράτος δεν μπορεί να αρκείται στην αποχή και την αποτροπή των προσβολών αυτών από τα όργανα του, αλλά πρέπει να μην επιτρέπει την προσβολή του από ιδιώτες, λαμβάνοντας μέτρα για το σκοπό αυτό. Η μόνη απόφαση του αναθεωρητικού νομοθέτη σχετικά με τις εγγυήσεις προστασίας των προσωπικών δεδομένων αφορά τη Συνταγματική κατοχύρωση της ανεξάρτητης αρχής με αποστολή τη διασφάλιση του δικαιώματος. Η ίδρυση ανεξάρτητων αρχών αποτυπώνεται ως εγγενές χαρακτηριστικό του συστήματος προστασίας προσωπικών δεδομένων σε διεθνή κείμενα, δεσμευτικά ή μη[12][13][14].

Ο Νόμος 2472/97 για την προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα[15]

Ο ελληνικός νόμος 2472/97 μεταφέρει την Κοινοτική Οδηγία στο εσωτερικό δίκαιο και συγχρόνως εκπληρώνει την υποχρέωση της Ελλάδας που απορρέει από τη Σύσταση 108 του Συμβουλίου της Ευρώπης να θεσπίσει ειδικές διατάξεις για την προστασία των προσωπικών δεδομένων. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 95/46/ΕΚ - και τον Ελληνικό νόμο 2472/97 - η επεξεργασία των ιατρικών δεδομένων υπόκειται σε ειδικές ρυθμίσεις.

Η προστασία των ιατρικών δεδομένων διέπεται από τις διατάξεις Ν. 2472/97 και Ν. 2774/99 και τις διατάξεις σχετικά με το ιατρικό απόρρητο. Σύμφωνα με το νόμο 2472/97, ο ασθενής του οποίου τα ευαίσθητα δεδομένα υπόκεινται κάποιας μορφής επεξεργασία από κάποιους έχει το δικαίωμα⁹:

- Να ενημερωθεί για τις πληροφορίες που τον αφορούν και αποτελούν αντικείμενο αρχειοθέτησης.
- Να μάθει το σκοπό της επεξεργασίας, ποιοι θα έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και πόσο χρόνο θα διαρκέσει η επεξεργασία.
- Να ζητήσει τη διόρθωση, την προσωρινή μη χρησιμοποίηση, τη μη διαβίβαση μέρους ή όλων των δεδομένων. Ενώ οι υποχρεώσεις των υπευθύνων για την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα είναι οι εξής :
- Να γνωστοποιήσουν στην Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα τη σύσταση και λειτουργία αρχείου, αποτελούμενου από ευαίσθητα δεδομένα ασθενών ή την έναρξη της επεξεργασίας τους, ενώ σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται και σχετική άδεια.
- Οι παραπάνω ενέργειες πρέπει να γίνονται εντός συγκεκριμένης προθεσμίας, όπως αυτή ορίζεται από την Αρχή. Η πάροδος της προθεσμίας αυτής συνεπάγεται σοβαρές διοικητικές κυρώσεις που επιβάλλει η Αρχή αλλά και ποινικές, που δίνονται αυτεπάγγελα ή ύστερα από παρέμβαση της Αρχής.
- Οι υποχρεώσεις των υπευθύνων της επεξεργασίας ισχύουν και αφορούν όλες τις επεξεργασίες δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και όλα τα αρχεία ανεξάρτητα εάν αυτά ανήκουν σε ιδιωτικούς ή δημόσιους χώρους υγείας.
- Σε περίπτωση παράβασης ο υπεύθυνος υπόκειται στις κυρώσεις του νόμου ανάλογα βέβαια με τον χαρακτήρα και το μέγεθος της παράβασης ανεξάρτητα από την φύση του αρχείου.

2.3 Κωδικοποίηση Ιατρικών Δεδομένων

Στον χώρο της υγείας μεταβάλλονται διαρκώς οι απαιτήσεις κυρίως λόγω της τεράστιας σε όγκο ιατρικής πληροφορίας, αλλά και του γεγονότος ότι νέα είδη πληροφοριών αναδύονται μέσα από την κλινική έρευνα. Τα νέα αυτά είδη πρέπει να συνδυαστούν με τα παλιά και, συνήθως, ο συνδυασμός αυτός δίνει νέου τύπου πολυδιάστατη πληροφορία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η μετεξέλιξη του MRI σε fMRI, όπου η κλασική ανατομικού τύπου απεικόνιση απέκτησε δυνατότητες περιγραφής δυναμικών φαινομένων όπως ο μεταβολισμός. Συνεπώς απαιτείται κατάλληλη κωδικοποίηση των δεδομένων γεγονός που θα ενδυναμώσει την συνεργασία μεταξύ των οργανισμών αλλά και θα ευνοήσει την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων.

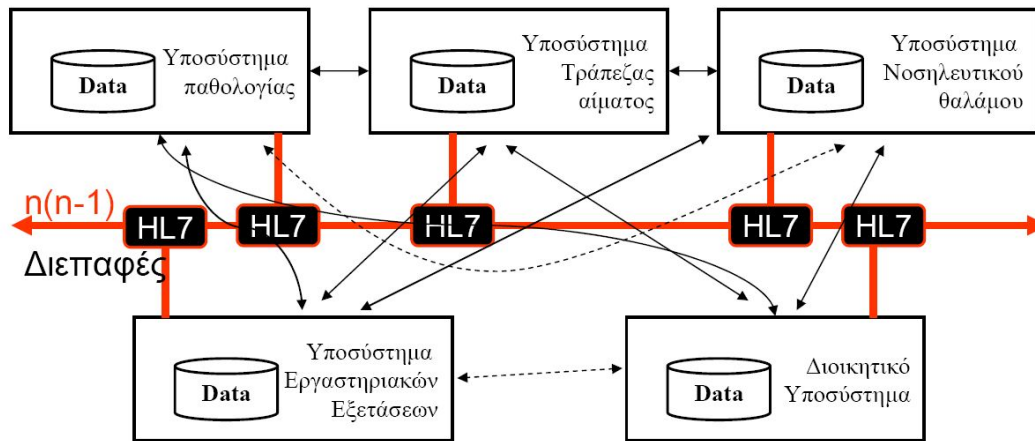
Με βάση την παραπάνω λογική πολλοί διεθνείς οργανισμοί έχουν προτείνει κωδικοποιήσεις οι οποίες συμβάλλουν:

- Στην αναβάθμιση της ποιότητας του δεδομένου που καταγράφεται
- Στην τυποποίηση της πληροφορίας που οδηγεί στην βέλτιστη αξιοποίησής της.
- Στην δημιουργία και υποβολή έξυπνων ερωτημάτων που σκοπό έχουν την αποτελεσματικότερη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων
- Στην ευκολότερη και ταχύτερη εισαγωγή πληροφορίας σε ηλεκτρονικά συστήματα.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας HL7

Για αυτούς τους λόγους αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται το πρότυπο επικοινωνίας Health Level 7 (HL7 standards). Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό έχουμε την διασφάλιση ότι θα λαμβάνονται υπ' όψιν τα εξής:

- Η σειρά μετάδοσης των μηνυμάτων
- Ποιόι χαρακτήρες διαχωρίζουν τα διάφορα στοιχεία
- Ποιά είναι η τυποποίηση του κάθε στοιχείου π.χ. πώς είναι γραμμένη η ημερομηνία (syntax, grammar)
- Ποιό είναι το νόημα από το κάθε στοιχείο π.χ. το πρώτο στοιχείο είναι το μικρό όνομα (semantic) κ.α.



Σχήμα 2.1: Το πρότυπο HL7

Γιατί αναφερόμαστε στο πρότυπο αυτό; Γιατί είναι το πλέον διαδεδομένο παγκοσμίως, με 500 οργανισμούς ως μέλη, 2200 άτομα-μέλη. Χρησιμοποιείται σε περίπου 1500 οργανισμούς υγείας και έχει Διεθνής θυγατρικές (International affiliates) σε 17 χώρες.

Είναι ένα διεθνές σύνολο από ανοιχτά πρότυπα, τα οποία επιτρέπουν την επικοινωνία αλλά και την ανεξάρτητη λειτουργία των διαφόρων συστημάτων πληροφοριών υγείας (Health information systems), ανεξαρτήτου τεχνολογίας και πλατφόρμας ανάπτυξης.

Μερικά από τα πρότυπα που περιέχει είναι τα εξής:

- Hospital Information Systems (HIS)
- Laboratory Information Systems (US)
- Radiology Information Systems (RIS)
- In-patient Clinical Patient Repositories (CDR)
- Out-patient Electronic Medical Records (EMR)

Έχει εγκριθεί από τον επίσημο οργανισμό πιστοποίησης ANSI και ο τύπος του είναι Data and Technology Standard (Πρότυπο Δεδομένων και Τεχνολογίας).

Στην τελευταία του έκδοση είναι αντικειμενοστραφής και βασίζεται στο Reference Information Model (RIM). Συνοπτικά να αναφέρουμε ότι:

- Το RIM είναι συλλογή επιστημονικών πεδίων, σεναρίων, κλάσεων, χαρακτηριστικών, use cases και άλλων ώστε να είναι δυνατή η επιλογή πληροφορίας για τη δημιουργία μηνυμάτων του HL7.

- Το RIM επομένως είναι ένα μοντέλο για τη δημιουργία των μηνυμάτων του HL7 που περιλαμβάνει ορολογία και αναπαραστάσεις.

Ποιός ο σκοπός του HL7;

Σκοπός του είναι να παρέχει ένα πρότυπο για την ανταλλαγή, διαχείριση και την ανάπτυξη των δεδομένων τα οποία αφορούν την ιατρική φροντίδα που παρέχεται στον ασθενή καθώς και τη διαχείριση, μεταφορά και εκτίμηση των υπηρεσιών υγείας.

Ορίζει το περιεχόμενο, τη μορφή των δεδομένων με την οποία τα κλινικά και οικονομικά δεδομένα θα ανταλλάσσονται μεταξύ διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων υγείας. Επιπλέον καθορίζει τα trigger events και τα error messaging τα οποία προκύπτουν όταν η ανταλλαγή των δεδομένων δεν είναι επιτυχής.

Trigger events: Ενέργειες που γίνονται και προκαλούν τη ροή των δεδομένων.

Error messaging: Προκύπτουν όταν η ανταλλαγή των δεδομένων ήταν ανεπιτυχής.

Πλεονεκτήματα του είναι:

- η μείωση του χρόνου που απαιτείται για τον προγραμματισμό διαφορετικών διεπαφών,
- επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ υπολογιστικών εφαρμογών, οι οποίες αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές πλατφόρμες.
- η μείωση του όγκου δεδομένων που ανταλλάσσονται
- επιτρέπει την αναδιοργάνωση - ανάπτυξη των πληροφοριών.
- Παρέχει διασύνδεση και ενιαία κωδικοποίηση με συστήματα κατηγοριοποίησης ασθενειών (ICD-10) και άλλες συναφείς Knowledge Bases.

Ολοκληρώνοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι σκοπός του είναι η "δομημένη" μετάδοση των δεδομένων.

Πώς λειτουργεί το HL7;

Το πρότυπο HL7 εφαρμόζεται σε προγράμματα που παρεμβαίνουν μεταξύ των I.B.Δ και γενικά μεταξύ των πληροφορικών συστημάτων. Και αυτό γιατί χρησιμοποιείται για την δημιουργία διεπαφών (Interfaces) και γενικά για την δημιουργία middleware προγραμμάτων.

Όπως προαναφέραμε ελέγχει την μετάδοση των δεδομένων. Ο έλεγχος αυτός επιτυγχάνεται γιατί συμβαίνουν τα εξής:

- Λαμβάνεται υπ' όψιν η σειρά μετάδοσης των μηνυμάτων

- Λαμβάνεται υπ' όψιν η λογική σειρά κάποιων γεγονότων, π.χ. πρώτα πρέπει να γίνει admitted ή registered ένας ασθενής και μετά θα είναι διαθέσιμα τα δημογραφικά του στοιχεία στο δίκτυο.
- Υπάρχουν χαρακτήρες που διαχωρίζουν τα διάφορα στοιχεία
- Υπάρχουν στοιχεία ελέγχου της ροής της μετάδοσης (acknowledgement). Δηλαδή επιβεβαίωση ότι τα δεδομένα στάλθηκαν - παρελήφθησαν.

Το HL7 είναι ένα structured, message-oriented πρωτόκολλο[3]. Η δομή του είναι ιεραρχική, ξεκινώντας από τις υψηλού επιπέδου ομάδες και δομές και πηγαίνοντας προς μεγάλα σε πλήθος πεδία δεδομένων.

Κάθε επίπεδο της ιεραρχίας εξυπηρετεί ένα διαφορετικό οργανωτικό σκοπό. Έχουμε λοιπόν:

1) Functional Group:

Στην περιοχή αυτή αναφέρετε η λειτουργία που πρέπει να γίνει και γενικά σε ποιά λειτουργική ομάδα ανήκει το μήνυμα π.χ.

- Control/Query
- Admission, Discharge, and Transfer (Patient Administration)
- Order Entry
- Financial Management
- Observation Reporting
- Master Files

2) Message Type:

Σε κάθε λειτουργική ομάδα ορίζονται ένας ή περισσότεροι τύποι μηνυμάτων τα οποία μπορεί να υλοποιηθούν σε ποικίλους συνδυασμούς ώστε να υποστηρίξουν υψηλού επιπέδου business rules για τις εφαρμογές στις οποίες εμπεριέχονται. Για παράδειγμα στην λειτουργική ομάδα Admission, Discharge, and Transfer (Patient Administration) ορίζεται μόνο ένας τύπος μηνύματος το ADT, ενώ στην ομάδα Order Entry παραπάνω από δώδεκα.

3) Message Definition :

Μέσα σε κάθε τύπο μηνύματος, ένας ή περισσότεροι ορισμοί μηνυμάτων περιγράφουν το συγκεκριμένο σύνολο ή συνδυασμό από τμήματα (segments) τα οποία δημιουργούν ένα σωστά δομημένο μήνυμα. Για παράδειγμα η λειτουργική ομάδα Admission, Discharge, and Transfer (Patient Administration)

διαφοροποιείται σε περισσότερους από τριάντα ορισμούς μηνυμάτων που βασίζονται στα trigger events.

4) Segment Definition:

Τα τμήματα (segments) παρέχουν μία λογική ομαδοποίηση για τα πεδία δεδομένων (data fields).

Για παράδειγμα το Patient Identification segment (PID) περιλαμβάνει πεδία που περιέχουν πληροφορίες αναγνώρισης όπως το όνομα του ασθενή, το social security number, medical record number, account number καθώς και δημογραφικές λεπτομέρειες. Τα τμήματα μπορεί να είναι απαιτούμενα ή προαιρετικά και επίσης μπορεί να είναι εμφωλευμένα ή επαναλαμβανόμενα.

5) Field:

Το πρότυπο αναγνωρίζει χιλιάδες πεδία δεδομένων για την επικοινωνία των δημογραφικών, κλινικών, οικονομικών πληροφοριών που αφορούν τον ασθενή.

Το HL7 χρησιμοποιεί περισσότερα από δώδεκα αφηρημένους τύπους δεδομένων για τον ορισμό των πεδίων.

Για παράδειγμα το πεδίο το οποίο κρατάει κάποιο χρονόσημο (timestamp) ακολουθεί μια προκαθορισμένη μορφή. Επιπλέον πολλά πεδία είναι ή μπορεί να είναι κωδικοποιημένα. Το πρότυπο περιέχει μια ποικιλία από πίνακες κωδικοποίησης ώστε να ορίσει αποδεκτά περιεχόμενα.

Η πραγματική πληροφορία όμως αποθηκεύεται στην περιοχή του XML με το όνομα πεδίου Field. Για την οργάνωση της πληροφορίας σε αυτό το πεδίο χρησιμοποιούνται μία σειρά από διαχωριστές (Delimiter).

Παράδειγμα μηνύματος:

A01 Message (Σημαίνει Admit a patient)

```
MSH|^~\&|ADT1|MCM|LABADT|MCM|198807181126|SECURITY|ADT^A01|MSG00001|P|2.3.1|<cr>
EVN|A01|198807181123||<cr>
```

```
PID|1||PATID1234^5^M11^ADT1^MR^MCM~123456789^^^USSA^SS||JONES^WILLIAM^A^III||19610615|M-
||C|1200                N                ELM                STREET^^GREENSBORO^NC^27401-1020|GL|(91-
9)379-1212|(919)271-3434||S||PATID12345001^2^M10^ADT1^AN^A|123456789|987654^NC|<cr>
```

```
NK1|1|JONES^BARBARA^K|WI^WIFE|||NK^NEXT OF KIN<cr>
PV1|1||2000^2012^01|||004777^LEBAUER^SIDNEY^J.||SUR|||ADM|A0|<cr>
```

Πίνακας 2.1: Παράδειγμα μηνύματος σε HL7

Εξήγηση του παραπάνω μηνύματος:

Patient William A. Jones, III was admitted on July 18, 1988 at 11:23 a.m. by doctor Sidney J. Lebauer (#004777) for surgery (SUR). He has been assigned to room 2012, bed 01 on nursing unit 2000.

The message was sent from system ADT1 at the MCM site to system LABADT, also at the MCM site, on the same date as the admission took place, but three minutes after the admit.

Είναι φανερό ότι το πρότυπο είναι XML-based[4].

Για την κατανόηση πώς γίνεται η ανταλλαγή των δεδομένων παρακάτω αναφέρουμε ένα γενικό πλαίσιο ανταλλαγής ενός μηνύματος:

- 1) Ο αποστολέας αποθηκεύει τις πληροφορίες του στη δική του βάση δεδομένων
- 2) Παρουσιάζει αυτή την πληροφορία σε ένα RIM γράφημα.
- 3) Χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο που καθορίζεται από τις τεχνικές προδιαγραφές της εφαρμογής, παρουσιάζει το RIM γράφημα ως ένα XML έγγραφο, π.χ. δημιουργώντας ένα DOM (Document Object Model) Tree.
- 4) Από το DOM Tree, δημιουργεί το XML αρχείο.
- 5) Μεταφέρει αυτό το έγγραφο στον παραλήπτη χρησιμοποιώντας TCP/IP, Email ή οποιοδήποτε άλλο τρόπο.
- 6) Ο παραλήπτης ξεπακετάρει το HL7 μήνυμα από το επίπεδο μεταφοράς.
- 7) Το αναλύει χρησιμοποιώντας ένα off-the-shelf parser για να δημιουργήσει το DOM Tree.
- 8) Μεταφράζει το DOM Tree χρησιμοποιώντας την αντίστροφη αντιστοιχία και δημιουργεί το RIM γράφημα.
- 9) Τέλος, αποθηκεύει τα δεδομένα στην δική του βάση.

Ποιές οι απαιτήσεις του προτύπου HL7 σε τεχνολογία Βάσεων Δεδομένων;

Εφόσον το πρότυπο χρησιμοποιείται κυρίως στην δημιουργία interfaces, δεν έχει κάποιες συγκεκριμένες απαιτήσεις σε προδιαγραφές βάσης δεδομένων. Μάλιστα είναι και ένας από τους σκοπούς που δημιουργήθηκε: Να γεφυρώσει το χάσμα των πολλών και διαφορετικών βάσεων δεδομένων που ήδη υπήρχαν.

Μπορεί να λειτουργήσει με οποιαδήποτε βάση δεδομένων αρκεί να τηρούνται οι προδιαγραφές του, οι οποίες έχουν να κάνουν με την ομαδοποίηση και κωδικοποίηση των δεδομένων και όχι με την διαχείρισή τους σε επίπεδο βάσης δεδομένων. Με το κατάλληλο interface μπορεί να λειτουργήσει ακόμη και με MS ACCESS.

Βέβαια η υλοποίηση Ολοκληρωμένου Πληροφορικού Συστήματος δεν είναι το ίδιο εύκολη με όλα τα είδη Βάσεων Δεδομένων. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό η "πηγή" των δεδομένων βασίζεται στο Reference Information Model (RIM)[5]. Θυμίζουμε ότι: το μοντέλο RIM είναι μία συλλογή επιστημονικών πεδίων, σεναρίων, κλάσεων, χαρακτηριστικών, use cases και άλλων ώστε να είναι δυνατή η επιλογή πληροφορίας για τη δημιουργία μηνυμάτων του HL7. Οπότε θα μπορούσε να υλοποιηθεί με "1-1" αντιστοίχιση των τύπων δεδομένων που αναφέρονται στο μοντέλο RIM σε σχεσιακό πίνακα στη Β.Δ. (relational table),

2.4 Πληροφορία - Εντροπία

Η πληροφορία εκφράζει μια έκπληξη. Όταν είναι κάτι απολύτως βέβαιο τότε η πληροφορία είναι μηδέν. Η πληροφορική είναι η επιστήμη που ασχολείται με την συλλογή, την επεξεργασία και μετάδοση της πληροφορίας[16].

Σχήμα: υπολογιστικοί τύποι πληροφορίας και εντροπίας αντίστοιχα

$$h(x_i) = \log_2 \frac{1}{p(x_i)} = -\log_2 p(x_i)$$

$$H(X) = \sum_i p(x_i) \log_2 p(x_i) \text{ για } X=\{x_1, x_2, \dots\}$$

Υπολογιστική θεωρία της νόησης

Η ανθρώπινη νόηση βασίζεται σε νοητικές διαδικασίες που λειτουργούν με αφηρημένες νοητικές αναπαραστάσεις. Σύμφωνα με αυτό η πληροφορία εισέρχεται στον ανθρώπινο εγκέφαλο ως ερέθισμα μέσω των αισθήσεων, υποβάλλεται σε μια σειρά σταδίων επεξεργασίας η οποία τελικά οδηγεί τον εγκέφαλο στην λήψη μιας απόφασης και τελικά

στην εκτέλεση μιας αντίδρασης. Η μνήμη παίζει ενεργό ρόλο σε αυτό το μοντέλο. Διακρίνονται 3 επίπεδα μνήμη: Αισθητηριακή, εργαζόμενη(βραχυχρόνια) και μακροχρόνια. Η αισθητηριακή είναι διαφορετική για κάθε αίσθηση και διατηρεί το περιεχόμενό της για μερικά δέκατα του δευτερολέπτου. Η εργαζόμενη μνήμη διατηρεί την πληροφορία για μερικά δευτερόλεπτα και μπορεί να αποθηκεύσει πέντε ως εννέα διακριτά αντικείμενα. Τέλος η μακροχρόνια μνήμη συντηρεί την πληροφορία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε αυτή φυλάσσονται όλες οι γνώσεις κι οι εμπειρίες μας[17].

Η γνωσιακή αρχιτεκτονική έχει σπονδυλωτό χαρακτήρα

Κατά το μοντέλο του Fodor και θεμελιώδης άποψη της γνωσιοεπιστήμης είναι ότι τα συστήματα με νοημοσύνη δεν είναι τελείως ομοιογενή. Συγκροτούνται από αλληλοσυνεργαζόμενα λειτουργικά υποσυστήματα (σπόνδυλοι) όπου λαμβάνει χώρα κατανομημένη επεξεργασία. Σε αυτό κατατείνει το γεγονός ότι οι άνθρωποι είναι δυνατό να δέχονται πληροφορίες μέσω των αισθήσεων, να σκέπτονται και να αναλαμβάνουν δράση με εκούσιες μυϊκές κινήσεις. Επομένως το ανθρώπινο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών αποτελείται από ένα κεντρικό νοητικό σύστημα ικανό να προσλαμβάνει πληροφορίες από αισθητηριακά υποσυστήματα και να δίνει εντολές στο κινητικό σύστημα. Η θέση ότι η γνωσιακή αρχιτεκτονική έχει σπονδυλωτό χαρακτήρα σημαίνει ότι υπάρχει εξειδίκευση των αισθητικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά είναι πληροφοριακώς ενθυλακωμένα[17].

Η ταξινόμηση των νοητικών διεργασιών γίνεται σε 3 βασικές κατηγορίες συστημάτων:

Μετατροπείς: είναι συστήματα αισθητικής εισροής και κινητικής εκροής

Συστήματα εισόδου: επιτελούν μετατροπή των πρωτογενώς επεξεργασμένων αισθητηριακών δεδομένων σε αντιληπτικές αναπαραστάσεις.

Κεντρικά συστήματα: Αναλαμβάνουν την ολοκλήρωση της πληροφορίας από πολλές πηγές εισροών, τη λήψη αποφάσεων και τη ρύθμιση της συμπεριφοράς[18].

Απόλυτο κατώφλι αίσθησης και κατώφλι διαφοράς

Η ανθρώπινη αντίληψη μπορεί να προσεγγιστεί ως ένα μετρητικό σύστημα των ερεθισμάτων του περιβάλλοντος που προσλαμβάνονται μέσω των αισθήσεων. Η

ψυχοφυσική ασχολείται με την μελέτη της σχέσης ανάμεσα στο φυσικό ερέθισμα και την αντίστοιχη αίσθηση που αυτό προκαλεί. Έτσι κατά τον Fechner έχουμε:

- **Απόλυτο κατώφλι αίσθησης** που είναι η ελάχιστη ένταση ερεθίσματος που απαιτείται για να προκληθεί κάποια αίσθηση.
- **Κατώφλι διαφοράς (ή ελάχιστη αντιληπτή διαφορά)** που είναι η ελάχιστη διαφορά έντασης μεταξύ 2 ερεθισμάτων του ίδιου τύπου, που δίνει την δυνατότητα στο υποκείμενο να διακρίνει ότι πρόκειται για διαφορετικά ερεθίσματα. Αυτό σημαίνει ότι αν η ένταση ενός ερεθίσματος είναι 10 μονάδες και το ερέθισμα πρέπει να αυξηθεί στις 12 μονάδες για να αντιληφθούμε διαφορά στην αίσθησή του τότε το κατώφλι διαφοράς είναι 2 μονάδες[18].

Σύμφωνα με το νόμο του Weber η ελάχιστη αντιληπτή μεταβολή στην ένταση ενός ερεθίσματος είναι ανάλογη της αρχικής του έντασης $\Delta\phi = \sigma * \phi$ όπου ϕ η αρχική ένταση του ερεθίσματος, $\Delta\phi$ η μεταβολή στην ένταση που προκαλεί την ελάχιστη αντιληπτή διαφορά και σ μια σταθερά. Ωστόσο το κλάσμα $\Delta\phi/\phi$ αυξάνεται δραματικά σε πολύ χαμηλές εντάσεις. Μια διόρθωση προσθέτει ο παράγοντας α που έχει να κάνει με τη λειτουργία των αισθήσεων κοντά στο κατώφλι του $\Delta\phi = \sigma * (\phi + \alpha)$.

Ο Fechner ξεχώρισε την ένταση του ερεθίσματος (ϕ) από την ένταση της αντιληπτής αίσθησής του (ψ). Έτσι σύμφωνα με δικό του νόμο $\psi = k * \log(\phi)$ όπου ϕ είναι οι μονάδες πάνω από το απόλυτο κατώφλι και k ένας πολλαπλασιαστής που εξαρτάται από την συγκεκριμένη αίσθηση (ακοή, όραση κλπ).

2.4.1 Νοήμονες Πράκτορες

Νοήμων πράκτορας είναι κάθε αυτόνομη οντότητα που ενεργεί μέσα σε ένα περιβάλλον με νοήμονα τρόπο. Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου πράκτορα είναι:

- Οι ενέργειές του καθορίζονται ανάλογα με τους επιδιωκόμενους στόχους και τις εκάστοτε συνθήκες.
- Είναι ευέλικτος όταν αλλάζει το περιβάλλον δράσης τους ή και οι επιδιωκόμενοι στόχοι.
- Μαθαίνει από τις εμπειρίες του.
- Δρα συνυπολογίζοντας τα αντιληπτικά του όρια και την πεπερασμένη υπολογιστική του ισχύ[18].

Οι πράκτορες ότι κάνουν το κάνουν χειριζόμενοι σύμβολα με μορφοτυπικές διαδικασίες (reasoning) δεχόμενοι ότι κάθε υπολογιστική διεργασία χειρισμού συμβόλων μπορεί να γίνει από μια μηχανή Turing. Δηλαδή από την πραγματικότητα πηγαίνουμε στη χρήση συμβολικών αναπαραστάσεων από τις οποίες με κατάλληλη επεξεργασία επανερχόμαστε και ενεργούμε κατάλληλα στην πραγματικότητα.

Έτσι σε ένα φυσικό συμβολικό σύστημα το πρακτικό πρόβλημα πρέπει να μεταφραστεί σε σύμβολα και επί αυτών να εφαρμοστεί ένας αλγόριθμος για το τι πρέπει να γίνει και στο τέλος τα αποτελέσματα του αλγορίθμου να μεταφραστούν σε εκτελέσιμες από τον πράκτορα ενέργειες. Ένα τέτοιο σύστημα ονομάζεται **RRS(Representation & Reasoning System)**[18].

Βασικά δομικά στοιχεία ενός RRS

- Η γλώσσα επικοινωνίας με το υλικό
- Οι κανόνες απόδοσης σημασίας στα σύμβολα
- Οι διεργασίες υπολογισμού απαντήσεων ή επίλυσης προβλημάτων

Κλασσικό παράδειγμα είναι οι γλώσσες προγραμματισμού

Στάδια ανάπτυξης και χρήσης ενός RRS

- Επιλογή του έργου που θα επιτελεί το σύστημα
- Σύνταξη οντολογίας (τρόπος αναπαράστασης του περιβάλλοντος και των αντικειμένων του προβλήματος)
- Επιλογή συμβόλων για την αναπαράσταση αντικειμένων και σχέσεων
- Ενσωμάτωση πρότερης γνώσης στο σύστημα
- Υποβολή ερωτήσεων προς το σύστημα

Κεφάλαιο 3

Η οργάνωση των δεδομένων σε βάσεις δεδομένων

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η περιγραφή των συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων, την φιλοσοφία δόμησης των μοντέλων διαχείρισης των δεδομένων που είναι αποθηκευμένες σε βάσεις και η σύντομη παρουσίαση του μοντέλου οντοτήτων – συσχετίσεων, της σχεσιακής άλγεβρας, του σχεσιακού μοντέλου, της γλώσσας SQL και τέλος μια αναφορά για τον τρόπο λειτουργίας των αντικειμενοστραφών βάσεων δεδομένων.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο περιγράφηκε η έννοια του δεδομένου και μάλιστα των δεδομένων υγείας. Ο τρόπος περιγραφής των δεδομένων για την αποθήκευση, την επεξεργασία και την διατήρησή τους είναι ιδιαίτερα κρίσιμος. Οι βάσεις δεδομένων είναι η τεχνολογία η οποία μας επιτρέπει να διατηρούμε τεράστια σε όγκο μεγέθη δεδομένων και να τα επεξεργαζόμαστε αποδοτικά για την ικανοποίηση των αναγκών μας. Χωρίς να προχωρήσουμε σε παραπέρα εξειδίκευση σχετικά με τις βάσεις δεδομένων θα παραθέσουμε ένα παράδειγμα μέσα από το οποίο γίνεται κατανοητή η ανάγκη για ύπαρξη συστημάτων που μπορούν να διαχειριστούν μεγάλου μεγέθους δεδομένα[19].

Ας πάρουμε λοιπόν για παράδειγμα μια νοσοκομειακή μονάδα. Αυτή περιλαμβάνει γιατρούς, νοσοκόμες, ασθενείς αλλά και πολλά άλλα πράγματα. Κάθε γιατρός έχει μια ειδικότητα και απασχολείται σε κάποια από τις κλινικές του νοσοκομείου. Αντίθετα οι νοσοκόμες μπορούν να απασχολούνται σε πολλά τμήματα του νοσοκομείου ανάλογα τις ανάγκες αλλά και την εξειδίκευσή τους. Οι ασθενείς έχουν κάποια πάθηση, τους γίνεται κάποια διάγνωση και στην συνέχεια λαμβάνουν κάποια θεραπεία. Εάν μπούμε στην διαδικασία να περιγράψουμε όλες τις λειτουργίες υπολογισμού αναζήτησης δεδομένων προκειμένου να προχωρήσουμε στην επεξεργασία τότε ένα πράγμα είναι μόνο σίγουρο, ότι θα βρεθούμε μπροστά σε ένα τεράστιο και πολύπλοκο πρόβλημα. Οι βάσεις δεδομένων με τον τρόπο και την λογική σχεδίασής του δίνουν την λύση.

Η λύση που πρέπει να δοθεί είναι να γίνει ο διαχωρισμός οντοτήτων που συμμετέχουν στο σύστημα. Ως οντότητες θεωρούμε μονάδες οι οποίες μπορούν να επιτελέσουν

συγκεκριμένες λειτουργίες και φέρουν ορισμένα χαρακτηριστικά. Στο παραπάνω παράδειγμα ως οντότητες μπορούν να χαρακτηριστούν οι γιατροί, οι νοσοκόμες και οι ασθενείς.

ΑΣΘΕΝΗΣ	ΙΑΤΡΟΣ	ΝΟΣΟΚΟΜΑ
Όνομα Επώνυμο Ηλικία Κωδικός	Όνομα Επώνυμο Ειδικότητα Κωδικός	Όνομα Επώνυμο Κλινική Κωδικός

Πίνακας 3.1 : παράδειγμα οντοτήτων νοσοκομειακής μονάδας με τα χαρακτηριστικά τους

Ορισμός βάσης δεδομένων: Ως βάση δεδομένων ορίζεται ένα σύνολο δεδομένων που χαρακτηρίζεται από κάποια λογική οργάνωση και ομαδοποίηση ώστε να είναι εύκολη και αποτελεσματική η διαχείρισή τους.[20][21]

Για να είναι μια βάση δεδομένων σωστά σχεδιασμένη θα πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια όπως:

Δεν θα πρέπει να λαμβάνει περιττά δεδομένα: Η επανάληψη εγγραφής ίδιων δεδομένων στην βάση έχει ως αποτέλεσμα την άσκοπη σπατάλη αποθηκευτικού χώρου αλλά και υπολογιστικών πόρων κατά την διενέργεια ερωτήσεων στο σύστημα διαχείρισης της βάσης δεδομένων.

Η βάση θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από σύστημα ασφαλείας που να απαγορεύει την πρόσβαση στα δεδομένα από μη εξουσιοδοτημένα άτομα: Τεχνικές όπως διαχωρισμός επιπέδων πρόσβασης και user groups με διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης πρέπει να καθορίζονται κατά την σχεδίαση ενός συστήματος βάσεων δεδομένων.[26]

Η βάση πρέπει να διαθέτει σύστημα διαχείρισης ταυτόχρονων προσπελάσεων επάνω στα ίδια δεδομένα: για παράδειγμα μια καλοσχεδιασμένη βάση θα πρέπει να αποτρέπει να γίνεται η κράτηση της ίδιας χειρουργικής έδρας από δύο διαφορετικούς ασθενείς ταυτόχρονα.

Η βάση θα πρέπει να διαθέτει σύστημα δημιουργίας αντιγράφων(back up): Τα σύγχρονα συστήματα και κυρίως τα διαδικτυακά συστήματα εμφανίζουν μεγάλο κίνδυνο

κατάρρευσης λόγω διαφόρων παραγόντων και ως εκ τούτου θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα για την ανάκτηση των δεδομένων σε οποιαδήποτε περίπτωση κατάρρευσης.

3.1 Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (DBMS – data base management systems)

Η διαχείριση των βάσεων δεδομένων γίνεται μέσα από ειδικά προγράμματα που ονομάζονται DBMS[20]. Αυτά φροντίζουν για την αποτελεσματική επεξεργασία των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα τα DBMS μας επιτρέπουν να υλοποιήσουμε και να διαχειριστούμε μια βάση δεδομένων:

Τρία επίπεδα λειτουργίας DBMS

- Σχεδίαση και υλοποίηση της βάσης: Αυτό το στάδιο υλοποιείται από εξειδικευμένο προγραμματιστή ο οποίος θα χρησιμοποιήσει κατάλληλα εργαλεία ώστε να εξασφαλιστεί ότι θα υλοποιηθεί μια αποτελεσματική βάση δεδομένων
- Καταχώρηση των δεδομένων στη βάση: Μετά την σωστή σχεδίαση της βάσης μπορούμε να καταχωρήσουμε τα δεδομένα του συστήματος που θέλουμε να αποθηκεύσουμε. Αυτό γίνεται μέσα από την χρήση κατάλληλων φορμών ή διεπιφανειών.
- Η διαχείριση των δεδομένων της βάσης: Η διαχείριση περιλαμβάνει μια σειρά από δραστηριότητες και λειτουργίες που μπορούν να εκτελεστούν για τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα. Τέτοιες λειτουργίες είναι η αναζήτηση πολύπλοκων εγγραφών (παράδειγμα αναζήτησης: βρες μου όλα τα επίθετα από το Α έως το Χ τα οποία νοσηλεύτηκαν περισσότερες από μία μέρες στην παθολογική ή την χειρουργική κλινική και οι οποίοι έχουν ασφαλιστικό φορέα το ΙΚΑ ή τον ΟΑΕΕ).

Ειδικότερα η σχεδίαση και η υλοποίηση μιας βάσης περιλαμβάνει μια σειρά από ενέργειες όπως είναι ο καθορισμός της δομής της βάσης, οι τύποι των δεδομένων που θα καταχωρούνται αλλά και το πλήθος των διαδικασιών που θα εφαρμόζονται στα

δεδομένα. Πριν την υλοποίηση αυτού του βήματος πρέπει να έχει πραγματοποιηθεί πλήρης καταγραφή των απαιτήσεων του συστήματος κάτι το οποίο είναι αντικείμενο της Ανάλυσης και Σχεδίασης συστημάτων. Η σχεδίαση μιας βάσης αποτελείται από 3 επίπεδα, το φυσικό, το λογικό και το επίπεδο όψης.

Στο φυσικό επίπεδο καθορίζονται οι τρόποι αποθήκευσης των δεδομένων, οι τύποι των δεδομένων αλλά και οι αλγόριθμοι που θα διαχειρίζονται τα δεδομένα.[21]

Στο λογικό επίπεδο καθορίζονται ποια δεδομένα θα αποθηκευτούν αλλά κυρίως ποιες είναι οι σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσά τους.

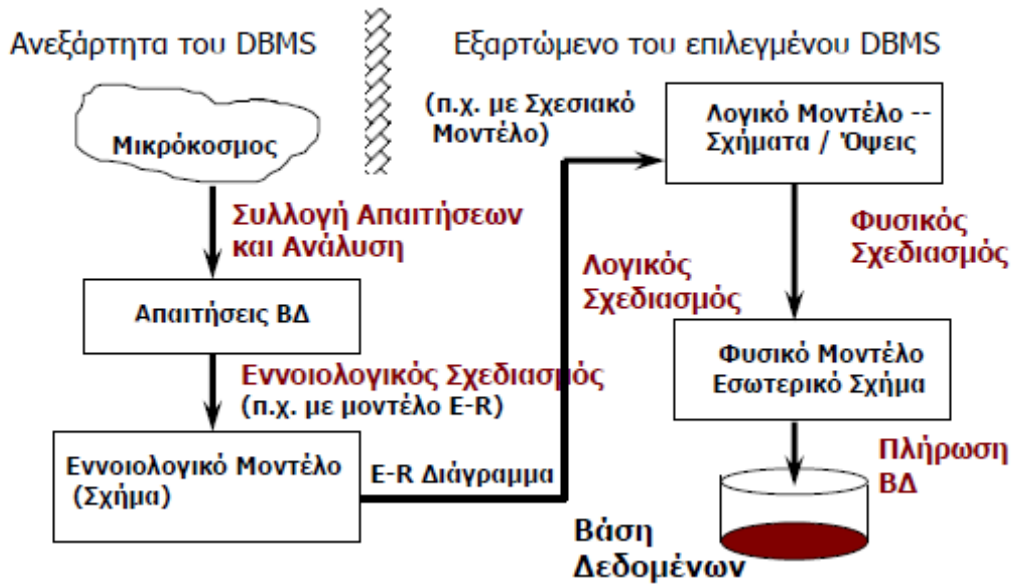
Στο επίπεδο όψης καθορίζουμε το τμήμα της βάσης που είναι ορατό σε κάθε χρήστη.

Η λογική σχεδίαση της βάσης πραγματοποιείται βάση 3 μοντέλων-προσεγγίσεων:

- **Ιεραρχικό μοντέλο**
- **Δικτυωτό μοντέλο**
- **Σχισιακό μοντέλο**

Το μοντέλο που έχει επικρατήσει και χρησιμοποιείται συνηθέστερα είναι το σχισιακό μοντέλο. Ο βασικός λόγος επιλογής του σχισιακού μοντέλου έναντι των άλλων είναι η χρήση που πινάκων για την περιγραφή του συστήματος.

Ο καθορισμός και η δομή της βάσης πραγματοποιούνται με την βοήθεια ειδικών γλωσσών προγραμματισμού οι οποίες αναφέρονται και ως γλώσσες 4^{ης} γενιάς διότι εν αντιθέσει με άλλες συμβατικές γλώσσες προγραμματισμού ο χρήστης ανακτά δεδομένα από την βάση δίχως να γνωρίζει ακριβώς το πώς υλοποιείται αυτή η διαδικασία. Συνοπτικά οι γλώσσες 4^{ης} γενιάς[24] επιτρέπουν την δημιουργία δομών στην βάση δεδομένων, την διαγραφή και την τροποποίηση αυτών και τέλος ο ορισμός συσχετίσεων ανάμεσα στα στοιχεία της βάσης.



Σχήμα 3.1: παράδειγμα σχεδιασμού βάσης δεδομένων

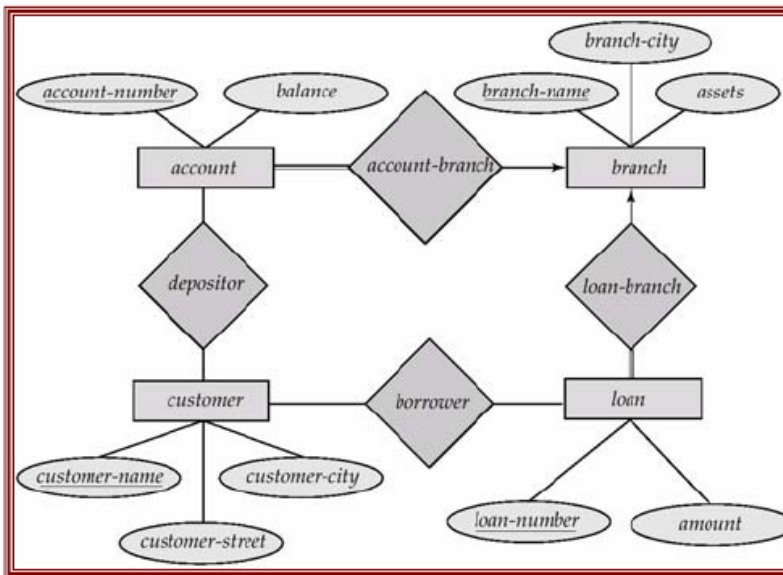
Σε όλα τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, η διαχείριση των δεδομένων γίνεται με την βοήθεια ειδικών γλωσσών. Υπάρχουν αρκετές γλώσσες οι οποίες χειρίζονται δεδομένα όμως αυτή που έχει επικρατήσει και που φέρει το όνομα δομημένη γλώσσα ερωτοαπαντήσεων είναι η SQL[26].

Η λειτουργία και η χρήση της SQL περιγράφεται παρακάτω με περισσότερη λεπτομέρεια όμως αυτό που πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο είναι ότι οι βασικές λειτουργίες τις οποίες αυτή η γλώσσα επιτελεί χωρίζονται σε 4 κατηγορίες και είναι :

- **Η εισαγωγή δεδομένων**
- **Η διαγραφή δεδομένων**
- **Η ανάκτηση δεδομένων**
- **Η τροποποίηση δεδομένων**

3.2 Το μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων

Το μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων είναι μιας διαγραμματική αναπαράσταση της βάσης δεδομένων και πιο συγκεκριμένα είναι η απεικόνιση των οντοτήτων, των χαρακτηριστικών των οντοτήτων και των συσχετίσεων και λαμβάνει χώρα κατά το στάδιο του λογικού σχεδιασμού της βάσης[26].



Σχήμα 3.2: μοντέλο οντοτήτων συσχετίσεων

Ας δούμε ποια είναι τα χαρακτηριστικά το μοντέλου οντοτήτων συσχετίσεων

Οντότητες

Ξεκινούμε από το βασικότερο στοιχείο του μοντέλου οντοτήτων συσχετίσεων που είναι η έννοια της οντότητας. Μια οντότητα είναι ένα αντικείμενο (οπωσδήποτε μπορεί κάποιος να στοιχειοθετήσει ένα αντικείμενο αφαιρετικά) το οποίο μπορεί να έχει χαρακτηριστικά ένα ή περισσότερα. Κάθε χαρακτηριστικό μπορεί να λαμβάνει μία ή περισσότερες ταυτόχρονα τιμές. Οι οντότητες μεταξύ τους συνδέονται με συσχετίσεις και αυτό πρακτικά συμβαίνει με τα κλειδιά των οντοτήτων. Σαν κλειδί θεωρούμε ένα χαρακτηριστικό μιας οντότητας η οποία το χαρακτηρίζει και το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σύνδεση – συσχέτιση της οντότητας με μια άλλη οντότητα. Υπάρχουν διαφόρων τύπων κλειδιά. Έτσι έχουμε το πρωτεύον κλειδί, υποψήφια κλειδιά, το ξένο κλειδί, τα σύνθετα κλειδιά κλπ

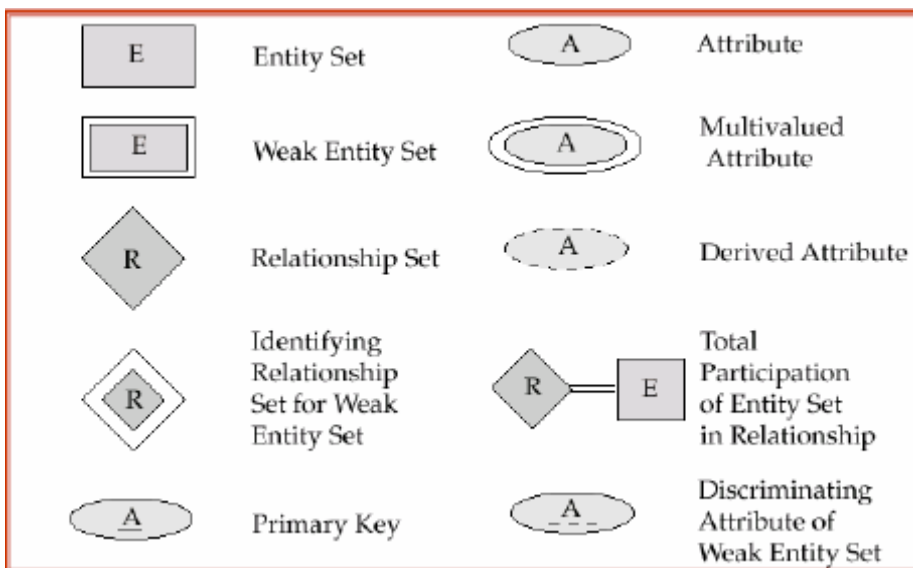
Συσχετίσεις

Οι συσχετίσεις είναι ειδικά αντικείμενα που αντιστοιχίζουν δύο ή περισσότερες ξεχωριστές οντότητες με ένα συγκεκριμένα νόημα[27]. Πολλοί αναλυτές όταν θέλουν να

χρησιμοποιήσουν μια φράση για να εξηγήσουν την συσχέτιση χρησιμοποιούν ένα ρήμα (π.χ η συσχέτιση δόθηκε θεραπεία). Και οι συσχετίσεις μπορούν να έχουν χαρακτηριστικά για παράδειγμα αν η θεραπεία δινόταν σε πολλές φάσεις τότε στην συσχέτιση δόθηκε θεραπεία θα είχαμε το χαρακτηριστικό φάση_θεραπείας.

Είδη χαρακτηριστικών:

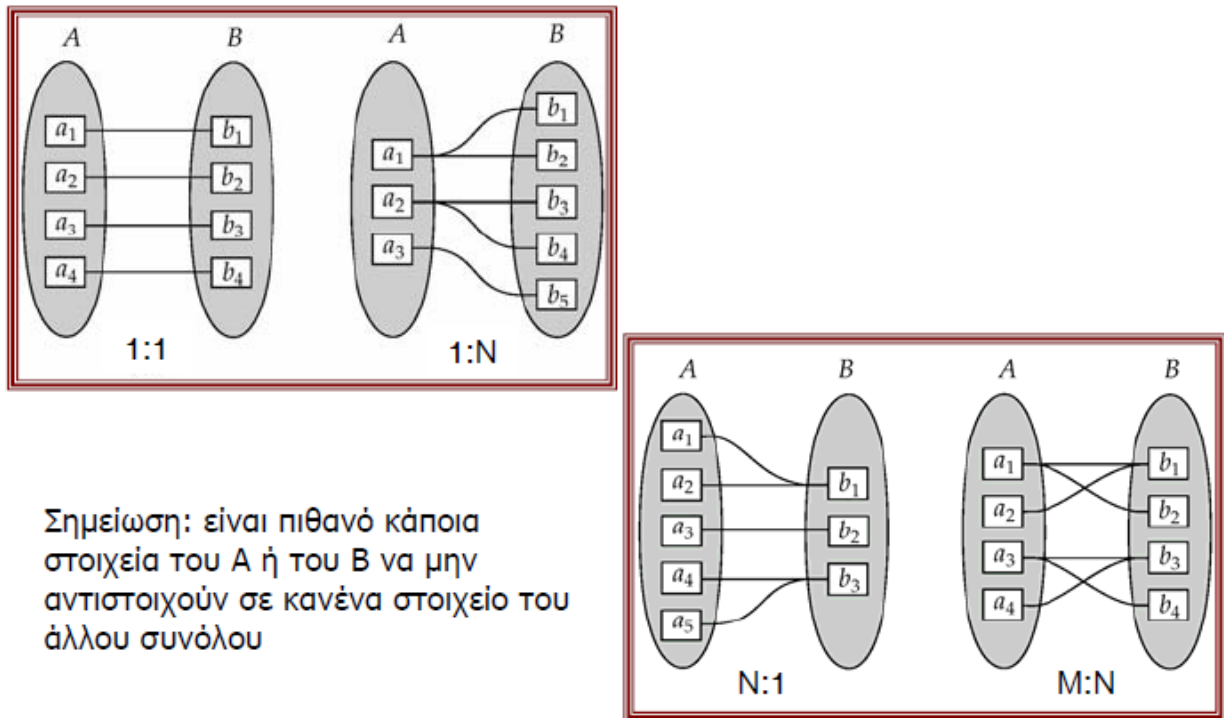
- Απλά: μια οντότητα έχει ατομική τιμή για αυτό το χαρακτηριστικό
- Σύνθετα: το χαρακτηριστικό αποτελείται από 2 ή περισσότερα τμήματα
- Πλειότιμα: το χαρακτηριστικό έχει πολλές τιμές[23]



Σχήμα 3.3: σχήματα που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση οντοτήτων συσχετίσεων

Ιδιότητες τύπων συσχετίσεων

Υπάρχει η δυνατότητα περιορισμού ύπαρξης που ορίζει αν η συμμετοχή μιας οντότητας σε μια συσχέτιση είναι ολική ή μερική. Ολική είναι η συμμετοχή που συμβολίζεται με διπλή γραμμή στο διάγραμμα οντοτήτων - συσχετίσεων και η κάθε οντότητα συμμετέχει τουλάχιστον σε μια συσχέτιση. Μερική είναι η συμμετοχή όπου μερικές οντότητες μπορούν να μην συμμετέχουν σε καμία συσχέτιση. Μια άλλη ιδιότητα των τύπων των συσχετίσεων είναι η πληθικότητα ενός τύπου συσχέτισης που προσδιορίζει το πόσες οντότητες από το πρώτο σύνολο οντοτήτων στην συσχέτιση μπορούν να συνδεθούν με πόσες οντότητες από το δεύτερο σύνολο οντοτήτων. Για παράδειγμα μπορεί να οριστεί ότι κάθε ιατρός μπορεί να είναι διευθυντής σε μία μόνο κλινική αλλά και ότι μια κλινική μπορεί να έχει περισσότερους από έναν διευθυντές.



Σημείωση: είναι πιθανό κάποια στοιχεία του A ή του B να μην αντιστοιχούν σε κανένα στοιχείο του άλλου συνόλου

Σχήμα 3.4: προσδιορισμός πληθικότητας στο διάγραμμα οντοτήτων – συσχετίσεων

Η έννοια του κλειδιού

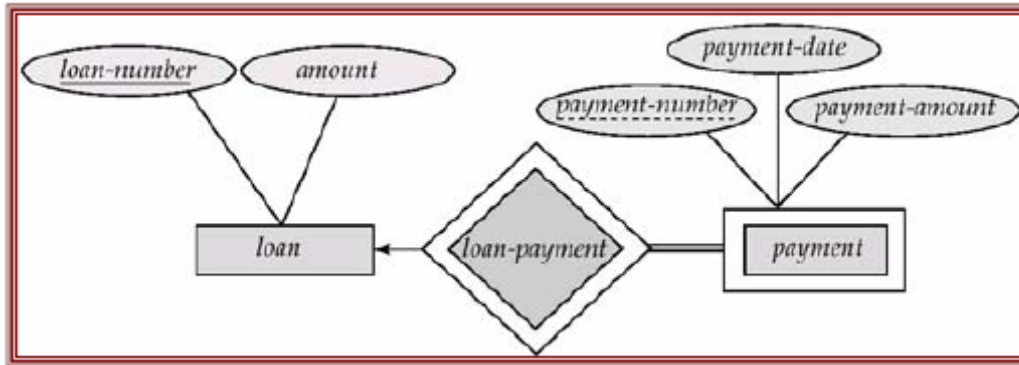
Ένα χαρακτηριστικό ενός τύπου οντοτήτων/συσχετίσεων για τον οποίο κάθε οντότητα/συσχέτιση στο σύνολο πρέπει να έχει μοναδική τιμή ονομάζεται κλειδί (key).

Υποψήφιο κλειδί ονομάζεται ένα ελάχιστο κλειδί, δηλαδή αυτό που κανένα υποσύνολο των χαρακτηριστικών του δεν είναι κλειδί.

Κύριο ή πρωτεύον κλειδί είναι ένα από τα υποψήφια κλειδιά που προσδιορίζει μονοσήμαντα μια οντότητα ή μια συσχέτιση. Αλλιώς ονομάζεται αναγνωριστής[22].

Αδύναμο σύνολο οντοτήτων

Ένα σύνολο οντοτήτων ονομάζεται αδύναμο ή ασθενές όταν η ύπαρξη του εξαρτάται από την ύπαρξη ενός άλλου ισχυρού συνόλου οντοτήτων.



Σχήμα 3.5: απεικόνιση αδύναμης οντότητας (η οντότητα payment δεν υφίσταται χωρίς την παρουσία της οντότητας loan).

Περιορισμοί ακεραιότητας: οι περιορισμοί ακεραιότητας προσφέρουν προστασία από τυχόν απρόβλεπτους παράγοντες, παρέχοντας μια ασφάλεια από απρόβλεπτους παράγοντες οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν σε μη εξουσιοδοτημένες αλλαγές και σε απώλεια της συνέπειας των δεδομένων.

Υπάρχουν τα παρακάτω είδη περιορισμών:

Περιορισμοί πεδίου τιμών: οι τιμές που εισάγονται στην βάση δεδομένων ελέγχονται ώστε να συμφωνούν με τις αρχικές δηλώσεις.

Ακεραιότητα οντότητας: εξασφαλίζει ότι σε ένα στιγμιότυπο σχέση θα μπορεί να πραγματοποιείται πάντοτε ταυτοποίηση μιας οντότητας. Αυτό πρακτικά επιτυγχάνεται με την έννοια του πρωτεύοντος κλειδιού.

Αναφορική ακεραιότητα: εξασφαλίζει ότι μια τιμή που εμφανίζεται σε ένα χαρακτηριστικό μιας σχέσης εμφανίζεται οπωσδήποτε και σε ένα χαρακτηριστικό κάποιας άλλης σχέσης. Αυτό πρακτικά επιτυγχάνεται με την έννοια του ξένου κλειδιού.

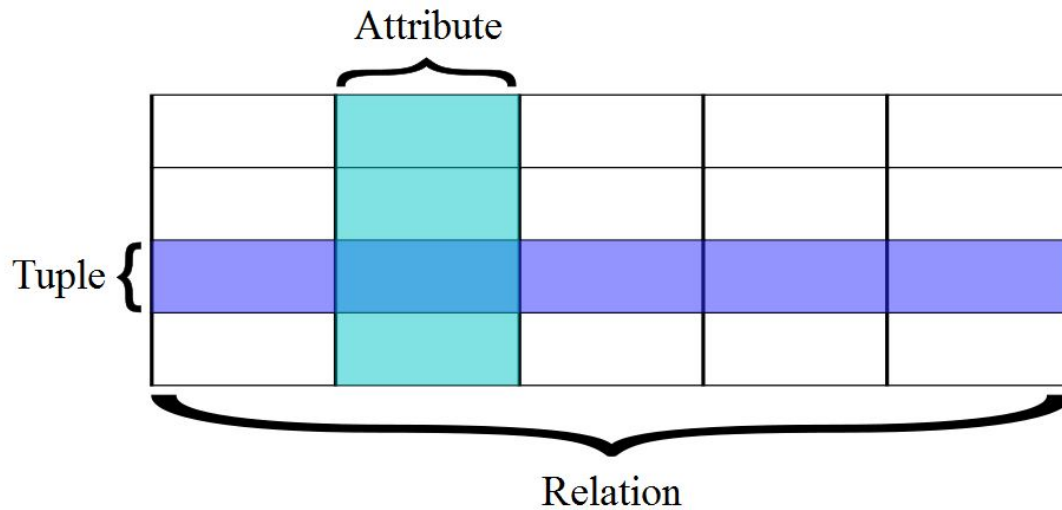
3.3 Το σχεσιακό μοντέλο (RDBMS - relational database management system).

Είναι ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων η οποία στηρίζεται στο σχεσιακό μοντέλο που αναπτύχθηκε από τον E.F Codd[27]. Μια σχεσιακή βάση δεδομένων επιτρέπει τον ορισμό δομών δεδομένων, τρόπων αποθήκευσης και ανάκτησης καθώς και περιορισμούς ακεραιότητας. Σε τέτοιου είδους βάσεις τα δεδομένα και οι σχέσεις μεταξύ τους είναι οργανωμένες σε πίνακες. Ένας πίνακας είναι μια συλλογή εγγραφών και κάθε εγγραφή σε ένα πίνακα περιέχει ακριβώς τα ίδια πεδία.

Ιδιότητες των σχεσιακών πινάκων.

- οι τιμές είναι ατομικές
- κάθε γραμμή είναι μοναδική
- οι τιμές των στηλών είναι του ίδιου είδους
- η ακολουθία των στηλών είναι μη σημαντική
- η ακολουθία των γραμμών είναι μη σημαντική.
- κάθε στήλη έχει ένα μοναδικό όνομα.

Συγκεκριμένα πεδία πιθανόν να έχουν σχεδιαστεί ως κλειδιά, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι αναζητήσεις για συγκεκριμένες τιμές αυτού του πεδίου θα χρησιμοποιήσουν δεικτοδότηση ώστε να γίνουν ταχύτερες. Εκεί όπου πεδία σε δύο διαφορετικούς πίνακες παίρνουν τιμές από το ίδιο σετ δεδομένων, μπορεί να εφαρμοστεί μια πράξη ένωσης στους δύο πίνακες ταιριάζοντας τιμές σε αυτά τα πεδία. Συχνά αλλά όχι πάντα, τα πεδία θα παρουσιάζουν το ίδιο όνομα και στους δύο πίνακες. Για παράδειγμα ένας πίνακας «παραγγελίες» πιθανόν να περιέχει (κω_πελάτη,κωδ_προϊόντος) ζεύγη και ένας πίνακας «προϊόντα» πιθανόν να περιέχει (προϊόν, τιμή) ζεύγη ώστε να γίνεται ο υπολογισμός δοθέντος του λογαριασμού του πελάτη. Αυτό μπορεί να επεκταθεί στην συνένωση πολλαπλών πινάκων σε πολλαπλά πεδία. Επειδή αυτές οι σχέσεις ορίζονται μόνο κατά την ώρα της ανάκτησης, οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων κατηγοριοποιούνται σαν δυναμικό σύστημα διαχείρισης δεδομένων. Το σχεσιακό μοντέλο στηρίζεται επάνω στην σχεσιακή άλγεβρα.



Πίνακας 3.2: Το Σχεσιακό Μοντέλο Β.Δ.

Σχεσιακή Άλγεβρα

Είναι μια διαδικαστική γλώσσα που μας επιτρέπει την επιστροφή αποτελεσμάτων από την βάση δεδομένων. Αποτελείται από 6 βασικούς τελεστές: την επιλογή, την προβολή, την ένωση, την διαφορά συνόλων, το καρτεσιανό γινόμενο και την μετονομασία. Επίσης έχουμε παραγόμενους τελεστές από τους βασικούς όπως η τομή, η σύνδεση(με τις παραλλαγές της), η διαίρεση και η εκχώρηση.

Σχέση r

A	B	C	D
α	x	1	7
β	y	5	3
γ	y	12	3
δ	z	23	10

$\sigma_{B="y" \wedge D > 2}(r)$

A	B	C	D
β	y	5	3
γ	y	12	3

Πίνακας 3.3: παράδειγμα επιλογής

Σχέσεις r, s :

A	B	C	D
α	x	1	7
β	y	5	3
γ	y	12	3
δ	z	23	10

E	F
x	1
y	2

Σχέση $r \times s$:

A	B	C	D	E	F
α	x	1	7	x	1
α	x	1	7	y	2
β	y	5	3	x	1
β	y	5	3	y	2
γ	y	12	3	x	1
γ	y	12	3	y	2
δ	z	23	10	x	1
δ	z	23	10	y	2

$$r \times s = \{tq \mid t \in r \wedge q \in s\}$$

Πίνακας 3.4 : παράδειγμα καρτεσιανού γινομένου

Σχέσεις r, s :

A	B
α	1
α	2
α	3
β	1
γ	1
δ	1
δ	3
δ	4
ϵ	6
ϵ	1
β	2

B
1
2

$r \div s$:

A
α
β

$$r \div s = \Pi_{R-S}(r) - \Pi_{R-S}(\Pi_{R-S}(r) \times s) - \Pi_{R-S,S}(r)$$

Πίνακας 3.5: παράδειγμα διαίρεσης

Η γλώσσα ερωτήσεων SQL

Βασική δομή

Η γλώσσα ερωτοαπαντήσεων SQL βασίζεται στις πράξεις μεταξύ συνόλων και σχέσεων.

Σχήμα: παράδειγμα ερωτήματος σε SQL

```
select  $A_1, A_2, \dots, A_n$ 
from  $r_1, r_2, \dots, r_m$ 
where  $P$ 
```

Τα A_i αναπαριστούν χαρακτηριστικά

Τα r_i αναπαριστούν σχέσεις

Το P είναι μια συνθήκη (ένα κατηγορημα)

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την εκτέλεση ενός ερωτήματος σε SQL είναι μια σχέση.

Το ερώτημα αυτό είναι ισοδύναμο με την ακόλουθη έκφραση ΣΑ:

$$\prod_{A_1, A_2, \dots, A_n} (\sigma_P(r_1 \times r_2 \times \dots \times r_m))$$

Σχήμα 3.6 : ισοδύναμη έκφραση σε λογική άλγεβρα

Ας εξηγήσουμε λίγο περισσότερο την σύνταξη του ερωτήματος. Το τμήμα `select` χρησιμοποιείται για την προβολή των χαρακτηριστικών που επιθυμούμε να υπάρχουν στην σχέση του αποτελέσματος. Η χρήση του χαρακτήρα (*) υποδηλώνει όλες τις εγγραφές του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού που ικανοποιούν την συνθήκη. Η SQL επιτρέπει πολλαπλές εμφανίσεις τις ίδιας πλειάδας (γραμμής του πίνακα) σε μια σχέση. Για την απαλοιφή των πολλαπλών πλειάδων μπορούμε με χρησιμοποιήσουμε την δεσμευμένη λέξη `distinct` μετά το `select`. Το τμήμα του `select` μπορεί να περιέχει αριθμητικές εκφράσεις περιλαμβάνοντας βασικές πράξεις ανάμεσα σε χαρακτηριστικά πλειάδων ή σταθερές.

Το τμήμα `where`

Το τμήμα `where` αποτελείται από ένα κατηγορημα που περιέχει χαρακτηριστικά των σχέσεων που υπάρχουν στην γραμμή του `from`. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων μπορούν να συνδυαστούν με την χρήση των λογικών τελεστών. Επίσης συγκρίσεις μπορούν να εφαρμοστούν σε αποτελέσματα αριθμητικών εκφράσεων.

Το τμήμα `from`

Το τμήμα `from` αντιστοιχεί στο καρτεσιανό γινόμενο μεταξύ σχέσεων. Παραθέτει τις σχέσεις που πρέπει να σαρωθούν για την αποτίμηση της έκφρασης. Η γλώσσα SQL επιτρέπει την μετονομασία σχέσεων για μεγαλύτερη ευκολία με την χρήση της πρότασης `as`. Οι μεταβλητές πλειάδων ορίζονται στην πρόταση `from` με την χρήση της πρότασης `as`.

Συνήθεις τύποι ερωτημάτων

Πράξεις συνόλων: union,intersect,except εφαρμόζονται σε σχέσεις. Καθεμία από αυτές τις πράξεις προκαλεί αφαίρεση των διπλοεγγραφών. Για την διατήρηση των διπλοεγγραφών μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εντολές union all,intersect all κλπ.

Συναθροιστικές συναρτήσεις: Υπάρχουν συγκεκριμένες ενσωματωμένες συναρτήσεις που επιτρέπουν την εφαρμογή πράξεων στις τιμές μιας στήλης μιας σχέσης. Τέτοιες είναι οι avg(),min(),max(),sum(),count(). Επίσης υποστηρίζεται η ομαδοποίηση των εγγραφών με την χρήση του τμήματος group by. Πρόκειται για φιλτράρισμα των αποτελεσμάτων. Επιπλέον υποστηρίζεται η χρήση συναθροιστικών συναρτήσεων πάνω στις ομάδες εγγραφών με την χρήση του τμήματος having[27].

Εμφωλιασμένα υποερωτήματα:

Στην SQL υπάρχει μηχανισμός που επιτρέπει την σύνταξη εμφωλιασμένων υποερωτημάτων. Ένα υποερώτημα είναι μια έκφραση select-from-where η οποία είναι εμφωλιασμένη σε μια άλλη ερώτηση. Συνήθως τα εμφωλιασμένα υποερωτήματα χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση ελέγχων για συμμετοχή σε σύνολα, συγκρίσεις συνόλων και για την πληθικότητα των συνόλων.

Η γλώσσα SQL περιλαμβάνει και άλλες διάφορες λειτουργίες για την επεξεργασία και την διαχείριση των βάσεων δεδομένων πράγμα το οποίο μπορεί να μελετήσει κανείς μέσα από την σχετική βιβλιογραφία[25].

3.4 Το αντικειμενοστραφές μοντέλο Β.Δ. (OODBMS - object oriented database management system)

Οι αντικειμενοστραφής βάσεις δεδομένων προσθέτουν την λειτουργικότητα των αντικειμενοστραφών γλωσσών προγραμματισμού. Φέρνουν πολλά περισσότερα από μια επίμονη αποθήκευση αντικειμένων που παράγονται από τις γλώσσες προγραμματισμού. Τα αντικειμενοστραφή συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων επεκτείνουν την σημασιολογία που μπορούν να προσφέρουν οι αντικειμενοστραφείς γλώσσες όπως C++,Smalltalk και Java ,δίνοντας μια πλήρη δυνατότητα προγραμματισμού βάσεων δεδομένων ενώ παράλληλα διατηρούν συμβατότητα με την μητρική γλώσσα. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της

προσέγγισης είναι η δημιουργία χαρακτηήρα «μοναδικότητας» της εφαρμογής και της ανάπτυξης της βάσης δεδομένων μέσα σε ένα άνευ ορίων μοντέλο δεδομένων και περιβάλλον γλώσσας. Σαν αποτέλεσμα, οι εφαρμογές απαιτούν λιγότερο κώδικα, χρησιμοποιούν περισσότερα φυσική μοντελοποίηση δεδομένων και η βάση του κώδικα μπορεί να συντηρηθεί ευκολότερα. Οι δημιουργοί των μοντέλων μπορούν να γράψουν ολοκληρωμένες εφαρμογές βάσεων δεδομένων με μια πολύ μικρή προσπάθεια[28].

Σύμφωνα με τον Rao(1994) «το παράδειγμα της αντικειμενοστραφούς βάσης δεδομένων είναι ο συνδυασμός των αντικειμενοστραφών γλωσσών προγραμματισμού και των επίμονων συστημάτων. Η δύναμη των αντικειμενοστραφών γλωσσών προγραμματισμού έγκειται στην σωστή διαχείριση των επίμονων δεδομένων τα οποία βρίσκονται στις βάσεις δεδομένων και στα διαφανή δεδομένα τα οποία βρίσκονται κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων.

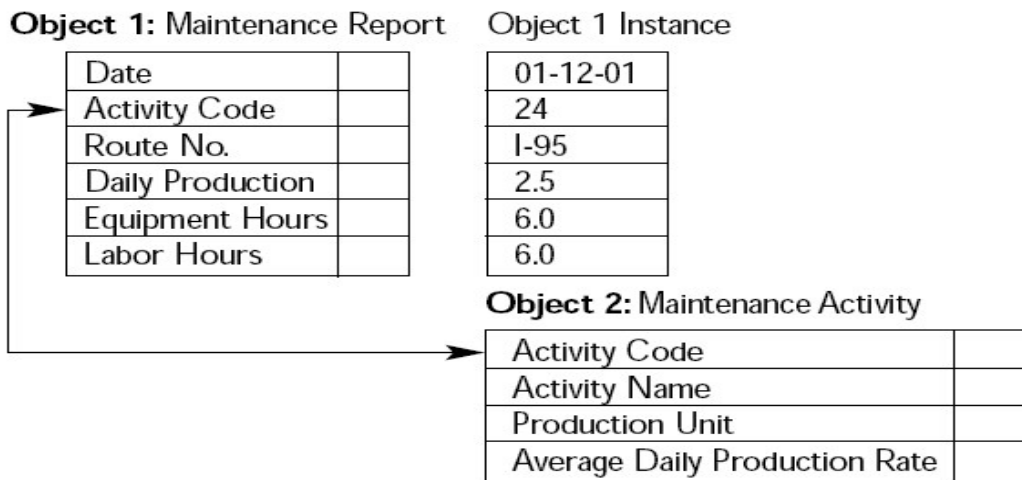
Σε αντίθεση με τα σχεσιακά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων όπου μια σύνθετη δομή δεδομένων πρέπει να τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να ταιριάζει να τοποθετηθεί μέσα σε πίνακες ή να συνδεθεί μαζί από αυτούς τους πίνακες ώστε να σχηματίσει την εσωτερική μνήμη της δομής, τα αντικειμενοστραφή συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων δεν χρειάζεται να αποθηκεύσουν ή να ανασύρουν πληροφορίες σχετικά με ένα ιστό ή μια ιεραρχία συσχετιζόμενων αντικειμένων.

Αυτή η σχέση ένα προς ένα των αντικειμένων των αντικειμενοστραφών γλωσσών έχει δύο πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες πρακτικές αποθήκευσης:

- 1) προσφέρει μεγαλύτερη απόδοση στην διαχείριση των αντικειμένων και
- 2) επιτρέπει καλύτερη διαχείριση των σύνθετων συσχετίσεων μεταξύ των αντικειμένων.

Τα χαρακτηριστικά αυτά κάνουν το αντικειμενοστραφές DBMS να ταιριάζει καλύτερα στην υποστήριξη εφαρμογών όπως διαχείριση κινδύνου σε χρηματοοικονομικό χαρτοφυλάκιο, εφαρμογές σε τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, δόμηση δεδομένων του παγκόσμιου ιστού., κατασκευή και σχεδιασμός συστημάτων και συστήματα καταγραφής ιατρικού ηλεκτρονικού φακέλου τα οποία παρουσιάζουν σύνθετες συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων[29].

Object-Oriented Model



Πίνακας 3.6: Το Αντικειμενοστραφές Μοντέλο Β.Δ.

Τυπική εφαρμογή του HL7 (version3) σε Σχεσιακή Β.Δ.(RDBMS)

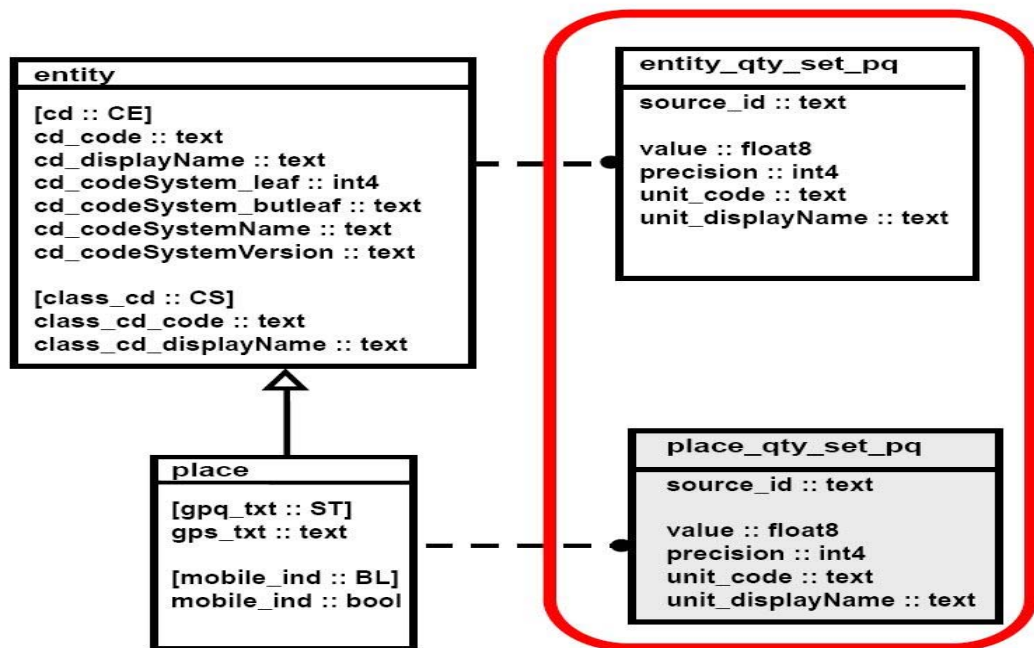
Όλα τα δεδομένα που υπάρχουν μέσα σε ένα μήνυμα (message) που μεταδίδεται μεταξύ δύο ιατρικών πληροφορικών συστημάτων, σύμφωνα με το πρότυπο HL7, ανήκουν σε κάποια κατηγορία (data class) και είναι κάποιου τύπου (data type) που αναφέρεται στο Reference Information Model (RIM). Για αυτό και συχνά η Β.Δ. ονομάζεται και RIM Β.Δ.

Για την υλοποίηση της Β.Δ. και να είναι όσο το δυνατόν γενικευμένη, αντιστοιχίζεται κάθε κατηγορία δεδομένων (Data Class) του RIM σε ένα πίνακα (Table) και γενικά ακολουθείται ο εξής αλγόριθμος:

- Οι πίνακες μεταξύ τους έχουν «one to one» σχέση και φυσικά έχουν απο ένα Πρωτεύων Κλειδί.
- Η κληρονομικότητα που υπάρχει στις κατηγορίες δεδομένων του RIM αντιστοιχίζεται και σε κληρονομικότητα στους πίνακες χρησιμοποιώντας το “schema inheritance “ που κάθε σχεσιακή βάση δεδομένων υποστηρίζει.

Επίσης κάθε πίνακας που αντιστοιχεί σε υπο-κατηγορία δεδομένων του RIM κληρονομεί σχέση από την υπερκατηγορία - πίνακα δεδομένων (εικόνα 7).

- Κάθε τύπος δεδομένων (data type) που εν-γένει υποστηρίζεται από την βάση δεδομένων π.χ. BL (Boolean), INT (Integer) χρησιμοποιείται "ως έχει".
- Κάθε αφηρημένος τύπος δεδομένων π.χ. ο τύπος "ANY" (αναφέρεται στην τιμή του κελιού και σημαίνει ότι μπορεί να είναι οποιοδήποτε τύπου π.χ. text, integer κλπ.) και QTY(Quantity) επίσης αντιστοιχίζεται σε πίνακα και συνδέεται με "one to one" σχέση.



Πίνακας 3.7: Πίνακες και κληροδότησης σχέσης

Κεφάλαιο 4

Πληροφοριακά Συστήματα – Τεχνολογίες διαδικτύου – Συστήματα διαχείρισης περιεχομένου

Εισαγωγή: Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να περιγραφούν οι έννοιες του πληροφοριακού συστήματος, του τρόπου ανάλυσης και σχεδίασης των ΠΣ, να παρουσιαστούν μερικές από τις διαθέσιμες τεχνολογίες ιστού και κυρίως να παρουσιαστούν τα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης περιεχομένου (content management system – CMS) πάνω στα οποία στηρίζεται η κατασκευή του προτεινόμενου πρωτοτύπου «total health» που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της διατριβής.

4.1 Πληροφοριακό σύστημα

Ως πληροφοριακό σύστημα (ΠΣ) ορίζουμε ένα σύνολο οντοτήτων το οποίο συλλέγει, αποθηκεύει και αναλύσει δεδομένα και διαχέει πληροφορίες. Σαν κάθε σύστημα έτσι κι αυτό περιέχει εισόδους (δεδομένα, πληροφορίες, εντολές) , επεξεργασίες (διαδικασίες, άνθρωποι, εξοπλισμός) και εξόδους (αναφορές, γραφήματα, υπολογισμοί)[38].

Ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να είναι τυπικό ή άτυπο. Τα τυπικά συστήματα λειτουργούν βάση διαδικασιών με προαποφασισμένες εισόδους και εξόδους. Τα άτυπα από την άλλη πλευρά δεν ακολουθούν προκατασκευασμένες διαδικασίες για την συλλογή, την αποθήκευση και την διάδοση των πληροφοριών.

Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα ενός ΠΣ μπορούμε να τα συλλέξουμε από διάφορες πηγές.

Εσωτερικές πηγές δεδομένων είναι αυτές όπου τα δεδομένα βρίσκονται μέσα στο σύστημα

Εξωτερικές πηγές δεδομένων είναι αυτές όπου τα δεδομένα παρέχονται σαν είσοδος στο σύστημα

Περιβαλλοντολογικές πηγές είναι αυτές όπου τα δεδομένα συλλέγονται για κάποιον επιχειρησιακό σκοπό είτε από το εσωτερικό σύστημα είτε από τρίτους με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Αποθήκευση δεδομένων

Τα δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται όπως είδαμε σε συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

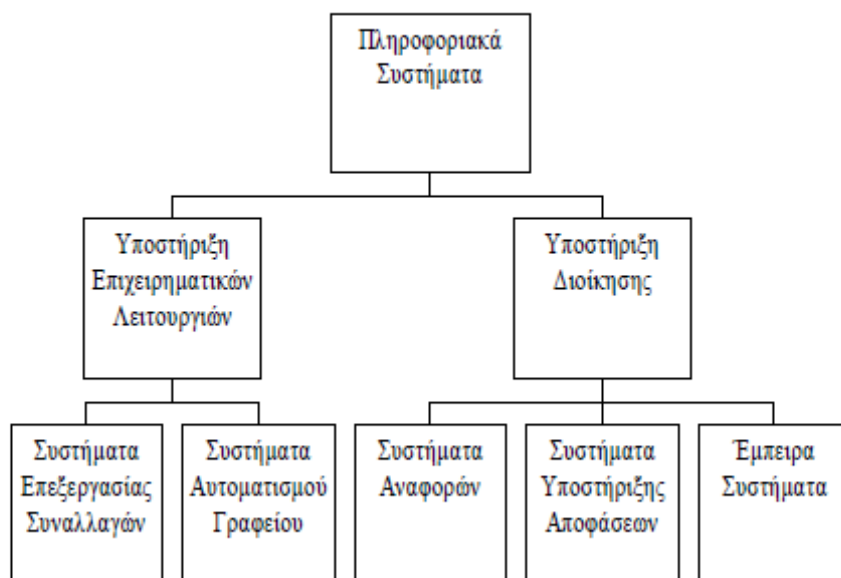
Επεξεργασία δεδομένων

Στην επεξεργασία των δεδομένων ανήκουν οι μέθοδοι επιλεκτικής προβολής, ανάλυσης και αξιοποίησης των δεδομένων είτε μέσω γλωσσών όπως η SQL είτε μέσω στατιστικών μεθόδων.

Διάδοση πληροφοριών

Στόχος ενός ΠΣ είναι η μετάδοση των πληροφοριών. Η πληροφορία μπορεί να μεταδοθεί μέσα από πολλές μορφές και πολλά διαφορετικά κανάλια επικοινωνίας. (π.χ ηλεκτρονικές φόρμες, γραφήματα, πίνακες κλπ).

Τύποι πληροφοριακών συστημάτων



Σχήμα 4.1: τύποι πληροφοριακών συστημάτων ανάλογα με το είδος υποστήριξης που παρέχουν

Τα βήματα ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος είναι η προετοιμασία, η ανάλυση, ο σχεδιασμός και η υλοποίησή του.

Προετοιμασία: Επικεντρώνεται στο γιατί πρέπει να αναπτυχθεί ένα ΠΣ και πως η ομάδα έργου θα συντονιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να το υλοποιήσει. Κατά τον Denis et al η φάση της προετοιμασίας χωρίζεται σε 2 υπο-φάσεις. Κατά την πρώτη φάση αξιολογείται η επιχειρηματική αξία ενός ΠΣ, δηλαδή αν η χρήση ενός ΠΣ μειώσει τα κόστη, αυξήσει τα κέρδη, μειώσει τους δεσμευμένους διοικητικούς πόρους κ.α. Στην συνέχεια πραγματοποιείται μια μελέτη σκοπιμότητας του ΠΣ με την οποία αποφασίζουμε αν το ΠΣ έχει τεχνική σκοπιμότητα(είναι εφικτή η κατασκευή του), οικονομική σκοπιμότητα (θα δώσει επιχειρηματική αξία) και οργανωτική σκοπιμότητα (θα λειτουργήσει θα χρησιμοποιηθεί;) Η δεύτερη φάση είναι φάση της διαχείρισης κατά την οποία γίνεται ο ορισμός ενός διαχειριστή έργου ο οποίος θα σχεδιάσει ένα πλάνο εργασίας με το οποίο θα οργανώσει με χρονοδιαγράμματα, παραδοτέα και milestones (ορόσημα) ενώ παράλληλα στελεχώνει το έργο με το κατάλληλο προσωπικό. Αυτή η φάση διαρκεί περίπου το 15% του συνολικού χρόνου για την ανάπτυξη του ΠΣ.

4.1.1 Ανάλυση πληροφοριακού συστήματος

Ανάλυση: Η ανάλυση δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα όπως ποιος θα χρησιμοποιήσει το ΠΣ, τι θα κάνει το ΠΣ, που και πότε θα χρησιμοποιηθεί. Η φάση της ανάλυσης χωρίζεται σε 3 υπο-φάσεις.

Υπο-φάση1: Στρατηγική ανάλυση για την υπάρχουσα κατάσταση, τα προβλήματα – μειονεκτήματά της, τι θα συμβεί στο μέλλον.

Υποφάση2: Συγκέντρωση αναγκών (ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις). Από αυτή προκύπτουν τα μοντέλα ανάλυσης.

Υποφάση3: Σε αυτή την φάση γίνεται η σύνταξη μιας πρότασης του συστήματος για παρουσίαση στον εντολέα.

Η πρόταση συστήματος είναι το πρώτο παραδοτέο που περιγράφει τις επιχειρηματικές ανάγκες και καλύπτει το νέο σύστημα. Η φάση αυτή διαρκεί περίπου το 20% του χρόνου ανάπτυξης ενός ΠΣ.

Σχεδιασμός: απαντάει στο πώς θα λειτουργήσει το σύστημα από πλευράς υλικού, λογισμικού και δικτύων, δείχνει τις διεπαφές, τις φόρμες και τις αναφορές και τα προγράμματα, βάσεις δεδομένων και αρχεία που θα χρησιμοποιηθούν. Ο σχεδιασμός αποτελείται από 4 υπο-φάσεις.

Υπο-φάση1: στρατηγικός σχεδιασμός. Εξέταση του κατά πόσον το σύστημα θα φτιαχτεί εσωτερικά ή όχι, αν θα αγοραστεί κλπ.

Υποφάση2: καθορισμός αρχιτεκτονικού σχεδίου που περιγράφει με σαφήνεια το υλικό, το λογισμικό και γενικά την δικτυακή υποδομή που θα χρησιμοποιηθεί.

Υποφάση3: ετοιμασία προδιαγραφών αρχείων και συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

Υποφάση4: προετοιμασία σχεδίου προγραμμάτων, που καθορίζει το σχεδιασμό των προγραμμάτων λογισμικού που πρέπει να υλοποιηθούν.

Η φάση του σχεδιασμού διαρκεί περίπου το 35% του συνολικού χρόνου ανάπτυξης του ΠΣ.

Υλοποίηση: σε αυτή την φάση πραγματοποιείται η υλοποίηση του ΠΣ. Επιπλέον λαμβάνει χώρα ο έλεγχος, η εγκατάσταση και η συντήρηση. Η φάση της υλοποίησης περιλαμβάνει 3 υποφάσεις.

Υποφάση1: υλοποίηση και έλεγχος του συστήματος

Υποφάση2: εγκατάσταση συστήματος(ή μετάπτωση σε περίπτωση ύπαρξης προγενέστερου συστήματος)

Υποφάση3: Πλάνο υποστήριξης για το σύστημα (λειτουργίες τεχνικής συντήρησης – υποστήριξης)

Αυτή η φάση διαρκεί περίπου το 30% του συνολικού χρόνου για την ανάπτυξη του ΠΣ.

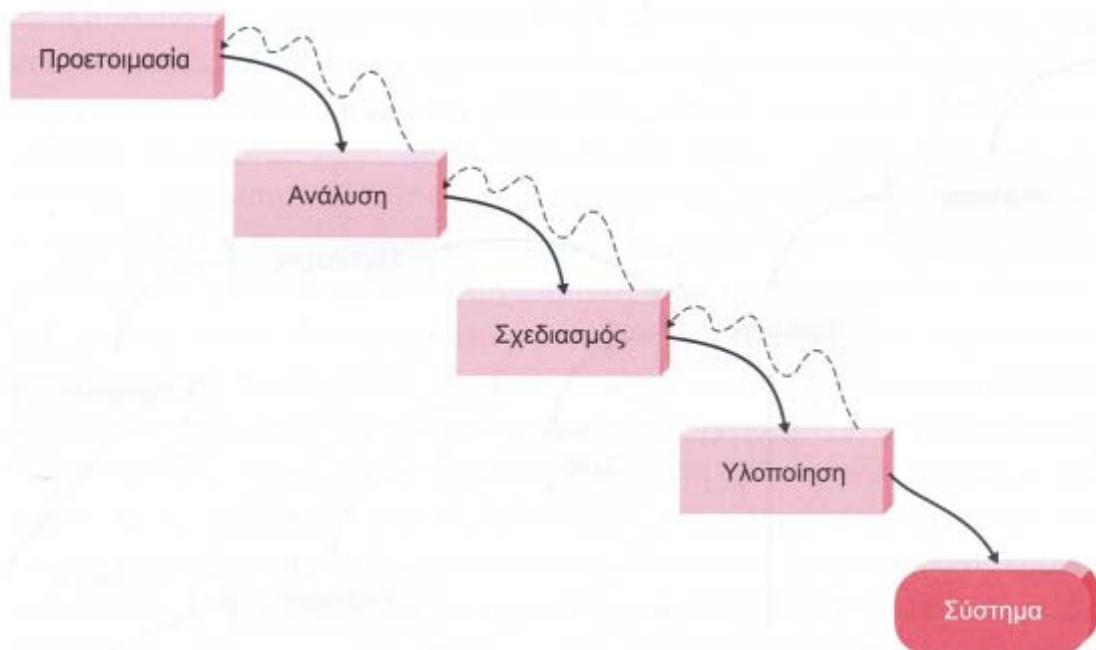
4.1.2 Σχεδίαση και Ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος

Μεθοδολογίες ανάπτυξης ΠΣ

Υπάρχουν αρκετές μεθοδολογίες που προτείνουν τον τρόπο ανάπτυξης ενός ΠΣ.

- Μεθοδολογίες με επίκεντρο την διαδικασία
- Μεθοδολογίες με επίκεντρο τα δεδομένα
- Αντικειμενοστραφής μεθοδολογίες
- Μεθοδολογίες δομημένου σχεδιασμού (μοντέλο καταρράκτη / μοντέλο παράλληλης ανάπτυξης)
- Μέθοδος γρήγορης ανάπτυξης εφαρμογών (RAD – rapid application development) (σταδιακή ανάπτυξη/κατασκευή πρωτοτύπων/κατασκευή αναλώσιμων πρωτοτύπων)
- Μέθοδος ευέλικτης ανάπτυξης (agile development) (ακραίος προγραμματισμός)

[38]



Σχήμα 4.2: παρουσίαση μεθόδου ανάπτυξης ΠΣ με μοντέλο καταρράκτη

Μερικές λεπτομέρειες για το μοντέλο καταρράκτη το οποίο χρησιμοποιείται συνηθέστερα.

Κάθε φάση ολοκληρώνεται πλήρως πριν γίνει μετάβαση στην επόμενη φάση. Στην περίπτωση που αναφερόμαστε σε μεγάλα έργα σε κάθε φάση έχουμε την παραγωγή παραδοτέων εγγράφων εκατοντάδων σελίδων. Για να προχωρήσουμε στην επόμενη φάση πρέπει ο εντολέας του έργου να δώσει την έγκρισή του μετά από την μελέτη των παραδοτέων εγγράφων της προηγούμενης φάσης. Αν και είναι πιθανή μια επιστροφή σε προηγούμενη φάση εντούτοις κάτι τέτοιο συναντά πολλές δυσκολίες.

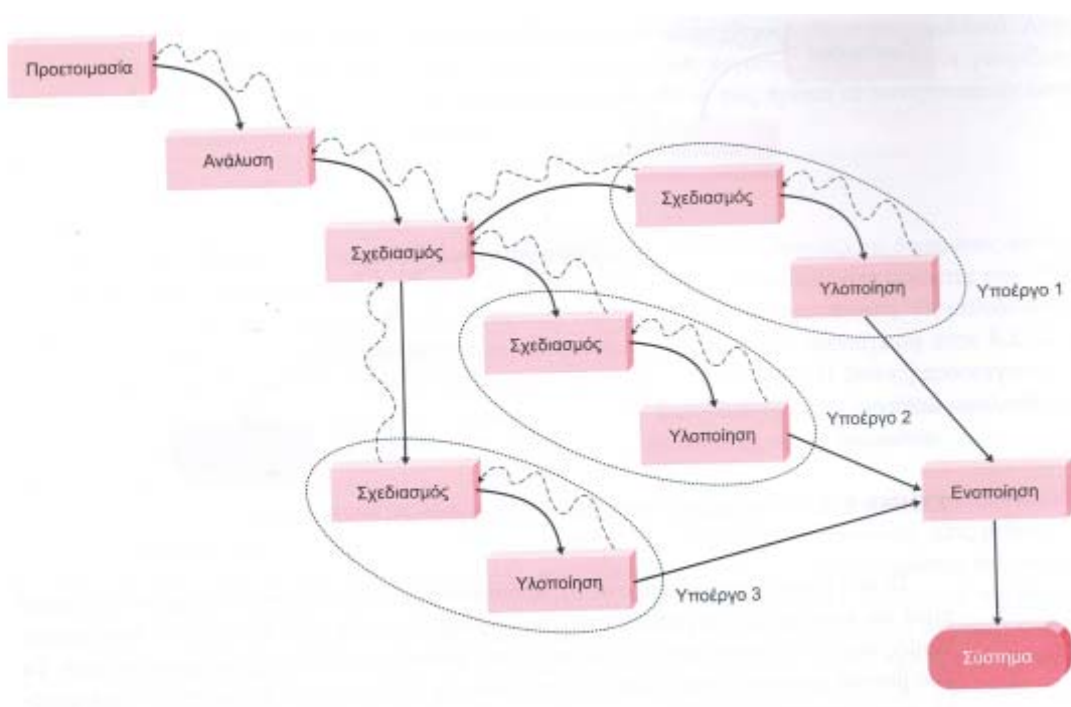
Πλεονεκτήματα μοντέλου καταρράκτη

- Οι προδιαγραφές είναι γνωστές πολύ πριν αρχίσει ο προγραμματισμός
- Έχουμε ελαχιστοποίηση των αλλαγών των αρχικών προδιαγραφών

Μειονεκτήματα

- Ο σχεδιασμός πρέπει να ολοκληρωθεί πριν αρχίσει ο προγραμματισμός
- Απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα από την στιγμή της κατάθεσης της πρότασης για το ΠΣ μέχρι την στιγμή παράδοσής του στην τελική του μορφή[38].

Παράλληλη Ανάπτυξη



Σχήμα 4.3: μοντέλο παράλληλης ανάπτυξης ΠΣ

Το μοντέλο της παράλληλης ανάπτυξης προσπαθεί να περιορίσει το πρόβλημα των μεγάλων καθυστερήσεων μεταξύ της φάσης ανάλυσης και της παράδοσης του ΠΣ. Στην αρχή πραγματοποιείται ένα γενικό σχέδιο και το σύστημα χωρίζεται σε υποσυστήματα τα οποία προχωρούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Μόλις ολοκληρωθούν όλα τα υποσυστήματα πραγματοποιείται η ενοποίησή τους και το ΠΣ παραδίδεται.

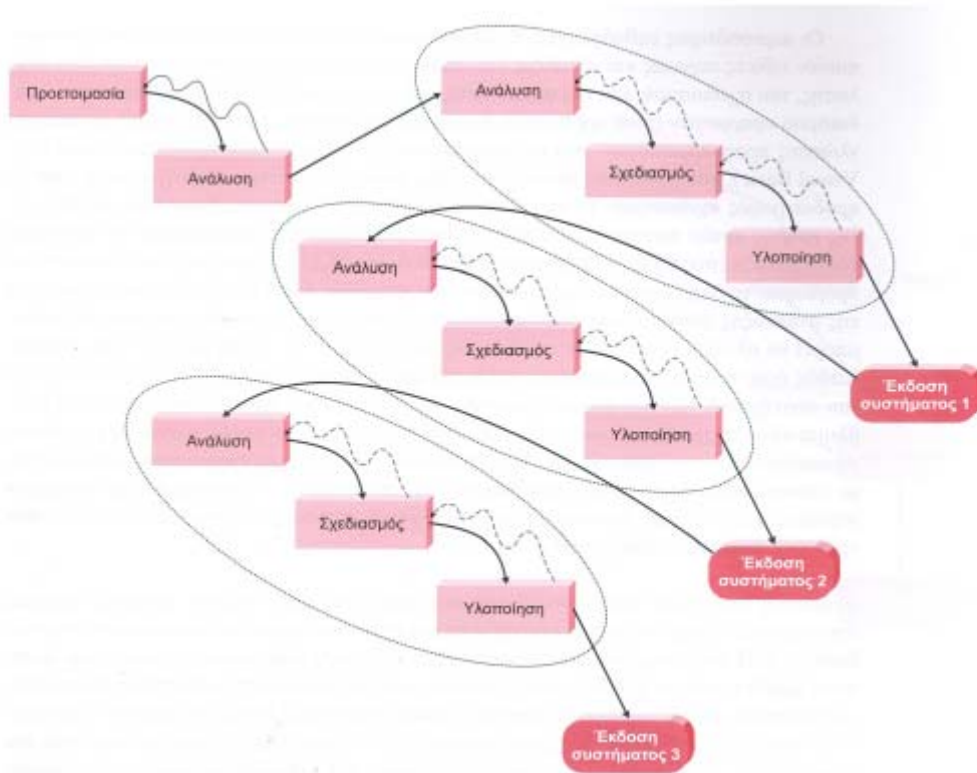
Πλεονεκτήματα

Μειώνεται ο χρόνος παράδοσης του έργου (μειωμένες πιθανότητες ο πελάτης να ζητήσει αλλαγή προδιαγραφών λόγω αλλαγών στις ανάγκες του)

Μειονεκτήματα

Μερικές φορές τα υποσυστήματα δεν είναι εντελώς ανεξάρτητα έτσι σχεδιαστικές αποφάσεις που λαμβάνονται σε κάποιο από τα υποσυστήματα μπορεί να επηρεάσουν την εκτέλεση κάποιου άλλου.

Σταδιακή ανάπτυξη



Σχήμα 4.4: μοντέλο σταδιακής ανάπτυξης ΠΣ

Σύμφωνα με αυτή την μεθοδολογία γίνεται η ανάπτυξη εκδόσεων (versions) του ΠΣ που υλοποιούνται η μία μετά την άλλη. Στην αρχή οι απαιτήσεις μπαίνουν σε προτεραιότητα και υλοποιούνται οι πιο βασικές πρώτα. Στην δεύτερη έκδοση γίνεται περαιτέρω ανάλυση ενώ λαμβάνεται υπόψη και η εμπειρία των χρηστών με την 1^η έκδοση κλπ.

Πλεονεκτήματα

Οι χρήστες του ΠΣ έχουν μια γρήγορη εικόνα σχετικά με το τι υλοποιεί το ΠΣ

Εύκολη δημιουργία νέων απαιτήσεων πριν την τελική παράδοση

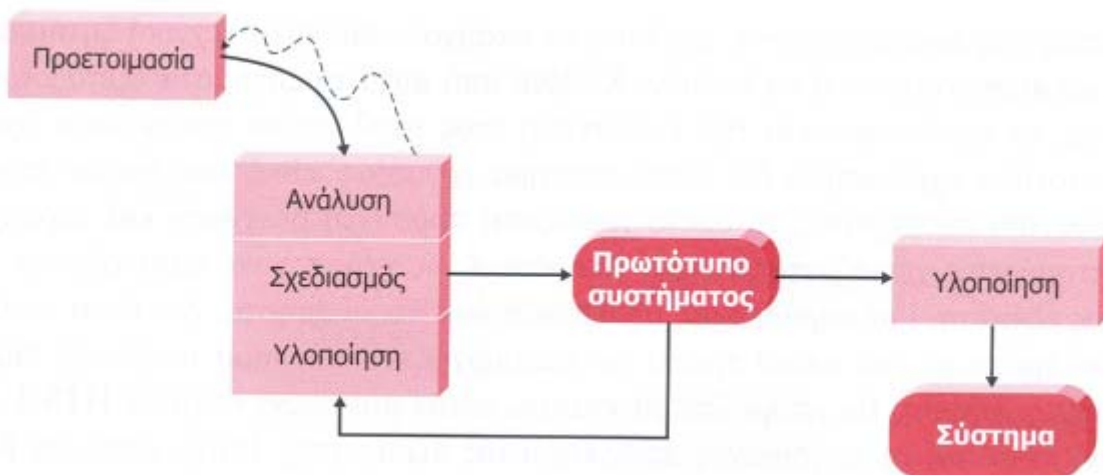
Μειονεκτήματα

Οι χρήστες έρχονται σε επαφή με συστήματα που δεν είναι έτοιμα αλλά περιέχουν ελλιπείς λειτουργίες

Πρέπει να βρεθούν και να υλοποιηθούν πρώτα οι σωστές απαιτήσεις

Διαχείριση των προσδοκιών των χρηστών

Κατασκευή πρωτοτύπων



Σχήμα 4.5: μέθοδος κατασκευής πρωτοτύπων (prototyping)

ΜΕ αυτή την μέθοδο η ανάλυση , ο σχεδιασμός και η υλοποίηση γίνονται παράλληλα και κυκλικά μέχρι να υλοποιηθεί πλήρως το ΠΣ. Η πρώτη εικόνα είναι ένα σύστημα με τις

βασικές λειτουργίες του που ανταποκρίνονται στις ενέργειες που θα χρησιμοποιήσει πρώτα ο χρήστης (αναζήτηση ιατρικών ανακοινώσεων σχετικά με την χορήγηση επιδομάτων, φαρμάκων, λίστα ιατρών ΕΟΠΠΥ κλπ). Στην συνέχεια ο εντολέας του έργου αλλά και οι χρήστες επιβλέπουν το σύστημα και ένας νέος κύκλος ξεκινά.

Πλεονεκτήματα

Μηδενική απώλεια χρόνου καθώς οι χρήστες βλέπουν συνέχεια νέες εκδόσεις

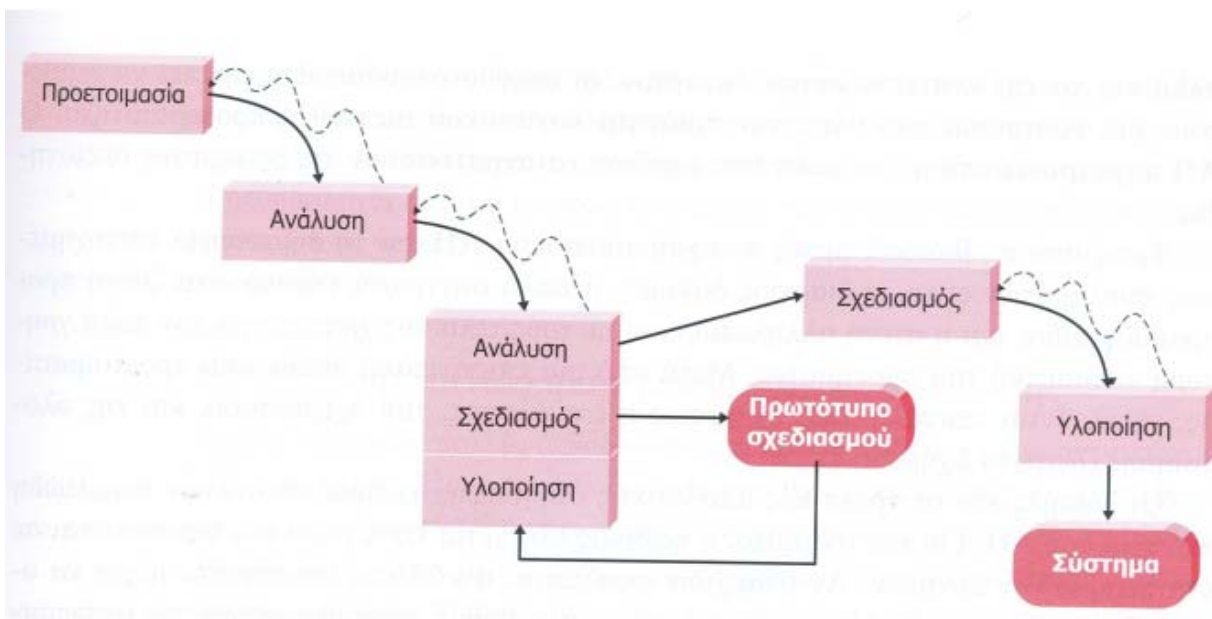
Οι χρήστες επιβλέπουν ένα πραγματικό σύστημα όχι μόνο υλοποιημένο στα χαρτιά

Μειονεκτήματα

Δεν δίνεται χρόνος για ανάλυση και σχεδιασμό σε βάθος

Πιθανά λάθη μπορεί να γίνουν αντιληπτά πολύ αργά στην υλοποίηση

Κατασκευή αναλώσιμων πρωτοτύπων



Σχήμα 4.6: κατασκευή ΠΣ με την χρήση αναλώσιμων πρωτοτύπων

Εδώ έχουμε μια παρόμοια μέθοδο με αυτή της έκδοσης πρωτοτύπων μόνο που στην συγκεκριμένη λαμβάνει χώρα καλύτερη ανάλυση. Το πρωτότυπο δεν είναι όλο το σύστημα αλλά ένα μέρος όπου χρειάζεται διευκρινήσεις ενώ η λειτουργικότητα περιορίζεται στις απολύτως απαραίτητες ενέργειες.

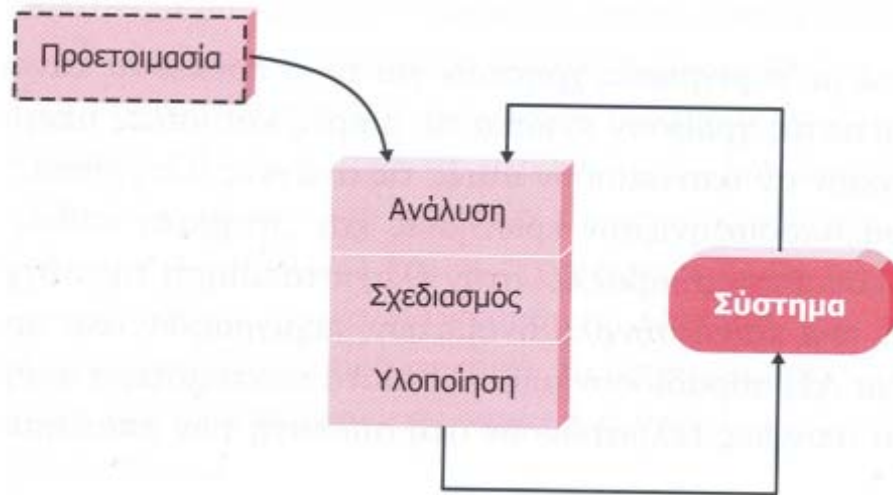
Πλεονεκτήματα

Έχει πλεονεκτήματα από όλες τις παραπάνω μεθοδολογίες ανάπτυξης ενός ΠΣ

Μειονεκτήματα

Περισσότερος χρόνος από ότι δαπανάται σε μια κλασική πρωτυποποίηση

Ακραίος προγραμματισμός



Σχήμα 4.7: ακραίος προγραμματισμός για την ανάπτυξη ενός ΠΣ

Η μεθοδολογία αυτή για την ανάπτυξη ενός ΠΣ βασίζεται στην ύπαρξη μικρών ομάδων πολύ έμπειρων προγραμματιστών. Η έναρξη της ανάπτυξης πραγματοποιούνται με τους χρήστες να περιγράφουν την επιθυμητή λειτουργικότητα του συστήματος. Στην συνέχεια η έμπειρη ομάδα των προγραμματιστών αρχίζει κατευθείαν την ανάπτυξη. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι χρήστες θα πρέπει να είναι συνέχεια διαθέσιμοι για να δώσουν διευκρινήσεις.

Πλεονεκτήματα

Πολύ γρήγορος χρόνος προετοιμασίας του συστήματος

Μειονεκτήματα

Όχι καλή μέθοδος για μεγάλα και κρίσιμα έργα που θα υλοποιηθούν από πολύ έμπειρες αλλά και ανομοιογενείς ομάδες.

Κριτήρια επιλογής μεθοδολογίας ανάπτυξης ΠΣ

- Σαφήνεια απαιτήσεων από τους χρήστες
- Εξοικείωση με την τεχνολογία

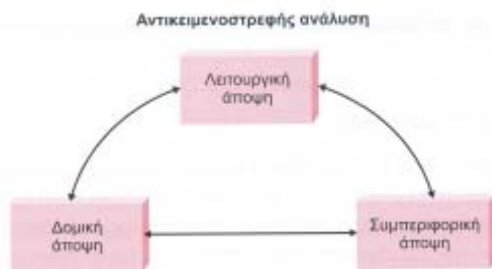
- Πολυπλοκότητα συστήματος
- Αξιοπιστία συστήματος
- Διαφάνεια χρονοδιαγράμματος

Δυνατότητα ανάπτυξης συστημάτων	Δομημένες μεθοδολογίες			Μεθοδολογίες RAD		Ευέλικτες μεθοδολογίες
	Καταρράκτη	Παράλληλη	Σταδιακή	Κατασκευή πρωτοτύπων	Κατασκευή αναλώσιμων πρωτοτύπων	ΑΠ
Με ασαφείς απαιτήσεις χρήστη	Κακή	Κακή	Καλή	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική
Σε άγνωστη τεχνολογία	Κακή	Κακή	Καλή	Κακή	Εξαιρετική	Κακή
Που είναι σύνθετα	Καλή	Καλή	Καλή	Κακή	Εξαιρετική	Κακή
Που είναι αξιόπιστα	Καλή	Καλή	Καλή	Κακή	Εξαιρετική	Καλή
Με σύντομο χρονοδιάγραμμα	Κακή	Καλή	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Καλή	Εξαιρετική
Με διαφάνεια χρονοδιαγράμματος	Κακή	Κακή	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Καλή	Καλή

Πίνακας 4.1: επιλογή κατάλληλης μεθόδου ανάπτυξης ΠΣ

Αντικειμενοστραφής ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων

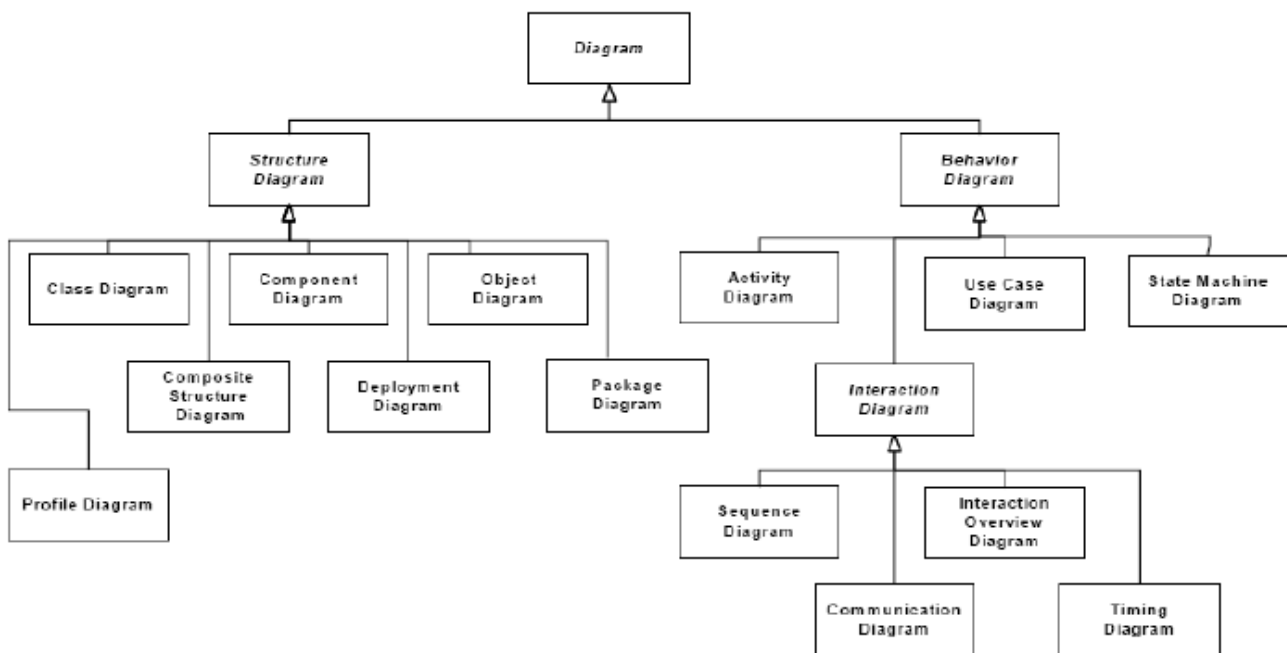
Η βασική φιλοσοφία της είναι η οδηγούμενη από περιπτώσεις χρήσης λειτουργικότητα. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει διάκριση αντικειμένων τα οποία επιτελούν διάφορες λειτουργίες μέσα στο πληροφοριακό σύστημα[30]. Είναι μια αρχιτεκτονική η οποία περιλαμβάνει μια λειτουργική, μια δομική και μια συμπεριφορική προσέγγιση[29].



Σχήμα 4.8: αντικειμενοστραφής σχεδίαση

Η γλώσσα μοντελοποίησης UML

Η γλώσσα UML δημιουργήθηκε το 1997 και πλέον βρισκόμαστε στην έκδοση 2.4.1[36]. Θεωρείται ως η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα μοντελοποίησης στην ανάπτυξη και τον σχεδιασμό πληροφοριακών συστημάτων[31]. Είναι ιδιαίτερα ελκυστική διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μη εξειδικευμένους τεχνικούς με στόχο την καλύτερη αποσαφήνιση των απαιτήσεων και των προσδοκιών των χρηστών. Επιπλέον είναι σημαντικά αποδοτική ιδίως όταν χρησιμοποιείται παράλληλα με κάποια αντικειμενοστραφή γλώσσα προγραμματισμού[32]. Η γλώσσα UML περιέχει ένα λεξιλόγιο αντικειμενοστραφών όρων και διαγραμματικές τεχνικές τα οποία είναι αρκετά ώστε να μοντελοποιηθεί οποιοδήποτε έργο από την φάση της ανάλυσης μέχρι και την υλοποίηση[33].



Σχήμα 4.9: παράδειγμα ενός UML διαγράμματος

Διαγραμματικές τεχνικές: Η χρήση διαγραμματικών τεχνικών έχει ουσιαστική σημασία κατά την ανάλυση και τον σχεδιασμό των πληροφοριακών συστημάτων καθώς παρέχει σημαντικές διευκολύνσεις προκειμένου να γίνουν κατανοητές και από τις δύο πλευρές

(μηχανικοί λογισμικού – πελάτης) οι λειτουργίες που πρέπει να υλοποιούνται από το σύστημα.

Διαγράμματα δραστηριοτήτων και διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης:



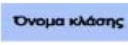




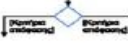
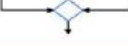
Τα διαγράμματα δραστηριοτήτων υποστηρίζουν τη λογική μοντελοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών και αναδεικνύουν όλες τις ροές εργασίας.

Τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης παρουσιάζουν ολόκληρο το σύνολο των λειτουργιών του υπό κατασκευή πληροφοριακού συστήματος.

Βήματα δημιουργίας:

- Αρχικά πραγματοποιείται ο καθορισμός των απαιτήσεων από τους χρήστες του ΠΣ
- Έπειτα ακολουθεί ο σχεδιασμός των επιχειρηματικών διεργασιών μέσω των διαγραμμάτων δραστηριοτήτων.
- Στην συνέχεια γίνεται ο προσδιορισμός των περιπτώσεων χρήσης δεδομένων των διαγραμμάτων δραστηριοτήτων
- Μετά έχουμε την ανάπτυξη των περιπτώσεων χρήσης

Παλαιότερα η ανάλυση των λειτουργιών ενός ΠΣ πραγματοποιούνταν από τους αναλυτές μέσα από περιπτώσεις χρήσεις και συμπεριφορικά μοντέλα. Τελικά σήμερα έχει διαπιστωθεί πως η μοντελοποίηση των διαδικασιών είναι αποδοτική σε σημαντικό βαθμό ώστε να μην παραλείπεται.

Ενέργεια: Είναι ένα απλό, μη αποδομήσιμο κομμάτι συμπεριφοράς. Χαρακτηρίζεται από το όνομά της.	
Δραστηριότητα: Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση ενός συνόλου ενεργειών. Χαρακτηρίζεται από το όνομά της.	
Κόμβος αντικειμένου: Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση ενός αντικειμένου που είναι συνδεδεμένο σε ένα σύνολο ροών αντικειμένων. Χαρακτηρίζεται από το όνομα κλάσης του.	
Ροή ελέγχου: Παρουσιάζει την ακολουθία εκτέλεσης.	
Ροή αντικειμένου: Παρουσιάζει τη ροή ενός αντικειμένου από μία δραστηριότητα (ή ενέργεια) σε μια άλλη δραστηριότητα (ή ενέργεια).	
Κόμβος αρχής: Αντιπροσωπεύει την αρχή ενός συνόλου ενεργειών ή δραστηριοτήτων.	
Κόμβος τερματικής δραστηριότητας: Χρησιμοποιείται για τον τερματισμό όλων των ροών ελέγχου και των ροών αντικειμένων σε μια δραστηριότητα (ή ενέργεια).	
Κόμβος τερματικής ροής: Χρησιμοποιείται για τον τερματισμό μιας συγκεκριμένης ροής ελέγχου ή ροής αντικειμένου.	
Κόμβος απόφασης: Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση μιας συνθήκης ελέγχου η οποία διασφαλίζει ότι η ροή ελέγχου ή η ροή αντικειμένου θα ακολουθήσει μόνο μία διαδρομή. Χαρακτηρίζεται από τα κριτήρια απόφασης που καθορίζουν τη συνέχιση στη συγκεκριμένη διαδρομή.	
Κόμβος συγχώνευσης: Χρησιμοποιείται για τη συγχώνευση διαφορετικών διαδρομών οι οποίες είχαν δημιουργηθεί με τη χρήση ενός κόμβου απόφασης.	

Πίνακας 4.2: στοιχεία διαγράμματος δραστηριοτήτων

<p>Δράστης: Είναι ένα πρόσωπο ή σύστημα που έχει όφελος από το σύστημα και είναι εξωτερικό ως προς αυτό. Παρουσιάζεται ως γραμμική φιγούρα (η προεπιλογή) ή, αν δεν είναι άνθρωπος, ως ορθογώνιο με το στερεότυπο <<actor>> στο εσωτερικό του (εναλλακτική αναπαράσταση). Χαρακτηρίζεται από τον ρόλο του. Μπορεί να συσχετιστεί με άλλους δράστες μέσω συσχετισμών εξειδίκευσης/υπερκλάσης, οι οποίοι δηλώνονται από ένα βέλος με κόψιφο κεφαλή. Τοποθετείται έξω από το όριο του συστήματος.</p>	 Δράστης/Ρόλος <<actor>> Δράστης/Ρόλος
<p>Περίπτωση χρήσης: Αναπαριστά ένα σημαντικό κομμάτι λειτουργικότητας του συστήματος. Μπορεί να επεκτείνει μια άλλη περίπτωση χρήσης. Μπορεί να περιλαμβάνει μια άλλη περίπτωση χρήσης. Τοποθετείται μέσα στο όριο του συστήματος. Χαρακτηρίζεται από ένα περιγραφικό αφηρημένο ουσιαστικό.</p>	 Περίπτωση χρήσης
<p>Όριο συστήματος: Περιλαμβάνει το όνομα του συστήματος στο εσωτερικό του ή στο επάνω μέρος του. Αναπαριστά την εμβέλεια του συστήματος, π.χ. ένα ολόκληρο σύστημα ή μια συγκεκριμένη επιχειρηματική διαδικασία.</p>	 Σύστημα
<p>Σχέση συσχετισμού: Συνδέει έναν δράστη με τις περιπτώσεις χρήσης με τις οποίες αλληλεπιδρά.</p>	
<p>Σχέση συμπερίληψης: Αναπαριστά τη συμπερίληψη της λειτουργικότητας μιας περίπτωσης χρήσης σε μια άλλη περίπτωση χρήσης. Έχει ένα βέλος από την περίπτωση χρήσης βάσης προς τη χρησιμοποιούμενη περίπτωση χρήσης.</p>	 <<include>>
<p>Σχέση επέκτασης: Αναπαριστά την επέκταση μιας περίπτωσης χρήσης με σκοπό τη συμπερίληψη προαιρετικής συμπεριφοράς. Έχει ένα βέλος από την περίπτωση χρήσης επέκτασης προς την περίπτωση χρήσης βάσης.</p>	 <<extend>>
<p>Σχέση γενίκευσης: Δείχνει ότι μια περίπτωση χρήσης αποτελεί ειδική περίπτωση μιας γενικότερης περίπτωσης χρήσης. Έχει ένα βέλος από την εξειδικευμένη περίπτωση χρήσης προς τη γενική περίπτωση χρήσης.</p>	

Πίνακας 4.3: δομικά στοιχεία ενός διαγράμματος περίπτωσης χρήσης

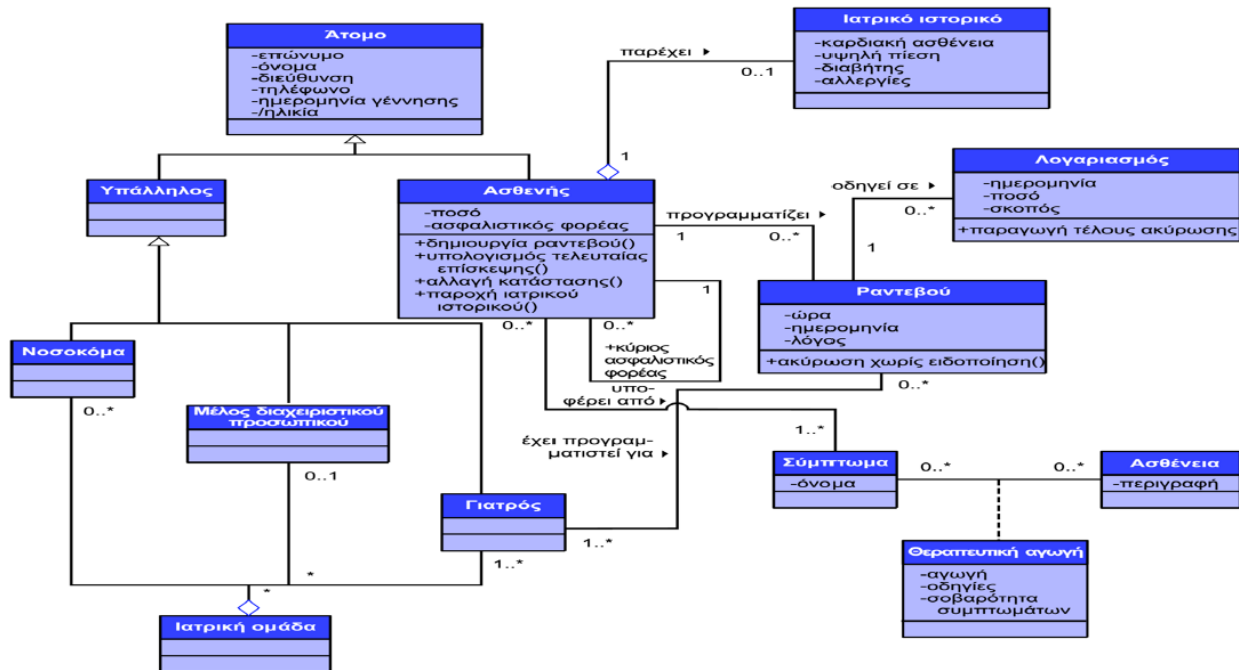
Με την χρήση των διαγραμμάτων χρήσης τεκμηριώνεται η εξωτερική όψη αλλά και η εξωτερική συμπεριφορά του συστήματος άρα θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε αυτού του είδους τα διαγράμματα ως τεκμηρίωση των απαιτήσεων του συστήματος. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των διαγραμμάτων περίπτωσης χρήσης είναι η αντίληψη της λειτουργικότητας του συστήματος από τους ίδιους τους χρήστες έτσι ώστε καθίσταται εφικτή η προσθήκη ή η διόρθωση των απαιτήσεων του συστήματος[34][37].

Διάγραμμα κλάσεων: δείχνει τις σχέσεις(μεθόδους) μεταξύ των κλάσεων που έχουν μοντελοποιηθεί.

Διαγράμματα αντικειμένων: δείχνει τις σχέσεις μεταξύ αντικειμένων που έχουν μοντελοποιηθεί στο πληροφοριακό σύστημα. Χρησιμοποιούνται όταν τα στιγμιότυπα των κλάσεων (αντικείμενα) βοηθούν στην μοντελοποίηση του ΠΣ[38]

<p>Κλάση:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά ένα είδος προσώπου, τοποθεσίας, ή πράγματος για το οποίο το σύστημα πρέπει να συλλάβει και να αποθηκεύσει πληροφορίες. Στο επάνω τμήμα της διαθέτει κεντραρισμένο ένα όνομα με έντονα στοιχεία. Στο μεσαίο τμήμα της έχει μια λίστα γνωρισμάτων. Στο κάτω τμήμα της έχει μια λίστα με λειτουργίες. Δεν παρουσιάζει ρητά λειτουργίες που είναι διαθέσιμες σε όλες τις κλάσεις. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Κλάση 1</p> <p>-γνωρίσμα1</p> <p>+λειτουργία1()</p> </div>
<p>Γνώρισμα:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά ιδιότητες που περιγράφουν την κατάσταση ενός αντικειμένου. Μπορεί να παραχθεί από άλλα γνωρίσματα, κάτι που υποδεικνύεται με την προσθήκη μιας κάθετου πριν από το όνομα του γνωρίσματος. 	<p>όνομα γνωρίσματος /όνομα παραγόμενου γνωρίσματος</p>
<p>Λειτουργία:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά τις ενέργειες ή τις λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει μια κλάση. Μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως λειτουργία κατασκευής, ερωτήματος, ή ενημέρωσης. Περιλαμβάνει παρενθέσεις οι οποίες μπορεί να περιέχουν παραμέτρους ή πληροφορίες που απαιτούνται για την εκτέλεση της λειτουργίας. 	<p>όνομα λειτουργίας ()</p>
<p>Συσχετισμός:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά μια σχέση μεταξύ πολλών κλάσεων ή μιας κλάσης και του εαυτού της. Ονομάζεται με τη χρήση μιας ρηματικής φράσης ή ενός ονόματος ρόλου, ανάλογα με το ποιο από τα δύο αναπαριστά καλύτερα τη σχέση. Μπορεί να υπάρχει μεταξύ μιας ή περισσότερων κλάσεων. Περιέχει σύμβολα πολλαπλότητας, τα οποία αναπαριστούν το ελάχιστο και το μέγιστο πλήθος των φορών που ένα στιγμιότυπο κλάσης μπορεί να συσχετιστεί με στιγμιότυπα της σχετικής κλάσης. 	<p style="text-align: center;">ΣχετίζεταιΜε</p> <p>0..* 1</p>
<p>Γενίκευση:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά μια σχέση «είναι είδος» μεταξύ πολλών κλάσεων. 	<p style="text-align: center;">————></p>
<p>Συνάθροιση:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά μια λογική σχέση «είναι μέρος» μεταξύ πολλών κλάσεων ή μιας κλάσης και του εαυτού της. Αποτελεί ειδική μορφή ενός συσχετισμού. 	<p>0..* ΕίναιΜέρος > 1</p>
<p>Εύνθεση:</p> <ul style="list-style-type: none"> Αναπαριστά μια φυσική σχέση «είναι μέρος» μεταξύ πολλών κλάσεων ή μιας κλάσης και του εαυτού της. Αποτελεί ειδική μορφή ενός συσχετισμού. 	<p>1..* ΕίναιΜέρος > 1</p>

Πίνακας 4.4: δομικά χαρακτηριστικά διαγράμματος κλάσεων



Σχήμα 4.8: παράδειγμα διαγράμματος κλάσεων

Επίσης άλλα εργαλεία είναι τα διαγράμματα πακέτων, τα διαγράμματα παράταξης, τα διαγράμματα συστατικών, τα διαγράμματα σύνθετης δομής και τα διαγράμματα προφίλ[38].

Διαγράμματα συμπεριφοράς

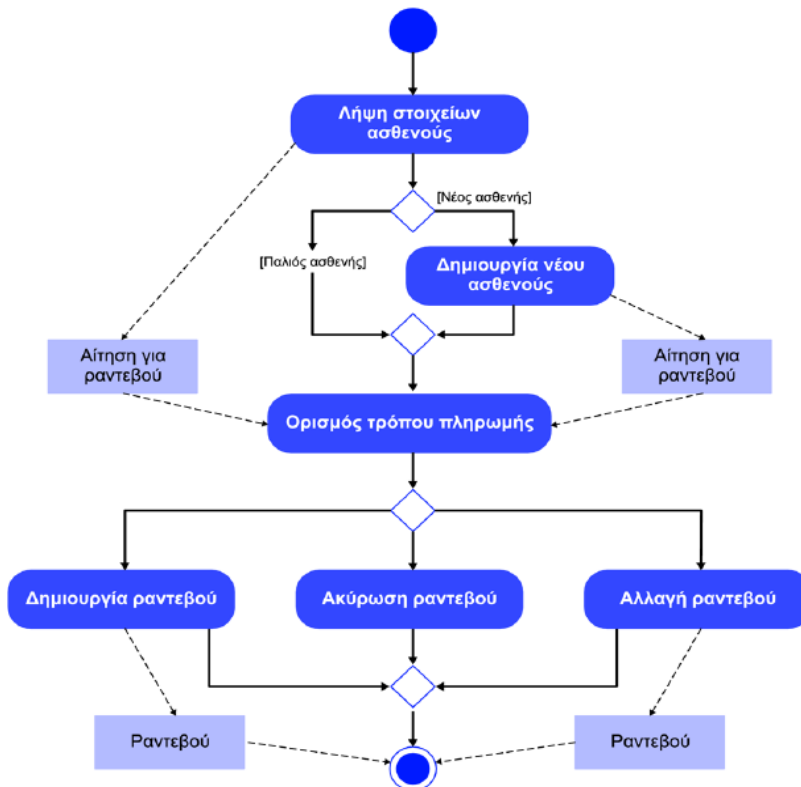
Τα βασικά διαγράμματα συμπεριφοράς είναι:

Τα διαγράμματα δραστηριοτήτων τα οποία δείχνουν ανεξάρτητα από τις κλάσεις, την ροή των διεργασιών σε μια περίπτωση χρήσης ή το αναλυτικό σχέδιο μιας μεθόδου.

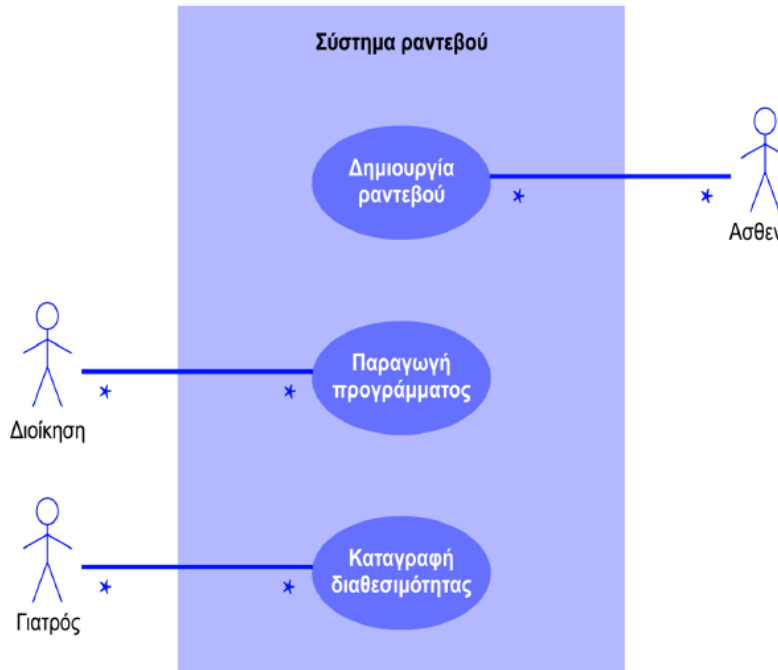
Τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης τα οποία μοντελοποιούν επιχειρηματικές απαιτήσεις ενός ΠΣ καθώς και την επικοινωνία με το περιβάλλον.

Τα διαγράμματα ακολουθίας τα οποία μοντελοποιούν την λειτουργία των αντικειμένων σε μια περίπτωση χρήσης. Κυρίως γίνεται εστίαση στην χρονική αλληλουχία μιας δραστηριότητας.

Επίσης στα διαγράμματα συμπεριφοράς ανήκουν τα διαγράμματα επικοινωνίας[35].



Σχήμα 4.9: διάγραμμα δραστηριοτήτων ιατρικού φακέλου ασθενούς



Σχήμα 4.10: διάγραμμα περίπτωσης χρήσης ηλεκτρονικού συστήματος ραντεβού εξωτερικού ιατρείου.

Διάγραμμα ακολουθίας: τα διαγράμματα ακολουθίας είναι ευρέως χρησιμοποιούμενα και είναι μία από τις 2 χρησιμοποιούμενες τεχνικές για την αναπαράσταση αλληλεπίδρασης. Τα διαγράμματα ακολουθίας απεικονίζουν[32]:

- Τα αντικείμενα που συμμετέχουν σε μια περίπτωση χρήσης
- Τα μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ αντικειμένων σε μια περίπτωση χρήσης

Η απεικόνιση δείχνει και την χρονική ακολουθία των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ των αντικειμένων.

Επίσης τα sequence diagrams διακρίνονται σε:

- Γενικευμένα διαγράμματα ακολουθίας που αφορούν όλα τα σενάρια μιας περίπτωσης χρήσης
- Ακολουθίας στιγμιοτύπων που αφορούν ένα συγκεκριμένο σενάριο μιας περίπτωσης χρήσης[33]

Σύνταξη διαγράμματος ακολουθίας

Οι δράστες και τα αντικείμενα τοποθετούνται επάνω στο διάγραμμα

Κάτω από κάθε δράστη τοποθετείται μια διακεκομμένη ευθεία γραμμή που ονομάζεται γραμμή ζωής

Ένα αντικείμενο κάποιες φορές δημιουργεί ένα προσωρινό αντικείμενο και τότε ένα X τοποθετείται στο τέλος της γραμμής ζωής για να δείξει ότι αυτό το αντικείμενο έχει καταστραφεί.

Ένα λεπτό ορθογώνιο κουτί τοποθετείται σε κάποια σημεία της γραμμής ζωής για να δείξει πότε οι κλάσεις στέλνουν και δέχονται μηνύματα.

Ένα μήνυμα είναι μια επικοινωνία μεταξύ των αντικειμένων που μεταφέρει πληροφορία προκειμένου να πραγματοποιηθεί κάποια λειτουργία[33]

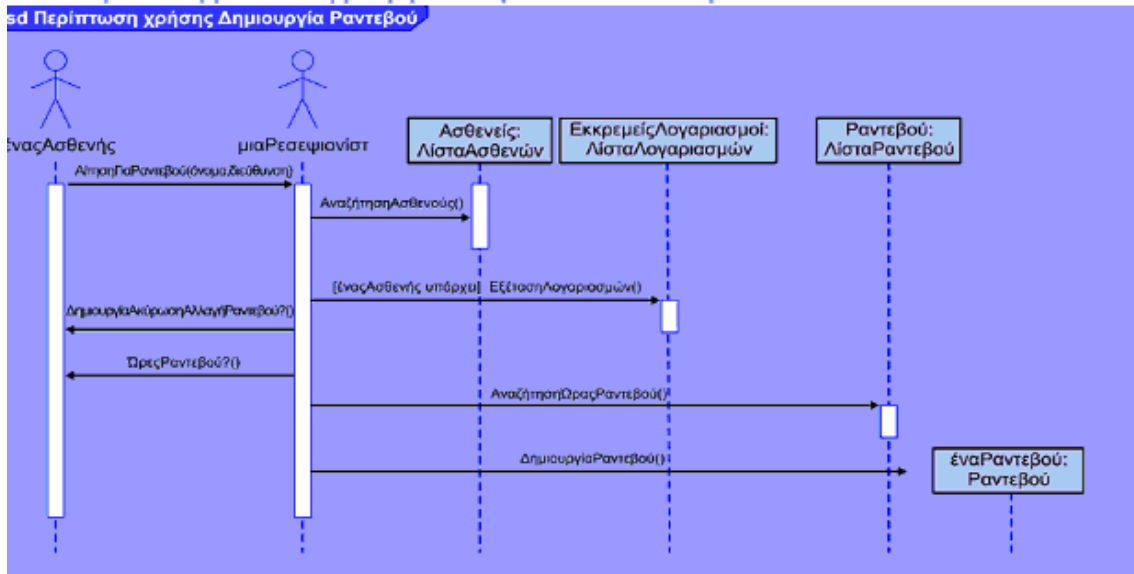
Είδη μηνυμάτων: μηνύματα κλήσης λειτουργίας, μηνύματα επιστροφής

Η χρονική ακολουθία αντιστοιχεί από πάνω προς τα κάτω ενώ ορισμένες φορές η αποστολή ενός μηνύματος πραγματοποιείται υπό συνθήκη και αυτή εμφανίζεται μέσα σε αγκύλες μπροστά από το όνομα του μηνύματος

Στις περιπτώσεις που ένα μήνυμα τυχαίνει να επαναλαμβάνεται τότε χρησιμοποιείται το σύμβολο αστερίσκος (*) πριν από το όνομα του μηνύματος

Ένα αντικείμενο μπορεί να στείλει ένα μήνυμα στον εαυτό του με αυτοανάθεση

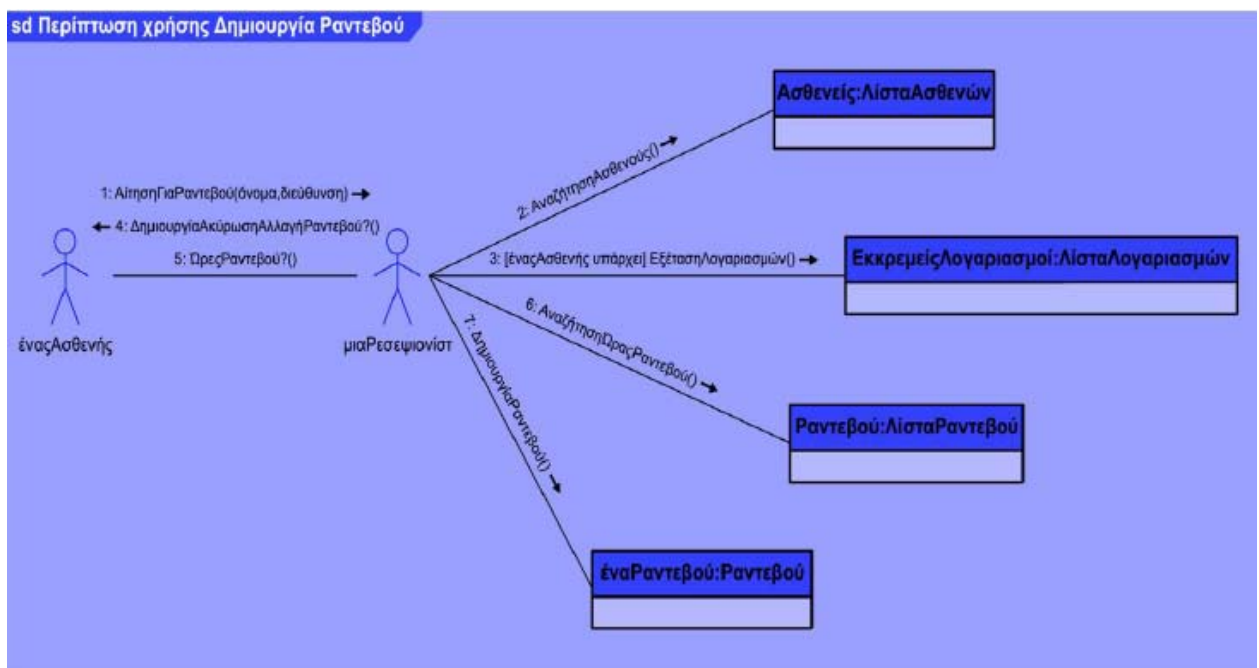
Ένα αντικείμενο μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο αντικείμενο κάτι το οποίο αναπαριστάται με την αποστολή του αντίστοιχου μηνύματος κατευθείαν στο αντικείμενο το ίδιο και όχι στην γραμμή ζωής του[38]



Σχήμα 4.11: παράδειγμα διαγράμματος ακολουθίας

Διαγράμματα επικοινωνίας

Τα διαγράμματα επικοινωνίας είναι ουσιαστικά διαγράμματα αντικειμένων που απεικονίζουν ως σχέσεις τις ανταλλαγές μηνυμάτων μεταξύ των αντικειμένων. Αυτό στην ουσία αναπαριστά την επικοινωνία μεταξύ των αντικειμένων και θεωρούνται ισοδύναμα με τα διαγράμματα ακολουθίας αν και εδώ δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στα μηνύματα και τα αντικείμενα που επικοινωνούν και όχι στην χρονική ακολουθία.



Σχήμα 4.12: παράδειγμα διαγράμματος επικοινωνίας

Σύνταξη διαγράμματος επικοινωνίας

Βήματα:

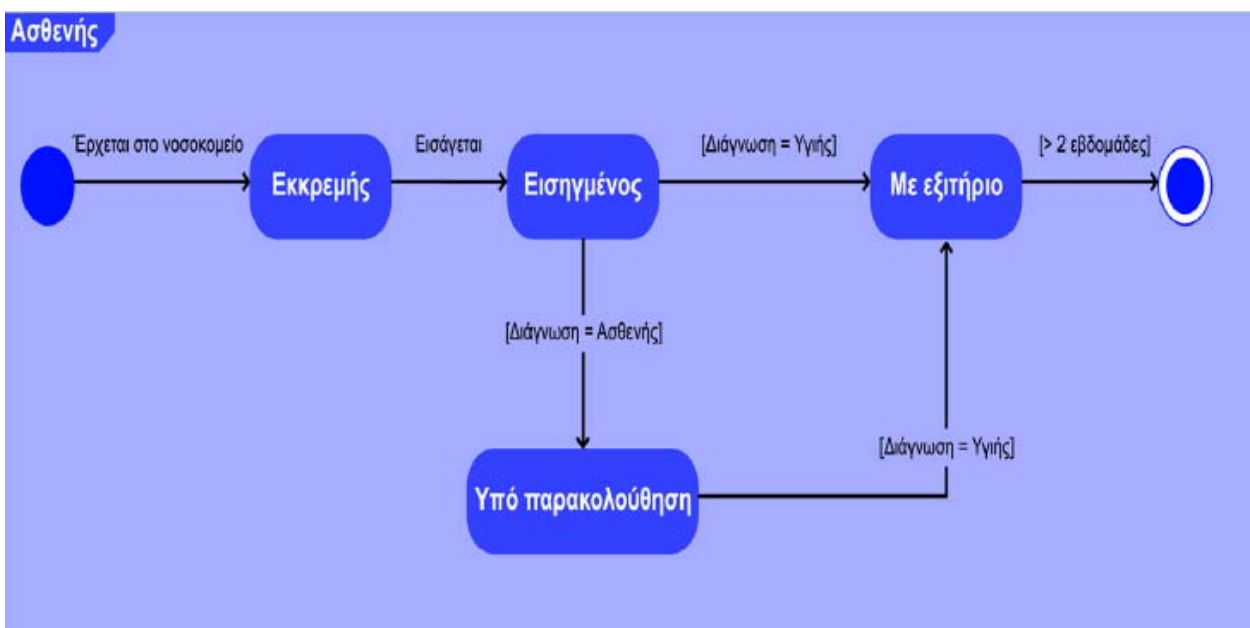
- Προσδιορισμός γενικού θεματικού πλαισίου επικοινωνίας
- Προσδιορισμός αντικειμένων και συσχετίσεις μεταξύ τους
- Αντιστοίχιση αντικειμένων στις συσχετίσεις τους
- Προσθήκη μηνυμάτων

Συμπεριφορικές μηχανές καταστάσεων

Απεικονίζουν: τις διάφορες καταστάσεις από τις οποίες περνάει ένα αντικείμενο, τα γεγονότα που προκαλούν την αλλαγή της κατάστασης και τις αποκρίσεις/ενέργειες του αντικειμένου κατά την αλλαγή της κατάστασής του[38].

Συνίσταται συνήθως για μοντέλα που έχουν μια αυξημένη πολυπλοκότητα ενώ ένα χαρακτηριστικό τους είναι ότι πραγματοποιείται η απεικόνιση μόνο των δυναμικών στοιχείων μιας και μόνο κλάσης.

Στόχος αυτής της διαγραμματικής τεχνικής είναι η διευκόλυνση του σχεδιασμού των αλγορίθμων για την παραγωγή των μεθόδων αυτών των κλάσεων. Το διάγραμμα αυτό αποτελείται από καταστάσεις, γεγονότα, μεταβάσεις, ενέργειες και δραστηριότητες.



Σχήμα 4.13: παράδειγμα διαγράμματος συμπεριφορικής μηχανής καταστάσεων

Στοιχεία μιας συμπεριφορικής μηχανής καταστάσεων:

Κατάσταση: αυτή ορίζεται από τις τιμές των γνωρισμάτων (μεταβλητών) και των σχέσεων που έχει ένα αντικείμενο σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο ενδιαφέροντα γνωρίσματα μπορούν να ορίζουν καταστάσεις.

Γεγονός: είναι κάτι που λαμβάνει χώρα σε μια δεδομένη χρονική στιγμή και αλλά μια ή περισσότερες τιμές που αφορούν ένα αντικείμενο και άρα την κατάσταση αυτού. Το γεγονός συνίσταται από την ικανοποίηση κάποιας συνθήκης, την κλήση κάποιας μεθόδου από κάποιο αντικείμενο και την παρέλευση ενός χρονικού διαστήματος.

Μετάβαση: είναι μια σχέση που αναπαριστά την μετάβαση ενός αντικειμένου από μια κατάσταση σε μια άλλη. Η ενεργοποίηση μιας μετάβασης συμβαίνει από το γεγονός και πραγματοποιείται ως αποτέλεσμα μιας ενέργειας. Μια μετάβαση περιέχει και το στοιχείο της συνθήκης διότι η πραγματοποίησή της εξαρτάται από την ικανοποίηση ή μη μιας δεδομένης λογικής συνθήκης[33].

Ενέργεια: υλοποιεί την αλλαγή της κατάστασης κατά την μετάβαση. Η ενέργεια είναι μιας ατομική και αδιάσπαστη διαδικασία η οποία δεν μπορεί να διακοπεί.

Δραστηριότητα: έχει παρόμοιο ρόλο όπως η ενέργεια αλλά δεν είναι ατομική και μπορεί να αποδομηθεί και να διασπαστεί.

Σύνταξη συμπεριφορικών μηχανών καταστάσεων:

Βήματα:

- Δημιουργία γενικού πλαισίου (κλάσεις)
- Προσδιορισμός αρχικής, τελικής και των υπολοίπων σταθερών καταστάσεων του αντικειμένου (αυτό μπορεί να εξαχθεί μέσα από τις περιγραφές των περιπτώσεων χρήσης)
- Προσδιορισμός σειράς με την οποία το αντικείμενο περνά από τις σταθερές καταστάσεις
- Προσδιορισμός γεγονότων, ενεργειών, συνθηκών φραγής που συσχετίζονται με τις μεταβάσεις

4.2 Πληροφοριακά συστήματα υγείας

Rodrigues et al., (1999) ορίζουν τα Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας ως: “Πληροφοριακά Συστήματα που έχουν σχεδιαστεί να υποστηρίζουν τη διοίκηση και τη λειτουργία όλων των τεχνικών και διαχειριστικών δεδομένων, για ολόκληρο το σύστημα υγείας, για ένα νοσοκομείο ή για ένα τμήμα νοσοκομείου”

Τι πληροφορία υπάρχει σε ένα ΠΣΥ;

- Πληροφορίες για τον ασθενή
- (εξετάσεις, ακτινογραφίες, κόστος)
- Πληροφορίες για τα τμήματα του νοσοκομείου
- (διαχειριστικές, οικονομικές, στατιστικές)
- Πληροφορίες για τους υπαλλήλους
- (γιατροί, νοσοκόμοι, γραμματεία, διοίκηση)
- Πληροφορίες για το φαρμακείο
- (συνταγές)
- Πληροφορίες για την αποθήκη

Πλεονεκτήματα ενός ΠΣΥ

- Μείωση Ιατρικών Λαθών
- Μείωση Κόστους Νοσοκομείων
- Αύξηση ικανοποίησης των υπαλλήλων (σε σχέση με τη δουλειά τους)
- Οι ασθενείς έχουν βελτιωμένη εικόνα της φροντίδας που τους παρέχεται στα νοσοκομεία
- Καλύτερη οργάνωση του φακέλου του ασθενή
- Καλύτερη συνολική εικόνα νοσοκομείου

Τι πληροφορία υπάρχει σε ένα ΠΣΥ;

- Πληροφορίες για τον ασθενή

(εξετάσεις, ακτινογραφίες, κόστος)

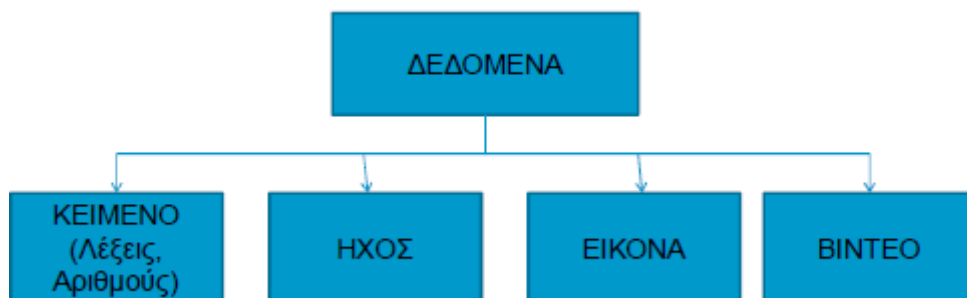
- Πληροφορίες για τα τμήματα του νοσοκομείου
(διαχειριστικές, οικονομικές, στατιστικές)
- Πληροφορίες για τους υπαλλήλους
(γιατροί, νοσοκόμοι, γραμματεία, διοίκηση)
- Πληροφορίες για το φαρμακείο
(συνταγές)
- Πληροφορίες για την αποθήκη[41]

Η πληροφορία είναι το σύνολο των εννοιών που περιγράφουν τα αντικείμενα και τις μεταξύ τους σχέσεις.

Δυναμική

3 όψεις πληροφορίας:

- Συντακτική (δεδομένα)
- Σημασιολογική (ερμηνεία/ανάλυση δεδομένων = γνώση)
- Πραγματική (αποτέλεσμα ερμηνείας, πχ αποτέλεσμα θεραπείας)



Σχήμα 4.14: Κωδικοποίηση δεδομένων υγείας

Δεδομένα κειμένου

- **Αναφορά**
- **Επιστολή**
- **Ιατρικός φάκελος Ασθενή (στοιχεία ασθενή, θερμοκρασία σώματος)**

Μετάδοση κειμένου:

- Με χρήση υπολογιστή
- Fax
- Χέρι -χέρι

Ήχοι

2 τύποι ήχων:

- Φωνή (ζωντανή λήψη και μετάδοση / ηχογραφημένο)
- Ιατρικός ήχος (ήχος που προέρχεται από ένα υπερηχογράφημα)

Εικόνα

- Εικόνα που έχουμε πάρει από ιατρικά μηχανήματα (υπερηχογράφημα, μικροσκόπιο) – εικόνα ή γράφημα σήματος
- Εικόνα που έχουμε πάρει από scanner, βίντεο, ψηφιακή κάμερα

Βίντεο

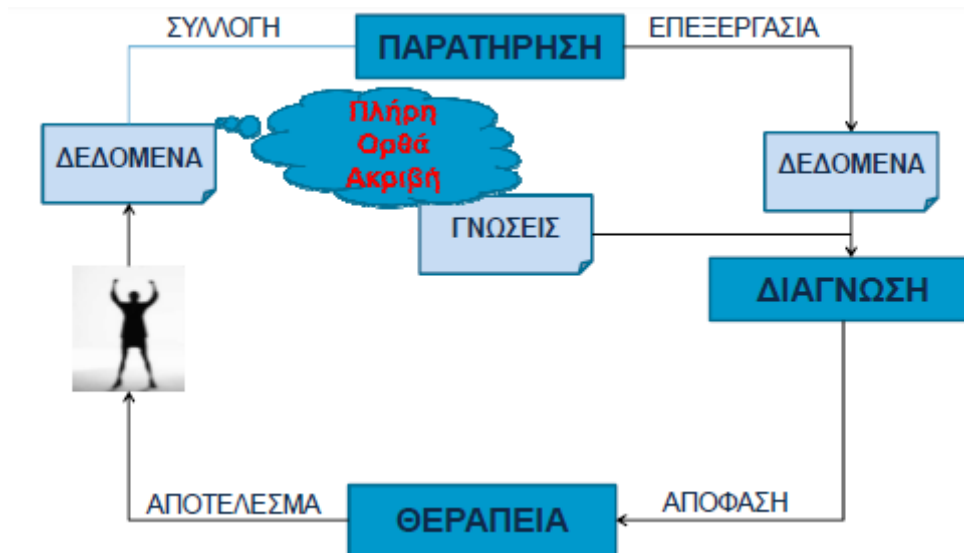
- Διάσκεψη μέσω βίντεο - Τηλεδιάσκεψη
- Ιατρικό Βίντεο

(ζωντανή λήψη και μετάδοση / βιντεοσκοπημένο)

Φύση της Πληροφορίας ενός Πληροφοριακού Συστήματος Υγείας

Η πληροφορία στην υγεία εξάγεται και διακινείται σε 3 διακριτά στάδια:

- Παρατήρηση (συλλογή δεδομένων για την κατάσταση του ασθενή, άτυπο 'πρωτόκολλο' στη συλλογή – 1. ιστορικό ασθενή, 2. κλινική εξέταση, 3. διεκπεραίωση εργαστηριακών εξετάσεων-)
- Διάγνωση (επεξεργασία δεδομένων παρατήρησης)
- Θεραπεία (επεξεργασία δεδομένων διάγνωσης)[43]



Σχήμα 4.15: Κύκλος δεδομένων σε πληροφοριακά συστήματα υγείας

Παράγοντες που επηρεάζουν διαδικασία:

1. Όγκος πληροφορίας
2. Ασφάλεια
3. Ταχύτητα μετάδοσης

Συγχρονισμένη

- Ο αποστολέας και ο παραλήπτης επικοινωνούν την ίδια στιγμή και βρίσκονται σε ίδιο ή διαφορετικό μέρος
- Ζωντανή επικοινωνία μέσω βίντεο
- Ανταλλαγή εικόνας (τηλεπαθολογία), ήχου (help-lines), κειμένου, βίντεο (τηλεδερματολογία)

Μη-συγχρονισμένη

Ο αποστολέας και ο παραλήπτης δεν βρίσκονται την ίδια στιγμή στο ίδιο μέρος

Υποσυστήματα ενός Πληροφοριακού συστήματος υγείας

- ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΣΥ
- ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΣ
- ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

- ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΣ
- ΣΥΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
- ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ
- ΑΛΛΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Αναλυτικά:

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΣ

- Εξασφάλιση διαλειτουργικότητας με άλλες νοσοκομειακές μονάδες
- Μισθοδοσίες
- Διαχείριση Αδειών
- Διαχείριση Πρωτοκόλλου και αρχειακού υλικού

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

- Παρουσίαση Θεσμικού και Κανονιστικού Πλαισίου του νοσοκομείου
- Στατιστικά στοιχεία για το νοσοκομείο
- Εφημερίδες / Έντυπα
- Ώρες λειτουργίας νοσοκομείου
- Εφημερίες
- Κόστος Νοσηλειών
- Ευθύνες και Υποχρεώσεις Νοσηλευομένων
- Τρόπος λειτουργίας νοσοκομείου
- Παρουσίαση πινάκων συμπτωμάτων για αυτό-διάγνωση
- Εισαγωγή άρθρων

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΤΗΣ Νοσοκομειακής Μονάδας

- Ώρες λειτουργίας νοσοκομείου
- Εφημερίες
- Ευθύνες και υποχρεώσεις

- Δημοσίευση προκηρύξεων
- Πληροφορίες για μετεκπαιδευτικά και ερευνητικά προγράμματα[42]

ΣΥΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

- Ηλεκτρονική Υποβολή και λήψη αιτήσεων (βεβαιώσεις αποδοχών)
- Ηλεκτρονική Υποβολή και λήψη συνοδευτικών εγγράφων (χορήγηση εγγράφου για την πιστοποίηση παροχής οικογενειακού επιδόματος)
- Ηλεκτρονική παραγωγή και διανομή νόμιμα έγκυρων πιστοποιητικών
- Λήψη βεβαιώσεων για κάθε νόμιμη χρήση

[39]

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

- Ιατρικά Πολυμέσα
- Εξ' αποστάσεως εκπαίδευση και συνεργασία με σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία

ΑΛΛΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

- Εκδόσεις
- Συστήματα Αξιολόγησης
- Ψηφιακή Βιβλιοθήκη
- Συστήματα διαχείρισης γνώσης

Πληροφοριακό Σύστημα Νοσοκομείου: είναι ένα υπολογιστικό σύστημα, μέσω του οποίου γίνονται οι λειτουργίες της συλλογής, καταχώρησης, επεξεργασίας, μεταβίβασης, ανάκλησης & ελέγχου του συνόλου των νοσοκομειακών πληροφοριών, αντικαθιστώντας τις σύνθετες γραφειοκρατικές διαδικασίες ελαχιστοποιώντας τα έντυπα, & αυξάνοντας την ταχύτητα της ροής των πληροφοριών

- Ιατρικά ΠΣ
- (Διαχειριστικά ΠΣ)
- (Διοικητικό – Οικονομικά ΠΣ)



Σχήμα 4.16: Διασυνδεδεμένα υποσυστήματα πληροφοριακού συστήματος υγείας

Υποσυστήματα και Εφαρμογές ενός Πληροφοριακού Συστήματος Νοσοκομείου:

- Υποσύστημα Πυρήνα (Core System)
- Υποσύστημα /Διοικητικό – Οικονομικό ΠΣ
- Υποσύστημα /Διαχειριστικό
- Υποσύστημα Επικοινωνιών και /δικτύωσης
- Υποσύστημα Ιατρικής Τεκμηρίωσης
- Υποσύστημα Ιατρικής Υποστήριξης
- Υποσύστημα Υποστήριξης Ιατρικής Έρευνας
- Υποσύστημα Νοσηλευτικής Υποστήριξης

Υποσύστημα Πυρήνα (Core System)

- Υποδοχή, Μεταφορά, Εξαγωγή (Admissions, Discharge, Transfer - ADT)
- Ιατρικός Φάκελος Ασθενή (ΙΦΑ)[43]
- Υποστηρίζει όλες τις ενέργειες που αφορούν συμπτωματολογία ασθενή (συμπτωματολογία, διάγνωση, ιατρικές πράξεις) και τα ενσωματώνει στον ιατρικό φάκελο[41]
- Στατιστική επεξεργασία στοιχείων ασθενή

- Παρέχει δευτερογενή στατιστικά στοιχεία (δείκτες θνησιμότητας/βιωσιμότητας, δείκτες αποτελεσματικότητας αγωγών)[42]

Υποσύστημα / Διοικητικό – Οικονομικό

- Υποστηρίζει διοικητικο-οικονομικές λειτουργίες – λογιστήριο, προμηθευτές, μισθοδοσία, φαρμακείο, διαχείριση προσωπικού
- Παρέχει αναλύσεις κόστους / ωφέλειας

Υποσύστημα / διαχειριστικό

- Υποστηρίζει πληροφοριακές ανάγκες επιμέρους τμημάτων ενός νοσοκομείου (εργαστήρια, χειρουργεία)

Υποσύστημα Επικοινωνιών και δικτύωσης

- Εξασφαλίζει την αρμονική συνεργασία όλου του ΠΣΥ Αυτοματοποιεί (α) την εισαγωγή της παραγγελίας (εξέτασης) από το θάλαμο, (β) την αποστολή των αποτελεσμάτων και (γ) την ενημέρωση του ιατρικού φακέλου
- Εργαστηριακά Πληροφοριακά Συστήματα – Laboratory Information Systems (LIS)

Υποσύστημα Ιατρικής Υποστήριξης

- Υποστηρίζει Ιατρούς στην ανάλυση και διερμηνευση των στοιχείων ασθενών και στη λήψη της τελικής απόφασης
- Ποιοτικός έλεγχος Ιατρικών αποφάσεων

Υποσύστημα Νοσηλευτικής Υποστήριξης

- Υποστηρίζει νοσηλευτικές διαγνώσεις (φυσιολογικές, λειτουργικές ενδείξεις, ψυχολογικές αντιδράσεις)
- Βοηθά στη διαμόρφωση σχεδίου νοσηλευτικής θεραπείας

Υποσύστημα Υποστήριξης Ιατρικής Έρευνας

- Υποστηρίζει ανάλυση δεδομένων (κατανομές ασθενειών)

Αρχιτεκτονικές σχεδίασης Πληροφοριακού συστήματος υγείας

- Κεντρικά Συστήματα (Central Systems)
- Αρθρωτά Συστήματα (Modular Systems)
- Κατανεμημένα Συστήματα (Distributed Systems)[40]

Διαχείριση ΠΣΥ

Η διαχείριση των ΠΣΝ εντάσσεται στη γενικότερη διαχείριση των πόρων του οργανισμού, και εξαρτάται από 4 βασικούς παράγοντες:

- Το ανθρώπινο δυναμικό και την κατάρτισή του
- Το software / hardware
- Την οργάνωση, αξιοποίηση, δομή, ποιότητα και αξιοπιστία των πληροφοριών
- Τα συστήματα τηλεματικής και δικτύων

4.3 Τεχνολογίες διαδικτύου

Υπάρχουν δεδομένες τεχνολογίες οι οποίες πρέπει να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να υλοποιηθεί ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα υγείας. Θα πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει ένας διακομιστής ιστού (web server π.χ apache), μια γλώσσα παρουσίασης του περιεχομένου του ΠΣ (HTML), μια γλώσσα διαχείρισης των δεδομένων από και προς την βάση δεδομένων (π.χ PHP), μια διαδικτυακή βάση δεδομένων για την αποθήκευση και επεξεργασία των πληροφοριών του ΠΣ (π.χ MySQL) και μια γλώσσα μορφοποίησης του περιεχομένου (CSS).

Διακομιστής ιστού (Apache server):

Πριν αναφέρουμε κάποια στοιχεία για τον δημοφιλή εξυπηρετητή για διαδικτυακές εφαρμογές θα πρέπει να αναφερθούν μερικές βασικές έννοιες.

Κεντρικός υπολογιστής: ένας κεντρικός υπολογιστής ή αλλιώς εξυπηρετητή είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος είναι επιφορτισμένος με την προσφορά διάφορων υπηρεσιών σε υπολογιστές-πελάτες που βρίσκονται στο διαδίκτυο. Ένας διακομιστής (εξυπηρετητής) είναι μια αναβαθμισμένη έκδοση ενός προσωπικού υπολογιστή τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και σε επίπεδο λογισμικού[44]. Μερικά βασικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου υπολογιστή είναι:

- Υποστήριξη επεξεργαστών για εξειδικευμένη επεξεργασία των πολλαπλών εισερχόμενων δεδομένων.
- Υποστήριξη σκληρών δίσκων μεγάλης ταχύτητας
- Υποστήριξη ταχύτερων μονάδων μνήμης.

Επιπλέον οι διακομιστές παραδίδονται με συστήματα ενισχυμένης προστασίας σε θέματα τροφοδοσίας όπως συσκευές ups(αδιάλειπτης ενέργειας) για μεγαλύτερη αξιοπιστία[44].

Φυλλομετρητής: για έναν χρήστη το διαδίκτυο είναι μια μεγάλη συλλογή από ιστοσελίδες οι οποίες διαθέτουν συνδέσμους που επιτρέπουν την πλοήγηση από σελίδα σε σελίδα. Η εμφάνιση των σελίδων πραγματοποιείται μέσα από προγράμματα που φέρουν το όνομα φυλλομετρητές (για παράδειγμα firefox, chrome, explorer, opera κλπ) με σκοπό την ερμηνεία, την μορφοποίηση και την εμφάνιση στην οθόνη του περιεχομένου των ιστοσελίδων. Όταν λοιπόν ο χρήστης επιλέξει ένα αντικείμενο τότε ο φυλλομετρητής ακολουθεί τον σύνδεσμο προκειμένου να βρει και να παρουσιάσει την συγκεκριμένη σελίδα. Ο ενσωματωμένος σύνδεσμος απαιτεί έναν τρόπο ονομασίας οποιασδήποτε σελίδας στο διαδίκτυο. Η ονομασία αυτή των σελίδων πραγματοποιείται μέσω των ενιαίων εντοπιστών πόρων ή URL (τυπική μορφή ενός url <http://www.auth.gr>).[45]

**Βήματα για την εμφάνιση μιας ιστοσελίδας στο διαδίκτυο*

- Ο φυλλομετρητής καθορίζει τη διεύθυνση URL
- Ο φυλλομετρητής ζητά από το DNS τη διεύθυνση IP του www.auth.gr
- Το DNS απαντά με μια διεύθυνση πχ 155.207.86.114

- Ο φυλλομετρητής πραγματοποιεί μια σύνδεση TCP στην θύρα 80 στην διεύθυνση 155.207.86.114
- Ο φυλλομετρητής στέλνει μια αίτηση που ζητά το αρχείο index.html ή index.php
- διακομιστής στέλνει το αρχείο index.html
- Η σύνδεση TCP τερματίζεται
- Ο φυλλομετρητής εμφανίζει όλα τα σώματα κειμένου του αρχείου αλλά και όλες τις εικόνες σε αυτό το αρχείο.

Ας δούμε λίγο όμως τι συμβαίνει από την πλευρά του διακομιστή

Όταν ο χρήστης έχει πληκτρολογήσει μια διεύθυνση στον φυλλομετρητή του ή έχει επιλέξει ένας αντικείμενο με κάποιον σύνδεσμο τότε ο φυλλομετρητής αναλύει και ερμηνεύει ένας όνομα DNS[46]. Έπειτα ο φυλλομετρητής περνώντας την διαδικτυακή διεύθυνση του διακομιστή δημιουργεί μια σύνδεση TCP και την θύρα 80 να «ακούει» τις διάφορες αιτήσεις.

Apache web server

Πρόκειται για έναν πολύ δημοφιλή εξυπηρετητή του παγκόσμιου ιστού. Ο apache εγκαθίσταται σε έναν υπολογιστή ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιεί διάφορα λειτουργικά συστήματα ενώ ο ρόλος του είναι να αναμένει αιτήσεις από διάφορα προγράμματα όπως ένας φυλλομετρητής και στη συνέχεια εξυπηρετεί «σερβίροντας» τις σελίδες που ζητούνται είτε απευθείας είτε μέσω μιας ηλεκτρονικής διεύθυνσης είτε μέσα από συνδέσμους[44]. Ο τρόπος με τον οποίο ο apache εξυπηρετεί τις αιτήσεις που δέχεται είναι σύμφωνος με τα πρότυπα που ορίζει το πρωτόκολλο HTTP. Ο apache server ξεκίνησε να υφίσταται από τις αρχές του 1990 ως ένα project του National Center for Supercomputing Applications (NCSA) και από το 1995 την διαχείρισή του έχει αναλάβει το ίδρυμα λογισμικού apache[45].

Χαρακτηριστικά και λειτουργίες

Ο apache φέρει μια ποικιλία χαρακτηριστικών και μπορεί να υποστηρίξει μια πλειάδα εφαρμογών με τις οποίες και συνεργάζεται. Το πρόγραμμα καθαυτό περιέχει σχετικά περιορισμένες δυνατότητες όμως το ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του είναι οι προσθήκες προγραμμάτων (modules) οι οποίες προσφέρουν επιπλέον λειτουργίες. Μερικά από τα πιο γνωστά modules του Apache HTTP είναι τα modules πιστοποίησης, όπως για παράδειγμα τα mod_access, mod_auth, mod_digest κ.λπ. Παρέχει επίσης SSL σε TLS μέσω των (mod_ssl), και proxy module (mod_proxy), πραγματοποιεί ανακατευθύνσεις διευθύνσεων (URL rewrites) μέσω του mod_rewrite, καταγραφές συνδέσεων μέσω του mod_log_config, συμπίεση αρχείων μέσω του mod_gzip και πολλά άλλα modules τα οποία διατίθενται είτε απ'ο το Apache Software Foundation, είτε από τρίτες εταιρίες λογισμικού.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό – δυνατότητα του Apache HTTP, όπως έχω αναφέρω πιο πάνω, είναι ότι μπορεί να εγκατασταθεί σε διάφορα λειτουργικά συστήματα. Ο Apache HTTP υποστηρίζει επίσης αρκετές διάσημες εφαρμογές και γλώσσες προγραμματισμού όπως MySQL, PHP, Perl, Python κ.λπ.[45]

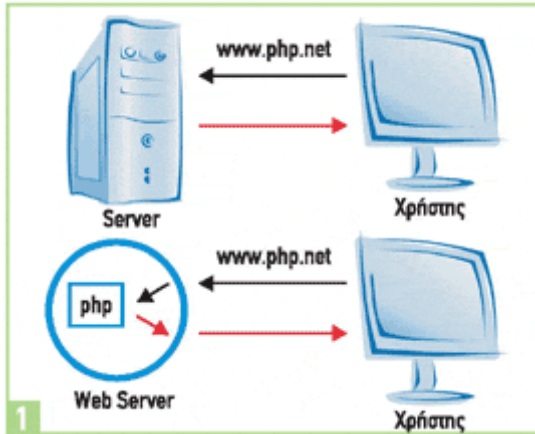
Η γλώσσα PHP

Η γλώσσα PHP είναι μια γλώσσα που συμβάλει αποφασιστικά στην ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών όπως είναι newsportals, blogs, content management systems κλπ. Είναι μια scripting language με στοιχεία από την C και την Perl που εκτελείται από την πλευρά του διακομιστή και τα αποτελέσματα της εκτέλεσης παρουσιάζονται στον χρήστη μέσα από την HTML. Αρχικά PHP σήμαινε personal home pages αλλά πλέον τα αρχικά της σημαίνουν hypertext preprocessor[47]. Τα πλεονεκτήματα της PHP είναι δεδομένα.

- Υψηλή απόδοση
Διασυνδέσεις με πολλά διαφορετικά συστήματα βάσεων δεδομένων
- Ενσωματωμένες βιβλιοθήκες για πολλές συνηθισμένες Web διαδικασίες
- Χαμηλό κόστος
- Ευκολία μάθησης και χρήσης

- Μεταφερισιμότητα
- Διαθεσιμότητα του κώδικα προέλευσης[48]

Πώς δουλεύει;



Σχήμα 4.17: λειτουργία php

Το παραπάνω σχεδιάγραμμα δείχνει με άμεσο τρόπο τι ακριβώς συμβαίνει. Ο χρήστης καλεί μια σελίδα και ο διακομιστής κάνει τις σχετικές διαδικασίες προκειμένου να επιστρέψει το επιθυμητό αποτέλεσμα στον χρήστη[49]. Μια απλή σελίδα (γραμμένη σε HTML) παρακάμπτει το λογισμικό της PHP που είναι εγκατεστημένο στον διακομιστή και εμφανίζεται όπως ακριβώς είναι στον χρήστη. Όμως όταν έρθει η στιγμή να ανανεωθεί το υλικό μιας σελίδας τότε τα πράγματα αλλάζουν. Με την βοήθεια της PHP μπορεί να γίνει εφικτή η διαχείριση και η εύκολη ανανέωση των περιεχομένων μιας ιστοσελίδας. Έτσι απλές φόρμες HTML μεταφέρουν το πληροφοριακό υλικό στον διακομιστή και εκεί μέσω της PHP γίνεται η διαχείριση και η μεταφορά του από και προς την βάση δεδομένων[49].

Παράδειγμα php κώδικα που διαχειρίζεται στοιχεία μιας φόρμας html

```
<html>
<body>

<form action="insert.php" method="post">
Firstname: <input type="text" name="firstname" />
Lastname: <input type="text" name="lastname" />
Age: <input type="text" name="age" />
```

```

<input type="submit" />
</form>

</body>
</html>
-----
<?php
$con = mysql_connect("localhost","peter","abc123");
if (!$con)
{
    die('Could not connect: ' . mysql_error());
}

mysql_select_db("my_db", $con);

$sql="INSERT INTO Persons (FirstName, LastName, Age)
VALUES
('$_POST[firstname]','$_POST[lastname]','$_POST[age]')";

if (!mysql_query($sql,$con))
{
    die('Error: ' . mysql_error());
}
echo "1 record added";

mysql_close($con);
?>

```

Η MySQL

Η γλώσσα MySQL είναι ένα γρήγορο και δυνατό σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Σε προηγούμενο κεφάλαιο περιγράφηκε ότι μια βάση δεδομένων επιτρέπει την αποθήκευση, την αναζήτηση, την ταξινόμηση και την ανάκληση των δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί. Ο MySQL διακομιστής ελέγχει την πρόσβαση στα δεδομένα ώστε να καθίσταται εφικτή η πολλαπλή πρόσβαση χρηστών αποτελώντας κατά αυτόν τον τρόπο έναν πολυνηματικό διακομιστή. Χρησιμοποιεί την SQL σαν τυπική γλώσσα ερωτημάτων και παρουσιάζει κάποια δεδομένα πλεονεκτήματα:

- Μερικοί από τους κύριους ανταγωνιστές της MySQL είναι οι PostgreSQL , Microsoft

SQL και Oracle[50].

- Η MySQL έχει πολλά πλεονεκτήματα , όπως χαμηλό κόστος , εύκολη διαμόρφωση

και μάθηση και ο κώδικας προέλευσης είναι διαθέσιμος[51].

Απόδοση

Η MySQL είναι χωρίς αμφιβολία γρήγορη. Πολλές δείχνουν ότι η MySQL είναι αρκετά πιο γρήγορη από τον ανταγωνισμό.

Δημιουργία δυναμικής ιστοσελίδας σε PHP.

Χαμηλό κόστος

Η MySQL είναι διαθέσιμη δωρεάν , με άδεια ανοικτού κώδικα (Open Source) ή με χαμηλό κόστος , αν ληφθεί εμπορική άδεια, αν απαιτείται από την εφαρμογή μας.

Ευκολία Χρήσης

Οι περισσότερες μοντέρνες βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούν SQL.

Μεταφερσιμότητα

Η MySQL μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά διαφορετικά συστήματα Unix όπως επίσης και στα Microsoft Windows .

Κώδικας Προέλευσης

Όπως και με την PHP , είναι εφικτή η τροποποίηση του κώδικα προέλευσης της MySQL[51].

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database named 'epihalgr_epihal'. The interface includes a navigation menu on the left with a tree view of the database structure. The main area displays a table of database objects with columns for Name, Engine, Collation, Size, and Indexing. The table lists various tables related to 'jos_ajoom' and 'jos_acymailing'.

Πίνακας	Ενέργεια	Εγγραφές	Τύπος	Collation	Μέγεθος	Επιβάρυνση
jos_ajoom_lists		1	MyISAM	utf8_general_ci	7,5 KB	-
jos_ajoom_mailings		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_ajoom_queue		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_ajoom_stats_details		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_ajoom_stats_global		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_ajoom_subscribers		2	MyISAM	utf8_general_ci	7,1 KB	-
jos_ajoom_xonfig		239	MyISAM	utf8_general_ci	12,5 KB	-
jos_acymailing_config		114	MyISAM	utf8_general_ci	10,1 KB	-
jos_acymailing_fields		3	MyISAM	utf8_general_ci	3,1 KB	-
jos_acymailing_filter		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_history		23	MyISAM	utf8_general_ci	10,9 KB	-
jos_acymailing_list		1	MyISAM	utf8_general_ci	2,1 KB	-
jos_acymailing_listcampaign		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_listmail		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_listsub		7	MyISAM	utf8_general_ci	2,1 KB	-
jos_acymailing_mail		8	MyISAM	utf8_general_ci	5,9 KB	-
jos_acymailing_queue		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_rules		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_stats		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_subscriber		17	MyISAM	utf8_general_ci	10,6 KB	-
jos_acymailing_template		4	MyISAM	utf8_general_ci	20,5 KB	-
jos_acymailing_url		0	MyISAM	utf8_general_ci	4,0 KB	-
jos_acymailing_urlick		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_acymailing_userstats		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_admintools_acl		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-
jos_admintools_adminiplist		0	MyISAM	utf8_general_ci	1,0 KB	-

Σχήμα 4.18: διαχείριση MySQL μέσω του προγράμματος phpMyAdmin

4.4 Διαδικτυακά Πληροφοριακά συστήματα - Τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου - CMS

Ας ξεκινήσουμε από τα πολύ βασικά και να δηλώσουμε ξεκάθαρα ότι διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα θεωρείται οποιοδήποτε πληροφοριακό σύστημα είναι «ανεβασμένο» σε έναν διακομιστή (server) και μέσω ενός φυλλομετρητή (browser) μπορεί ένας χρήστης του διαδικτύου να έχει πρόσβαση σε κάποιο επίπεδο των περιεχομένων του συστήματος. Τα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα διακρίνονται σε στατικά και δυναμικά. Στατικά διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα είναι αυτά στα οποία τα δεδομένα δεν αποθηκεύονται και δεν μπορούν γενικότερα να διαχειριστούν σε πραγματικό χρόνο αλλά απαιτείται ανανέωση των περιεχομένων τους από κάποιον εξειδικευμένο διαχειριστή. Γενικά αυτού του είδους τα συστήματα τείνουν να εγκαταλειφθούν λόγω της δυσκολίας ανανέωσης του περιεχομένου. Δυναμικά είναι στην ουσία τα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα στα οποία τα δεδομένα αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων και επομένως μπορούν να διαχειριστούν ποικιλοτρόπως[52].

Σύγχρονα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα

Θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τα πληροφοριακά συστήματα σε 3 κατηγορίες αναλόγως τον τρόπο υλοποίησης τους. Τα διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα πρώτης γενιάς ή αλλιώς πληροφοριακά συστήματα της εποχής του web 1 , τα συστήματα δεύτερης γενιάς ή αλλιώς της εποχής του web 2 και τα συστήματα τρίτης γενιάς ή αλλιώς της εποχής του σημασιολογικού ιστού. Η διάκριση έχει να κάνει σχέση κυρίως με τον τρόπο πρόσβασης σε αυτά. Η πρόσβαση στα συστήματα πρώτης γενιάς πραγματοποιούνταν είτε μέσω της απευθείας πληκτρολόγησης της ηλεκτρονικής διεύθυνσης της ιστοσελίδας που υλοποιούσε το σύστημα είτε μέσω ενός υπερσυνδέσμου από μια άλλη ιστοσελίδα. Η μετεξέλιξη ήταν τα συστήματα δεύτερης γενιάς στα οποία η πρόσβαση εξασφαλίζεται πέραν από τους παραδοσιακούς τρόπους μέσω των μηχανών αναζήτησης. Η ουσιαστική αυτή διαφοροποίηση με την άμεση εξερεύνηση των διαδικτυακών συστημάτων σήμανε και την ραγδαία αύξηση στον αριθμό τους. Θεωρούμε ότι ακόμα διανύουμε την δεύτερη εποχή του διαδικτύου όπου ο ρόλος των μηχανών αναζήτησης είναι κυρίαρχος. Τέλος τα συστήματα τρίτης γενιάς θεωρούνται ή θα θεωρούνται εκείνα τα οποία με συγκεκριμένες προγραμματιστικές τεχνικές (εξόρυξη γνώσης, προηγμένη επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή, ευφυής πράκτορες, μηχανική μάθηση) θα δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη του διαδικτύου να έχει πρόσβαση στο συγκεκριμένο περιεχόμενο του πληροφοριακού συστήματος που επιθυμεί χωρίς να πλοηγείται σε μη χρήσιμες για αυτόν πληροφορίες. Οι παραπάνω προγραμματιστικές τεχνικές που αναφέρονται μπορούν να λειτουργήσουν ως ένας «αποδελτιωτής» δεδομένων και πληροφορίας[53].

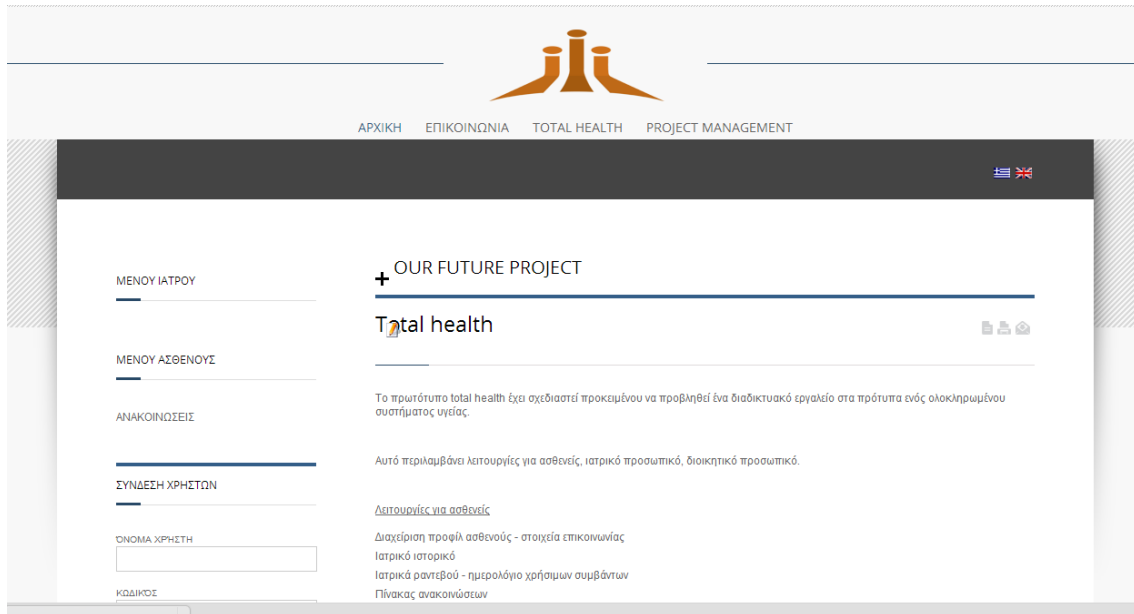
Τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου είναι διαδικτυακά πληροφοριακά συστήματα που έχουν σκοπό την διευκόλυνση την ανάπτυξης πολύπλοκων πληροφοριακών συστημάτων. Τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου όπως εξάλλου μαρτυρά και το όνομά τους δημιουργήθηκαν κάτω από την παρουσία συγκεκριμένων αναγκών που σχετίζονται με την διαχείριση μεγάλου σε όγκο δεδομένων. Στην ουσία πρόκειται για έναν προγραμματιστικό κορμό προκειμένου ο κάθε ενδιαφερόμενος και πάντοτε ανάλογα την προγραμματιστική του εμπειρία να χτίσει επάνω το όποιο σύστημα. Κύρια φιλοσοφία των cms είναι η αρχή του WYSIWYG (what you see is what you get) «ότι βλέπεις είναι αυτό που παίρνεις». Πιο

συγκεκριμένα με τον παραπάνω όρο εννοείται ότι η βασική διαχείριση ενός cms είναι εύκολη και κατά ένα μεγάλο ποσοστό πραγματοποιείται από έναν κειμενογράφο[52].

4.5 Το cms Joomla

Το joomla cms είναι ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου ή πιο απλά ένας γρήγορος, εύκολος και αποδοτικός τρόπος ανάπτυξης ενός διαδικτυακού πληροφοριακού συστήματος. Το joomla που στα Σουαχίλι σημαίνει «όλοι μαζί» δημιουργήθηκε με σκοπό να προσφέρει έναν πυρήνα εργαλείων σε προγραμματιστές ώστε να «πατήσουν» επάνω και να χτίσουν εξατομικευμένες επεκτάσεις σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Το βασικότερο πλεονέκτημα του συστήματος διαχείρισης περιεχομένου joomla είναι πρώτον η αρχιτεκτονική δόμησής του και δεύτερον η τεράστια διαδικτυακή κοινότητα που υποστηρίζει την ανάπτυξη και την εξέλιξη αυτής της opensource πλατφόρμας. Άρα προκειμένου ένας προγραμματιστής να «χτίσει» το δικό του πληροφοριακό σύστημα έχει να επιλέξει μέσα από build-in (προκαθορισμένες) λειτουργίες που δίνει η βασική έκδοση του cms είτε να χρησιμοποιήσει και να εγκαταστήσει έτοιμες (freeware ή commercial) επεκτάσεις (που υλοποιούν αυτό που επιθυμεί ο προγραμματιστής) είτε να τοποθετήσει (inject) προσωπικό κώδικα που επεκτείνει τον κορμό των βασικών λειτουργιών. Περί το 2,5% του παγκόσμιου αριθμού ιστοσελίδων εκτιμάται ότι βρίσκονται στημένες επάνω στον κώδικα που παρέχει το joomla γεγονός το οποίο αναδεικνύει την τεράστια απήχηση και αποτελεσματικότητά του σαν εργαλείο ανάπτυξης διαδικτυακών πληροφοριακών συστημάτων.

Το joomla χωρίζεται σε 2 κόσμους: το προσκήνιο (frontend) το οποίο είναι αυτό που βλέπει ο χρήστης και το παρασκήνιο (backend) το οποίο είναι η κονσόλα διαχείρισης[53] όλων των λειτουργιών του συστήματος. Στο παρασκήνιο όπως είναι φυσικό έχουν πρόσβαση μόνο εξουσιοδοτημένα πρόσωπα.



Εικόνα 4.1: προσκήνιο Joomla



Εικόνα 4.2: παρασκήνιο Joomla

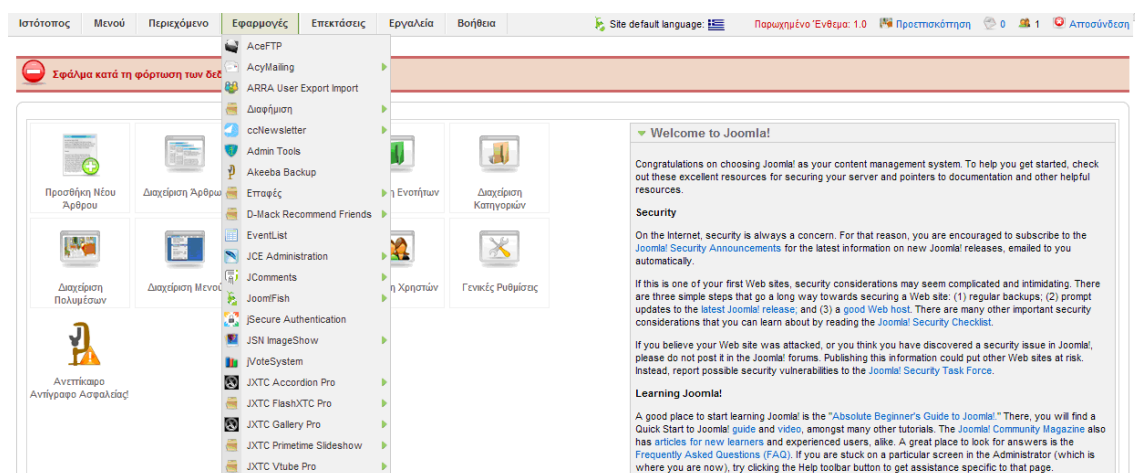
Το Joomla όμως εξελίσσεται , αναπτύσσεται , αναδιαμορφώνεται μέσα από τις επεκτάσεις (extensions) που χωρίζονται σε εφαρμογές(components), ενθέματα (modules), πρόσθετα (plugins) και πρότυπα (templates). Ας δούμε λίγο πιο συγκεκριμένα τι είναι το καθένα από αυτά.

Εφαρμογές (components)

Μία από τις επεκτάσεις του Joomla είναι οι εφαρμογές (components). Οι εφαρμογές είναι κομμάτια κώδικα που πραγματοποιούν συγκεκριμένες λειτουργίες. Οι εφαρμογές χωρίζονται σε εφαρμογές διαχείρισης και εφαρμογές επέκτασης.

Οι εφαρμογές διαχείρισης περιεχομένου επιτρέπουν την αλλαγή του περιεχομένου χωρίς να είναι απαραίτητες ειδικές γνώσεις σχετικές με την δημιουργία ιστοσελίδων ή γραφικών καθώς τα κείμενα συγγράφονται μέσω ειδικών κειμενογράφων με πλήρεις δυνατότητες μορφοποίησης. Η βασικότερη εφαρμογή διαχείρισης της διανομής του Joomla είναι η συγγραφή περιεχομένου, η ταξινόμησή του σε κατηγορίες και υπερκατηγορίες (ενότητες).[53]

Οι εφαρμογές επέκτασης είναι ολοκληρωμένες υπομονάδες του κύριου κορμού ενός cms και υλοποιούν οποιαδήποτε προγραμματιστικό εγχείρημα. Για παράδειγμα μια εφαρμογή επέκτασης θα μπορούσε να υλοποιήσει(ή να επεκτείνει αν υπάρχει ήδη άλλη εφαρμογή) τον διαχωρισμό των χρηστών ενός πληροφοριακού συστήματος υγείας σε ρόλους με διαφορετικά επίπεδα και δικαιώματα πρόσβασης. Επίσης μια εφαρμογή επέκτασης θα μπορούσε να χωρίζει το περιεχόμενο του συστήματος σε πολλές γλώσσες, μια άλλη εφαρμογή επέκτασης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την οργάνωση του πολυμεσικού υλικού, μια άλλη την αποστολή newsletter κλπ.[53]



Εικόνα 4.3: Παράδειγμα εφαρμογών στο παρασκήνιο

Άρθρο: [Νέο]

Προσαρμογή Αποθήκευση Εφαρμογή Ακύρωση Βοήθεια

Τίτλος: Δημοσιευμένο: Όχι Ναι
 Ψευδώνυμο: Πρωτοσέλιδο: Όχι Ναι
 Ενότητα: Εισός Κατηγοριών Κατηγορία: Εισός Κατηγοριών

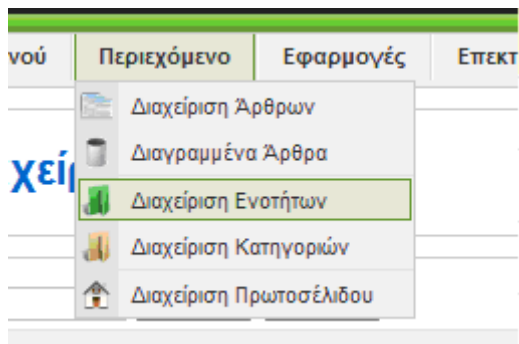
Κατάσταση Δημοσιευμένο/α
 Εμφανίσες 0 Φορές
 Αναθεωρημένο Παρασκευή, 15 Ιουνίου 2012 15:18
 Δημιουργήθηκε
 Τροποποιήθηκε Δεν Τροποποιήθηκε

▼ Παράμετροι (Άρθρου)
 Άρθρογράφος Administrator
 Ψευδώνυμο Άρθρογράφου
 Επίπεδο Πρόσβασης Δημόσιο
 Ημερομηνία Δημοσίευσης 2012-06-15 15:18:31
 Έναρξη Δημοσίευσης 2012-06-15 15:18:31
 Τέλος Δημοσίευσης Ποτέ

► Παράμετροι (Προχωρημένες)
 ► Πληροφορίες Περιγραφής

Εικόνα 4.4 : παράδειγμα συγγραφής περιεχομένου στο παρασκήνιο

Η συγγραφή ενός άρθρου είναι μια εργασία που υλοποιείται με την χρήση εξειδικευμένου κειμενογράφου ο οποίος δίνει την δυνατότητα για προσθήκη οποιασδήποτε πληροφορίας (κείμενο – πολυμέσα κλπ). Μετά την συγγραφή του άρθρου και πριν την δημοσίευσή του πρέπει να δοθεί η κατηγορία και η ενότητα στις οποίες ανήκει το νέο άρθρο και τέλος πριν την αποθήκευσή του πρέπει να δοθούν οι παράμετροι δημοσίευσης όπως το επίπεδο πρόσβασης (δημόσια – για μέλη – ειδική πρόσβαση), όπως στοιχεία για την ημερομηνία δημοσίευσης, τροποποίησης κλπ.[54]



Εικόνα 4.5: κατηγοριοποίηση περιεχομένου

#	Τίτλος	Δημοσιευμένο/α	Ταξινόμηση	Επίπεδο Πρόσβασης	Ενότητα	# Ενεργών	# Απορριμμάτων	Α/Α
1	ΕΠΙΚΑΡΟΤΗΤΑ	✓	3	Δημόσιο	News	10	0	65
2	ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ	✓	4	Δημόσιο	News	3	0	54
3	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ	✓	1	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	5	0	53
4	ΠΛΗΡΟΦΟΡΕΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	✓	4	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	2	0	57
5	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕΛΩΝ	✓	5	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	0	0	58
6	ΝΟΜΟΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	✓	5	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	1	0	71
7	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ	✓	9	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	6	0	62
8	ΒΙΝΤΕΟ	✓	10	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	1	0	63
9	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ	✓	11	Δημόσιο	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	7	0	64

Εικόνα 4.6: κατηγοριοποίηση περιεχομένου σε ενότητες/κατηγορίες

Ένας χρήστης που ανήκει στην ομάδα διαχείρισης μπορεί να δημιουργήσει μια ενότητα, να δημιουργήσει μια κατηγορία μέσα σε αυτή την ενότητα και στην συνέχεια να αντιστοιχίσει άρθρα. Ένα άρθρο μπορεί να υπάρχει ταυτόχρονα σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Επίσης ο χρήστης διαχειριστής έχει την δυνατότητα να διαγράψει άρθρα, κατηγορίες, ενότητες ή να προβεί σε αρχειοθέτηση των άρθρων.

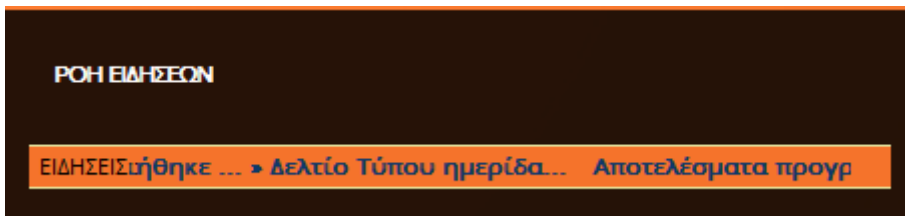
Ενθέματα (modules)

Τα ενθέματα είναι στιγμιότυπα των εφαρμογών του Joomla!. Στιγμιότυπα διότι αποτελούν μια σκοπούμενη όψη των εφαρμογών. Τα ενθέματα είναι υπεύθυνα για τον όμορφο και οργανωμένο τρόπο παρουσίασης του περιεχομένου. Slideshows, carousels, article showcase, image rotarors, animated banners, youtube style εμφάνιση πολυμέσων και πολλά πολλά άλλα είναι αποτέλεσμα της χρήσης των ενθεμάτων. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η παρουσίαση στο προσκήνιο ενός στιγμιότυπου μιας κατηγορίας άρθρων με τα 5 τελευταία άρθρα που συντάχθηκαν. Αυτό είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα για την χρήση των ενθεμάτων. Τα ενθέματα μπορούν να δημοσιεύονται σε διάφορες θέσεις που έχουν δημιουργηθεί μέσα από το CSS στο template της ιστοσελίδας. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να εμφανίζονται σε συγκεκριμένες σελίδες, σε συγκεκριμένα μενού ορίζοντας έτσι ένα απόλυτα δυναμικό τρόπο παρουσίασης της ιστοσελίδας ή όπως αλλιώς θα λέγαμε σε ένα float φόντο.[55]



Εικόνα 4.7: ένθεμα στο προσκήνιο

Ένθεμα παρουσίαση ενός slideshow με εικόνες



Εικόνα 4.8: Ένθεμα στο προσκήνιο (κινούμενη ροή ειδήσεων με τα τελευταία 10 άρθρα μιας κατηγορίας περιεχομένου)

Ένθεμα: [Επεξεργασία]

Λειτουργίες

Είδος Ενθέματος: **mod_lca**

Τίτλος: **ΑΡΧΕΙΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟ:**

Εμφάνιση Τίτλο: Όχι Ναι

Ενεργοποιημένο: Όχι Ναι

Θέση: **content-top-a**

Ταξινόμηση: **0: Βρίσκεστε | | εδώ**

Επίπεδο Πρόσβασης: **Δημόσια**

Α/Α: 430

Περιγραφή: **Mod Lca shows the articles sorted by date (By Joni1nm.es)**

Σύνδεση Μενού

Μενού: Όλα Κανένα Επιλογή Στοιχείων Μενού από τη Λίστα

Επιλογή Μενού: **bottomenu**

- ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑΣ
- ΕΡΕΥΝΕΣ - ΔΗΜΟΣΚΟΠΗΣΕΙΣ
- ExamplePages
- JoomlaXTC
- JomSocial
- Virtuemart
- Seyret Video
- Eventlist
- Kunena
- extensions

Παράμετροι

Παράμετροι Ενθέματος

Προσωρινή Αποθήκευση: **No**

Χρόνος Προσωρινής Αποθήκευσης: **900**

Επιθήμα Κλάσης του Ενθέματος:

Show registered articles: **Yes**

Show archived articles: **Yes**

Order by...: **Date created**

Order years: **Descending**

Order months: **Descending**

Order articles: **Descending**

Show date next to article: **Yes**

Cut title: **0**

Use images: **No**

Show the number of articles of the years and months: **Yes**

Always collapsed: **Yes**

Show Copyright: **No**

Max articles: **150**

Εικόνα 4.9: ρυθμίσεις ενθέματος στο παρασκήνιο (εμφάνιση αρχειοθετημένων άρθρων με την μορφή accordion)

Πρόσθετα (plugins)

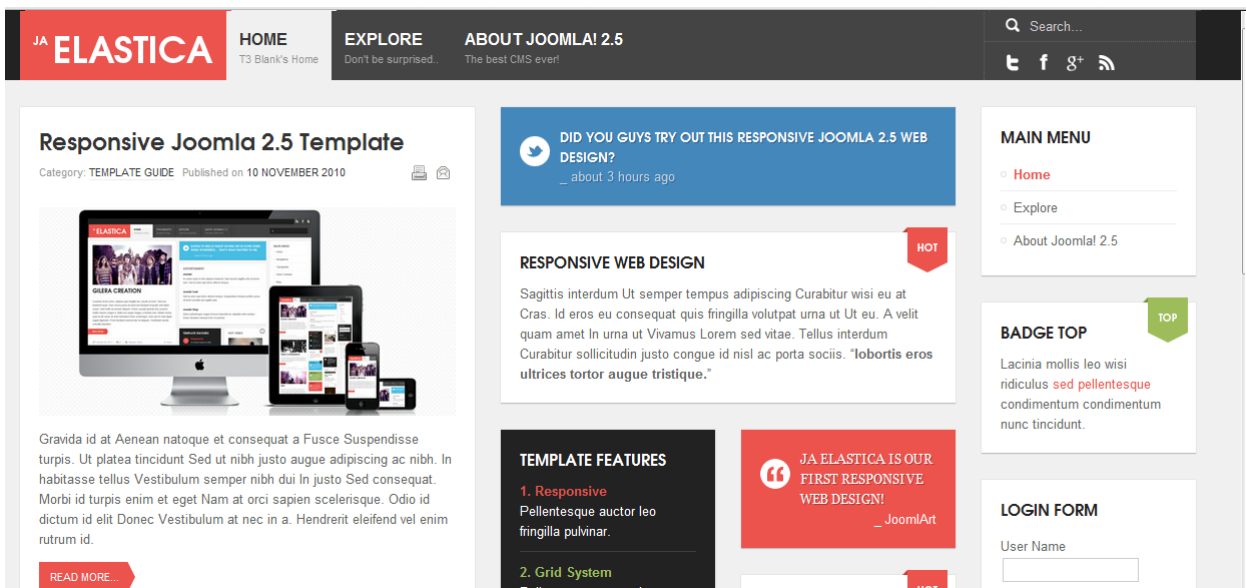
Τα πρόσθετα είναι κομμάτια κώδικα τα οποία αλλάζουν δυναμικά την εκτέλεση του κώδικα του βασικού κορμού. Κάποιοι τους δίνουν και την ονομασία small hacks διότι πρόκειται για μια εκ-παραδρομής αλλαγή εκτέλεσης των υφιστάμενων λειτουργιών. Για παράδειγμα ένα πρόσθετο μπορεί να αλλάζει τον τρόπο εμφάνισης λεπτομερειών ενός άρθρου. Δηλαδή μπορεί να εμφανίζει επιπλέον πληροφορίες όπως τον αριθμό των ατόμων που παρακολούθησαν αυτό το άρθρο κλπ. Σε ένα άλλο παράδειγμα ένα πρόσθετο θα μπορούσε να απενεργοποιήσει το δεξί κλικ στην ιστοσελίδα για την αποφυγή της αντιγραφής του περιεχομένου και κατά επέκταση τον έλεγχο της πνευματικής ιδιοκτησίας.[55]

#	Όνομα Προσθέτου	Ενεργοποιημένο	Ταξινόμηση	Επίπεδο Πρόσβασης	Είδος	Αρχείο	A/A
1	AcyMailing Tag : Manage the Subscription	✓	1	Δημόσιο	acymailing	tagsubscription	180
2	AcyMailing Tag : Subscriber Information	✓	2	Δημόσιο	acymailing	tagsubscriber	179
3	AcyMailing Tag : Joomla User Information	✓	3	Δημόσιο	acymailing	taguser	182
4	AcyMailing Tag : CB User information	✗	4	Δημόσιο	acymailing	tagcbuser	177
5	AcyMailing table of contents generator	✓	5	Δημόσιο	acymailing	tablecontents	176
6	AcyMailing Tag : Date / Time	✓	5	Δημόσιο	acymailing	tagtime	181
7	AcyMailing Tag : Website links	✓	6	Δημόσιο	acymailing	online	173
8	AcyMailing Manage text	✓	10	Δημόσιο	acymailing	managetext	172
9	AcyMailing Tag : content insertion	✓	11	Δημόσιο	acymailing	tagcontent	178
10	AcyMailing : trigger Joomla Content plugins	✗	15	Δημόσιο	acymailing	contentplugin	171

Εικόνα 4.10: διαχείριση προσθέτων

Τα πρότυπα (templates)

Τα πρότυπα είναι το κομμάτι της αισθητικής του συστήματος Joomla. Είναι ο τρόπος παρουσίασης όλων των πληροφοριών, το φόντο, η διάταξη των στοιχείων κλπ. Το Joomla επιτρέπει δυναμική εμφάνιση σε μια ιστοσελίδα είτε με την ανάθεση διαφορετικού προτύπου ανά μενού ή διαφορετική εμφάνιση ανά σελίδα μέσα από την χρήση των page class suffixes δηλαδή την αντιστοίχιση CSS κλάσεων που έχουν δημιουργηθεί για την ανάθεση διαφορετικού στυλ ανά σελίδα. [55]



Εικόνα 4.11: παράδειγμα προτύπου

Εικόνα 4.12 : επεξεργασία προτύπου

Διαχείριση χρηστών – Διαβαθμισμένη πρόσβαση

Ιδιαίτερα σημαντική εφαρμογή του συστήματος είναι ο διαχωρισμός των ατόμων σε διαβαθμισμένα γκρουπ αλλά και οι εξατομικευμένες ρυθμίσεις πρόσβασης για κάθε χρήστη. Η έκδοση 1.5 του cms περιείχε μια σχετική έλλειψη επιλογών κάτι το οποίο ήρθε να διορθώσει η έκδοση 2.5 χαρίζοντας όλες εκείνες τις δυνατότητες διαβάθμισης πρόσβασης στην βασική διανομή του Joomla!. Φυσικά κάποιος μπορεί να χρησιμοποιήσει είτε μια άλλη εξειδικευμένη εφαρμογή για την διαχείριση χρηστών είτε ακόμα και να γράψει κώδικα ο οποίος να πραγματοποιεί τον έλεγχο πρόσβασης κατά τον επιθυμητό τρόπο.[52]

Στο σύστημα 1.5 οι χρήστες χωρίζονται σε γκρουπ προσκηνίου(πρόσβαση περιεχομένου) και γκρουπ παρασκηνίου (γκρουπ διαχείρισης).

Διαχείριση Χρηστών								Αποσυνδεδεμένος	Διαγραφή	Επεξεργασία	Νέο	Βοήθεια
Φίλτρο:	Μετάβαση	Μηδένιας			- Επιλέξτε Ομάδα -					- Επιλέξτε Κατάσταση Αρχείου Καταγραφών -		
#	<input type="checkbox"/>	Όνομα	Όνομα Χρήστη	Συνδεδεμένος	Ενεργοποιημένο/α	Ομάδα	Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο	Τελευταία Επίσκεψη	A/A			
1	<input type="checkbox"/>	Administrator	admin	✓	✓	Υπερδιαχειριστής	info@epihal.gr	2012-06-16 13:03:58	62			
2	<input type="checkbox"/>	ARI ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ	2399020127		✓	Μέλος/η	1651	Ποτέ	1366			
3	<input type="checkbox"/>	BALLA TASHO TOY IDRIS ΜΠΑΛΛΑ ΤΑΣΟ ΤΟΥ ΙΝΤΡΙΣ	69370331636		✓	Μέλος/η	888	Ποτέ	802			
4	<input type="checkbox"/>	BOLKAS MATHILDE TOY STEFAN	2374071498		✓	Μέλος/η	828	Ποτέ	757			
5	<input type="checkbox"/>	BORN CHRISTIAN TOY LOTHAR (ΜΠΟΡΝ ΚΡΙΣΤΙΑΝ ΤΟΥ ΛΟΘΑΡ	6976369475		✓	Μέλος/η	201	Ποτέ	243			
6	<input type="checkbox"/>	BRAHO ILIA TOY VANGJEL	6970985013		✓	Μέλος/η	285	Ποτέ	315			
7	<input type="checkbox"/>	CAMPBELL IAN TOY EDWARD WILLIAM (ΚΑΜΠΕΛ IAN ΤΟΥ ΕΝΤΟΥΑΡΤ)	2374062542		✓	Μέλος/η	1785	Ποτέ	1477			
8	<input type="checkbox"/>	CELA LLAZI TOY XHEVAIR (ΣΕΛΛΑ ΛΑΖΗ ΤΟΥ ΧΕΒΑΙΡ)	2373065618 - ΛΟΓΙΣΤ		✓	Μέλος/η	1266	Ποτέ	1069			
9	<input type="checkbox"/>	DEDGJONAJ PAULIN TOY MARK (ΝΤΕΝΤΖΟΝΑΙ ΠΑΟΥΛΙΝ ΤΟΥ ΜΑΡΚ)	6974634311		✓	Μέλος/η	2037	Ποτέ	1656			
10	<input type="checkbox"/>	DELPAK ΕΠΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΜΠΟΡΙΑ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ	2371052384		✓	Μέλος/η	16	Ποτέ	79			
11	<input type="checkbox"/>	demo	demo		✓	Μέλος/η	demo@epihal.gr	2012-03-17 22:18:14	1866			
12	<input type="checkbox"/>	DHOSKA VANGJEL TOY THANASI (ΝΤΟΣΚ	6944533064		✓	Μέλος/η	1781	Ποτέ	1474			
13	<input type="checkbox"/>	DOMISSIMA A.E.ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ - ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤ	2399020320		✓	Μέλος/η	224	Ποτέ	260			
14	<input type="checkbox"/>	DRIZAJ DRITAN TOY SAMI	6942232723		✓	Μέλος/η	1234	Ποτέ	1046			

Εικόνα 4.13: Διαχείριση χρηστών συστήματος

Ιστότοπος	Μενού	Περιεχόμενο	Εφαρμογές	Επεκτάσεις	Εργαλεία	Βοήθεια	Site default language:	Παρωχημένο Ένθεμα: 1.0	Προεπισκόπηση	0	1	Αποσύνδεση
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> Χρήστης: [Νέο] </div> <div> Αποθήκευση Εφαρμογή Ακύρωση Βοήθεια </div> </div>												
Στοιχεία Χρήστη						Παράμετροι						
Όνομα <input type="text"/> Όνομα Χρήστη <input type="text"/> Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο <input type="text"/> Νέος Κωδικός Εισόδου <input type="text"/> Επιβεβαίωση Κωδικού Εισόδου <input type="text"/> Ομάδα <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> Δημόσιος Ιστότοπος <input checked="" type="radio"/> Μέλος/η <input type="radio"/> Αρθρογράφος <input type="radio"/> Συντάκτης <input type="radio"/> Εκδότης <input type="radio"/> Δημόσια Διαχείριση <input type="radio"/> Συντονιστής <input type="radio"/> Διαχειριστής <input type="radio"/> Υπερδιαχειριστής </div> Αποκλεισμός Χρήστη <input checked="" type="radio"/> Όχι <input type="radio"/> Ναι Λήψη Μηνυμάτων Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου από το Σύστημα <input checked="" type="radio"/> Όχι <input type="radio"/> Ναι						Γλώσσα Διαχείρισης - Επιλέξτε Γλώσσα - <input type="text"/> Γλώσσα Ιστοτόπου - Επιλέξτε Γλώσσα - <input type="text"/> Επεξεργαστής Χρηστών - Επιλέξτε Επεξεργαστή Κειμένου - <input type="text"/> Ιστότοπος Βοήθειας <input type="text"/> Οριζιαία Ζώνη (UTC 00:00) Ζώνη Δυτικής Ευρώπης, Λονδίνο, Λισαβόνα, Καζαμπλάνκα <input type="text"/>						
Πληροφορίες Επικοινωνίας						Ο Χρήστης δεν έχει συνδεθεί με στοιχεία Επικοινωνίας. Βλέπε Εφαρμογές =>Επταφές=> Διαχείριση Επταφών για λεπτομέρειες.						

Εικόνα 4.14: δημιουργία νέου χρήστη και ανάθεση δικαιωμάτων πρόσβασης/παραμέτρων

Δημιουργία και διαχείριση μενού

Είναι γνωστό ότι σε όλα τα συστήματα με γραφική διεπιφάνεια η πλοήγηση στα περιεχόμενα επιταχύνεται μέσα από την χρήση κατάλληλων μενού. Στο σύστημα Joomla ως μενού εννοείτε η σύνδεση με μια από τις διαθέσιμες εφαρμογές και η παρουσίαση τους μέσα από το προσκήνιο. Έτσι αν θέλουμε να κάνουμε ένα κλικ και να εμφανίζονται

από ένα μενού όλες οι δημοσιεύσεις μιας κατηγορίας περιεχομένου μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα μενού που να πραγματοποιεί σελιδοποίηση των άρθρων μιας κατηγορίας είτε με την μορφή λίστας είτε με την μορφή ιστολογίου.[53]

Διαχείριση Στοιχείων Μενού: [mainmenu]

Μενού Προκαθορισμένο Δημοσίευση Απόσυρση Μετακίνηση Αντιγραφή Απορρίματα Επεξεργασία Νέο Βοήθεια

Φίλτρο: Μετάβαση Μηδένισε

Μέγιστο Επίπεδο 10 - Επιλέξτε Κατάσταση -

#	Στοιχείο Μενού	Προκαθορισμένο	Δημοσιευμένα/α	Ταξινόμηση	Επίπεδο Πρόσβασης	Είδος	Α/Α Στοιχείου
1	ΑΡΧΙΚΗ	★	✓	▼ 1	Δημόσιο	Άρθρα » Άρθρο	186
2	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ		✓	▲ ▼ 2	Δημόσιο	Separator	180
3	ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ		✓	▼ 1	Δημόσιο	Άρθρα » Άρθρο	182
4	ΜΗΝΥΜΑ ΠΡΟΕΔΡΟΥ		✓	▲ ▼ 2	Δημόσιο	Άρθρα » Άρθρο	225
5	ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ		✗	▲ 3	Δημόσιο	Separator	181
6	ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ		✓	▼ 1	Δημόσιο	Άρθρα » Άρθρο	183
7	ΠΡΟΕΔΡΟΣ		✓	▲ 2	Δημόσιο	Άρθρα » Άρθρο	184
8	ΔΙΟΙΚΗΣΗ		✓	4	Δημόσιο	Separator	230
9	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ		✓	▼ 1	Δημόσιο	Άρθρα » Κατηγορία	185
10	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ		✓	▲ 2	Δημόσιο	Άρθρα » Κατηγορία	220
11	ΕΠΙΚΕΙΡΗΣΕΙΣ		✗	5	Δημόσιο	Separator	192
12	ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΚΙΝΗΤΡΑ		✓	▼ 1	Δημόσιο	Άρθρα » Άρθρο	193

Εικόνα 4.15: Διαχείριση μενού

Στοιχείο Μενού: [Νέο]

Επιλέξτε το Είδος Στοιχείου Μενού

- [-] Εσωτερικός Σύνδεσμος
 - [-] AceFTP
 - [-] AcyMailing
 - [-] ARRA User Export Import
 - [-] Άρθρα
 - [-] ccNewsletter
 - [-] COM_ADMINTOOLS
 - [-] COM_AKEEBA
 - [-] Επαφές
 - [-] D-Mack Recommend Friends
 - [-] EventList
 - [-] JCE
 - [-] JComments
 - [-] Joomla!Fish
 - [-] JSecure Authentication
 - [-] JSN ImageShow
 - [-] JVoteSystem
 - [-] JXTC Accordion Pro
 - [-] JXTC FlashXTC Pro
 - [-] JXTC Gallery Pro
 - [-] JXTC Primetime Slideshow

Εικόνα 4.16: Επιλογή εφαρμογής για το νέο στοιχείου μενού

Ιστότοπος | Μενού | Περιεχόμενο | Εφαρμογές | Επεκτάσεις | Εργαλεία | Βοήθεια | Site default language: | Παρωχημένο Ένθεμα: 1.0 | Προσπακότηση | 0 | 1 | Αποσύνδεση

Στοιχείο Μενού: [Νέο]

 Αποθήκευση | Εφαρμογή | Ακύρωση | Βοήθεια

Είδος Στοιχείου Μενού

Βασική Σελιδοποίηση Καταλόγου Κατηγορίας Αλλαγή Είδους

Εμφανίζει τα Άρθρα μιας Κατηγορίας.

Λειτουργίες Στοιχείου Μενού

Τίτλος:

Ψευδώνυμο:

Σύνδεσμος:

Εμφάνιση στο:

Γονικό Στοιχείο:

Κορυφή
 ΑΡΧΙΚΗ
 ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ
 - ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ
 - ΜΗΝΥΜΑ ΠΡΟΕΔΡΟΥ
 - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ
 - ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ
 - ΠΡΟΕΔΡΟΣ
 - ΔΙΟΙΚΗΣΗ
 - ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Δημοσιευμένο: Όχι Ναι

Ταξινόμηση: Τα νέα Στοιχεία Μενού τοποθετούνται εξ ορισμού στην τελευταία θέση. Η ταξινόμηση μπορεί να αλλάξει μετά την αποθήκευση του Στοιχείου Μενού.

Παράμετροι (Βασικές)

Κατηγορία:

Συνδέσμων:

Κεφαλίδες Πίνακα: Απόκρυψη Προβολή

Στήλη Ημερομηνίας:

Μορφή Ημερομηνίας:

Φίλτρο: Απόκρυψη Προβολή

Πεδίο Φίλτρου:

Εικόνα 4.17: δημιουργία νέου μενού

Κεφάλαιο 5

Η εξόρυξη γνώσης (data mining)

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η παρουσίαση του γνωστικού αντικειμένου του *data mining* μέσα από την περιγραφή των μεθόδων της ομαδοποίησης, της ταξινόμησης, της παραγοντικής ανάλυσης και της παραγοντικής ανάλυσης των πολλαπλών αντιστοιχιών για την ανάδειξη της κυρίαρχης δομής και τάσεως των ιατρικών δεδομένων.

5.1 Ορισμός εξόρυξης γνώσης

Τα δεδομένα που παράγονται αυξάνονται διαρκώς σε πλήθος και η διαχείρισή τους είναι ιδιαίτερα κρίσιμη. Είναι γνωστό πως «πνιγόμαστε» από πλήθος δεδομένων αλλά «διψούμε» για την γνώση που προσφέρουν αυτές οι πηγές πληροφορίας. Ιδιαίτερα κατά την επεξεργασία πολυπληθών βιολογικών και ιατρικών δεδομένων που η διαχείρισή τους συναντά την ανάγκη για επεξεργασία και εξόρυξη πραγματικής πληροφορίας είναι αναγκαία η ύπαρξη μιας επιστημονικής προσέγγισης για την παραγωγή γνώσης από τα δεδομένα.

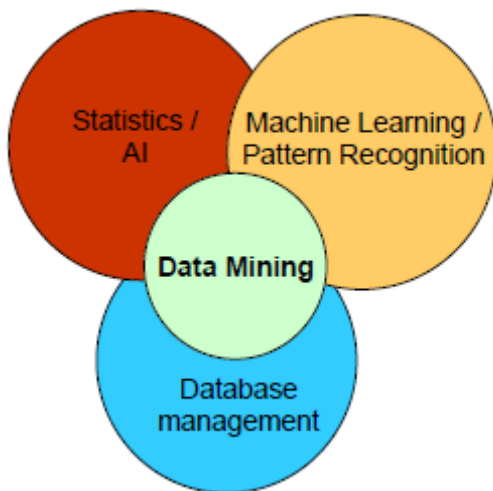
Η εξόρυξη γνώσης από τα δεδομένα είναι ιδιαίτερα σημαντική και μπορεί να οδηγήσει στην κατηγοριοποίηση και την ταξινόμηση των ιατρικών δεδομένων που αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων και σε αποθήκες δεδομένων (*data warehouses*). Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακάλυψη και την δημιουργία ομάδων μεταξύ των ιατρικών χαρακτηριστικών που μελετώνται. Επιπροσθέτως δύναται να αποκαλύψει συσχετίσεις και τάσεις μεταξύ των δεδομένων.

Στην ουσία η εξόρυξη γνώση από δεδομένα (*KDD – Knowledge Discovery in Data*) πρόκειται για μια μη τετριμμένη διαδικασία ανίχνευσης

- ❖ Έγκυρων
- ❖ Πρωτότυπων
- ❖ Χρησιμοποιήσιμων και
- ❖ Κατανοητών προτύπων μέσα στα δεδομένα

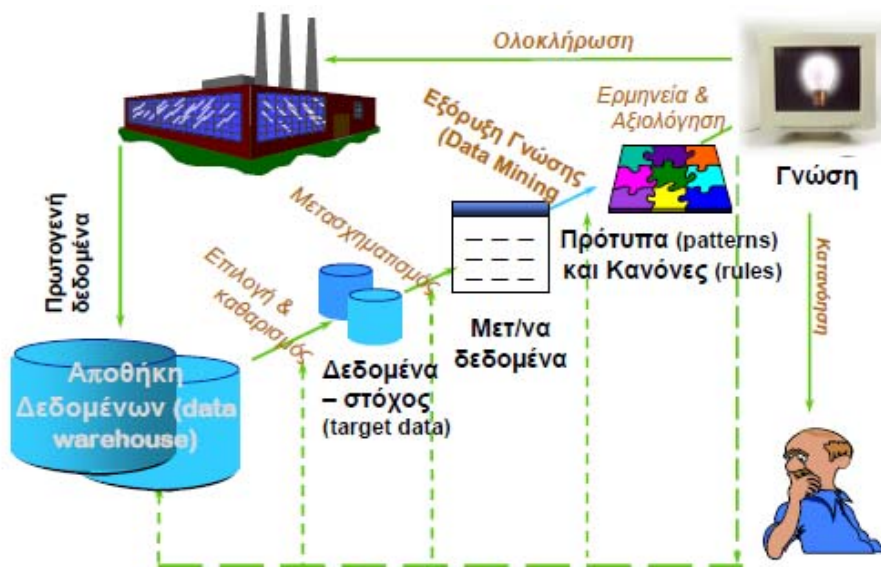
Ως επακόλουθο των παραπάνω προκύπτει ο ορισμός του Data Mining: Είναι μια διαδικασία ημι-αυτόματης επεξεργασίας και ανάλυσης αποθηκών δεδομένων με σκοπό την ανεύρεση πληροφορίας χρήσιμης και αξιοποιήσιμης που μπορεί να χαρακτηριστεί ως «γνώση»[56].

Η εξόρυξη γνώσης χρησιμοποιεί μια πλειάδα επιστημονικών πεδίων ανάμεσα στα οποία συγκαταλέγονται η στατιστική, η μηχανική μάθηση και η τεχνητή νοημοσύνη, η αναγνώριση προτύπων και φυσικά οι βάσεις δεδομένων.[57]



Σχήμα 5.1: επιστημονικά πεδία που χρησιμοποιούνται για την εξόρυξη γνώσης

Από την στιγμή που αποθηκεύονται τα δεδομένα μέχρι και την στιγμή που θα γίνει η εξόρυξη της γνώσης από αυτά υπάρχει μια διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 5.2: Η διαδικασία εξόρυξης γνώσης από τα δεδομένα

Έτσι για να προχωρήσουμε στην εξαγωγή γνώσης πρέπει να αποθηκεύσουμε τα πρωτογενή δεδομένα σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο(π .χ μια βάση δεδομένων) από τα οποία στην συνέχεια θα επιλέξουμε μια μικρή ομάδα η οποία θα μετασχηματιστεί προκειμένου να εφαρμοστεί επάνω της μια μεθοδολογία επεξεργασίας προκειμένου να παραχθεί κάποιο αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα που θα προκύψει πρέπει να επαληθευτεί για την εγκυρότητά του και στην συνέχεια θα παραχθεί η συγκεκριμένη γνώση για τα δεδομένα που αναλύθηκαν.

Στο Data Mining χρησιμοποιούνται συνηθέστερα οι τεχνικές:

- Κανόνες συσχετίσεων (Association Rules)
- Κατηγοριοποίηση/Ταξινόμηση(Classification)
- Συσταδοποίηση/Ομαδοποίηση(Clustering)
- Ανίχνευση Εξαιρέσεων
- Ακολουθίες και ανάλυση χρονοσειρών (sequential patterns-time series analysis)
- Ομοιότητα εικόνων.

5.2 Η προεπεξεργασία των δεδομένων

Πριν εφαρμοστεί κάποια από τις μεθοδολογίες εξόρυξης γνώσης πρέπει να γίνει διαχωρισμός των δεδομένων. Τα περισσότερα από τα δεδομένα δεν είναι χρήσιμα και πρέπει να αποκλειστούν από την συνέχεια της επεξεργασίας.

Συγκεκριμένα μπορούμε να διακρίνουμε τις παρακάτω εργασίες προετοιμασίας-προπαρασκευής των δεδομένων.

- ❖ Καθαρισμός των δεδομένων
- ❖ Μετασχηματισμός των δεδομένων
- ❖ Μείωση πλήθους δεδομένων
- ❖ Διακριτοποίηση δεδομένων

Γιατί όμως χρειάζεται να επεξεργαστούμε τα δεδομένα;

Κυρίως για τρεις λόγους. Διότι τα δεδομένα άλλοτε είναι ελλιπή ,άλλοτε είναι λανθασμένα και άλλοτε παρουσιάζουν ασυνέπεια. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να ξεχωρίσουμε τα δεδομένα γιατί σε πολλές περιπτώσεις παρατηρείται να λείπουν

χαρακτηριστικές τιμές και ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, γιατί υπάρχουν λανθασμένα και παραπλανητικά δεδομένα(outliers) τα οποία θα επηρεάσουν την επεξεργασία και τέλος διότι υπάρχουν δεδομένα που περιέχουν ασυμφωνίες σε κωδικούς και ονόματα.

Η σημασία της προπαρασκευής των δεδομένων είναι πολύ σημαντική γιατί κακής ποιότητας δεδομένα θα έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή κακής ποιότητας γνώσης. [58]

Καθαρισμός δεδομένων (συμπλήρωση ελλιπών τιμών, εντοπισμός θορύβου, επίλυση ασυνεπειών)

Ελλιπείς τιμές: τα δεδομένα πολλές φορές μπορεί να μην έχουν τιμές για αρκετά χαρακτηριστικά π.χ η τιμή της αρτηριακής πίεσης ενός ασθενούς ή ο αριθμός των επεμβάσεων στις οποίες έχει υποβληθεί ένας ασθενής.

Ελλιπή δεδομένα μπορεί να υπάρχουν είτε λόγω μηχανικής βλάβης είτε λόγω διαγραφής είτε λόγω μη εισαγωγής τους(επειδή θεωρήθηκαν ασήμαντα).

Πως πρέπει να διαχειριστούμε τα ελλιπή δεδομένα;

Υπάρχουν συγκεκριμένοι τρόποι αντιμετώπισης:

- Αγνοούμε την εγγραφή: όταν παρατηρούμε ότι λείπουν πολλές τιμές από ένα χαρακτηριστικό τότε δεν θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αυτό το χαρακτηριστικό στην επεξεργασία.
- Συμπληρώνουμε την τιμή χειρωνακτικά: κάτι τέτοιο δεν θα ήταν έξυπνο αντίθετα είναι κουραστικό και μ η πρακτικό.
- Χρήση μιας γενικής σταθεράς για να συμπληρώσουμε την τιμή π.χ άγνωστο
- Χρήση της μέση τιμή του χαρακτηριστικού. Χρήση της μέσης τιμή του χαρακτηριστικού για όλα τα δείγματα που ανήκουν στο ίδιο χαρακτηριστικό
- Χρήση της πιο πιθανής τιμή: εξαγωγή συμπεράσματος για την εισαγωγή τιμής με βάση Bayesian τύπων ή δένδρων απόφασης.

Αντιμετώπιση λανθασμένων δεδομένων: Τα λανθασμένα δεδομένα που συχνά εισάγονται ονομάζονται θόρυβος και είναι μια συγκριτικά μεγάλη απόκλιση από τις τιμές μιας μετρημένης μεταβλητής.

Οι λανθασμένες τιμές μπορεί να έχουν ως αιτία

- ✓ Λανθασμένους μηχανισμούς καταγραφής
- ✓ Λανθασμένη δημιουργία διεπαφής για εισαγωγή
- ✓ Πρόβλημα στην μεταφορά των δεδομένων
- ✓ Περιορισμοί που οφείλονται σε μη επαρκείς τεχνολογικούς πόρους
- ✓ Ή ακόμα και ασυνέπεια σε σχέση με την παραδοχή για την κατάρτιση συγκεκριμένης ονοματολογίας

Υπάρχουν επίσης δεδομένα τα οποία απαιτούν καθαρισμό. Τέτοια δεδομένα μπορεί να είναι

- Διπλο-εγγραφές,
- ατελή δεδομένα ή
- ασυνεπή δεδομένα.

Το επόμενο βήμα είναι πως θα χειριστούμε τα λανθασμένα δεδομένα.

Στην διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται οι παρακάτω τρόποι:

- ✓ Η μέθοδος τοποθέτησης σε κουτιά(bins-binning method): σύμφωνα με αυτή την μέθοδο ταξινομούνται αρχικά τα δεδομένα και διαμερίζονται σε ίσου μεγέθους κουτιά και στην συνέχεια εξομαλύνονται με βάση τον μέσο ή τον διάμεσο ή και τα όρια του κουτιού.
- ✓ Η μέθοδος της συσταδοποίησης (clustering): με αυτή την μέθοδο ανακαλύπτονται και αφαιρούνται μη-φυσιολογικές τιμές δεδομένων(outliers).
- ✓ Η συνδυασμένη επιθεώρηση από υπολογιστή και άνθρωπο: πρόκειται για ανακάλυψη ύποπτων τιμών από τον ανθρώπινο παράγοντα.
- ✓ Η μέθοδος της Παλινδρόμησης(regression): πρόκειται για την εξομάλυνση των δεδομένων μέσω της προσαρμογής σε συναρτήσεις παλινδρόμησης (βλ. μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων κλπ.)

Ας μιλήσουμε όμως λίγο πιο συγκεκριμένα για τις μεθόδους που αναφέρθηκαν επιγραμματικά παραπάνω:

- ✓ **Binning method:** η μέθοδος τοποθέτησης σε κουτί έχει 2 μορφές και χωρίζεται στον διαμερισμό ίσου πλάτους και τον διαμερισμό ίσου βάθους. Σύμφωνα με τον διαμερισμό ίσου πλάτους γίνεται ο διαχωρισμός των δεδομένων σε N διαστήματα ίσου μεγέθους. Πρόκειται για μια άμεση μέθοδο η οποία όμως παρουσιάζει μειονεκτήματα διότι ούτε μπορεί να διαχειριστεί τα outliers που την επηρεάζουν αλλά ούτε και διαχειρίζεται αποτελεσματικά ασύμμετρα δεδομένα.

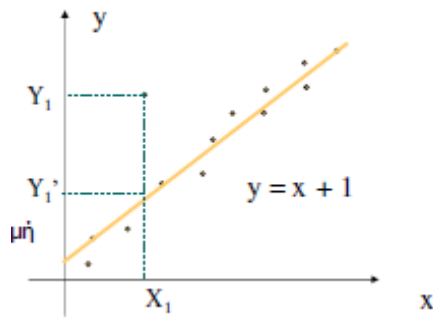
Σύμφωνα με τον διαμερισμό ίσου βάθους η απόσταση μεταξύ των δεδομένων χωρίζεται σε N διαστήματα τα οποία όμως περιέχουν τον ίδιο αριθμό δειγμάτων. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται καλή κλιμάκωση των δεδομένων όμως η διαχείριση των κατηγορικών μεταβλητών γίνεται με μεγάλη δυσκολία.

- ✓ **Ανάλυση συστάδων και εύρεση δεδομένων θορύβου(outliers):** Χρησιμοποιώντας την τεχνική της Συσταδοποίησης (clustering) καταφέρνουμε και ομαδοποιούμε τα δεδομένα ανακαλύπτοντας ταυτόχρονα και δεδομένα που αποτελούν θόρυβο[56].



Σχήμα 5.3: Συσταδοποίηση δεδομένων

Με την μέθοδο της παλινδρόμησης ψάχνουμε να βρούμε την πιο αντιπροσωπευτική συνάρτηση για τα δεδομένα μας(π.χ τα δεδομένα μας μοντελοποιούνται ώστε να ανήκουν σε ευθεία γραμμή. Στοιχεία θορύβου είναι εκείνα που αποκλίνουν σημαντικά από την τιμή που προκύπτει από την συνάρτηση παλινδρόμησης)



Σχήμα 5.4: Γραμμική παλινδρόμηση με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων

Ο Μετασχηματισμός των δεδομένων προκύπτει από

- ✓ την εξομάλυνση των δεδομένων,
- ✓ την κανονικοποίηση και
- ✓ την κατασκευή χαρακτηριστικών.

Η εξομάλυνση είναι η διαδικασία της αφαίρεσης θορύβου από τα δεδομένα.

Η κανονικοποίηση είναι η διαδικασία κλιμάκωσης των δεδομένων σε ένα μικρότερο εύρος τιμών

Η κατασκευή χαρακτηριστικών αναφέρεται στην δημιουργία νέων χαρακτηριστικών από τα ήδη υπάρχοντα.

Ας δούμε πιο συγκεκριμένα τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνει χώρα η κανονικοποίηση των δεδομένων

Έστω ότι επιθυμείται να γίνει κανονικοποίηση min-max

- min-max κανονικοποίηση

$$v' = \frac{v - \min_{\lambda}}{\max_{\lambda} - \min_{\lambda}} (\text{new_max}_{\lambda} - \text{new_min}_{\lambda}) + \text{new_min}_{\lambda}$$

- z-score κανονικοποίηση

$$v' = \frac{v - \text{mean}_{\lambda}}{\text{std Dev}_{\lambda}}$$

- κανονικοποίηση με δεκαδική κλιμάκωση στο (-1 .. +1)

$$v' = \frac{v}{10^j} \quad \text{όπου } j \text{ ο μικρότερος ακέραιος για τον οποίο } \max(|v'|) < 1$$

- z-score κανονικοποίηση

$$v' = \frac{v - \text{mean } \lambda}{\text{std Dev } \lambda}$$

- κανονικοποίηση με δεκαδική κλιμάκωση στο (-1 .. +1)

$$v' = \frac{v}{10^j} \quad \text{όπου } j \text{ ο μικρότερος ακέραιος για τον οποίο } \max(|v'|) < 1$$

Στρατηγικές μείωσης των δεδομένων.

Οι αποθήκες δεδομένων αποθηκεύουν terabytes δεδομένων: Πρόκειται για μια πολύπλοκη ανάλυση δεδομένων που μπορεί να διαρκέσει μεγάλο χρόνο για τον όγκο των δεδομένων.

Στρατηγικές μείωσης δεδομένων:

- συσσώρευση κύβου,
- μείωση διαστάσεων (χαρακτηριστικών),
- μείωση πλήθους δεδομένων

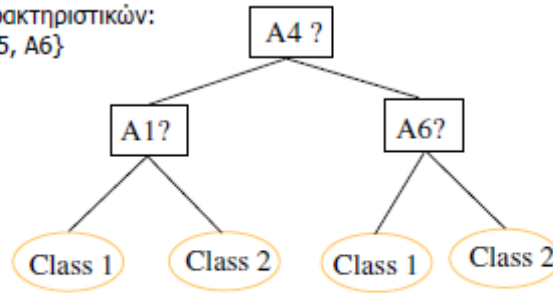
Η συσσώρευση κύβων επιτυγχάνεται ως κάτωθι:

Χρήση του χαμηλότερο επιπέδου του κύβου. Τα αθροιστικά δεδομένα για μια ξεχωριστή οντότητα ενδιαφέροντος.

Με πολλά επίπεδα συσσώρευσης μέσα στους κύβους και με αναφορά σε κατάλληλα πεδία(χρήση της μικρότερης αναπαράστασης για την επίλυση δεδομένου προβλήματος.

Η μείωση των διαστάσεων πραγματοποιείται με την επιλογή εκείνων των χαρακτηριστικών που παίζουν σημαντικό ρόλο και αυτό υλοποιείται είτε με την εφαρμογή ευριστικών μεθόδων(επαγωγή με δένδρα απόφασης είτε με την μέθοδος της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες(principian component analysis-pca)

- Αρχικό σύνολο χαρακτηριστικών: {A1, A2, A3, A4, A5, A6}



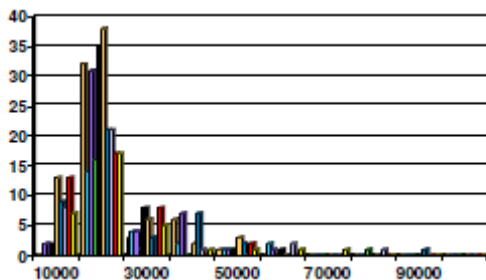
- Τα χαρακτηριστικά A2, A3, A5 δεν εμπλέκονται στο ΔΑ, άρα απαλείφονται → Μειωμένο σύνολο χαρακτηριστικών: {A1, A4, A6}

Σχήμα 5.5: Παράδειγμα μείωσης διαστάσεων με δένδρα απόφασης

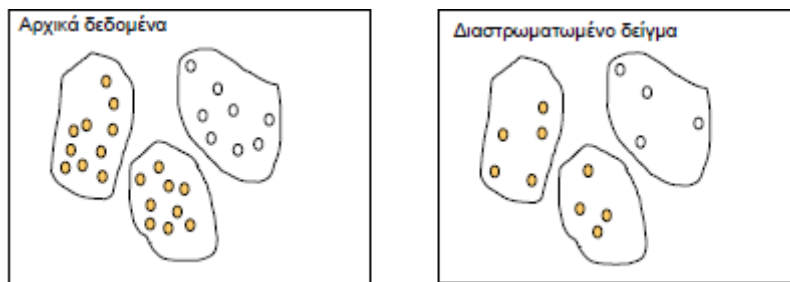
Η ανάλυση των κύριων συνιστωσών (PCA) πρόκειται για μια μέθοδο μείωσης χαρακτηριστικών που έγκειται στο ότι το αρχικό σύνολο των δεδομένων μπορεί να εκφραστεί ως γραμμικός συνδυασμός αντιπροσωπευτικών διανυσμάτων (κύριες συνιστώσες).

- Η μέθοδος της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες χρησιμοποιείται για την επεξεργασία αριθμητικών δεδομένων και
- λειτουργεί καλύτερα όταν υπάρχουν πολλές μεταβλητές.

Η μείωση του πλήθους των δεδομένων επιτελείται είτε με **παραμετρικές** είτε με **μη παραμετρικές μεθόδους**. Στις παραμετρικές μεθόδους γίνεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο, του οποίου τις παραμέτρους τις υπολογίζουμε και στην συνέχεια διατηρούμε μόνο τις παραμέτρους του μοντέλου και διαγράφουμε τα δεδομένα (εκτός από πιθανά δεδομένα θορύβου). Στις μη-παραμετρικές μεθόδους δεν υπάρχουν μοντέλα αλλά η μείωση του πλήθους των δεδομένων βασίζεται σε τεχνικές διαγραμματικές, σε τεχνικές συσταδοποίησης και σε μεθόδους αντιπροσωπευτικής δειγματοληψίας.[56]



Σχήμα 5.6: Μείωση μεγέθους με διάγραμμα



Σχήμα 5.7: Μείωση δεδομένων με δειγματοληψία

Για να διακριτοποιήσουμε τα δεδομένα πρέπει να τα κατατάξουμε ως προς τον τύπο τους: Υπάρχουν 3 τύποι χαρακτηριστικών:

- Τα ονομαστικά (nominal) δεδομένα τα οποία είναι τιμές από ένα μη διατεταγμένο σύνολο (όπως χρώμα ματιών –{μπλε, πράσινο, καστανό, μαύρο}).
- Τα διατεταγμένα (ordinal) τα οποία είναι τιμές από ένα σύνολο διατεταγμένων τιμών (όπως βαθμός ικανοποίησης –{λίγο, μέτρια, πολύ}).
- Τα συνεχή δεδομένα που αποτελούνται από μεταβλητές που παίρνουν για τιμές πραγματικούς αριθμούς (π.χ βάρος, ύψος, μισθός).

Στην διαδικασία της διακριτοποίησης έχουμε διαχωρισμό των συνεχών χαρακτηριστικών σε διαστήματα για να επιτύχουμε μείωση του χώρου των δεδομένων αλλά και για να προετοιμαστεί το έδαφος για την περαιτέρω ανάλυση.

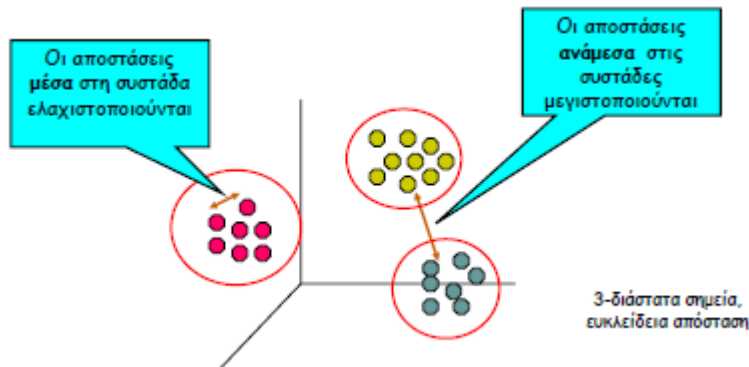
- Η διακριτοποίηση σε αριθμητικά δεδομένα γίνεται με τις μεθόδους του κλάδου, με διαγραμματικές τεχνικές και με ομαδοποίηση. Επιπροσθέτως αναφέρεται ότι χρησιμοποιούνται και μέθοδοι οι οποίοι υλοποιούν την διακριτοποίηση των δεδομένων βασισμένες στην εντροπία και την κατάτμηση με φυσικό διαμερισμό.
- Η διακριτοποίηση των ονομαστικών δεδομένων πραγματοποιείται :
- με την υιοθέτηση μιας διάταξης χαρακτηριστικών βασισμένες σε ειδικούς επιστήμονες.
- Με τον καθορισμό ενός τμήματος ιεραρχίας με ομαδοποίηση δεδομένων
- Με τον καθορισμό ενός συνόλου χαρακτηριστικών, αλλά όχι της μερικής τους διάταξης
- Με τον καθορισμό ενός μερικού συνόλου των δεδομένων

5.3 Τεχνικές εξόρυξης γνώσης από βάσεις δεδομένων

5.3.1 Ομαδοποίηση (clustering)

Μια από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές εξόρυξης γνώσης είναι η δημιουργία ομάδων (συστάδων) μέσα από μια βάση δεδομένων. Μια χαρακτηριστική εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι ο διαχωρισμός των ασθενών σε προφίλ υγείας. Θεωρώντας ένα πλήθος ατόμων με ένα δεδομένο και στατιστικώς καθορισμένο ιατρικό ιστορικό μπορούμε να δημιουργήσουμε ομάδες ατόμων ώστε να χαρακτηρίσουμε έναν ασθενή. Μια τέτοια μελέτη θα μπορούσε να μας οδηγήσει στην ανίχνευση ιατρικών προφίλ που παρατηρούνται στην καθημερινή πρακτική.

Η συσταδοποίηση λοιπόν είναι μια μέθοδος με την οποία εξασφαλίζουμε ότι τα αντικείμενα μιας ομάδας είναι όμοια ή να σχετίζονται και επιπλέον να διαφέρουν από τα αντικείμενα που ανήκουν σε μια άλλη ομάδα.[58]



Σχήμα 5.8: Απεικόνιση συσταδοποίησης

Μια συσταδοποίηση θεωρείται πως είναι επιτυχημένη εάν η ποιότητα των ομάδων που αναδευκνύει είναι καλή. Αυτό πραγματοποιείται με την χρήση μετρικών για τον υπολογισμό της ομοιότητας εντός της συστάδας αλλά και την ανομοιότητα ανάμεσα στις συστάδες. Η ποιότητα της συσταδοποίησης εξαρτάται τόσο από τον τρόπο μέτρησης της ομοιότητας όσο και από την μέθοδο υλοποίησης. Επομένως και αφού γνωρίζουμε ότι η συσταδοποίηση εφαρμόζεται σε όλες τις κατηγορίες δεδομένων,

σημειώνουμε ότι άλλοι είναι οι μέθοδοι που ταιριάζουν σε μια κατηγορία δεδομένων και άλλες μέθοδοι ταιριάζουν σε άλλες κατηγορίες δεδομένων.

Μερικά από τα θέματα που απασχολούν είναι:

- Το πρόβλημα των πολλών διαστάσεων
- Το πρόβλημα των αραιών δεδομένων
- Το πρόβλημα της ακρίβειας των σημειωμένων τιμών

Κριτήρια Ομοιότητας

Στην συσταδοποίηση ενδιαφέρει η μέτρηση της ομοιότητας, της μη-ομοιότητας και της γειτονικότητας (proximity). Η ομοιότητα και η μη-ομοιότητα μεταξύ 2 αντικειμένων μετράται κατά βάση μέσω μιας συνάρτησης απόστασης που εφαρμόζεται για 2 αντικείμενα. Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται πάντοτε λαμβάνοντας υπόψη το είδος των δεδομένων που αναλύονται.

Μετρικές απόστασης

Όταν μια συνάρτηση απόστασης ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες τότε αυτή η συνάρτηση μπορεί να χαρακτηριστεί και ως μετρική απόστασης (distance metric).

1. $d(i, j) \geq 0$
2. $d(i, i) = 0$ (ανακλαστική)
3. $d(i, j) = d(j, i)$ (συμμετρική)
4. $d(i, j) \leq d(i, h) + d(h, j)$ (τριγωνική ανισότητα) [59]

Μερικές από τις πιο συνηθισμένες μετρικές απόστασης είναι η ευκλείδεια μετρική και η μετρητική Manhattan.

Έστω δυο μεταβλητές i και j με n γνωρίσματα x_{ik} και x_{jk} $i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ and $j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$

Ευκλείδεια απόσταση:

$$d(i, j) = \sqrt{(|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + \dots + |x_{in} - x_{jn}|^2)}$$



Πίνακας 5.1: Υπολογισμός ευκλείδειας απόστασης

Έστω δυο μεταβλητές i και j με n γνωρίσματα x_{ik} και x_{jk} $i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ and $j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$

Απόσταση Manhattan ή city-block:

$$L_1(i, j) = |x_{i1} - x_{j1}| + |x_{i2} - x_{j2}| + \dots + |x_{in} - x_{jn}|$$

Έστω δυο μεταβλητές i και j με n γνωρίσματα x_{ik} και x_{jk} $i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ and $j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$

Απόσταση Minkowski:

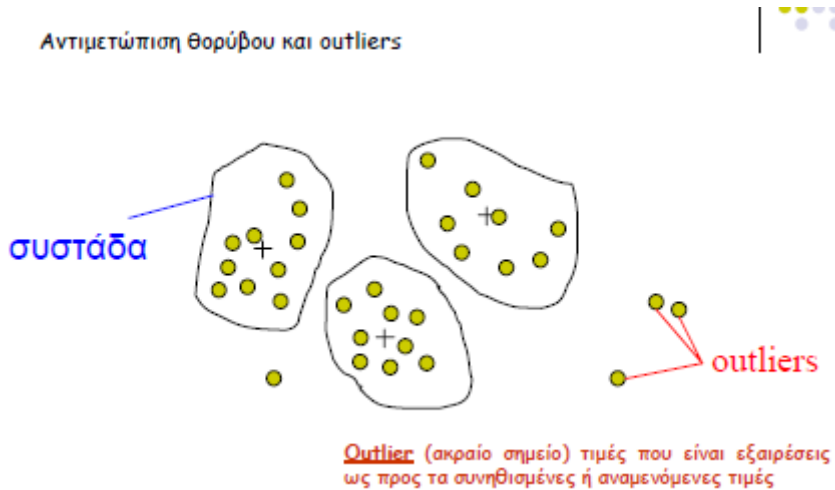
$$L_p(i, j) = \left(|x_{i1} - x_{j1}|^p + |x_{i2} - x_{j2}|^p + \dots + |x_{in} - x_{jn}|^p \right)^{1/p}$$

Είδη συσταδοποίησης

Όπως έχει προαναφερθεί για να είναι επιτυχημένη μια συσταδοποίηση πρέπει να χρησιμοποιηθεί η σωστή μέθοδος. Για αυτόν τον λόγο πρέπει να δώσουμε προσοχή σε μερικές γενικές απαιτήσεις – στόχους της συσταδοποίησης.

Η συσταδοποίηση θα πρέπει να:

- Δίνει κλιμάκωση στον αριθμό των σημείων και των διαστάσεων
- Υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους δεδομένων
- Υποστηρίζει συστάδες με διαφορετικά σχήματα
- Είναι εύκολο να αποδώσουμε αρχικές τιμές στις παραμέτρους της εισόδου
- Μην εξαρτάται από την σειρά με την οποία θα επεξεργαστούμε τα στοιχεία των σημείων εισόδου.[60]

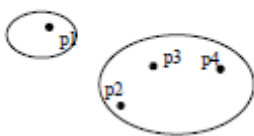


Σχήμα 5.9: Αντιμετώπιση στοιχείων θορύβου

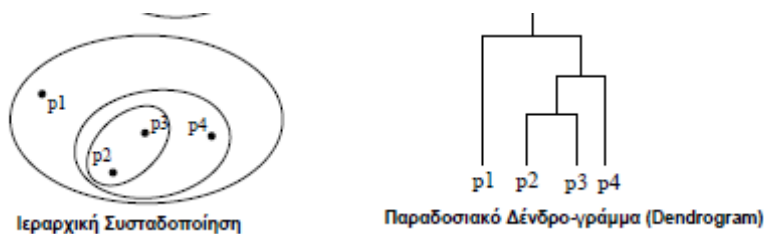
Έτσι διακρίνουμε την συσταδοποίηση σε:

Διαχωριστική συσταδοποίηση : Που είναι ένας διαμερισμός των αντικειμένων σε μη-επικαλυπτόμενα σύνολα (συστάδες) τέτοιος ώστε κάθε διακριτό αντικείμενο να ανηκεί ακριβώς σε μία ομάδα.

Ιεραρχική συσταδοποίηση : Που πραγματοποιείται με την δημιουργία ενός συνόλου από εμφωλευμένες ομάδες, δηλαδή μια συστάδα μπορεί να έχει υπο-συστάδες οργανωμένες σε ένα ιεραρχικό δέντρο.



Σχήμα 5.10 : παράδειγμα διαχωριστικής συσταδοποίησης



Σχήμα 5.11 : παράδειγμα ιεραρχικής συσταδοποίησης και ιεραρχικό δέντρο-γραμμά

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν επιπλέον διακρίσεις μεταξύ των συνόλων των συστάδων όπως:

Επικάλυψη ή όχι : Μπορεί ένα σημείο να ανήκει σε περισσότερες από μια συστάδες (π.χ οριακά σημεία)

Ασαφής- πιθανοτική συσταδοποίηση: Ένα αντικείμενο ανήκει σε κάθε συστάδα με μια πιθανότητα. Το άθροισμα των πιθανοτήτων ισούται με 1.

Μερική ή πλήρης συσταδοποίηση: Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες επιθυμούμε να ομαδοποιήσουμε μόνο τα δεδομένα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και να εξαιρέσουμε εκείνα που αποτελούν θόρυβο(τιμές που είναι πολύ μακριά από τις υπόλοιπες συστάδες.

Ετερογενείς – Ετερογενείς συστάδες: Η συσταδοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί για συστάδες που παρουσιάζουν πολύ διαφορετικά σχήματα, μεγέθη και πυκνότητες.

Είδη συστάδων

Προχωρώντας θα πρέπει να εξετάσουμε τα είδη των συστάδων που μπορούν να δημιουργηθούν κατά την διαδικασία της ομαδοποίησης. Έτσι έχουμε:

- **Καλώς διαχωρισμένες ομάδες**
- **Ομάδες βασισμένες στο κέντρο**
- **Συνεχείς συστάδες**
- **Συστάδες βασισμένες στην πυκνότητα**
- **Συστάδες που βασίζονται επάνω σε ιδιότητες ή έννοιες**
- **Συστάδες που μπορούν να περιγραφούν μέσα από μια συνάρτηση.**

Ας εξηγήσουμε λίγο περισσότερο όμως τα παραπάνω.

Καλώς διαχωρισμένες συστάδες καλούνται αυτές στις οποίες κάθε αντικείμενο της συστάδας βρίσκεται πιο κοντά σε όλα τα άλλα σημεία της συστάδας από ότι ένα αντικείμενο που δεν ανήκει στην συγκεκριμένη συστάδα[61].



Σχήμα 5.12 : παράδειγμα καλώς διαχωρισμένων συστάδων

Ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να διαπιστώσουμε εάν μια συστάδα είναι καλώς διαχωρισμένη επιτυγχάνεται με την χρήση μιας προαποφασισμένης τιμής κατωφλιού (threshold). Επίσης δεν θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι οι καλώς διαχωρισμένες ομάδες έχουν πάντοτε σφαιρικό σχήμα αλλά μπορούν να παρουσιάζουν οποιοδήποτε σχήμα.

Συστάδες βασισμένες στο κέντρο είναι ένα σύνολο από αντικείμενα ώστε ένα αντικείμενο να βρίσκεται πιο κοντά στο κέντρο μιας ομάδας από ότι στο κέντρο μιας άλλης ομάδας. Το κέντρο μιας ομάδας συχνά είναι είτε ο μέσος όρος των σημείων της ομάδας και συνήθως καλείται centroid ή το πιο αντιπροσωπευτικό σημείο της συστάδας (ιδιαίτερα στα κατηγορικά γνωρίσματα) που συνήθως καλείται medoid.[61]



Σχήμα 5.13 : παράδειγμα συστάδων βασισμένων στο κέντρο

Συνεχείς συστάδες καλούνται αυτές που κάθε σημείο είναι πιο κοντά σε ένα ή περισσότερα σημεία μιας συστάδας από ότι σε οποιοδήποτε σημείο εκτός συστάδας.



8 συνεχείς συστάδες

Σχήμα 5.14: παράδειγμα συσταδοποίησης κοντινότερου γείτονα (συνεχής συσταδοποίηση)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή αυτού του είδους συσταδοποίησης στην περίπτωση δημιουργίας συστάδων με μη κανονικά σχήματα θα παρουσιαστεί πρόβλημα διαχείρισης των στοιχείων θορύβου.

Συσταδοποίηση βασισμένη στην πυκνότητα καλείται η διαδικασία δημιουργίας συστάδων όπου μια συστάδα είναι μια πυκνή περιοχή από σημεία και η οποία χωρίζεται με τις άλλες συστάδες από άλλες περιοχές χαμηλής πυκνότητας. Μια τέτοιου είδους συσταδοποίηση χρησιμοποιείται όταν έχουμε περιπτώσεις συστάδων με μη κανονικά σχήματα ή με αλληλοπλεκόμενα σχήματα ή ακόμα και στην περίπτωση παρουσίας στοιχείων θορύβου.[62]



6 συστάδες βασισμένες στην πυκνότητα

Σχήμα 5.15 : παράδειγμα δημιουργίας συστάδων με την χρήση συσταδοποίησης βασισμένης στην πυκνότητα.

Εννοιολογική συσταδοποίηση καλείται το είδος στο οποίο δημιουργούνται συστάδες με κοινή ιδιότητα ή εννοιολογικές συστάδες.



2 αλληλοκαλυπτόμενοι κύκλοι

Σχήμα 5.16: παράδειγμα εννοιολογικής συσταδοποίησης

Συσταδοποίηση βασισμένη σε μια αντικειμενική συνάρτηση καλείται το είδος συσταδοποίησης στο οποίο σκοπός είναι η εύρεση ομάδων οι οποίες μεγιστοποιούν ή ελαχιστοποιούν μια δεδομένη αντικειμενική συνάρτηση.

Για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια συσταδοποίηση πρέπει να γίνει η κατανομή των αντικειμένων σε συστάδες και η επανακατανομή τους όσες φορές χρειαστεί ώστε να ικανοποιείται η τιμή όριο για τον χαρακτηρισμό της συστάδας ως «καλής» από την δοθείσα αντικειμενική συνάρτηση.

Οι στόχοι αυτού τους είδους συσταδοποίησης μπορεί να είναι είτε ολικοί είτε τοπικοί.

Αλγόριθμοι συσταδοποίησης

Τα είδη συσταδοποίησης όπως περιγράφονται παραπάνω δεν θα μπορούσαν να υλοποιηθούν χωρίς την χρήση κατάλληλων αλγορίθμων που αναλαμβάνουν να φέρουν εις πέρας το έργο της εφαρμογής των διαδικασιών που περιγράφηκαν παραπάνω. Θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι κανένας αλγόριθμος δεν είναι εξ αρχής κατάλληλος αλλά γίνεται τέτοιος μετά από την ανάλυση και τον πειραματισμό επάνω στα αντικείμενα του προβλήματος. Θα πρέπει επιπλέον να σημειωθεί ότι παρατηρούνται πολλές διαφορετικές εναλλακτικές υλοποιήσεις των βασικών αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται στην συσταδοποίηση προκειμένου να ανταποκριθούν σε συγκεκριμένες προδιαγραφές που έχουν να κάνουν είτε με την ταχύτητα των υπολογισμών είτε με την αξιοποίηση των υπολογιστικών πόρων των συστημάτων κ.α[62]

Ο Αλγόριθμος K-means

Ο αλγόριθμος αυτός είναι ένας διαχωριστικός αλγόριθμος[61] όπου κάθε αρχικό σημείο συσχετίζεται με ένα κεντρικό σημείο. Κατά την είσοδο στον αλγόριθμο δίνεται ο αριθμός των συστάδων που επιθυμούμε να δημιουργήσουμε.

1:	Επιλογή K σημείων ως τα αρχικά κεντρικά σημεία
2:	Repeat
3:	Ανάθεση όλων των αρχικών σημείων στο κοντινότερο τους από τα K κεντρικά σημεία
4:	Επανα-υπολογισμός του κεντρικού σημείου κάθε συστάδας
5:	Until τα κεντρικά σημεία να μην αλλάζουν

Σχήμα 5.17 : ο βασικός αλγόριθμος K-means

Στην παραπάνω επαναληπτική διαδικασία έχουμε να παρατηρήσουμε τα εξής: Αρχικά τα κεντρικά σημεία συνήθως επιλέγονται τυχαία. Έπειτα σε κάθε ένα σημείο εφαρμόζεται μια μετρική απόστασης από τα κεντρικά σημεία και γίνεται η ανάθεση του σημείου σε μια συγκεκριμένη ομάδα. Στο τέλος του επαναληπτικού βήματος γίνεται επανα-υπολογισμός των κεντρικών σημείων και η διαδικασία συνεχίζεται με την επανατοποθέτηση των σημείων εκ νέου σε ομάδες και αυτό συνεχίζει να υφίσταται μέχρι τα κεντρικά σημεία που υπολογίζονται στο τέλος του επαναληπτικού βήματος να μην αλλάζουν άλλο(ή να αλλάζουν λιγότερο από μια προκαθορισμένη τιμή).

Για λόγους υπολογιστικής απόδοσης θα πρέπει η απόσταση από τα κεντρικά σημεία να γίνεται μέσω μιας απλής μετρικής μιας και συμβαίνει να πραγματοποιούνται μεγάλο πλήθος υπολογισμών.

Το κεντρικό σημείο υπολογίζεται ως ο μέσος των σημείων μιας συστάδας.[61]

Η πολυπλοκότητα αυτού του αλγορίθμου είναι $O(I*n*K*d)$ όπου I ο αριθμός των επαναλήψεων, n ο αριθμός των σημείων, K ο αριθμός των συστάδων και d ο αριθμός των γνωρισμάτων (διάσταση).

Εκτίμηση ποιότητας – σύγκλιση αλγορίθμου

Για τα συνηθισμένα μέτρα ομοιότητας (ευκλείδεια απόσταση, manhattan κλπ) ο αλγόριθμος συγκλίνει στις αρχικές πρώτες επαναλήψεις.

Στην ουσία ο αλγόριθμος αυτός προσπαθεί να μειώσει επαναληπτικά την απόσταση από ένα σημείο της συστάδας (το κεντρικό). Ένας συνηθισμένος τρόπος υπολογισμού της ποιότητας της συσταδοποίησης είναι με το άθροισμα των τετραγώνων του

λάθους (Sum of squared error (SSE)). Θεωρούμε λοιπόν ως λάθος ενός σημείου την απόστασή του από την κοντινότερη συστάδα (από το κεντρικό σημείο της συστάδας). Ο υπολογισμός λοιπόν του SSE πραγματοποιείται από την σχέση:

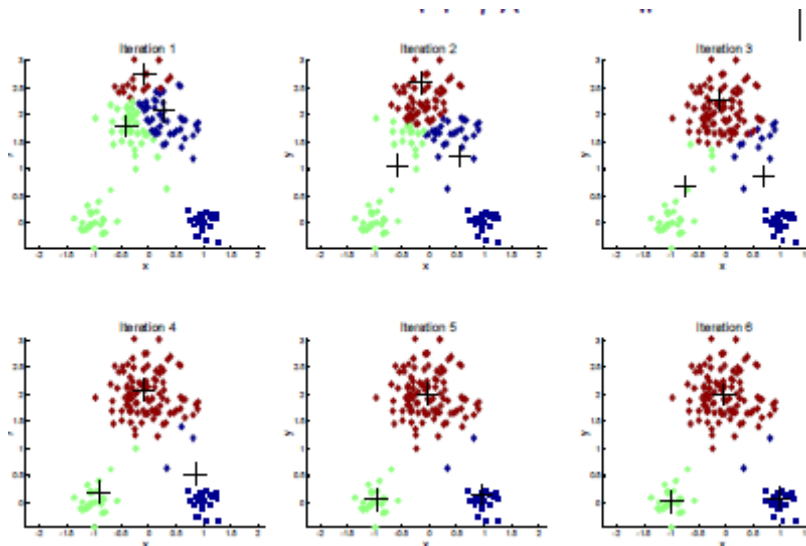
$$SSE = \sum_{i=1}^K \sum_{x \in C_i} dist^2(m_i, x)$$

Όπου $dist$ είναι η ευκλείδεια απόσταση ενός σημείου μιας συστάδας από το κεντρικό σημείο αυτής της συστάδας.

Άρα δοθέντων 2 διαφορετικών συστάδων μπορούμε να επιλέξουμε αυτή με το μικρότερο SSE[61].

Βελτιώσεις:

Μπορούμε να βελτιώσουμε - να ελαττώσουμε δηλαδή το SSE με την χρησιμοποίηση μεγαλύτερου αριθμού για το K . Όμως και πάλι μια καλή συσταδοποίηση με μικρό K μπορεί να έχει μικρότερο SSE από ότι μια κακή συσταδοποίηση με μεγάλο αριθμό συστάδων. Τελικά φαίνεται πως το αποτέλεσμα εξαρτάται από την επιλογή των αρχικών σημείων.



Σχήμα 5.17: στάδια K-means

Λύσεις για την επιλογή των αρχικών σημείων:

- 1) Δειγματοληψία και χρήση κάποιας ιεραρχικής τεχνικής (υβριδικός k-means)
- 2) Σταδιακή ενημέρωση των κεντρικών σημείων και όχι στο τέλος του επαναληπτικού βήματος (πολύ πιο δαπανηρό).

Ιεραρχικός K-means ή με διχοτόμηση (bisecting k-means)

Παραλλαγή που μπορεί να παράγει μια διαχωριστική ή ιεραρχική συσταδοποίηση

-
- 1: Αρχικοποίηση της λίστας των συστάδων ώστε να περιέχει μια συστάδα που περιέχει όλα τα σημεία
 - 2: Repeat
 - 3: Επιλογή μιας συστάδας από τη λίστα των συστάδων
 - 4: for $i = 1$ to number_of_trials do
 - 5: διχοτόμησε την επιλεγμένη συστάδα χρησιμοποιώντας το βασικό k-means
 - 6: Πρόσθεσε στη λίστα από τις δυο συστάδες που προέκυψαν από τη διχοτόμηση αυτήν με το μικρότερο SSE
 - 5: Until η λίστα των συστάδων να έχει K συστάδες
-

Προ και Μετα Επεξεργασία

Προεπεξεργασία δεδομένων:

Κανονικοποίηση δεδομένων και απομάκρυνση ακραίων τιμών (θορύβου).

Μετά Επεξεργασία:

Εφαρμογή διαδικασίας split-merge.(με διατήρηση του ίδιου αριθμού συστάδων):

Σύμφωνα με αυτό γίνεται αρχικά ο διαχωρισμός των συστάδων που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο SSE. Μετά την δημιουργία της νέας συστάδας πραγματοποιείται η συνένωση συστάδων που είναι σχετικά κοντινές ή γίνεται συνένωση ομάδων που οδηγούν σε μικρότερη αύξηση του SSE.

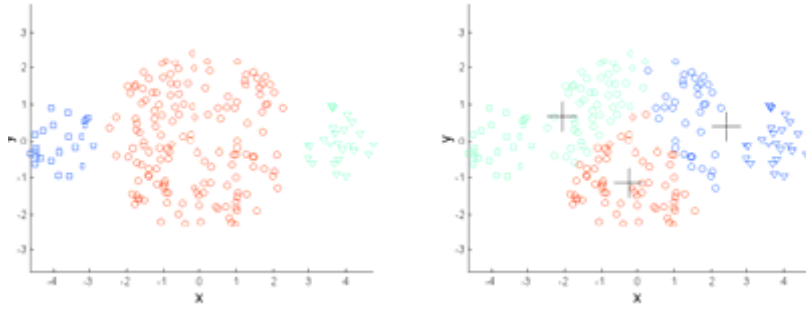
Ο αλγόριθμος K-means έχει κάποια βασικά μειονεκτήματα και δεν μπορεί να χειριστεί αποδοτικά όταν έχουμε τις παρακάτω περιπτώσεις σημείων:

Διαφορετικά μεγέθη συστάδων

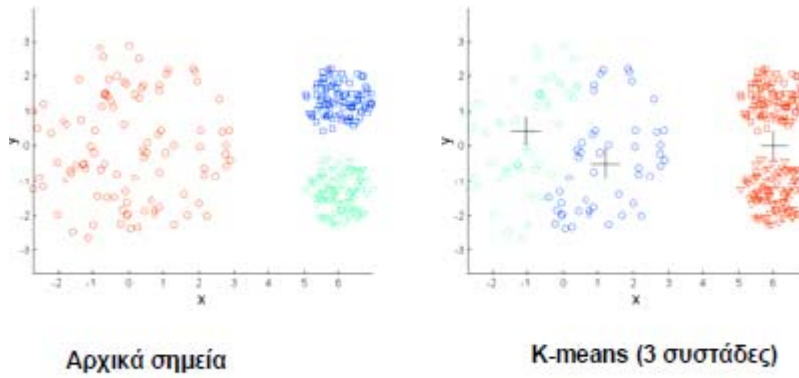
Διαφορετικές πυκνότητες συστάδων

Μη-σφαιρικά σχήματα συστάδων.

Επίσης όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζει και πρόβλημα με τα ακραία δεδομένα πράγμα το οποίο πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά την προεπεξεργασία των δεδομένων

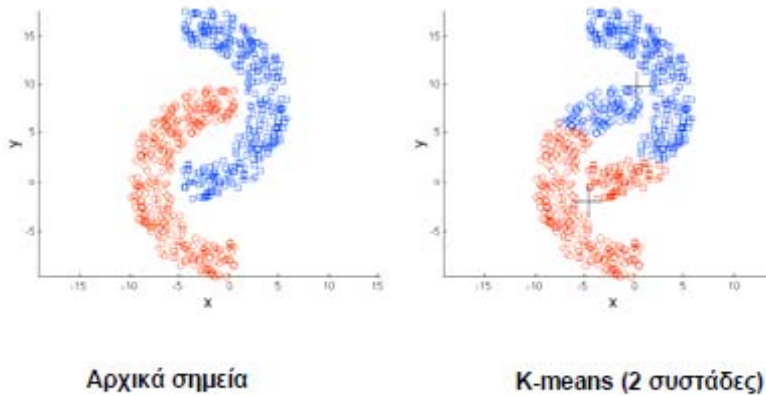


Σχήμα 5.18: πρόβλημα διαφορετικών μεγεθών



Δεν μπορεί να διαχωρίσει τους δυο μικρούς γιατί είναι πολύ πυκνοί σε σχέση με τον ένα μεγάλο

Σχήμα 5.19 : πρόβλημα διαφορετικών πυκνοτήτων



Δεν μπορεί να βρει τις δύο συστάδες γιατί έχουν μη κυκλικά σχήματα

Σχήμα 5.20: πρόβλημα μη σφαιρικότητας σχημάτων

Ιεραρχική ομαδοποίηση

Όπως προαναφέρθηκε η ιεραρχική ομαδοποίηση είναι η διάκριση της συσταδοποίησης που παράγει ένα σύνολο εμφωλευμένων συστάδων οργανωμένων σε ένα ιεραρχικό δέντρο.

Το καλό με την ιεραρχική ομαδοποίηση είναι ότι δεν χρειάζεται να υποθέσουμε εξ αρχής έναν αρχικό αριθμό συστάδων αλλά μπορούμε να επιτύχουμε οποιονδήποτε επιθυμητό αριθμό συστάδων απλά «κόβοντας» το ιεραρχικό δέντρο σε κάποιο επίπεδο.

Η ιεραρχική συσταδοποίηση μπορεί να είναι **συσσωρευτική (agglomerative)** ή **διαιρετική (divisive)**.

Συσσωρευτική καλείται η ιεραρχική συσταδοποίηση η οποία ξεκινά με το κάθε σημείο ως μια ξεχωριστή ομάδα και σε κάθε βήμα πραγματοποιείται συγχώνευση του πιο κοντινού ζευγαριού συστάδων μέχρι να απομείνει μία συστάδα.

Διαιρετική καλείται η συσταδοποίηση η οποία ξεκινά περιέχοντας όλα τα σημεία σε μία συστάδα και σε κάθε βήμα γίνεται διαχωρισμός μιας συστάδας μέχρι κάθε συστάδα να περιέχει ένα σημείο.

Οι περισσότεροι παραδοσιακοί αλγόριθμοι ιεραρχικής συσταδοποίησης χρησιμοποιούν έναν πίνακα για την μέτρηση της απόστασης ενώ σε κάθε βήμα μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μία συγχώνευση ή μόνο ένας διαχωρισμός αναλόγως το είδος της συσταδοποίησης.

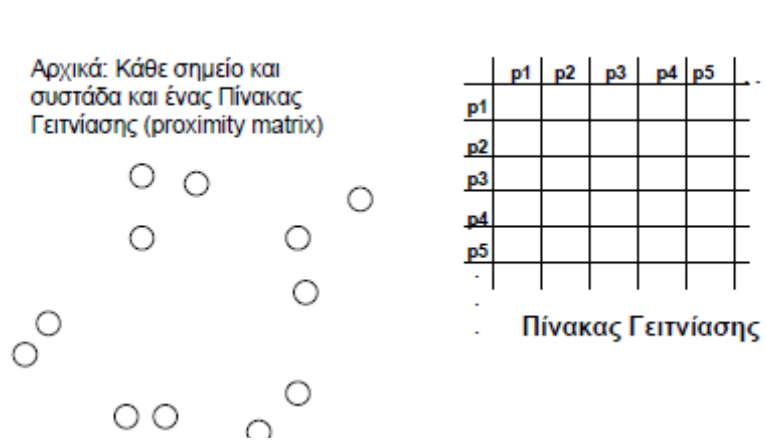
Συσσωρευτική - Ανιούσα Ιεραρχική συσταδοποίηση

Σχήμα: βασικός αλγόριθμος

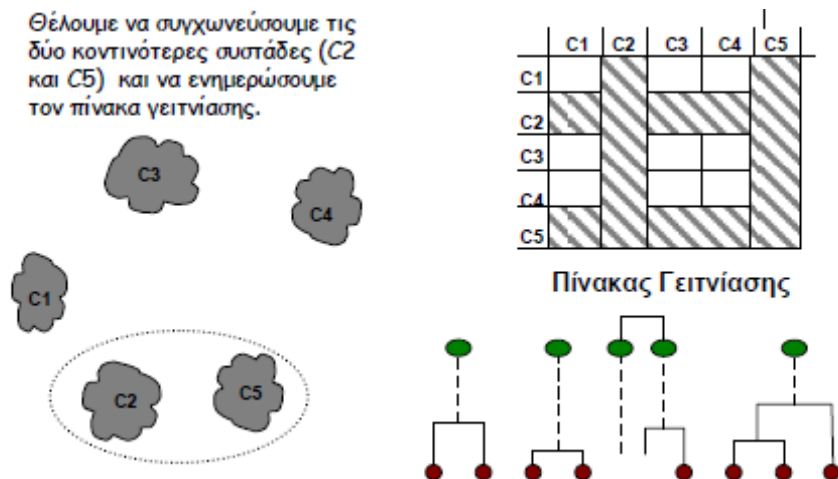
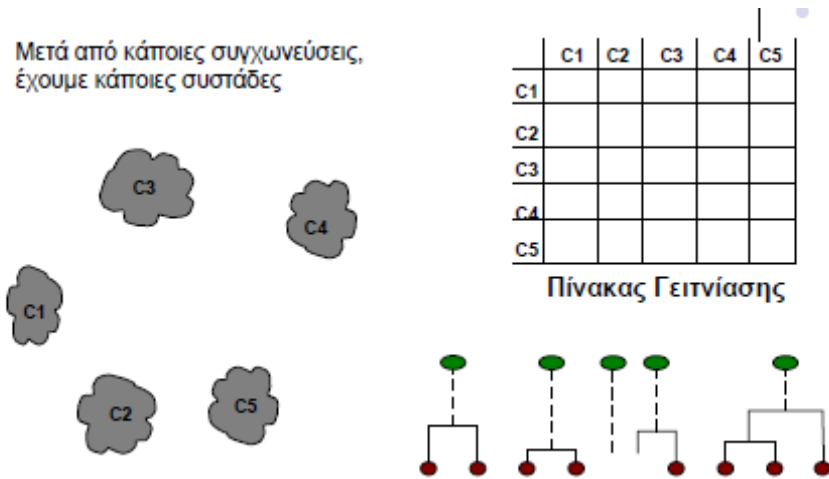
Βασικός Αλγόριθμος

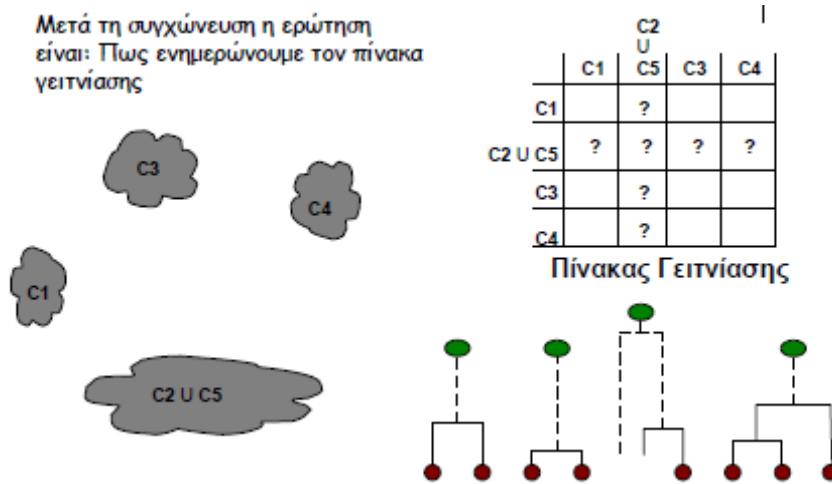
-
- 1: Υπολογισμός του Πίνακα Γεινίασης
 - 2: Έστω κάθε σημείο αποτελεί και μια συστάδα
 - 3: **Repeat**
 - 4: Συγχώνευση των δύο κοντινότερων συστάδων
 - 5: Ενημέρωση του Πίνακα Γεινίασης
 - 6: **Until** να μείνει μία μόνο συστάδα
-

Βάσει λοιπόν του παραπάνω σχήματος που περιγράφει την λειτουργία του συσσωρευτικού αλγορίθμου συσταδοποίησης μπορούμε να διατυπώσουμε ότι η λειτουργία του πίνακα γεινιάσης 2 συστάδων είναι η πιο βασική.



Μετά από κάποιες συγχωνεύσεις δημιουργούνται οι εξής συστάδες.





Σχήμα 5.21 : εναπομείναντες συστάδες, πίνακας γειτνίασης , ιεραρχικό δέντρο

Μετά την συγχώνευση των 2 ομάδων σε μία νέα ομάδα το βασικό ερώτημα που τίθεται είναι ο τρόπος με τον οποίο θα ενημερωθεί ο πίνακας γειτνίασης. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι υπολογισμού της γειτνίασης. Αξίζει να αναφερθούν οι μέθοδοι :

- **MIN**
- **MAX**
- **Μέσος όρος συστάδας**
- **Απόσταση μεταξύ των κεντρικών σημείων των συστάδων**
- **Μέθοδος ward με την μέτρηση των τετραγωνικών λαθών**

MIN ή απλός σύνδεσμος: Η ομοιότητα των 2 συστάδων βασίζεται στα 2 πιο γειτονικά σημεία διαφορετικών συστάδων. Καθορίζεται δηλαδή από ένα ζεύγος τιμών, δηλαδή μια ακμή του γραφήματος γειτνίασης.

Παράδειγμα ιεραρχικής συσταδοποίησης με την μέθοδο MIN

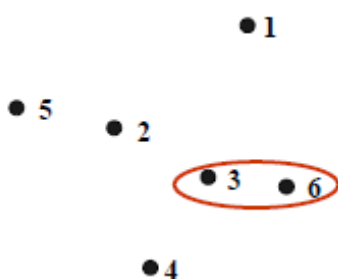
Δίνονται τα παρακάτω αντικείμενα με 2 γνωρίσματα

- 1 (0.4, 0.53)
- 2 (0.22, 0.38)
- 3 (0.35, 0.32)
- 4 (0.26, 0.19)
- 5 (0.08, 0.41)
- 6 (0.45, 0.30)

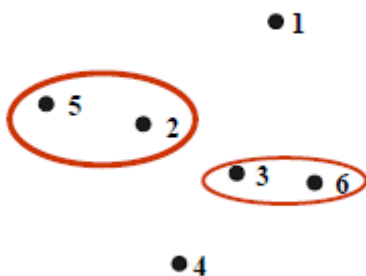
Χρησιμοποιώντας την ευκλείδεια απόσταση παράγεται ο παρακάτω πίνακας απόστασης

	p1	p2	p3	p4	p5	p6
p1	0.00	0.24	0.22	0.37	0.34	0.23
p2	0.24	0.00	0.15	0.20	0.14	0.25
p3	0.22	0.15	0.00	0.15	0.28	0.11
p4	0.37	0.20	0.15	0.00	0.29	0.22
p5	0.34	0.14	0.28	0.29	0.00	0.39
p6	0.23	0.25	0.11	0.22	0.39	0.00

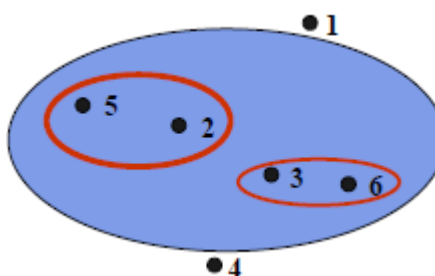
Η πρώτη ομάδα που θα σχηματιστεί είναι μεταξύ των σημείων 3 και 6 αφού έχουν την μικρότερη απόσταση.



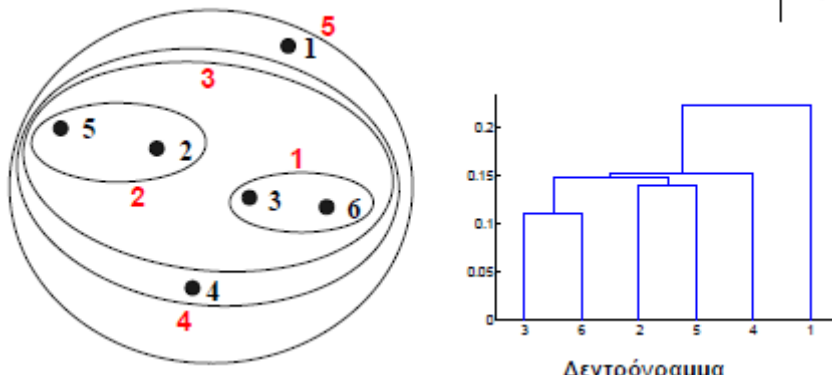
Η δεύτερη ομάδα που θα σχηματιστεί είναι μεταξύ των σημείων 2 και 5 διότι είναι η επόμενη μικρότερη απόσταση στον πίνακα. Η ομαδοποίησή μας τώρα είναι όπως στο σχήμα που ακολουθεί:



Η επόμενη μικρότερη απόσταση είναι μεταξύ των σημείων 2 και 3 που όμως αυτά πλέον ανήκουν σε 2 ομάδες την 2-5 και την 3-6. Άρα η νέα ομάδα που θα προκύψει είναι ανάμεσα στις ομάδες 2-5 και 3-6 αφού ο σύνδεσμος 2-3 έχει την μικρότερη απόσταση. Η ομαδοποίησή μας πλέον μοιάζει όπως παρακάτω:

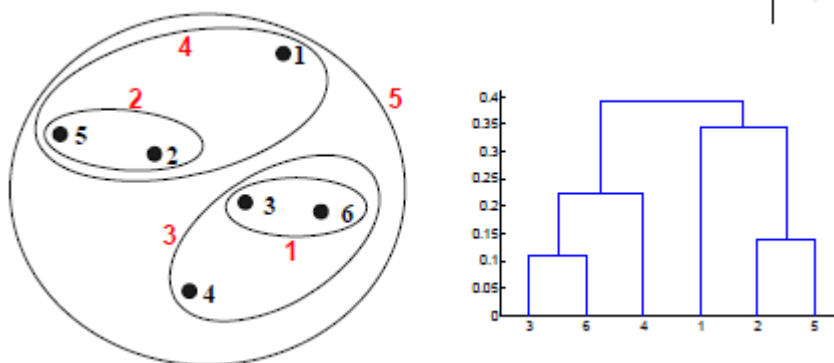


Στην συνέχεια βλέπουμε ότι η επόμενη μικρότερη απόσταση στον πίνακα αποστάσεων είναι μεταξύ του 2 και του 4. Όμως το 2 ανήκει στην υπερομάδα 2,5,3,6 και κατά συνέπεια το 4 θα ενταχθεί στην νέα ομάδα που θα δημιουργηθεί. Τέλος η ομαδοποίηση ολοκληρώνεται με την ενσωμάτωση του σημείου 1. Η τελική εμφωλευμένη συστάδα και το τελικό ιεραρχικό δεντρόγραμμα που προκύπτει είναι τα παρακάτω:



Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου MIN είναι η δημιουργία συνεχόμενων συστάδων και ο χειρισμός μη ελλειπτικών σχημάτων ενώ τα μειονεκτήματα είναι ότι παρατηρείται ευαισθησία σε στοιχεία θορύβου.

Με παρόμοιο τρόπο γίνεται η δημιουργία των φωλιασμένων συστάδων και του ιεραρχικού δέντρου με την μέθοδο MAX.[62]



Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου MAX είναι ο καλύτερος χειρισμός των σημείων θορύβου ενώ τα μειονεκτήματα είναι ο σχηματισμός κυκλικών ομάδων και η τάση που έχει η συγκεκριμένη μέθοδος να διασπά μεγάλες ομάδες.

Η μέθοδος με τον υπολογισμό του μέσου όρου της ομάδας λειτουργεί ως εξής: Κατά την συγχώνευση δύο συστάδων σε μία νέα θεωρούμε ένα νέο σημείο το οποίο

υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των σημείων της ομάδας. Αυτό το νέο αντιπροσωπευτικό σημείο αντικαθιστά τις γραμμές των σημείων που ανήκουν στην συστάδα προκειμένου να συνεχιστεί η διαδικασία της συγχώνευσης μέχρι την ολοκλήρωση της ομαδοποίησης.

Ένα πρόβλημα που παρουσιάζει αυτή η μέθοδος είναι η μη μονότονη αύξηση της απόστασης μεταξύ των συστάδων. Με άλλα λόγια υπάρχει η πιθανότητα οι συστάδες που συγχωνεύονται να μην έχουν μικρότερη απόσταση από συστάδες που έχουν συγχωνευτεί σε προηγούμενα στάδια.

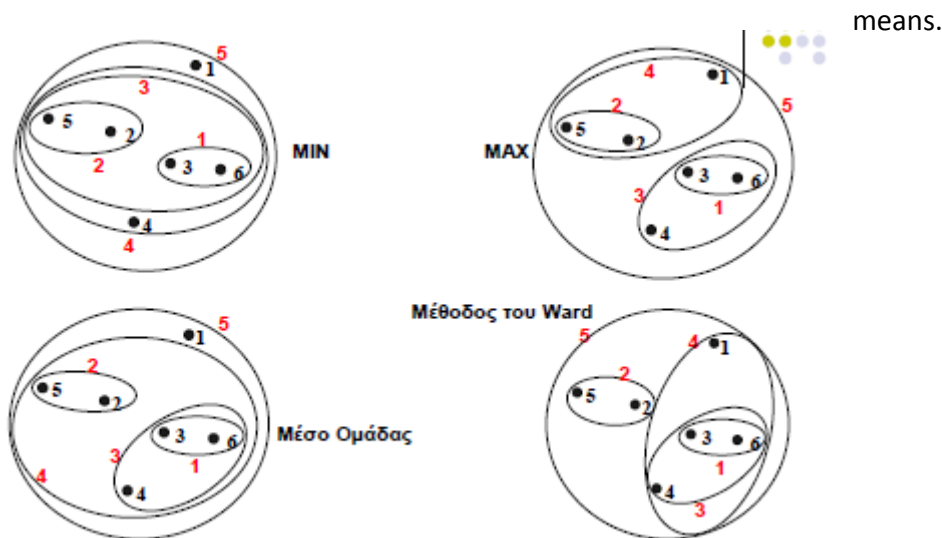
Η μέθοδος του ward

Μερικές εισαγωγικές πληροφορίες:

Είναι βασισμένο στην αύξηση του SSE όταν συγχωνεύονται δύο συστάδες[61].

Αποτελεί το ιεραρχικό ανάλογο του αλγορίθμου k-means.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αρχικοποίηση των κέντρων του αλγορίθμου k-



Σχήμα 5.22: σύγκριση μεθόδων υπολογισμού απόστασης συστάδων στην ιεραρχική συσταδοποίηση

Ο αλγόριθμος DBSCAN

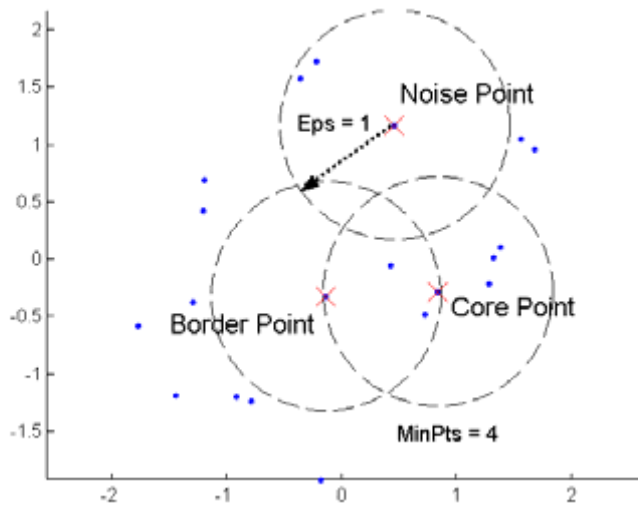
Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιείται για την διαχείριση συστάδων με διαφορετική πυκνότητα και την οποία υπολογίζει προκειμένου να παραχθεί μια «καλή» συσταδοποίηση.

Ως **πυκνότητα(density)** ορίζεται ο αριθμός των σημείων(minpts) μέσα σε μια προκαθορισμένη ακτίνα(eps). Τα σημεία διαχωρίζονται σε βασικά, οριακά και θορύβου.[63]

Βασικά θεωρούνται τα σημεία για τα οποία υπάρχουν περισσότερα από ένα σημεία μέσα σε μια απόσταση eps. Είναι τα σημεία που βρίσκονται μέσα στην συστάδα.

Οριακά θεωρούνται τα σημεία για τα οποία υπάρχουν λιγότερα από έναν προκαθορισμένο αριθμό (minpts) σημεία μέσα σε μια ακτίνα eps αλλά βρίσκονται στην γειτονιά ενός βασικού σημείου.

Σημεία θορύβου θεωρούνται εκείνα που δεν είναι ούτε βασικά ούτε οριακά.



Σχήμα 5.23: απεικόνιση βασικών, οριακών και σημείων θορύβου

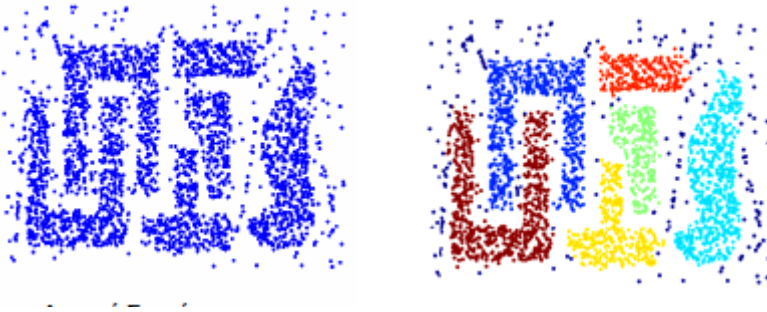
Βασικός Αλγόριθμος

-
- 1: Χαρακτήρισε κάθε σημείο ως βασικό, οριακό ή θόρυβο
 - 2: Διέγραψε τα σημεία θορύβου
 - 3: Τοποθέτησε μια ακμή μεταξύ όλων των βασικών σημείων που είναι σε απόσταση έως Eps μεταξύ τους
 - 4: Κάνε κάθε ομάδα συνδεδεμένων βασικών σημείων μια διαφορετική συστάδα
 - 5: Ανάθεσε κάθε οριακό σημεία σε μία από τις συστάδες των συσχετιζόμενων του βασικών σημείων
-

Πλεονεκτήματα:

Ο αλγόριθμος αυτός μπορεί να χειριστεί πολύ καλά τα δεδομένα θορύβου και για αυτόν τον λόγο το αποτέλεσμα της συσταδοποίησης μένει ανεπηρέαστο από αυτές τις

ακραίες τιμές. Επιπλέον είναι αποτελεσματικός στον χειρισμό συστάδων με διαφορετικά μεγέθη και σχήματα.



Σχήμα 5.24: αποτέλεσμα χρήσης αλγορίθμου DBSCAN

Μειονεκτήματα:

1. Δυσκολία χειρισμού πολύ διαφορετικών πυκνοτήτων
2. Μεγάλη υπολογιστική πολυπλοκότητα για πολυδιάστατα γνωρίσματα – δαπανηρός υπολογισμός γειτόνων

Διαχείριση ποιότητας συσταδοποίησης

Μετά την εφαρμογή της συσταδοποίησης προκύπτει το ερώτημα: πόσο καλή είναι η συσταδοποίηση που επιτύχαμε;

Η απάντηση είναι ότι δύσκολη και χρήζει διερεύνησης διότι ο οποιοσδήποτε αλγόριθμος παράγει συστάδες ακόμα και όταν τα δεδομένα παράγονται τυχαία. Αυτό σημαίνει ότι η αξιολόγηση είναι δύσκολη και ιδιαίτερα όταν έχουμε να κάνουμε με γνωρίσματα πολλών διαστάσεων.

Προκειμένου να αποφανθούμε για την ποιότητα της συσταδοποίησης πρέπει να θέσουμε κάποια κριτήρια. Μερικά από αυτά περιγράφονται ακριβώς παρακάτω:

- **Τάση ομαδοποίησης στο σύνολο των δεδομένων;**
- **Συγκριση αποτελεσμάτων με κάποια ήδη γνωστά αποτελέσματα**
- **Σύγκριση αποτελεσμάτων με κάποια από τα αρχικά δεδομένα**
- **Σύγκριση 2 διαφορετικών ομαδοποιήσεων και απόφαση για την επιλογή της καλύτερης**
- **Καθορισμός σωστού αριθμού συστάδων**

Μετρήσεις ποιότητας συσταδοποίησης

Οι μετρήσεις για την ποιότητα της συσταδοποίησης διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:

Με επίβλεψη – εξωτερικό ευρετήριο (π.χ μέτρηση εντροπίας)

Χωρίς επίβλεψη – εσωτερικό ευρετήριο (π.χ υπολογισμός συνεκτικότητας, διακριτικότητας)

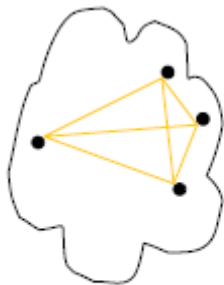
Συγκριτική – σχετικό ευρετήριο (χρήση για σύγκριση 2 διαφορετικών συσταδοποιήσεων ή συστάδων)

Χαρακτηρισμός ποιότητας συσταδοποίησης χωρίς επίβλεψη

Η ποιότητα της ομαδοποίησής μας μπορεί να μετρηθεί είτε με τον υπολογισμό της συνεκτικότητας και του διαχωρισμού είτε με την χρήση του πίνακα γειτνίασης.

Συνεκτικότητα και Διαχωρισμός

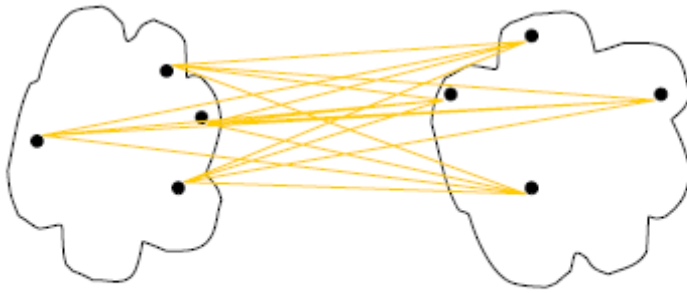
Η συνεκτικότητα μιας συστάδας είναι το άθροισμα των αποστάσεων μεταξύ όλων των συνδέσεων σε μια συστάδα.[61]



$$cohesion (C_i) = \sum_{\substack{x \in C_i \\ y \in C_i}}^n proximity(x, y)$$

Σχήμα 5.25 : υπολογισμός συνεκτικότητας μιας συστάδας

Ο διαχωρισμός είναι το άθροισμα των αποστάσεων μεταξύ σημείων μιας συστάδας και όλων των σημείων εκτός συστάδας.



$$separation(C_i, C_j) = \sum_{\substack{x \in C_i \\ y \in C_j}}^n proximity(x, y)$$

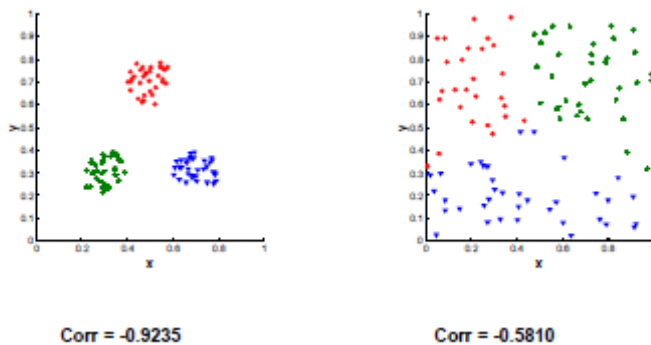
Σχήμα 5.26: υπολογισμός διαχωρισμού 2 συστάδων

Μια συστάδα με κακή συνεκτικότητα μπορεί να χρειαστεί να διασπαστεί ενώ 2 συστάδες όχι καλά διαχωρισμένες μπορεί να συγχωνευτούν.

Πίνακας γειτνίασης(proximity matrix)

Είναι ο πίνακας με τις αποστάσεις των σημείων των αντικειμένων.

Υπολογισμός συσχέτισης από τον πίνακα γειτνίασης όπου υψηλή συσχέτιση σημαίνει ότι τα σημεία που ανήκουν στην ίδια συστάδα είναι κοντινά μεταξύ τους. Αυτή η μέτρηση δεν είναι ιδιαίτερα καλή όταν έχουμε συστάδες με διαφορετική πυκνότητα και σε συνέχεια (contiguity).



Σχήμα 5.27: υπολογισμός συσχέτισης μεταξύ ομάδων με διαφορετική πυκνότητα

Πίνακας εμφάνισης(incidence matrix)

Ο τετραγωνικός πίνακας αυτός δημιουργείται ως εξής: όταν 2 σημεία ανήκουν στην ίδια συστάδα τότε σημειώνουμε τον αριθμό 1 ενώ όταν δεν ανήκουν στην ίδια συστάδα τότε σημειώνουμε το 0.

5.3.2 Ταξινόμηση(classification)

Με την χρήση της ταξινόμησης δίνεται απάντηση στο πρόβλημα της ανάθεσης ενός αντικειμένου σε μία ή περισσότερες προκαθορισμένες κατηγορίες (κλάσεις – ομάδες – συστάδες). Θα μπορούσε να είναι η επόμενη διαδικασία μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της συσταδοποίησης[56]. Αν λοιπόν επιστρέψουμε στο ιατρικό μας υπόδειγμα με τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας και θεωρήσουμε ότι έχουμε δημιουργήσει ομάδες-προφίλ ασθενών βάση κριτηρίων που άπτονται της συσταδοποίησης τότε με την ταξινόμηση μπορούμε να τοποθετήσουμε έναν νέο ασθενή-αντικείμενο σε μια από τις υπάρχουσες ομάδες-προφίλ. Αυτό πρακτικά θα μπορούσε να σημαίνει πρόγνωση σχετικά με την κατάσταση της υγείας ενός ασθενούς αλλά και μια γρήγορη προ-διαγνωσή η οποία μπορεί να προηγηθεί των κλινικών μετρήσεων που θα οριστικοποιήσουν την κατάσταση ενός ασθενούς.

Ας δούμε όμως πιο συγκεκριμένα τι συμβαίνει στην ταξινόμηση.

Σαν είσοδο τοποθετούμε μια συλλογή από εγγραφές όπου κάθε εγγραφή περιέχει ένα σύνολο γνωρισμάτων. Τα γνωρίσματα είναι μεταβλητές και μπορεί να έχουμε μεταβλητές διαφορετικού τύπου (π.χ ανάμεικτες ποσοτικές και κατηγορικές μεταβλητές). Οποσδήποτε κάθε εγγραφή περιέχει ένα γνώρισμα το οποίο ονομάζεται κλάση και που αποτελεί την έξοδο ή καλύτερα το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Ο στόχος κάθε ταξινόμησης είναι η ανάθεση μιας νέας εγγραφής σε μία από τις σχηματιζόμενες κλάσεις με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια[61].

Άρα πιο άμεσα πλέον μπορούμε να πούμε ότι ταξινόμηση είναι η διαδικασία ανάθεσης ενός συνόλου γνωρισμάτων σε μια προκαθορισμένη κλάση.

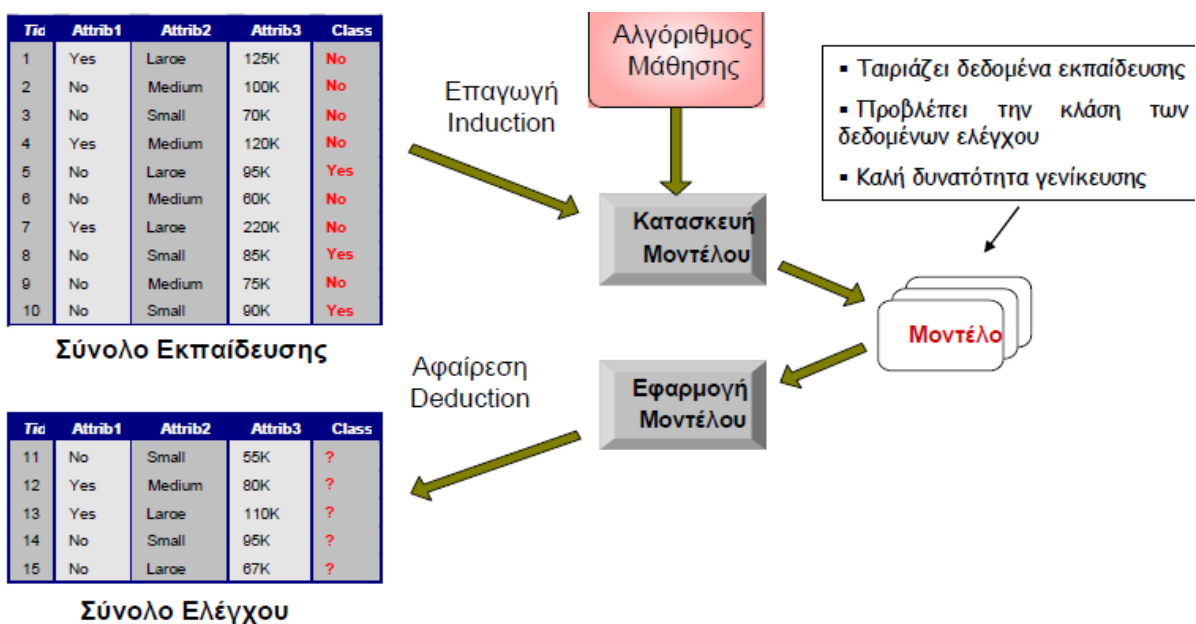
Για την μέτρηση και τον έλεγχο της ποιότητας της ταξινόμησης γίνεται διαχωρισμός των αρχικών δεδομένων σε ένα σύνολο εκπαίδευσης – training data (που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία των κλάσεων) και σε ένα σύνολο ελέγχου – test data (με το οποίο θα επαληθευτεί το αποτέλεσμα της ταξινόμησης).

Πολλοί ταυτίζουν την ταξινόμηση με την εύρεση μιας συνάρτησης παλινδρόμησης και τις γνωστές εφαρμογές της για την πρόβλεψη τιμών, όμως η βασική διαφορά είναι ότι στην

ταξινόμηση η τιμή του γνωρίσματος κλάσης είναι διακριτή και όχι συνεχής. Άρα η ταξινόμηση θα μπορούσε να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα όπως το παρακάτω:

Δοθέντων τιμών για έναν αριθμό γνωρισμάτων σχετικών με επιβαρυντικούς παράγοντες για την εκδήλωση ενός τύπου καρκίνου μπορεί ένας νέος ασθενής να προ-διαγνωστεί ως χαμηλού, μέτριου ή υψηλού κινδύνου;

Η απάντηση εφόσον η ταξινόμηση έχει γίνει σωστά είναι καταφατική και πολύ σημαντική στο επίπεδο του προκλινικού ελέγχου. Ο προκλινικός έλεγχος είναι ένας ιδιαίτερα κρίσιμος παράγοντας διότι σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνει τόσο την κλινική διάγνωση όσο και στην ελάττωση του αριθμού των κλινικών εξετάσεων που απαιτούνται για να συντελεστεί μια ολοκληρωμένη ιατρική διάγνωση. Συνεπώς με την μέθοδο της ταξινόμησης έχουμε ταυτόχρονα ένα κλινικό και διοικητικό εργαλείο. Αυτή η οικονομικό – διοικητική διάσταση των μεθόδων εξόρυξης γνώσης από ένα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας αναλύεται



λεπτομερέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Σχήμα 5.28: διαδικασία – βήματα ταξινόμησης

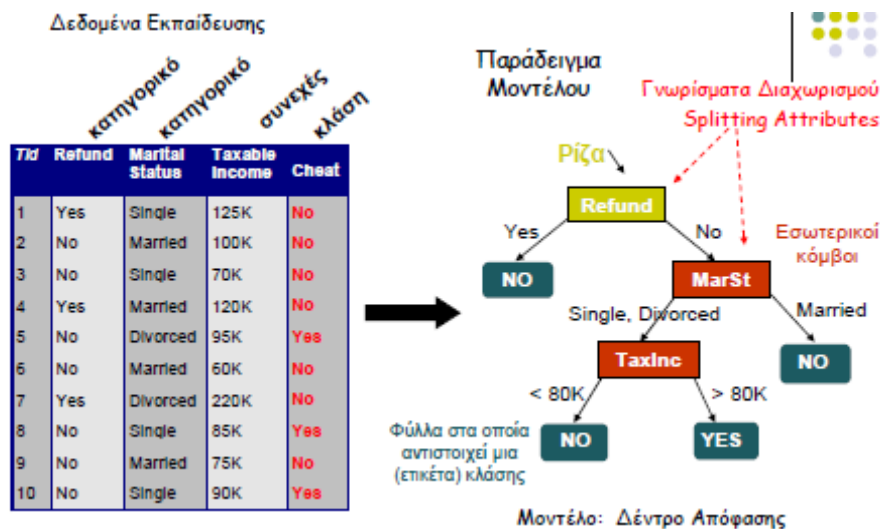
Τεχνικές Ταξινόμησης

Στην βιβλιογραφία συναντώνται τα παρακάτω είδη-τεχνικές ταξινόμησης

- Τεχνικές βασισμένες σε δέντρα απόφασης(decision trees)
- Τεχνικές βασισμένες σε κανόνες(rule based methods)
- Memory based reasoning
- Νευρωνικά δίκτυα (neural networks)
- Μπαγιεσιανά δίκτυα – πιθανοτικά δίκτυα
- Support vector machines

Δέντρα Απόφασης

Ένα δέντρο απόφασης δημιουργεί ένα μοντέλο ταξινόμησης το οποίο αποτελείται από εσωτερικούς κόμβους που αντιστοιχούν σε κάποιο από τα γνωρίσματα, από φύλλα τα οποία αντιστοιχούν στις κλάσεις και επιπλέον από μεθόδους διαχωρισμού ενός κόμβου σε παιδιά.

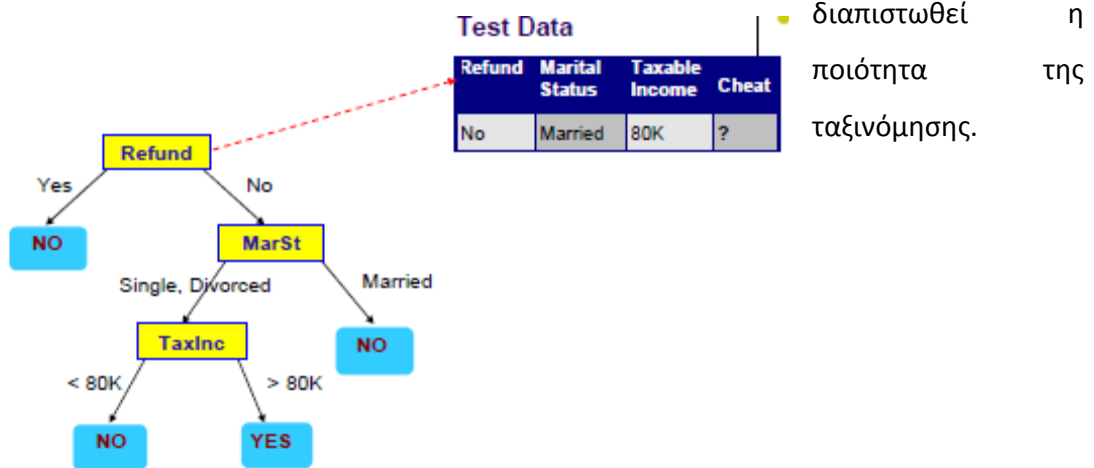


Σχήμα 5.29: παράδειγμα ταξινόμησης με δέντρο απόφασης

Στο παραπάνω παράδειγμα δημιουργίας ενός μοντέλου ταξινόμησης επιλέγουμε τυχαία ένα γνώρισμα το refund το οποίο θα αποτελέσει την ρίζα του δέντρου. Στην συνέχεια και ανάλογα με το πλήθος των διαφορετικών τιμών του γνωρίσματος σχεδιάζουμε ίσου πλήθους ακμές πάνω στις οποίες αναγράφονται ετικέτες. Βλέπουμε ότι όταν το γνώρισμα refund παίρνει την τιμή yes το γνώρισμα κλάση παίρνει πάντα την τιμή NO. Συνεπώς έχουμε την δημιουργία ενός φύλλου στο δέντρο δηλαδή την ανάλυση μιας από τις δυνατές περιπτώσεις. Με όμοιο τρόπο συνεχίζει η δημιουργία του υπόλοιπου δέντρου. Η σειρά

διάσπασης των γνωρισμάτων σε νέους κόμβους αλλά και ο τρόπος διαχωρισμού των τιμών των γνωρισμάτων για τον έλεγχο είναι θέματα που περιγράφονται στην συνέχεια και έχουν την ιδιαίτερη σημασία τους.

Μετά την δημιουργία του μοντέλου (εδώ την δημιουργία του δέντρου απόφασης) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα από τα δεδομένα ελέγχου προκειμένου να



Σχήμα 5.30 : έλεγχος δέντρου απόφασης με χρήση δεδομένων ελέγχου

Ο αριθμός των δυνατών δέντρων απόφασης είναι εκθετικός. Για την δημιουργία των δέντρων απόφασης διαθέτουμε ένα πλήθος από αλγόριθμους οι οποίοι ακολουθούν την στρατηγική της απόφασης μέσα από ένα πλήθος τοπικά βέλτιστων αποφάσεων.

Τέτοιοι αλγόριθμοι είναι:

- Ο αλγόριθμος του Hunt
- αλγόριθμος CART
- ID3,C4.5
- SLIQ,SPRINT

5.3.3 Παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών

Μια επιλεγμένη μέθοδος συσταδοποίησης μπορεί να θεωρηθεί η παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών η οποία μπορεί να δώσει τάσεις ιδιαίτερα χρήσιμες για την εξόρυξη γνώσης από ένα πληροφοριακό σύστημα.

Η παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών μια «αποκαλυπτική μέθοδος ομαδοποίησης των κύριων τάσεων»

Η παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών[64], που με το όνομα αυτό εμφανίζεται για πρώτη φορά από τον L. Lebart το 1975, είναι η μέθοδος της παραγοντικής ανάλυσης των αντιστοιχιών που εφαρμόζεται όχι σε πίνακα συμπτώσεων, αλλά σε λογικούς πίνακες. Αυτοί προκύπτουν από την κωδικοποίηση των πινάκων της μορφής (άτομα)×(κατηγορικές μεταβλητές).

Λεπτομερή μελέτη των ιδιοτήτων αυτής της μεθόδου που προκύπτουν από τη διαφορετική μορφή του λογικού πίνακα, βρίσκει κανείς στα βιβλία.[64][65][66][67][68][69]

Στη συνέχεια παρουσιάζονται μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

KENTRA ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΝΕΦΩΝ $N(I)$, $N(J)$ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΟΥΣ ΜΙΑΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ.

Όπως προαναφέρθηκε έχουμε προς επεξεργασία ένα λογικό πίνακα $(0-1)$ (n αντικειμένων)×(p στηλών), όπου οι p στήλες αποτελούν όλες τις κατηγορίες, s κατηγορικών μεταβλητών.

Από τον πίνακα αυτό δημιουργείται ο πίνακας των προφίλ γραμμών και ο πίνακας των προφίλ στηλών.

Συμβολίζουμε $N(I)$ και $N(J)$ το νέφος των σημείων-προφίλ γραμμών και το νέφος των σημείων-προφίλ στηλών αντίστοιχα.

$$\text{Το βάρος της } i \text{ γραμμής προφίλ είναι } f_{i \cdot} = \frac{k_{i \cdot}}{k} = \frac{s}{ns} = \frac{1}{n}$$

Δηλαδή τα αντικείμενα (άτομα) είναι ισοβαρή.

Το βάρος της j στήλης-προφίλ είναι $f_{.j} = \frac{k_{.j}}{k} = \frac{k_{.j}}{ns}$.

Το κέντρο βάρους g_i των σημείων του νέφους $N(I)$ είναι και εδώ η περιθώρια γραμμή του πίνακα των προφίλ γραμμών, δηλαδή

$$g_i = \left(\frac{k_{.1}}{ns}, \frac{k_{.2}}{ns}, \dots, \frac{k_{.p}}{ns} \right),$$

ενώ το κέντρο βάρους g_j των σημείων του νέφους $N(J)$, δηλαδή το κέντρο βάρους όλων των p σημείων προφίλ στηλών, είναι η περιθώρια στήλη του πίνακα των προφίλ στηλών, δηλαδή

$$g_j = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right).$$

Θεωρούμε στη συνέχεια τον υποπίνακα $n \times m$ του αρχικού λογικού πίνακα (Πίνακας 1) που αντιστοιχεί σε μια κατηγορική μεταβλητή q , η οποία έχει m κατηγορίες (κλάσεις) και ακολούθως δημιουργούμε τον πίνακα 2 των προφίλ των στηλών.

Πίνακας 1:

Ο λογικός πίνακας της ερώτησης q .

	q1	q2	-----	qm	Άθροισμα
1	0	1		0	1
2	0	0		0	1
n	1	0		0	1
Άθρ.	k ₁	k ₂		k _m	n

Πίνακας 2:

Τα προφίλ των στηλών της ερώτησης q .

	q1	q2	-----	qm	Άθροισμα
1	0/k ₁	1/k ₂		0/k _m	1/n
2	0/k ₁	0/k ₂		0/k _m	1/n
n	1/k ₁	0/k ₂		0/k _m	1/n
Άθρ.	1	1		1	

Βάρη στηλών	k ₁ /n	k ₂ /n	-----	k _m /n
----------------	-------------------	-------------------	-------	-------------------

Η περιθώρια στήλη του Πίνακα 2 των προφίλ στηλών δίνει το κέντρο βάρους των προφίλ στηλών, δηλαδή το σημείο $g_q = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right)$ είναι το κέντρο βάρους των σημείων προφίλ στηλών της μεταβλητής q και επομένως συμπίπτει με το κέντρο βάρους του νέφους $N(J)$. Όστε αν επρόκειτο να μελετηθεί μόνη της η μεταβλητή q , αυτή θα είχε κέντρο βάρους, το ίδιο με το κέντρο βάρους του νέφους $N(J)$.

Η ΑΔΡΑΝΕΙΑ

Τα νέφη $N(I)$ και $N(J)$ έχουν ίση αδράνεια I . Υπολογίζουμε την αδράνεια I μέσω του νέφους $N(J)$ ως προς το κέντρο βάρους του $g_j = g$. Όπως και στην απλή παραγοντική ανάλυση των αντιστοιχιών έτσι και στην ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών οι αποστάσεις των σημείων μετρώνται με την μετρική του χ^2 .

Παρενθετικά αναφέρουμε ότι σε ένα ερωτηματολόγιο, μια ερώτηση μπορεί να είναι μια κατηγορική μεταβλητή και τότε κάθε κλάση της είναι μια δυνατή απάντηση.

Αρχικά υπολογίζουμε την αδράνεια I_j μιας κλάσης j της κατηγορικής μεταβλητής q . Χρειάζεται να υπολογισθεί πρώτα η απόσταση $d_{\chi^2}^2(j, g)$:

$$\text{Είναι } d_{\chi^2}^2(j, g) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\frac{1}{n}} \left(\frac{k_{ij}}{k_{.j}} - \frac{1}{n} \right)^2 = \frac{n}{k_{.j}} - 1$$

Δηλαδή όσο σπανιότερη είναι η απάντηση j (όσο μικρότερο είναι το $k_{.j}$), τόσο περισσότερο μακριά από το κέντρο βάρους g , βρίσκεται.

Για την αδράνεια I_j έχουμε:

$$I_j = f_{.j} d_{\chi^2}^2(j, g) = \frac{k_{.j}}{ns} \cdot \left(\frac{n}{k_{.j}} - 1 \right) = \frac{1}{s} \cdot \left(1 - \frac{k_{.j}}{n} \right)$$

Δηλαδή με τόσο μεγαλύτερη αδράνεια συμβάλλει η απάντηση j , όσο μικρότερο είναι το άθροισμα $k_{.j}$ (όσο σπανιότερη είναι). Αν δε αυτή η μεγάλη αδράνεια μιας σπάνιας απάντησης ερμηνεύεται κυρίως από έναν παραγοντικό άξονα, τότε αυτή αλλοιώνει την πραγματική εικόνα. Επομένως πρέπει κατά την κωδικοποίηση κατηγορικών μεταβλητών σε πίνακα 0-1, να είμαστε επιφυλακτικοί με τις «πολύ φτωχές» κλάσεις των μεταβλητών. Αυτές άλλοτε πρέπει να συγχωνεύονται με άλλες κλάσεις και άλλοτε να λαμβάνονται ως συμπληρωματικά στοιχεία.[70]

Η αδράνεια I_q μιας μεταβλητής q με (m_q) κατηγορίες (κλάσεις) είναι το άθροισμα των αδρανειών όλων των κατηγοριών της, επομένως είναι:

$$I_q = \sum_{j=1}^m I_j = \sum_{j=1}^m \frac{1}{s} \left(1 - \frac{k_{.j}}{n} \right) = \frac{1}{s} \left(\sum_{j=1}^{m_q} 1 - \frac{\sum k_{.j}}{n} \right) = \frac{1}{s} \left(m_q - \frac{n}{n} \right) = \frac{1}{s} (m_q - 1)$$

Επομένως η αδράνεια μιας μεταβλητής (q) εξαρτάται μόνο από το πλήθος m_q των κατηγοριών της.

Αν θέλουμε λοιπόν οι μεταβλητές να συμβάλλουν με ίση αδράνεια στην ανάλυση, πρέπει να φροντίζουμε να έχουν το ίδιο πλήθος κλάσεων.[71]

Τέλος η ολική αδράνεια I του νέφους $N(J)$ είναι το άθροισμα των αδρανειών όλων των (s) μεταβλητών, δηλαδή

$$I = \sum_{q=1}^s I_q = \sum_{q=1}^s \frac{1}{s} (m_q - 1) = \frac{1}{s} \left(\sum_{q=1}^s m_q - \sum_{q=1}^s 1 \right) = \frac{1}{s} (p - s) = \frac{p}{s} - 1$$

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η ολική αδράνεια στην ανάλυση πολλαπλών αντιστοιχιών εξαρτάται μόνο από το πλήθος (s) των μεταβλητών και το συνολικό πλήθος (p) των κατηγοριών τους.

Βλέπουμε δηλαδή ότι η αδράνεια στην ανάλυση πολλαπλών αντιστοιχιών δεν έχει μια στατιστική σημασία, όπως έχει η αδράνεια στην απλή ανάλυση των αντιστοιχιών η οποία σχετίζεται με το τεστ ανεξαρτησίας χ^2 δύο κατηγορικών μεταβλητών της κλασικής στατιστικής (L. Lebart-A. Morineau-M. Piron, 2000).

*Η μέθοδος της παραγοντικής ανάλυσης των πολλαπλών αντιστοιχιών παρουσιάζεται μέσα από σχετικό πείραμα που αναπτύσσεται στο κεφάλαιο 9.

Κεφάλαιο 6

Θέματα ασφαλείας και ιδιωτικότητας στα πληροφοριακά συστήματα υγείας

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η αναφορά των βασικών εννοιών που εμπλέκονται στην ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων και η περιγραφή του επιθυμητού τρόπου διαχείρισης των «ευαίσθητων» ιατρικών δεδομένων.

6.1 Το ζήτημα των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων πρέπει να συνάδει με τις σχετικές διατάξεις για την προστασία των προσωπικών, ευαίσθητων, δεδομένων και του ιατρικού απορρήτου.[73]

Η νομιμότητα της επεξεργασίας αφορά σε όλα της τα στοιχεία, δηλαδή ποια δεδομένα από ποιον και για ποιο σκοπό θα συλλεχθούν και θα επεξεργαστούν σε ποιον και για ποιο σκοπό θα ανακοινωθούν ή ποιος θα έχει πρόσβαση. Τα σημεία αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για κάθε επιμέρους εφαρμογή.

Η επεξεργασία πρέπει να είναι αναγκαία για την επίτευξη του σκοπού της επεξεργασίας και τα δεδομένα που συλλέγονται και επεξεργάζονται δεν πρέπει να υπερβαίνουν το σκοπό της επεξεργασίας. Ισχύει η αρχή της ελαχιστοποίησης των προσωπικών δεδομένων ως προς τον σκοπό της επεξεργασίας και η αρχή της ανώνυμης ή ψευδώνυμης επεξεργασίας όπου αυτό είναι δυνατό.

- Ο σκοπός της επεξεργασίας πρέπει να ορίζεται με σαφήνεια εκ των προτέρων και τα δεδομένα δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς διάφορους από αυτούς για τους οποίους συλλέχθηκαν εκτός και αν ενημερωθεί το υποκείμενο της επεξεργασίας και δώσει την έγγραφη συγκατάθεσή του.

- Ο υπεύθυνος επεξεργασίας πρέπει να διασφαλίσει το απόρρητο της επεξεργασίας και να λάβει όλα τα απαραίτητα τεχνικά και οργανωτικά μέτρα προστασίας των δεδομένων (προστασία δεδομένων).
- Πριν την έναρξη της επεξεργασίας ο υπεύθυνος επεξεργασίας πρέπει να λάβει άδεια από την αρχή προστασίας προσωπικών δεδομένων.

Η επεξεργασία των δεδομένων σχετικές με την υγεία ενός ατόμου επιτρέπεται κυρίως:[73]

- Στο μέτρο που τα δεδομένα είναι απαραίτητα για την συγκεκριμένη παροχή υπηρεσιών υγείας (πρόληψη – διάγνωση) ή την διαχείριση των υπηρεσιών υγείας και η επεξεργασία διενεργείται από πρόσωπο που υπόκειται στο ιατρικό απόρρητο ή σε συναφές καθήκον εχεμύθειας.
- Ανεξάρτητα από την φυσική αρχιτεκτονική του πληροφοριακού συστήματος κάθε μονάδα νοσηλείας θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως λειτουργικά ανεξάρτητη μονάδα και η ανακοίνωση των δεδομένων που αφορούν έναν ασθενή προς άλλη μονάδα θα επιτρέπεται μόνον εφόσον αυτό είναι απαραίτητο για την συνέχιση της ιατρικής φροντίδας και ο ασθενής έχει δώσει την συγκατάθεσή του.
- Οι διαχειριστικές – διοικητικές υπηρεσίες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως λειτουργικά ανεξάρτητες υπηρεσίες. Η επεξεργασία των δεδομένων που αφορούν την υγεία του ατόμου πρέπει να είναι αναγκαία για την επιτέλεση της συγκεκριμένης υπηρεσίας.
- Η χρήση ανώνυμης επεξεργασίας ή η χρήση κωδικών συνίσταται όπου η ταυτότητα του ατόμου δεν είναι απολύτως αναγκαία.
- Η τροποποίηση δεδομένων ασθενών επιτρέπεται μόνο από τους ιατρούς (ή από νομίμως εξουσιοδοτημένα άτομα) οι οποίοι έχουν διενεργήσει την ιατρική πράξη και εφόσον το γεγονός της τροποποίησης καταγράφεται από το σύστημα. Άλλοι γιατροί έχουν το δικαίωμα ανάγνωσης των δεδομένων εφόσον υπάρχει η

κατάλληλη εξουσιοδότηση και συγκατάβαση από τον ασθενή ή άλλου νομίμου εκπροσώπου του.

- Σε περίπτωση που το άτομο τελεί σε φυσική ή νομική αδυναμία να δώσει την συγκατάθεσή του. Για το κρίσιμο αυτό χρονικό διάστημα πρέπει να προβλέπονται διαδικασίες ανάκτησης δεδομένων που είναι απαραίτητα και μόνο για την αντιμετώπιση του περιστατικού αυτού.
- Σε κάθε άλλη περίπτωση όπου η επεξεργασία δεν είναι αναγκαία για την παροχή ή την διαχείριση υπηρεσιών υγείας όπως περιγράφηκε προηγουμένως, η επεξεργασία των δεδομένων που αφορούν την υγεία του ατόμου επιτρέπεται μόνο εφόσον αυτό έχει δώσει την έγγραφη συγκατάθεσή του. Η συγκατάθεση μπορεί να δίδεται και με ηλεκτρονικά μέσα π.χ με την χρήση ηλεκτρονικής υπογραφής.
- Η συγκατάθεση προϋποθέτει ενημέρωση του ατόμου ιδίως για τους αποδέκτες των στοιχείων που το αφορούν, το σκοπό της ανακοίνωσης των δεδομένων, τα δεδομένα που πρόκειται να ανακοινωθούν, την υποχρέωση ή μη του ατόμου να παράσχει τη συνδρομή του και τέλος για τα δικαιώματά του.

Πρόσβαση σε ιατρικά δεδομένα (δηλαδή σε δεδομένα που αφορούν την υγεία του ατόμου)[74]

- Η πρόσβαση του χρήστη θα πρέπει να είναι εξουσιοδοτημένη
- Η πρόσβαση πρέπει να συνάδει με τις αρχές του ιατρικού απορρήτου. Επομένως απαιτείται πρόβλεψη της πρόσβασης μόνο στα άτομα που εμπλέκονται στην παροχή ιατρικής φροντίδας για το συγκεκριμένο περιστατικό και μόνο στα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την αντιμετώπισή του.
- Η πρόσβαση για σκοπούς διαχειριστικούς/διοικητικούς πρέπει να συνάδει με τα εξής: Η πρόσβαση επιτρέπεται μόνο σε άτομα που υπόκεινται στο ιατρικό απόρρητο ή σε συναφές καθήκον εχεμύθειας και μόνο στο μέτρο και στα

δεδομένα που είναι απολύτως απαραίτητα για την επίτευξη του διαχειριστικού / διοικητικού σκοπού.

- Το σύστημα διαχείρισης ιατρικών πληροφοριών και οι σχετικές με αυτό βάσεις δεδομένων πρέπει να προβλέπει τη διαφοροποιημένη πρόσβαση ως προς τους χρήστες και τα δικαιώματα αυτών. Δικαιώματα πρόσβασης πρέπει να προβλέπονται σύμφωνα με το ρόλο του χρήστη στην παροχή υπηρεσιών υγείας. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να δημιουργηθεί κατάλογος ελέγχου πρόσβασης. Η ελάχιστη απαίτηση για την χρήση καταλόγων ελέγχου πρόσβασης πρέπει να καλύπτει πρόβλεψη για είδη δεδομένων που απαιτούν έλεγχο πρόσβασης, κατηγοριοποίηση των χρηστών κατά ειδικότητα / λειτουργία.
- Τα δικαιώματα πρόσβασης θα πρέπει να διακρίνονται σε δικαιώματα ανάγνωσης, εισαγωγής, τροποποίησης δεδομένων.
- Το σύστημα θα πρέπει να μην επιτρέπει τη διαγραφή δεδομένων εκτός εάν αυτή βασίζεται σε νόμο ή υπέρτερο έννομο συμφέρον του ατόμου στο οποίο αφορούν τα δεδομένα. Λανθασμένες εγγραφές μετά την εντόπισή τους θα πρέπει να τηρούνται σε ειδικά αρχεία που θα φέρουν την ημερομηνία διόρθωσης, το όνομα του ατόμου που προέβη στη διόρθωση και την κατά περίπτωση ηλεκτρονική του υπογραφή.
- Κάθε είδους πρόσβαση πρέπει να καταχωρείται. Το σύστημα διαχείρισης και οι σχετικές με αυτό βάσεις δεδομένων θα πρέπει να ελέγχουν την ταυτότητα του κάθε χρήστη, τα δικαιώματα πρόσβασης που διαθέτει και να καταγράφουν κάθε πρόσβαση και ενέργεια (π.χ ανάγνωση, εκτύπωση, μετάδοση, τροποποίηση). Η καταγραφή, εκτός από τα στοιχεία της ώρας, ημερομηνίας και χρήστη θα πρέπει επίσης να καλύπτει το λόγο της πρόσβασης (π.χ θεραπεία, χρέωση, διάγνωση).
- Κάθε άτομο έχει δικαίωμα πρόσβασης στα δεδομένα που το αφορούν. Η πρόσβαση πρέπει να διευκολύνεται από το σύστημα.

Εξουσιοδότηση για την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών

- Κάθε ενέργεια του χρήστη του πληροφοριακού συστήματος πρέπει να εξουσιοδοτείται με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο ελέγχεται η πρόσβαση.
- Είναι επιθυμητό αλλά όχι και αναγκαίο να χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικές υπογραφές για την απόδειξη κάθε τέτοιας ενέργειας και την απόδοσή της στον χρήστη που την εκτέλεσε.
- Η οριστικοποίηση ενός εγγράφου/ αρχείου που ανήκει στον ιατρικό φάκελο πριν από την αποθήκευση / αρχειοθέτηση ή αποστολή του είναι επιθυμητό αλλά και όχι αναγκαίο να υπογράφεται ηλεκτρονικά από τον υπεύθυνο για το περιεχόμενο του χρήστη.

6.2 Αρχές ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων[75]

Πριν αναπτύξουμε το θέμα της ασφάλειας των πληροφοριακών συστημάτων και συγκεκριμένα των συστημάτων του χώρου της υγείας θα ήταν καλό να αποκωδικοποιήσουμε και να ορίσουμε το τι είναι ασφάλεια. Η έννοια της ασφάλειας περιέχει την έννοια της πρόληψης δηλαδή την λήψη μέτρων όπου απαιτείται προκειμένου να διαφυλαχτεί ένα αγαθό/μια υπηρεσία. Επίσης περιλαμβάνει την έννοια της ανίχνευσης δηλαδή τον τρόπο πρόκλησης φθοράς σε μια υπηρεσία και τέλος περιλαμβάνει την έννοια της αντίδρασης που είναι οι ενέργειες προκειμένου να γίνει η επισκευή των βλαβών που προκλήθηκε από την παραβίαση της ασφάλειας ενός συστήματος.

Είναι δύσκολο να δοθεί ένας de facto ορισμός για το τι είναι η ασφάλεια πληροφοριακών συστημάτων και για την καλύτερη ερμηνεία θα περιγράψουμε βασικούς όρους και τα αντικείμενα που το αποτελούν.

Βασικοί όροι

Αγαθό: είναι η οντότητα που πρέπει να προστατευτεί

Ιδιοκτήτης ή χρήστης : είναι το φυσικό ή το νομικό πρόσωπο που κατέχει ή χρησιμοποιηθεί μια υπηρεσία.

Εξουσιοδότηση: είναι η διαδικασία κατά την οποία ο ιδιοκτήτης μιας υπηρεσίας ή ενός αγαθού προσφέρει δικαίωμα πρόσβασης κατά έναν καθορισμένο τρόπο σε ένα πρόσωπο.

Θεμελιώδη αντικείμενα[75]

Εμπιστευτικότητα:

Με την έννοια της εμπιστευτικότητας εννοούμε όλες εκείνες τις τεχνικές που διασφαλίζουν ότι τα ιατρικά δεδομένα προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή γνωστοποίησή τους. Γι αυτόν τον λόγο υπάρχουν μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες οι οποίοι διαβαθμισμένα μπορούν να προσπελάσουν ιατρικές πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες σε ένα πληροφοριακό σύστημα υγείας.

Ακεραιότητα:

Η ακεραιότητα βασίζεται στην ανάγκη φύλαξη των δεδομένων κατά την διάρκεια μεταφοράς τους από και προς το πληροφοριακό σύστημα. Είναι ο μηχανισμός που διασφαλίζει ότι τα δεδομένα που του αποστολέα θα φθάσουν αναλλοίωτα στον παραλήπτη. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση τεχνικών κρυπτογράφησης όπως είναι οι ψηφιακές υπογραφές.

Διαθεσιμότητα

Το πληροφοριακό σύστημα πρέπει να εξασφαλίζει ότι ένας εξουσιοδοτημένος χρήστης πρέπει να έχει άμεσα πρόσβαση στην πληροφορία που αναζητά. Για παράδειγμα ένας διαπιστευμένος γιατρός του συστήματος θα πρέπει να έχει πρόσβαση σε ολόκληρο το

ιστορικό ενός ασθενούς διαφορετικά μπορεί να σχηματίσει λάθος διάγνωση βάση των ελλιπών στοιχείων που έχει.

Μη άρνηση αποδοχής

Η μη άρνηση αποδοχής είναι ο συνδυασμός των υπηρεσιών της πιστοποίησης και της ακεραιότητας που παρέχονται σε μια τρίτη οντότητα. Έτσι ο αποστολέας δεν μπορεί να αρνηθεί ότι έχει στείλει δεδομένα και αφετέρου ο παραλήπτης δεν μπορεί να αρνηθεί ότι έλαβε τα δεδομένα.

Πιστοποίηση

Η πιστοποίηση είναι ακόμα ένας κρίσιμος παράγοντας και περιλαμβάνει τις διαδικασίες της αναγνώρισης και της επιβεβαίωσης της ταυτότητας ενός ατόμου ή την πηγή αποστολής των πληροφοριών. Η πιστοποίηση μπορεί να υλοποιείται είτε μέσω της χρήσης κωδικών πρόσβασης είτε με την χρήση ηλεκτρονικού μέσου(π.χ χρήση έξυπνης κάρτας) είτε ακόμη και μέσω βιομετρικών μεθόδων ταυτοποίησης προσώπων.

Επιπλέον αντικείμενα[76]

Εξουσιοδοτημένη χρήση: αποκλειστικά και μόνο εξουσιοδοτημένα άτομα μπορούν να κάνουν χρήση του υπολογιστικού συστήματος και κατόπιν αυστηρού καθορισμού των όρων πρόσβασης.

Πιστοποίηση μηνύματος: η γνώση και η βεβαιότητα ότι ο αποστολέας του μηνύματος ήταν ο πραγματικός αποστολέας και όχι κάποιος κακόβουλος ενδιάμεσος.

Γνώση αποστολής: είναι η γνώση ότι το μήνυμα που αποστείλαμε σε ένα άτομο παρελήφθη με βεβαιότητα.

Υπευθυνότητα: πρέπει οι χρήστες να είναι υπόλογοι των πράξεών τους. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την ασφαλή αναγνώριση των χρηστών και με την διατήρηση εγγραφών ελέγχου σχετικές με αλλαγές και συμβάντα που αφορούν την ασφάλεια του συστήματος.

Αξιοπιστία: η ασφάλεια των συστημάτων συσχετίζεται με την αξιοπιστία και την σιγουριά αφού έχουμε να κάνουμε με συστήματα που πρέπει να λειτουργούν στην εντέλεια μέσα σε ένα αντίξοο και πολλές φορές εχθρικό περιβάλλον.

Επιπλέον έννοιες σχετικές με την ασφάλεια των συστημάτων

Ζημιά: ορίζεται ως η μείωση της αξίας ενός αγαθού

Κίνδυνο: είναι το ενδεχόμενο ένα αγαθό να υποστεί μείωση της αξίας του



Σχήμα 6.1: συνολική εικόνα αντικειμένου ασφάλειας συστημάτων

Όλα τα συστήματα και μάλιστα τα πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα έκθεσης σε κίνδυνο με πιθανή απώλεια ή ζημιά υπολογιστικών πόρων[77]. Μερικά από τα συνηθέστερα παραδείγματα έκθεσης σε κίνδυνο είναι η μη εξουσιοδοτημένη αποκάλυψη των δεδομένων, η μη εξουσιοδοτημένη τροποποίηση των δεδομένων και η μη θεμιτή προσπέλαση των υπολογιστικών πόρων. Όλα αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε καταστάσεις ευπάθειας και ανάδειξη αδυναμιών που αν αξιοποιηθούν σωστά από τον κακόβουλο εισβολέα μπορούν να προκαλέσουν απώλειες ή ζημιές. Ένα άτομο που προσπαθεί κακόβουλα να έχει πρόσβαση ή να

τροποποιήσει δεδομένα και πόρους χωρίς την κατάλληλη εξουσιοδότηση λέμε ότι διαπράττει επίθεση. Υπάρχουν διαφόρων ειδών επιθέσεις και πρέπει να γίνει ξεκάθαρα κατανοητό ότι κάθε πληροφοριακό σύστημα είναι επιρρεπές και ευπαθές σε πιθανές επιθέσεις. Όμως υπάρχουν σαφής μηχανισμοί ασφαλείας οι οποίοι είτε μπορούν να μειώσουν την πιθανότητα επιτυχούς επίθεσης είτε να προκαλέσουν στον εισβολέα την εικόνα ότι θα ξοδέψει πολύ κόπο και χρόνο για να πετύχει τον σκοπό του κάτι το οποίο θα τον αποτρέψει από την συνέχεια της προσπάθειας του. Αυτό είναι και το ζητούμενο των σύγχρονων ασφαλών συστημάτων. Από την μια η αποδοχή ότι το σύστημα δεν είναι απόλυτα ασφαλές αλλά από την άλλη η σαφής πρόκληση εμποδίων και τοποθέτηση αναχωμάτων που προκαλούν τελικά την υποχώρηση του επιτιθέμενου.

Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα συνηθέστερα είδη ευπάθειας

Φυσικές φθορές: κτίρια και χώροι που δεν πληρούν του κανόνες φιλοξενίας των συστημάτων

Ανθρώπινες ευπάθειες: ο ανθρώπινος παράγοντας είναι αυτός που ευθύνεται για τις μεγαλύτερες επιθέσεις που δέχονται τα πληροφοριακά συστήματα.

Εκ φύσεως ευπάθειες: φυσικές καταστροφές και περιβαλλοντολογικές απειλές

Ευπάθειες υλικού και λογισμικού: λειτουργίες οι οποίες οφείλονται σε κακοτεχνίες του υλικού και του λογισμικού

Ευπάθειες μέσων: κλοπή ή καταστροφή μαγνητικών μέσων ή περιφερειακών συσκευών

Ευπάθειες επικοινωνιών: υποκλοπή σημάτων από συστήματα και δίκτυα υπολογιστών

Είδη απειλών για τα πληροφοριακά συστήματα

- **Υποκλοπή:** είναι η περίπτωση κάποιο μη εξουσιοδοτημένο άτομο να αποκτήσει πρόσβαση σε κάποιο μέρος του πληροφοριακού συστήματος

- **Πλαστογραφία:** είναι η περίπτωση απειλής αποκλειστικά απέναντι στα δεδομένα του ΠΣ
- **Μεταβολή:** είναι η περίπτωση κάποιο μη εξουσιοδοτημένο άτομο να έχει αποκτήσει πρόσβαση και να τροποποιεί λογισμικό ή δεδομένα
- **Διακοπή:** είναι η περίπτωση όπου ένα μέρος ή και ολόκληρο το ΠΣ τίθεται μη διαθέσιμο ή αχρηστεύεται ή χάνεται τελείως μετά από μια μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση

Επιπλέον απειλές[75]

- Φυσικές
- Ακούσιες
- Εκούσιες

Επιπλέον όροι σχετιζόμενοι με την ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων

Μέσο προστασίας: είναι οι ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιήσει ο ιδιοκτήτης ή ο χρήστης του συστήματος ώστε να περιοριστεί ο κίνδυνος ζημιάς από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.

Κόστος: ορίζεται η οικονομική ή άλλη επιβάρυνση που προκύπτει από την χρήση ενός μέσου προστασίας.

Στόχος ασφάλειας: είναι ο αντικειμενικός στόχος του ιδιοκτήτη ή του χρήστη ενός αγαθού για την ισορροπία μεταξύ του κόστους και της ζημιάς που ενδέχεται να υποστεί το πληροφοριακό σύστημα.

Κατηγορίες μέτρων προστασίας

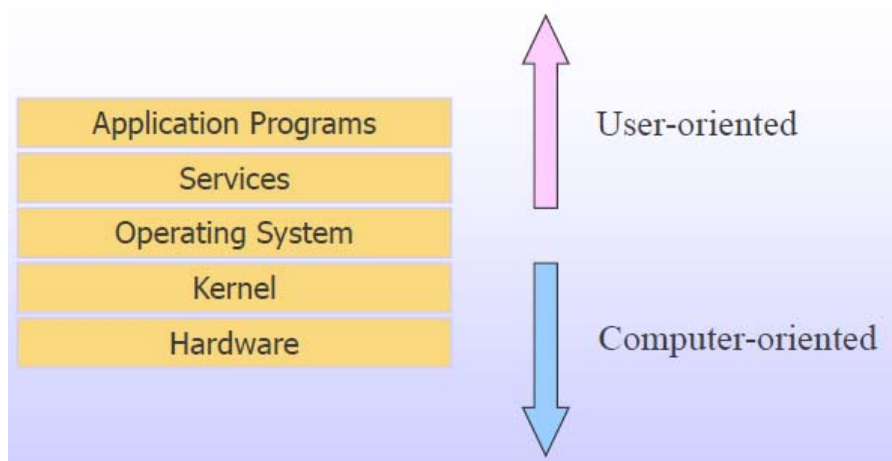
Φυσική ασφάλεια ΠΣ: είναι η λήψη μέτρων για την προστασία όλου του εξοπλισμού του ΠΣ από φυσικές φθορές, βανδαλισμούς, καιρικές συνθήκες κλπ.

Ασφάλεια υπολογιστικού συστήματος: περιλαμβάνει την προστασία του ηλεκτρονικού υπολογιστή που διαχειρίζεται το λειτουργικό σύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των ενεργειών που συντελούνται σε ένα ΠΣ.

Ασφάλεια Βάσεων δεδομένων: περιλαμβάνει την ικανότητα εφαρμογής μιας πολιτικής επάνω στα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων για τον καθορισμό των συνθηκών εισαγωγής, δημιουργίας, τροποποίησης, προσπέλασης, παρουσίασης και διαγραφής των δεδομένων.

Ασφάλεια δικτύων: είναι η προστασία των πληροφοριών κατά την μετάδοσή τους μέσα από τηλεπικοινωνιακά, δορυφορικά, τοπικών, ετερογενών δικτύων. Κύριο μέσο προστασίας είναι η κρυπτογραφία.

Τα μέτρα προστασίας μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα ή σε περισσότερα από ένα στρώματα ενός τυπικού πληροφοριακού συστήματος



Σχήμα6.2: τοποθέτηση μέτρων ασφαλείας

Τα ιατρικά δεδομένα παρουσιάζουν μια επιπλέον ιδιομορφία σε σχέση με άλλου είδους δεδομένα. Αυτή η διαφορά τους έγκειται στο ευαίσθητο ζήτημα που ονομάζεται προστασία της ιδιωτικότητας. Όταν ένας ασθενής προσέλθει για εξέταση πρέπει να ξέρει και να εμπιστεύεται ότι καμία από τις πληροφορίες που σχετίζονται με τον ίδιο και την προσωπική του υγεία δεν θα γίνουν αντικείμενο γνώσης από τρίτους. Στην περίπτωση που δεν εξασφαλίζεται κάτι τέτοιο τότε ο ασθενής πιθανόν να αποκρύψει σημαντικές

πληροφορίες από τους ιατρούς και το υπόλοιπο προσωπικό του χώρου της υγείας, μια κατάσταση η οποία μπορεί να οδηγήσει τόσο σε λανθασμένες διαγνώσεις ή στην καλύτερη να παρεμποδίσει την γρήγορη και αποδοτική αντιμετώπιση ενός ιατρικού περιστατικού.

Η ιδιωτικότητα και η εμπιστευτικότητα λοιπόν είναι δύο έννοιες οι οποίες είναι καθολικά αναγνωρισμένες ως βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να φέρει ένα πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης ιατρικών δεδομένων.

Οι δύο παραπάνω έννοιες υλοποιούνται στα πληροφοριακά συστήματα μέσω της ασφάλειας και της προστασίας των δεδομένων. Με τον όρο ασφάλεια εννοείται η λήψη κατάλληλων μέτρων για την παρεμπόδιση εισόδου στο σύστημα μη εξουσιοδοτημένων και κυρίως κακόβουλων χρηστών που θέλουν να αποσπάσουν πληροφορίες ενώ η προστασία των δεδομένων έχει να κάνει κυρίως με την ακεραιότητα και το απόρρητο των δεδομένων. Με την ακεραιότητα εξασφαλίζουμε ότι τα δεδομένα παραμένουν αναλλοίωτα από την στιγμή αποθήκευσής τους ενώ με το απόρρητο διαβαθμίζεται ο τρόπος πρόσβασης και διαχείρισης των δεδομένων.

Για την τήρηση των παραπάνω έχουν δημιουργηθεί κατάλληλοι κανόνες και οι οποίοι εφαρμόζονται ανεξάρτητα από το σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται.[76]

Συνοπτικά αξίζει να σημειωθούν κίνδυνοι που σχετίζονται με την ασφάλεια των ιατρικών δεδομένων και κατά επέκταση των πληροφοριακών συστημάτων υγείας.

Ανθρώπινα λάθη λόγω απροσεξίας με αποτέλεσμα την αλλοίωση ή την απώλεια πληροφορίας

Φυσικές καταστροφές

- **Κακή χρήση των δεδομένων από απρόσεκτους χρήστες**
- **Κακόβουλη χρήση ιατρικών δεδομένων**
- **Μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε πληροφοριακά συστήματα**
- **Μη ελεγχόμενη πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα[77]**

6.3 Βασικές μέθοδοι Κρυπτογραφίας[78]

Η αποστολή των δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή και ιδιαίτερα όταν αυτή πραγματοποιείται μέσω του διαδικτύου πρέπει προφυλάσσεται. Οι προαναφερθείσες αρχές ασφαλείας (εμπιστευτικότητα, πιστοποίηση, ακεραιότητα, διαθεσιμότητα) υλοποιούνται αποτελεσματικά μέσω των τεχνικών της κρυπτογράφησης. Μία βασική εφαρμογή κρυπτογραφίας είναι η ψηφιακή υπογραφή. Η ψηφιακή υπογραφή βοηθά τον παραλήπτη να πιστοποιήσει την αφετηρία ενός μηνύματος και ότι το αρχικό μήνυμα δεν έχει τροποποιηθεί και ότι ο αποστολέας δεν θα αρνηθεί την αποστολή του μηνύματος. Ο αποστολέας από την άλλη πλευρά διασφαλίζει την μη-άρνηση παραλαβής του μηνύματος από τον παραλήπτη.

Ένα ασφαλές σύστημα που υλοποιεί ψηφιακή υπογραφή αποτελείται επομένως από 2 μέρη:

1. Τον αποστολέα στον οποίο υλοποιείται η μέθοδος υπογραφής ενός μηνύματος
2. Τον παραλήπτη στον οποίο υλοποιείται η μέθοδος επαλήθευσης αν η ψηφιακή υπογραφή παράχθηκε πραγματικά από αυτόν που πραγματικά αντιπροσωπεύει.

Βασικά στοιχεία κρυπτογραφίας[80]

Η Κρυπτογραφία είναι ένας κλάδος της επιστήμης της κρυπτολογίας, η οποία ασχολείται με την μελέτη της ασφαλούς επικοινωνίας. Ο κύριος στόχος της είναι να παρέχει μηχανισμούς για 2 ή περισσότερα μέλη να επικοινωνήσουν χωρίς κάποιος άλλος να είναι ικανός να διαβάσει την πληροφορία εκτός από τα μέλη

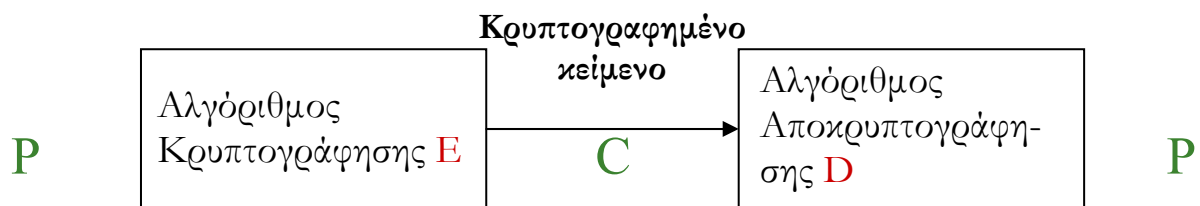
Η κρυπτογραφία παρέχει 4 βασικές λειτουργίες (αντικειμενικοί σκοποί):

- **Εμπιστευτικότητα (Confidentiality):** Η πληροφορία προς μετάδοση είναι προσβάσιμη μόνο στα εξουσιοδοτημένα μέλη. Η πληροφορία είναι ακατανόητη σε κάποιον τρίτο.
- **Ακεραιότητα (Integrity):** Η πληροφορία μπορεί να αλλοιωθεί μόνο από τα εξουσιοδοτημένα μέλη και δεν μπορεί να αλλοιώνεται χωρίς την ανίχνευση της αλλοίωσης.

- **Μη απάρνηση (Non repudiation):** Ο αποστολέας ή ο παραλήπτης της πληροφορίας δεν μπορεί να αρνηθεί την αυθεντικότητα της μετάδοσης ή της δημιουργίας της.
- **Πιστοποίηση (Authentication):** Οι αποστολέας και παραλήπτης μπορούν να εξακριβώνουν τις ταυτότητές τους καθώς και την πηγή και τον προορισμό της πληροφορίας με διαβεβαίωση ότι οι ταυτότητές τους δεν είναι πλαστές.
- **Κρυπτογράφηση (encryption)** ονομάζεται η διαδικασία μετασχηματισμού ενός μηνύματος σε μία ακατανόητη μορφή με την χρήση κάποιου κρυπτογραφικού αλγορίθμου ούτως ώστε να μην μπορεί να διαβαστεί από κανέναν εκτός του νόμιμου παραλήπτη.
- **Αρχικό κείμενο (plaintext)** είναι το μήνυμα το οποίο αποτελεί την είσοδο σε μία διεργασία κρυπτογράφησης.
- **Κρυπτογραφημένο κείμενο (ciphertext)** είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής ενός κρυπτογραφικού αλγόριθμου πάνω στο αρχικό κείμενο.
- **Κλειδί (key)** είναι ένας αριθμός αρκετών bit που χρησιμοποιείται ως είσοδος στην συνάρτηση κρυπτογράφησης.
- **Κρυπτογραφικός αλγόριθμος (cipher)** είναι η μέθοδος μετασχηματισμού δεδομένων σε μία μορφή που να μην επιτρέπει την αποκάλυψη των περιεχομένων τους από μη εξουσιοδοτημένα μέρη. Κατά κανόνα ο κρυπτογραφικός αλγόριθμος είναι μία πολύπλοκη μαθηματική συνάρτηση.
- Η αντίστροφη διαδικασία όπου από το κρυπτογραφημένο κείμενο παράγεται το αρχικό μήνυμα ονομάζεται **αποκρυπτογράφηση (decryption)**.
- **Κρυπτανάλυση (cryptanalysis)** είναι μία επιστήμη που ασχολείται με το "σπάσιμο" κάποιας κρυπτογραφικής τεχνικής ούτως ώστε χωρίς να είναι γνωστό το κλειδί της κρυπτογράφησης, το αρχικό κείμενο να μπορεί να αποκωδικοποιηθεί.

Κρυπτογραφία και μειονεκτήματα

1. Δεν μπορεί να αποτρέψει τη διαγραφή δεδομένων από έναν εισβολέα.
2. Το μεταδιδόμενο μήνυμα μπορεί να μεταβληθεί και να χρησιμοποιείται διαφορετικό κλειδί από αυτό που έχει ήδη καθοριστεί ή να καταγραφούν όλα τα κλειδιά για μελλοντική χρήση.
3. Μπορεί να βρεθεί ένας εύκολος και όχι ευρέως γνωστός τρόπος για την αποκρυπτογράφηση.
4. Ένα αρχείο μπορεί να προσπελασθεί πριν ή μετά την κρυπτογράφηση του.



Σχήμα 6.3: Τυπικό σύστημα κρυπτογράφησης

Ένα κρυπτοσύστημα (σύνολο διαδικασιών κρυπτογράφησης - αποκρυπτογράφησης) αποτελείται από μία πεντάδα (P, C, k, E, D):

- Το P είναι ο χώρος όλων των δυνατών μηνυμάτων ή αλλιώς ανοικτών κειμένων
- Το C είναι ο χώρος όλων των δυνατών κρυπτογραφημένων μηνυμάτων ή αλλιώς κρυπτοκειμένων
- Το k είναι ο χώρος όλων των δυνατών κλειδιών ή αλλιώς κλειδοχώρος
- Η E είναι ο κρυπτογραφικός μετασχηματισμός ή κρυπτογραφική συνάρτηση
- Η D είναι η αντίστροφη συνάρτηση ή μετασχηματισμός αποκρυπτογράφησης

Ο αντικειμενικός στόχος της κρυπτογραφίας είναι να δώσει την δυνατότητα σε 2 πρόσωπα να επικοινωνήσουν μέσα από ένα μη ασφαλές κανάλι με τέτοιο τρόπο ώστε ένα τρίτο πρόσωπο, μη εξουσιοδοτημένο (ένας επιτιθέμενος), να μην μπορεί να παρεμβληθεί στην επικοινωνία ή να κατανοήσει το περιεχόμενο των μηνυμάτων.

Κρυπτογραφικοί αλγόριθμοι

Υπάρχουν 2 είδη αλγορίθμων κρυπτογράφησης:[81]

- ❑ Συμμετρικοί αλγόριθμοι ή αλγόριθμοι ιδιωτικού κλειδιού (*symmetric* ή *secret key*).
- ❑ Ασύμμετροι αλγόριθμοι ή αλγόριθμοι δημόσιου κλειδιού (*asymmetric* ή *public key*).

Συμμετρικό κρυπτοσύστημα είναι το σύστημα εκείνο το οποίο χρησιμοποιεί κατά την διαδικασία της κρυπτογράφησης-αποκρυπτογράφησης ένα κοινό κλειδί K. Η ασφάλεια αυτών των αλγορίθμων βασίζεται στην μυστικότητα του κλειδιού. Τα συμμετρικά κρυπτοσυστήματα προϋποθέτουν την ανταλλαγή του κλειδιού μέσα από ένα ασφαλές κανάλι επικοινωνίας ή μέσα από την φυσική παρουσία των προσώπων. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά δύσκολη την επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων ατόμων.

Αλγόριθμοι: Data Encryption Standard (DES), Advanced Encryption Standard (AES)

Τα στάδια της επικοινωνίας σε ένα Συμμετρικό κρυπτοσύστημα είναι τα ακόλουθα:

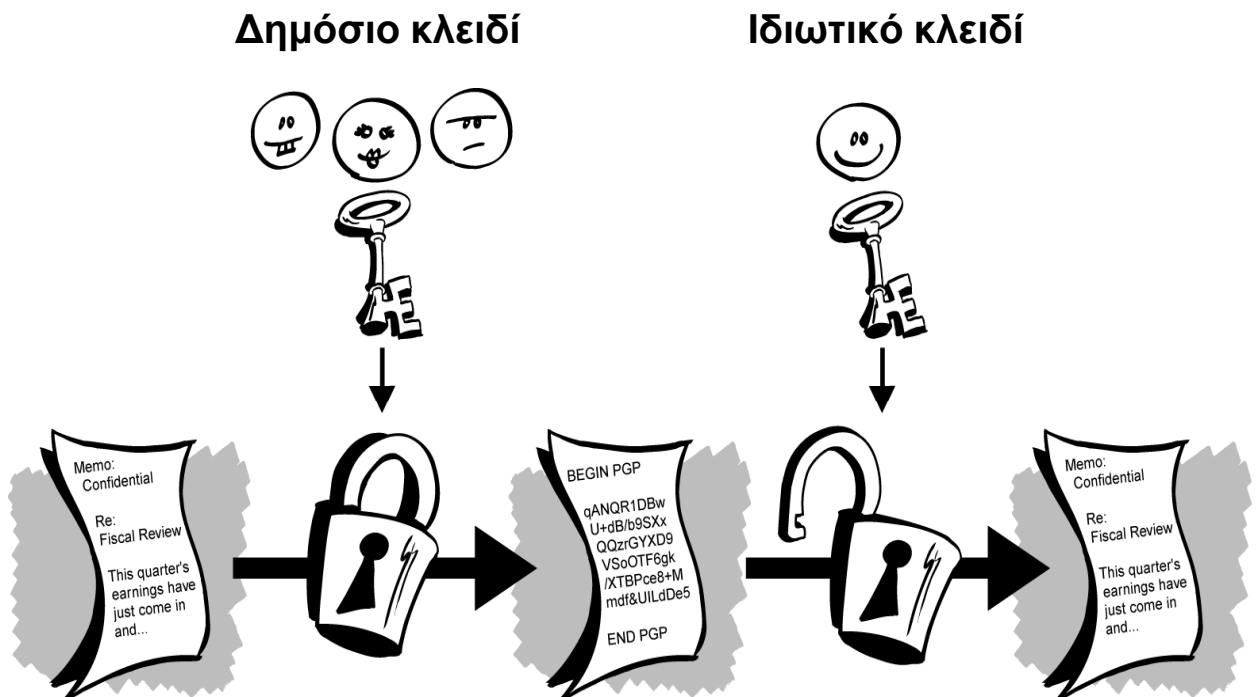
1. Ο Jack ή η Mary αποφασίζει για ένα κλειδί το οποίο το επιλέγει τυχαία μέσα από τον κλειδοχώρο.
2. Η Mary αποστέλει το κλειδί στον Jack μέσα από ένα ασφαλές κανάλι.
3. Ο Jack δημιουργεί ένα μήνυμα.
4. Κρυπτογραφεί το μήνυμα με το κλειδί που έλαβε από την Mary και η παραγόμενη κρυπτοσυμβολοσειρά αποστέλλεται.
5. Η Mary λαμβάνει την κρυπτοσυμβολοσειρά και στην συνέχεια με το ίδιο κλειδί την αποκρυπτογραφεί και η έξοδος που παράγεται είναι το μήνυμα.

Ασύμμετρο κρυπτοσύστημα είναι το σύστημα εκείνο το οποίο χρησιμοποιεί κατά τη διαδικασία της κρυπτογράφησης-αποκρυπτογράφησης ένα κοινό κλειδί K. Η ασφάλεια αυτών των αλγορίθμων βασίζεται στην μυστικότητα του κλειδιού. Τα συμμετρικά κρυπτοσυστήματα προϋποθέτουν την ανταλλαγή του κλειδιού μέσα από ένα ασφαλές κανάλι επικοινωνίας ή μέσα από την φυσική παρουσία των προσώπων. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά δύσκολη την επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων ατόμων.

Αλγόριθμοι: RSA (Ron Rivest, Adi Shamir and Len Adleman), DSA (Digital Signature Algorithm), Diffie-Hellman

Τα στάδια της επικοινωνίας σε ένα Ασύμμετρο κρυπτούστημα είναι τα ακόλουθα:

1. Η γεννήτρια κλειδιών του Jack παράγει 2 ζεύγη κλειδιών,
2. Η γεννήτρια κλειδιών της Mary παράγει 2 ζεύγη κλειδιών
3. Η Mary και ο Jack ανταλλάσσουν τα δημόσια ζεύγη
4. Ο Jack δημιουργεί ένα μήνυμα.
5. Κρυπτογραφεί το μήνυμα με το δημόσιο κλειδί της Mary και η παραγόμενη κρυπτοσυμβολοσειρά αποστέλεται
6. Η Mary λαμβάνει την κρυπτοσυμβολοσειρά και στην συνέχεια με το ιδιωτικό της κλειδί την αποκρυπτογραφεί και η έξοδος που παράγεται είναι το μήνυμα.



Σχήμα 6.4: ασύμμετρη κρυπτογραφία

Υποδομή δημοσίου κλειδιού (public key infrastructure – PKI)

Η υποδομή δημοσίου κλειδιού είναι ένας συνδυασμός λογισμικού και τεχνολογίας κρυπτογραφίας και υπηρεσιών που επιβεβαιώνουν και πιστοποιούν την εγκυρότητα της κάθε οντότητας που εμπλέκεται σε μια συναλλαγή και παράλληλα προστατεύουν την ασφάλεια μιας συναλλαγής. Με την υποδομή αυτή εξασφαλίζεται το απόρρητο και η γνησιότητα των εγγράφων και των μηνυμάτων που διακινούνται σε ένα πληροφοριακό σύστημα υγείας καθώς και η ταυτότητα των εμπλεκόμενων μερών.[82]

Η κρυπτογράφηση δημοσίου κλειδιού περιλαμβάνει ζεύγη κλειδιών (δημόσιο και ιδιωτικό κλειδί). Το μήνυμα αρχικά κρυπτογραφείται με το ένα κλειδί και αποκρυπτογραφείται με το άλλο. Έτσι αφού το δημόσιο κλειδί είναι γενικά διαθέσιμο οι υπόλοιποι χρήστες μπορούν να κρυπτογραφούν τα μηνύματά τους και να είναι βέβαιοι ότι μόνο ένας κάτοχος του ιδιωτικού κλειδιού θα μπορέσει να αναγνώσει τα μηνύματα. Αλλά και αντίστροφα ο κάτοχος του ιδιωτικού κλειδιού μπορεί να κρυπτογραφήσει κάτι με το ιδιωτικό του κλειδί και άρα οποιοσδήποτε τρίτος να το αποκρυπτογραφήσει με το δημόσιο κλειδί του πρώτου οπότε μπορεί αυτό να λειτουργήσει ως η ψηφιακή υπογραφή του.

Ο οργανισμός ο οποίος λειτουργεί με ασφάλεια και κάτω από αυστηρές προδιαγραφές με σκοπό την δημιουργία και διανομή πιστοποιητικών ονομάζεται Αρχή Πιστοποίησης (CA certification authority).

Όλες οι τεχνικές ασφαλείας και προστασίας της ιδιωτικότητας απορρέουν από τις οδηγίες της αρχής προστασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και οι οποίες συνοπτικά είναι εξειδικευμένες για τον χώρο της υγείας:

Τα δεδομένα που αφορούν την υγεία ενός ατόμου αποτελούν ευαίσθητα δεδομένα και χρήζουν υψηλού επιπέδου προστασίας.

Τα δεδομένα που αφορούν την υγεία ενός ατόμου είναι προσωπικά δεδομένα στο μέτρο που άμεσα ή έμμεσα μπορεί να προκύψει η ταυτότητα του ατόμου. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν τα στοιχεία σχετικά με την παροχή υπηρεσιών υγείας πάσης φύσης καθώς και τα δεδομένα κοινωνικής ασφάλισης, έρευνας και στατιστικής στο μέτρο που προκύπτει η ταυτότητα του ατόμου.

Τα δεδομένα σχετικά με την υγεία του ατόμου αποτελούν μέρος της προσωπικότητας του ατόμου και όχι ιδιοκτησία του φορέα που τα συλλέγει και τα επεξεργάζεται.

Πλεονεκτήματα συμμετρικών αλγορίθμων:

- Χαμηλό υπολογιστικό κόστος
- Εύκολη υλοποίηση (hardware)

Μειονεκτήματα συμμετρικών αλγορίθμων :

- Γνωστοποίηση κλειδιού
- Κλιμάκωση

Πλεονεκτήματα ασύμμετρων αλγορίθμων:[83]

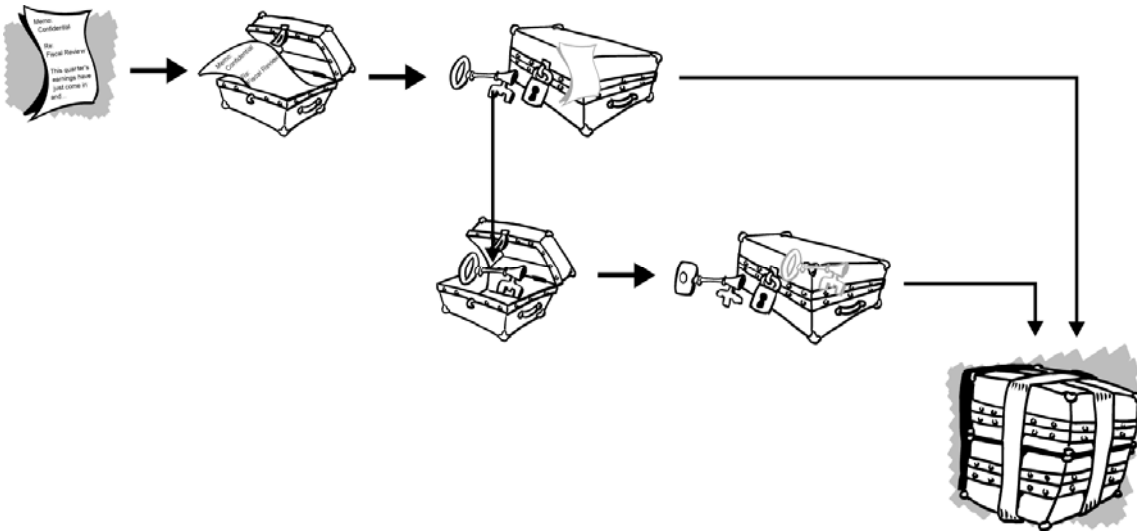
- Υψηλή ασφάλεια. Δε χρειάζεται ποτέ να μεταδοθεί ή να αποκαλυφθεί το ιδιωτικό κλειδί
- Αποτελεί μέθοδο για ψηφιακές υπογραφές. Κάποιος μπορεί να επιβεβαιώσει την ταυτότητά του μόνο με το ιδιωτικό του κλειδί \diamond αντιστοιχεί ένα ιδιωτικό κλειδί σε κάθε μοναδικό χρήστη \diamond ένα σύστημα πιστοποίησης ταυτότητας παρέχει «ψηφιακή» εμπιστοσύνη στον κάτοχό του.

Μειονέκτημα ασύμμετρων αλγορίθμων :

- Ταχύτητα κρυπτογράφησης.

Υβριδικοί κρυπταλγόριθμοι[82][79]

1. Ο Jack θέλει να επικοινωνήσει με την Mary διατηρώντας μυστική την επικοινωνία αυτή
2. Η Mary δημιουργεί ένα κλειδί συνόδου, το κρυπτογραφεί χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί του Jack και του το αποστέλλει
3. Ο Jack χρησιμοποιεί το ιδιωτικό του κλειδί προκειμένου να ανακτήσει το κλειδί συνόδου, το οποίο και χρησιμοποιεί για την ανταλλαγή μηνυμάτων με την Mary



Σχήμα: 6.5: υβριδική κρυπτογράφηση

- Οι συμμετρικοί αλγόριθμοι κρυπτογράφησης είναι πιο γρήγοροι από τους ασύμμετρους αλγορίθμους
- Σε ένα υβριδικό σύστημα, η Mary χρησιμοποιεί το δημόσιο κλειδί του Jack προκειμένου να του στείλει το μυστικό κλειδί της συνόδου (*session key*)
- Η Mary και ο Jack χρησιμοποιούν το κλειδί της συνόδου για την ανταλλαγή μηνυμάτων

Αλγοριθμική ισχύς

- Η αντίσταση των αλγορίθμων κρυπτογράφησης σε παραβιάσεις κάθε μορφής εκφράζεται από την κρυπτογραφική ισχύ (*cryptographic strength*).
- Θεωρητικά κάθε συμμετρική κρυπτογραφική μέθοδος μπορεί να παραβιαστεί → υπολογίζοντας διαδοχικά όλα τα πιθανά ιδιωτικά κλειδιά → μέθοδος της «βίαιης δύναμης» (*brutal force*).
- Η υπολογιστική ισχύς που απαιτείται για να υπολογισθούν όλα τα πιθανά κλειδιά αυξάνεται εκθετικά με το μήκος του κλειδιού.

Όπως έχει ειπωθεί παραπάνω το στοίχημα είναι ο χρόνος που απαιτείται για την αποκρυπτογράφηση. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά οι χρόνοι και ο φορέας αποκρυπτογράφησης για διάφορες περιπτώσεις κωδικοποίησης:

- Για να παραβιαστεί ένα σύστημα με κλειδί των 32 bits → συνδυασμός 232 διαφορετικών υποψηφίων κλειδιών → υλοποιείται από ερασιτέχνη.
- Για να παραβιαστεί ένα σύστημα με κλειδί των 40 bits → συνδυασμός 240 διαφορετικών υποψηφίων κλειδιών → υλοποιείται από πανεπιστήμια ή μικρές επιχειρήσεις.
- Για να παραβιαστεί ένα σύστημα με κλειδί των 56 bits → συνδυασμός 256 διαφορετικών υποψηφίων κλειδιών → υλοποιείται από μεγάλες εταιρείες και κυβερνήσεις κρατών.
- Για να παραβιαστεί ένα σύστημα με κλειδί των 64 bits → συνδυασμός 264 διαφορετικών υποψηφίων κλειδιών → υλοποιείται από ισχυρές χώρες.
- Για να παραβιαστεί ένα σύστημα με κλειδί των 80 bits → συνδυασμός 280 διαφορετικών υποψηφίων κλειδιών → υλοποιήσιμο στο άμεσο μέλλον.
- Για να παραβιαστεί ένα σύστημα με κλειδί των 128 bits → συνδυασμός 2128 διαφορετικών υποψηφίων κλειδιών → απαραβίαστο στο προβλέψιμο μέλλον.

Ένας αλγόριθμος που έχει ιδιωτικό κλειδί με μεγάλο μήκος δεν είναι άτρωτος.

Το μήκος του κλειδιού (δημόσιου και ιδιωτικού) που χρησιμοποιείται στην ασύμμετρη κρυπτογραφία είναι συνήθως πιο μεγάλο από αυτό της συμμετρικής.

Παραδείγματα ισχύος:

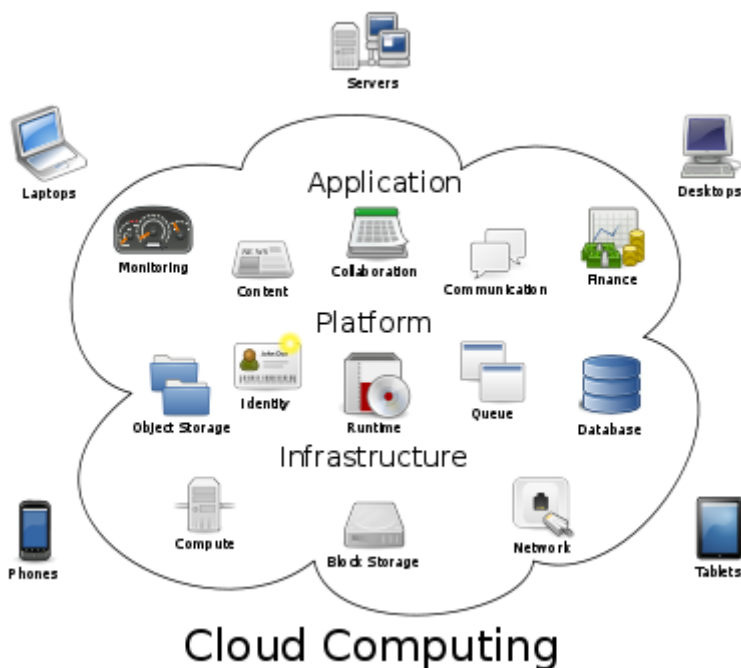
- Δημόσιο κλειδί με 384 bits μπορεί να παραβιαστεί από πανεπιστήμια, ερευνητικές ομάδες και εταιρίες.
- Δημόσιο κλειδί με 512 bits μπορεί να παραβιαστεί από ισχυρές χώρες.
- Δημόσια κλειδιά με 768 bits είναι προς το παρόν ασφαλή (αλλά προβλέπεται να παραβιαστούν στο άμεσο μέλλον.
- Συστήματα των 1024 bits είναι στις μέρες μας απαραβίαστα.
- Συστήματα των 2048 bits είναι στις μέρες μας αλλά και στις επόμενες δεκαετίες απαραβίαστα.

Κεφάλαιο 7

Υπολογιστική νέφος (cloud computing)

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η παρουσίαση της υπολογιστικής νέφους μιας σύγχρονης τεχνολογίας που παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα στην προσπάθεια της ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας. Οι τεχνικές και διαχειριστικές προδιαγραφές της υπολογιστικής νέφους προτείνονται ως η λύση στο πρόβλημα του σχεδιασμού και της οργάνωσης των πόρων (οικονομικών και μη) για το ΠΣΥ.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναπτύχθηκε το μοντέλο ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας. Το ζήτημα όμως που προκύπτει και κατά συνέπεια το πρόβλημα είναι ο τρόπος εξασφάλισης, διαχείρισης, συντήρησης των πόρων που απαιτούνται για την ανάπτυξη του σχετικού συστήματος. Κάτω από μια προσεκτική μελέτη θα διαπιστώσει κανείς ότι πρόκειται για ένα ιδιαίτερα κοστοβόρο πλάνο σε οικονομικούς αλλά και ανθρώπινου όρους. Η υπολογιστική νέφος προτείνεται ως η πλέον ενδεικνυόμενη λύση για την ανάπτυξη συστημάτων μεγάλους εύρους και πληθώρας αλληλοεξαρτώμενων διαδικασιών.[84]



Τι είναι όμως η υπολογιστική νέφος ή αλλιώς cloud computing όπως είναι και η εμπορική του ονομασία;

Σχήμα 7.1: λογικό διάγραμμα αναπαράστασης ενός νέφους

Η υπολογιστική νέφος είναι ένα μοντέλο που επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση την οποιαδήποτε στιγμή σε ένα δίκτυο διαμοιραζόμενων πόρων (για παράδειγμα δίκτυα, διακομιστές, αποθηκευτικά μέσα, εφαρμογές και υπηρεσίες). Ο σχεδιασμός και η επιλογή των κατάλληλων πόρων από το νέφος απαιτεί ελάχιστη διαχειριστική προσπάθεια και συμμετοχή ενδιάμεσων παρόχων.

Το μοντέλο του cloud αποτελείται από 5 βασικά χαρακτηριστικά, 3 μοντέλα υπηρεσιών και 4 μοντέλα ανάπτυξης.[85]

Χαρακτηριστικά[85]

1) on-demand αυτοεξυπηρέτηση: Η ουσία αυτού του χαρακτηριστικού είναι η αλλαγή οποιασδήποτε λειτουργίας χωρίς να απαιτείται η ενδιάμεση ύπαρξη ανθρωπίνου παράγοντα. Πρόκειται δηλαδή για μία self-service κατάσταση κατά την οποία ο κάθε διαβαθμισμένος ενδιαφερόμενος μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε επιπλέον πόρους ή να αποδεσμεύσει πόρους από το σύστημα.

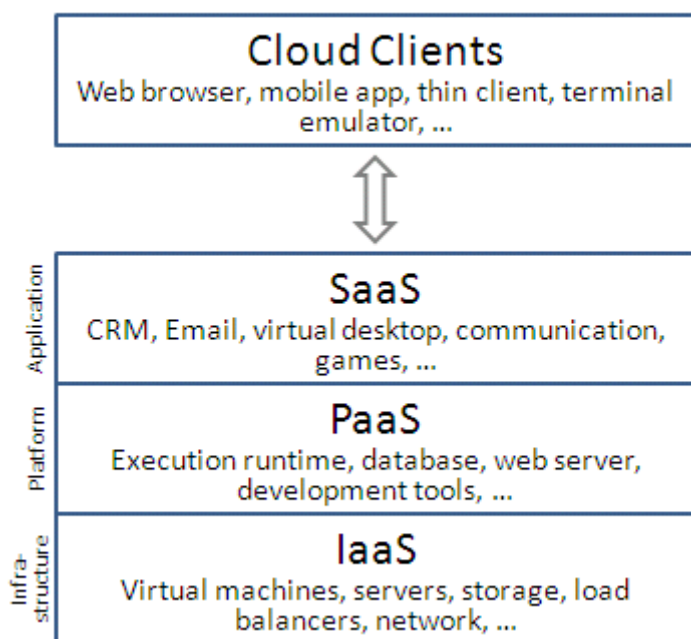
2) Broad Network Access: Οι δυνατότητες του νέφους είναι προσβάσιμες μέσα από το δίκτυο και η ύπαρξη προσχεδιασμένων μηχανισμών από τον πάροχο του νέφους επιτρέπει την πρόσβαση μέσα από ετερογενή μέσα (όπως smartphones, tablets, laptops, netbooks, workstations κλπ).

3) Resource Pooling: Το νέφος είναι ένα πολυενοικιαστικό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι πολλά άτομα μπορούν για παράδειγμα να ενοικιάζουν τον ίδιο διακομιστή την ίδια στιγμή. Δεν είναι εφικτό ο χρήστης του νέφους να γνωρίζει που ακριβώς βρίσκονται οι πόροι που ενοικιάζει αν και στο υψηλότερο επίπεδο των υπηρεσιών μπορείς να ορίσεις τοποθεσία και χώρα προέλευσης των πόρων.

4) Rapid elasticity: Ο χρήστης του νέφους μπορεί να ενοικιάσει όσους πόρους θέλει ανά πάσα στιγμή και το αντίστροφο. Έτσι κάθε φορά αποκτά πρόσβαση στους επιθυμητούς πόρους και αυτή η δυναμική εκχώρηση πόρων είναι ένα από τα κορυφαία πλεονεκτήματα της υπολογιστικής νέφους.

5) Measured service: ο χρήστης του νέφους έχει πρόσβαση σε οθόνες μέτρησης και καταγραφής της χρήσης των πόρων που ενοικιάζονται με σκοπό την βέλτιστη χρήση τους.

7.1 Μοντέλα Υπηρεσιών



Σχήμα 7.2: μοντέλα υπηρεσιών

1. Software as a Service (SaaS)

σύμφωνα με αυτό το μοντέλο ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στις εφαρμογές τις οποίες διαθέτει ο πάροχός τους. Έχοντας πρόσβαση σε αυτό το μοντέλο ο χρήστης δεν μπορεί να διαχειριστεί το φυσικό επίπεδο του νέφους, δηλαδή το υλικό (hardware) των πόρων ενώ έχει κάποια περιορισμένη δυνατότητα ρυθμίσεων.[86]

2. Platform as a service PaaS

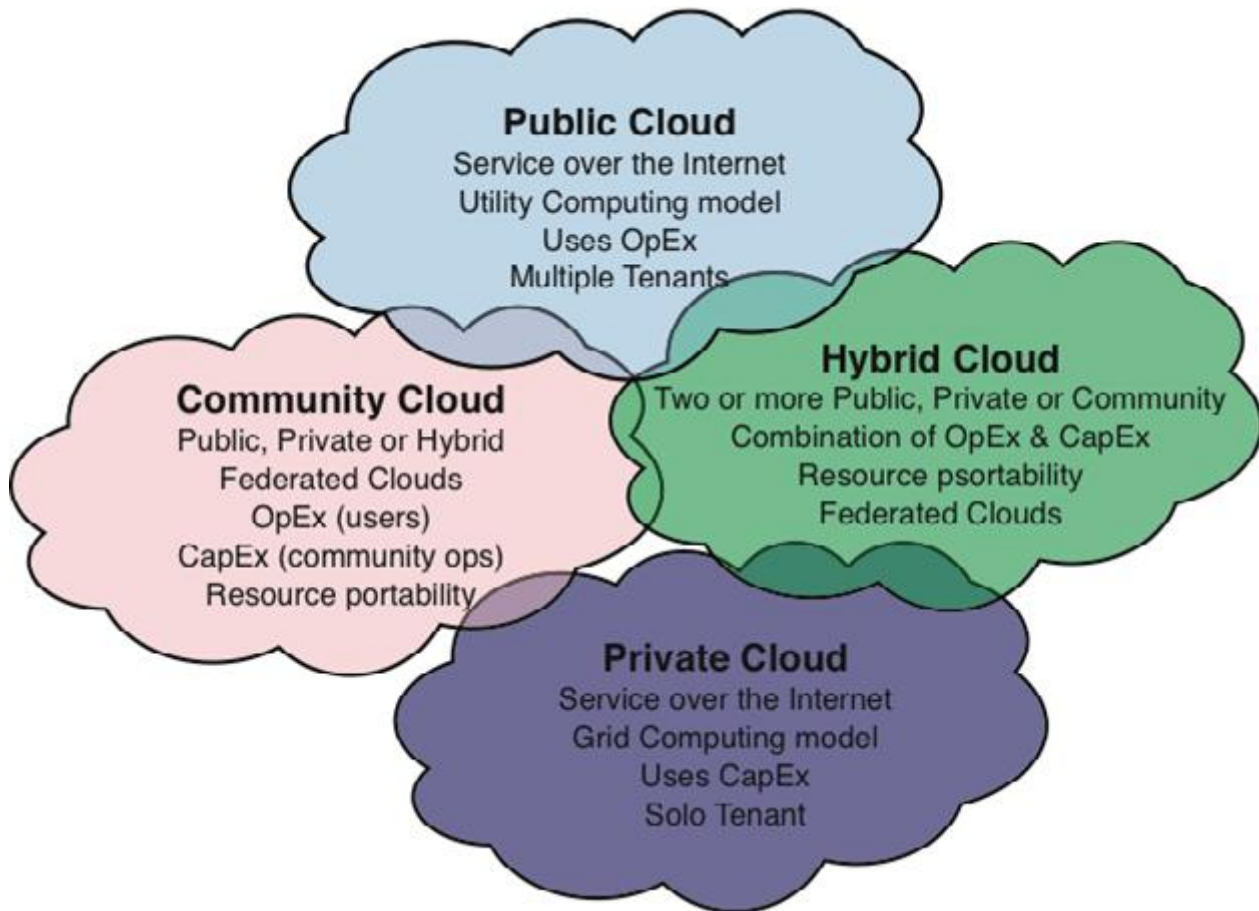
Σε αυτό το μοντέλο, ο πάροχος του νέφους παραδίδει μια υπολογιστική πλατφόρμα που τυπικά αποτελείται από ένα λειτουργικό σύστημα, ένα περιβάλλον εκτέλεσης κώδικα γραμμένου σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού, βάσεις δεδομένων και διακομιστές διαδικτύου. Οι κατασκευαστές εφαρμογών μπορούν με την επιλογή του μοντέλου PaaS να αναπτύξουν και να εκτελέσουν το λογισμικό τους επάνω στο νέφος χωρίς το κόστος και την πολυπλοκότητα της αγοράς και διαχείρισης του αντίστοιχου υλικού και λογισμικού. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα μιας κάποιας κλιμάκωσης στους υφιστάμενους υπολογιστικούς και αποθηκευτικούς χώρους αυτόματα ώστε να μην

απαιτείται ο χειροκίνητος επαναπροσδιορισμός των πόρων. Παραδείγματα εμπορικών PaaS Amazon Elastic Beanstalk, Heroku, EngineYard, Google App Engine, and Microsoft Azure.

3. Infrastructure as a Service (IaaS)[86]

Σε αυτό το μοντέλο ο πάροχος του νέφους δίνει την διαχείριση ολόκληρων υπολογιστικών πόρων στους χρήστες. Αυτό σημαίνει ότι ολόκληροι δίσκοι, τείχη προστασίας, δίκτυα κ.α δίνονται προς πλήρη αξιοποίηση από τους έχοντες πρόσβαση σε ένα IaaS μοντέλο. Ο πάροχος αυτού του μοντέλου παρέχει αυτούς τους πόρους κατόπιν ζήτησής τους μέσα από τις μεγάλες δεξαμενές πόρων που διαθέτουν στα data centers. Δίκτυα τοπικής περιοχής που περιέχουν ip δρομολόγηση είναι επίσης παροχές σε ένα τέτοιο μοντέλο. Για την περίπτωση της δικτύωσης ευρείας περιοχής παρέχονται όλες οι υποδομές όπως dedicated virtual private networks. Για την ανάπτυξη των εφαρμογών τους, οι χρήστες του νέφους μπορούν να εγκαταστήσουν λειτουργικό σύστημα της αρεσκείας τους και κατόπιν όλο το λογισμικό που επιθυμούν επάνω στα μηχανήματα. Η συντήρηση, η αναβάθμιση και η επίβλεψη της υποδομής αυτής είναι καθήκον του χρήστη του μοντέλου. Στην περίπτωση ενός οργανισμού είναι η κατάλληλη επιλογή διότι όλες οι υπολογιστικές δομές μπορούν να αντικατασταθούν και στην θέση τους να τοποθετηθούν απλά τερματικά με αρκούτως γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο που όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι η κύρια πύλη εισόδου ενός χρήστη στο νέφος. Παραδείγματα εμπορικών IaaS είναι Amazon CloudFormation (and underlying services such as EC2), Rackspace Cloud, and RightScales.

7.2 Μοντέλα ανάπτυξης[87]



Σχήμα 7.3: μοντέλα ανάπτυξης νέφους

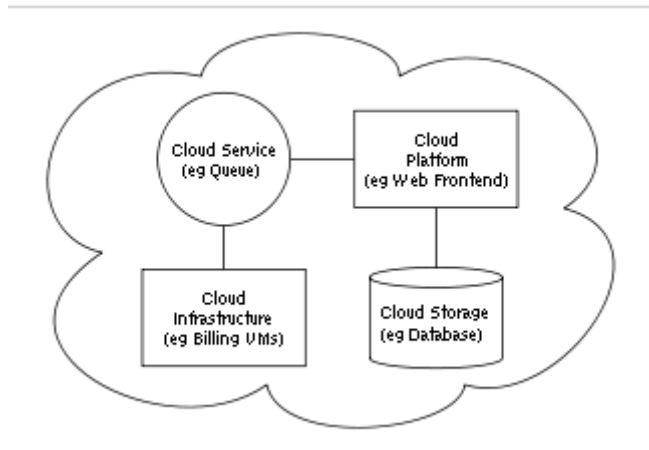
Δημόσιο νέφος (public cloud): οι πόροι, οι εφαρμογές και τα μέσα αποθήκευσης ενός δημοσίου νέφους προσφέρονται από τον πάροχο του νέφους στους χρήστες. Πρόκειται για υπηρεσίες οι οποίες είναι είτε δωρεάν (για παράδειγμα αποθήκευση ως 2GB δωρεάν στο Dropbox) είτε είναι υπό πληρωμή με την μορφή pay per use (πληρωμή βάση την χρήση). Γενικά η πρόσβαση στο δημόσιο νέφος πραγματοποιείται μέσω του διαδικτύου.

Νέφος κοινότητας (community cloud): σε αυτό το μοντέλο ανάπτυξης έχουν τον διαμοιρασμό των υποδομών μεταξύ διάφορων οργανισμών όπως κοινότητες με κοινούς στόχους ενώ διαχειρίζονται εσωτερικά ή από έναν τρίτο με την φιλοξενία της υποδομής εσωτερικά ή εξωτερικά. Τα κόστη απλώνονται σε λιγότερους χρήστες από ότι σε ένα δημόσιο νέφος (αλλά σε περισσότερους από ότι σε ένα ιδιωτικό νέφος) και έτσι μόνο λίγο από το οικονομικό βάρος γίνεται αντιληπτό από τους χρήστες.

Υβριδικό νέφος (hybrid cloud): το υβριδικό νέφος είναι η συνισταμένη δύο η περισσότερων μοντέλων ανάπτυξης νεφών το ποίο διατηρεί ξεχωριστές οντότητες αλλά βρίσκεται ταυτόχρονα ενωμένο προσφέροντας όλα τα πλεονεκτήματα των μοντέλων ανάπτυξης. Χρησιμοποιώντας μια τέτοια αρχιτεκτονική, οι εταιρείες αλλά και τα φυσικά πρόσωπα έχουν την δυνατότητα απόκτησης ανοχής σε λάθη με τοπική άμεση χρηστικότητα και χωρίς την εξάρτηση της σύνδεσης στο διαδίκτυο.

Ιδιωτικό νέφος (private cloud): Το ιδιωτικό νέφος είναι μια υποδομή υπολογιστικής νέφους η οποία διαχειρίζεται αποκλειστικά για λογαριασμό ενός οργανισμού είτε αυτό διαχειρίζεται εσωτερικά είτε από κάποιον τρίτο είτε φιλοξενείται εσωτερικά ή εξωτερικά. Τα ιδιωτικά νέφη έχουν επικριθεί διότι οι χρήστες πρέπει να ξοδέψουν σημαντικά οικονομικά μεγέθη για να το εξασφαλίσουν κάτι το οποίο έρχεται σε αντίθεση με το σκεπτικό ανάπτυξης των νεφών προς όφελος των ατόμων και των οργανισμών.

Αρχιτεκτονική νέφους



Σχήμα 7.4: αρχιτεκτονική νέφους

Η αρχιτεκτονική νέφους, η αρχιτεκτονική συστημάτων λογισμικού εμπλέκονται στην παράδοση της υπολογιστικής νέφους. Τυπικά αυτό περιλαμβάνει πολλαπλές εφαρμογές νέφους που επικοινωνούν μεταξύ τους κάτω από ένα χαλαρό μηχανισμό ζευγαρώματος όπως μια ουρά μηνυμάτων. Η προοπτική της ελαστικότητας απαιτεί ευφυΐα στην χρήση σκληρών ή χαλαρών ζευγαρωμάτων.

Μηχανική νέφους

Η μηχανική νέφους είναι η εφαρμογή των αρχών της μηχανικής για την υπολογιστική νέφους. Αποτελεί μια συστηματική προσέγγιση σχετικά με τις θεωρήσεις περί εμπορευματοποίησης, προτυποποίησης και διοίκησης των νεφών. Επιπλέον απαντά στα ερωτήματα σχετικά με την ανάπτυξη, την διαχείριση, την συντήρηση συστημάτων που βασίζονται στην υπολογιστική νέφους. Είναι μια πολυδιάστατη μεθοδολογία η οποία δέχεται συνεισφορές από επιστημονικές περιοχές όπως η τεχνολογία λογισμικού, οι τεχνολογίες ιστού, ασφάλεια συστημάτων και μηχανική ποιότητας.

Ζητήματα σχετικά με τα νέφη

Όπως και σε κάθε σύστημα που διαχειρίζεται δεδομένα προκύπτει το ζήτημα της διαφύλαξης του ιδιωτικού χαρακτήρα τους. Η υπολογιστική νέφους είναι μια πραγματική επανάσταση η οποία όμως μπορεί υπό προϋποθέσεις να χάνει το φιλελεύθερο χαρακτήρα της καθώς μοιάζει με την επανάσταση του εφήβου μέσα στο πατρικό σπίτι. Αυτό που περιγράφεται κατά έναν τρόπο λογοτεχνικό στην παραπάνω πρόταση στην ουσία αντανάκλα την αλήθεια ότι ο πάροχος του νέφους έχει πάντα τον έλεγχο και την εποπτεία της λειτουργίας του νέφους. Συνεπώς η έννοια της εμπιστευτικότητας λαμβάνει διαστάσεις οι οποίες πρέπει να συγκεκριμενοποιηθούν ώστε να συνεχιστεί απρόσκοπτα η ανάπτυξη της χρήσης της υπολογιστικής νέφους στις καθημερινές πρακτικές. Για πολλούς τα νέφη είναι μια τελευταία απόπειρα του ελέγχου της ηλεκτρονικής πειρατείας, μια οικονομική ζημία η οποία καταλαμβάνει ένα σημαντικό ποσοστό των νομίμων κερδών. Προφανώς και «πειρατικά» νέφη πιθανόν να ανακύψουν στο μέλλον, όμως η δημιουργία της υποδομής τους είναι σημαντικά δυσκολότερη αφού οι πάροχοι νέφους δεν θα γίνουν ποτέ τόσοι όσοι οι πάροχοι υπηρεσιών διαδικτύου. Άρα τελικά η υπολογιστική νέφους είναι ένας εκδημοκρατισμός του χώρου της πληροφορικής όπου ο σεβασμός της πνευματικής ιδιοκτησίας βρίσκεται στο ανώτερο επίπεδο και όπου οι χρήστες εξορθολογίζουν τον τρόπο διαχείρισης των οικονομικών πόρων βάση των αναγκών τους.[88]

7.3 Η υπολογιστική νέφος στην προσπάθεια δημιουργίας ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας

Εκατομμύρια φάκελοι ασθενών, εκατομμύρια έγγραφα διοικητικής πράξης, εσωτερικές διαδικασίες, μηχανογράφηση, σύστημα διαχείρισης προμηθειών, σύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών αναγκών, σύστημα διαχείρισης προσωπικού, σύστημα διαχείρισης, σύστημα διαχείρισης διαδικτυακού περιεχομένου, σύστημα διαχείρισης και εξόρυξης γνώσης, σύστημα οικονομικών είναι μερικά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ένα ενιαίο πληροφοριακό σύστημα υγείας. Ας αναλογιστούμε τις υποδομές που απαιτεί ένα τέτοιο ογκοδέστατο και συνάμα πολύπλοκο εγχείρημα. Διακομιστές, περιφερειακές συσκευές, μονάδες εργασίας, προσωπικοί υπολογιστές, λογισμικό, λειτουργικά συστήματα, αντιϊικά, συντήρηση και τεχνική υποστήριξη καταγράφονται ως οι χονδρικές ανάγκες από υλικούς πόρους ενός τέτοιου συστήματος. Η πρόταση της παρούσας διατριβής είναι η αντικατάσταση ή μάλλον καλύτερα η υπερπήδηση της υφιστάμενης τεχνολογικής υποδομής του συστήματος υγείας και η εισαγωγή της χρήσης νέφους για την ικανοποίηση όλων των αναγκών. Ας εξετάσουμε αυτό το ζήτημα λίγο πιο διεξοδικά μέσα από μια σειρά σύντομων μελετών περιπτώσεων (case studies).

Μελέτη περίπτωσης 1: χρήση κωδικοποίησης για τον ιατρικό φάκελο υγείας ασθενούς.

Πρόβλημα υφιστάμενης κατάστασης: χρονοβόρα διαδικασία, λίγοι άνθρωποι που γνωρίζουν την κωδικοποίηση και ακόμα λιγότεροι που μπορούν να αποκωδικοποιήσουν.

Λύση: Πρώτον καταγραφή του ιατρικού ιστορικού στην αγγλική γλώσσα. Σάρωση του φακέλου από μια περιφερειακή συσκευή και ανέβασμά της σε κάποιο αποθηκευτικό χώρο διαβαθμισμένης πρόσβασης στο νέφος. Τα πλεονεκτήματα είναι προφανή. Δεν απαιτούνται άνθρωποι να ξοδέψουν επιπλέον ανθρωποώρες για την λεπτομερή αρχειοθέτηση ιατρικών φακέλων ή την κωδικοποίησή τους. Άρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάποιο άλλο πόστο πιο αποδοτικά. Οι πόροι αποθήκευσης στο

νέφος έχουν ελάχιστο κόστος ενώ η πρόσβαση σε οποιοδήποτε ιατρικό φάκελο γίνεται μέσα από το διαδίκτυο.

Μελέτη περίπτωση 2: το προσκήνιο του πληροφοριακού συστήματος υγείας (δηλαδή η διαδικτυακή απεικόνισή του) δέχεται διαδικτυακή επίθεση (π.χ τύπου DdoS) με αποτέλεσμα να τεθούν εκτός λειτουργίας όλες οι υπηρεσίες του συστήματος.

Λύση: Με την κλασική προσέγγιση της ανάπτυξης ενός διαδικτυακού πληροφοριακού συστήματος κάτι τέτοιο θα σήμαινε πρόβλημα στον διακομιστή (server) το οποίο πραγματικά και ανάλογα πάντοτε με την βαρύτητά του θα έθετε εκτός λειτουργίας όλο το σύστημα με σημαντικές πιθανόν συνέπειες για την ομαλή λειτουργία των υπηρεσιών. Με την υπολογιστική νέφους και την λογική της κατανεμημένης και αλληλουποστηρικτής λειτουργίας των πόρων του νέφους κάτι τέτοιο θα αποτρέπονταν. Με λίγα λόγια ο υπολογιστής – διακομιστής που θα δεχόταν την επίθεση θα έδινε την θέση του σε έναν «καθαρό» υπολογιστή του ίδιου νέφους ο οποίος έχοντας ένα κατάλληλο αντίγραφο του συστήματος θα έθετε απευθείας σε επαναλειτουργία το σύστημα διασφαλίζοντας έτσι στο ακέραιο το υψηλό επίπεδο αποτελεσματικής λειτουργίας. Η πρακτική αυτή σχεδιασμού των υπολογιστικών νεφών τα καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικά για εφαρμογές μεγάλων οργανισμών όπως στην περίπτωσή μας είναι η κατασκευή ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας.

Μελέτη περίπτωση 3: Έστω ότι κατά την χρήση του συστήματος προκύπτει η ανάγκη επέκτασης των λειτουργιών του με την ανάπτυξη κατάλληλου και δέσμευση επιπλέον υπολογιστικών πόρων.

Λύση: κάτι τέτοιο δίχως με την κλασική προσέγγιση αφενός θα απαιτούσε έναν ανασχεδιασμό του συστήματος και των προδιαγραφών του κάτι το οποίο εκτός από κοστοβόρο θα ήταν και χρονοβόρο (κόστος σε ανθρωποώρες και χρηματικές μονάδες) ενώ με την χρήση του νέφους η λύση είναι πάρα πολύ απλή. Στην περίπτωση που η διαφοροποίηση του συστήματος είναι μικρής κλίμακας (π.χ αύξηση των αποθηκευτικών μέσων του συστήματος ή αύξηση του bandwidth του συστήματος) επιλύονται αυτόματα από ένα πάνελ διαχείρισης που έχει ο διαχειριστής του νέφους.

Σε περίπτωση ευρύτερων αλλαγών τότε με μια απλή αίτηση προς τον πάροχο του νέφους η οποιαδήποτε ανάγκη εξυπηρετείται άμεσα δίχως επιπλέον ενέργειες.

Μελέτη περίπτωσης 4: Το κόστος συντήρησης των υπολογιστικών πόρων των δομών υγείας είναι ιδιαίτερα υψηλό όταν την ίδια στιγμή δεν επαρκούν πόροι για την κάλυψη των αμιγώς ιατρικών αναγκών.

Λύση: Είναι πραγματικότητα ότι το ακριβότερο κομμάτι ενός πληροφοριακού συστήματος δεν είναι το κόστος κατασκευής του αλλά το κόστος συντήρησης και τεχνικής υποστήριξης. Αυτό είναι όμως ένα πρόβλημα το οποίο επιλύεται από τον ίδιο τον πάροχο του νέφους ο οποίος φροντίζει ο ίδιος για την καλή λειτουργία του νέφους φροντίζοντας και προστατεύοντας την υποδομή του πληροφοριακού μας συστήματος. Επομένως μεγάλα χρηματικά ποσά μπορούν να αποδεσμευτούν και να τοποθετηθούν σε άλλους τομείς του χώρου της υγείας για αποδοτικότερη εκμετάλλευση των χρηματικών πόρων από τους προϋπολογισμούς.

7.4 Πλεονεκτήματα και οφέλη χρήσης από την υπολογιστική νέφους[89]

1. Οικονομία

Αντί να διατηρούν ένα data center με ακριβό εξοπλισμό και λογισμικό που μπορεί να μένουν αχρησιμοποίητα ή χρησιμοποιούμενα μόνο εν μέρει για χρόνια, οι ΜΜΕ μπορούν να νοικιάζουν υπολογιστικούς πόρους, όταν και όσους χρειάζονται και για τη διάρκεια που αυτοί είναι απαραίτητοι. Έτσι, αντί για μεγάλες επενδύσεις σε συστήματα πληροφορικής πληρώνουν μια μικρή, μηνιαία ή ετήσια συνδρομή στρέφοντας τις επενδύσεις τους σε πραγματικές ευκαιρίες ανάπτυξής τους.

Παράλληλα, στο cloud δεν υπάρχουν κρυφά κόστη (αυξημένοι λογαριασμοί ηλεκτρικής ενέργειας, μετακινήσεις στελεχών σε υποκαταστήματα για εγκαταστάσεις, συντηρήσεις, κ.α.). Επίσης, αποκλείεται η περίπτωση αγοράς πλεονάζοντος εξοπλισμού, λογισμικού ή ισχύος καθώς στο cloud οι επιχειρήσεις πληρώνουν ακριβώς για αυτά που χρησιμοποιούν, ενώ ανά περίοδο συνδρομής μπορούν τα μεγέθη αυτά να τα αυξομειώνουν ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες τους.

2. Πολυπλοκότητα Vs Απλότητα

Η διατήρηση ενός τοπικού data center κοστίζει αρκετά και επιβάλλει τη συνεργασία “ειδικών” από διαφορετικούς τομείς (HW, SW, DB, κτλ). Ακόμη και στην περίπτωση που ο οργανισμός προχωρήσει σε outsourcing των IT εργασιών απαιτείται σημαντική προσπάθεια για project management, διαχείριση προϋπολογισμών και χρονοδιαγραμμάτων, disaster recovery σχεδιασμούς και ελέγχους...Όλη η διαδικασία αυτή μπορεί γρήγορα να γίνει αρκετά πολύπλοκη. Στο σύννεφο αντιθέτως όλα τα παραπάνω είναι λυμένα, είναι δεδομένα ενώ και “οι όποιες αλλαγές απαιτούνται είναι απλώς θέμα μερικών κλικ.”

3. Ταχύτητα υλοποίησης

Σε μια on-premise εγκατάσταση η υλοποίηση ενός καινούριου πληροφοριακού συστήματος (καθορισμός προδιαγραφών, παραγγελία, παραλαβή, εγκατάσταση, ρυθμίσεις, έλεγχοι, system integration...) μπορεί να πάρει μήνες. Στο cloud, αντίστοιχες υποδομές μπορούν να αρχίσουν να λειτουργούν σε λίγα λεπτά, ενώ ολόκληρη η λύση μπορεί να υλοποιηθεί σε κάποιες ώρες!

4. Αυξημένη Ευελιξία

Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις όπως η αγορά λογισμικού ή η προμήθεια υποδομών απαιτούν ακριβή σχεδιασμό για μακροπρόθεσμες ανάγκες. Αντίθετα, στην περίπτωση του cloud computing ο προγραμματισμός γίνεται για μικρότερες χρονικές περιόδους, επομένως αυξομειώσεις στη ζήτηση υπολογιστικών πόρων καλύπτονται όταν παρουσιαστούν και για όσο οι πόροι αυτοί είναι αναγκαίοι.

5. Περισσότερες επιλογές – Χαμηλότερες τιμές

Όταν ξεκίνησαν οι Web υπηρεσίες της Amazon προσέφεραν on-line storage σε ένα μόνο data center. Σήμερα η Amazon έχει τέσσερα σε τρεις ηπείρους και σε σημαντικά χαμηλότερες τιμές. Αντίστοιχα, όταν ξεκίνησαν οι Web υπηρεσίες της Amazon ούτε καν ο όρος cloud computing δεν χρησιμοποιούνταν. Σήμερα πλέον δραστηριοποιούνται δυναμικά στο cloud μεγάλες εταιρίες όπως η Microsoft και η Rackspace αλλά και hosting εταιρίες που αρχίζουν να έχουν cloud offerings. Ποιος κερδίζει από όλο αυτό;

Μα φυσικά ο πελάτης, οι μικρές & μεσαίες επιχειρήσεις μια και οι επιλογές τους συνεχώς αυξάνονται και γίνονται πιο ελκυστικές.

6. Ασφάλεια & αξιοπιστία

Πολλές επιχειρήσεις ανησυχούν για την ασφάλεια και την αξιοπιστία των cloud υπηρεσιών. Ωστόσο, είναι σαφές ότι οι cloud vendors είναι πολύ ευκολότερο να σχεδιάσουν καλύτερες πολιτικές ασφάλειας από μια μικρομεσαία επιχείρηση γιατί αφενός μεν χρησιμοποιούν ειδικούς εμπειρογνώμονες και αφετέρου ακολουθούν πιστοποιημένες διαδικασίες ασφαλείας. Επίσης, επειδή ακριβώς εξειδικεύονται στο αντικείμενο αυτό, είναι πολύ ευκολότερο να χτίσουν συστήματα υψηλής αξιοπιστίας ώστε να προστατεύουν και να υποστηρίζουν τα συστήματα χιλιάδων αντίστοιχων επιχειρήσεων.[90]

Κεφάλαιο 8

Οικονομικά της υγείας

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η περιγραφή των οικονομικών εννοιών που εμπλέκονται στον χώρο της υγείας, η αναφορά των υφιστάμενων μεθοδολογιών για την αποτίμηση του κόστους – οφέλους από τις παρεχόμενες ιατρικές υπηρεσίες και η περιγραφή των κριτηρίων αποδοχής ή απόρριψης που συναντώνται κατά την αξιολόγηση μιας επένδυσης σε ένα πληροφοριακό σύστημα.

8.1 Εισαγωγή στα οικονομικά της υγείας

Τα οικονομικά της υγείας είναι η εφαρμογή της οικονομικής επιστήμης για την βελτίωση της υγείας του πληθυσμού μέσα από την αποτελεσματική διάθεση και χρήση των πόρων με απαραίτητη την καθολική εφαρμογή οικονομικών κανόνων σε όλα τα επίπεδα υγείας. Η οικονομική της υγείας διαποτίζεται από την αρχή της προμήθειας πόρων με την μεγαλύτερη δυνατή αξία ,δηλαδή με τον μεγαλύτερο λόγο χρησιμότητας προς κόστος με σκοπό την υποβοήθηση των λειτουργιών της υγείας για την λήψη των καλύτερων κλινικών και συνάμα οικονομικά αποτελεσματικών αποφάσεων.[91]

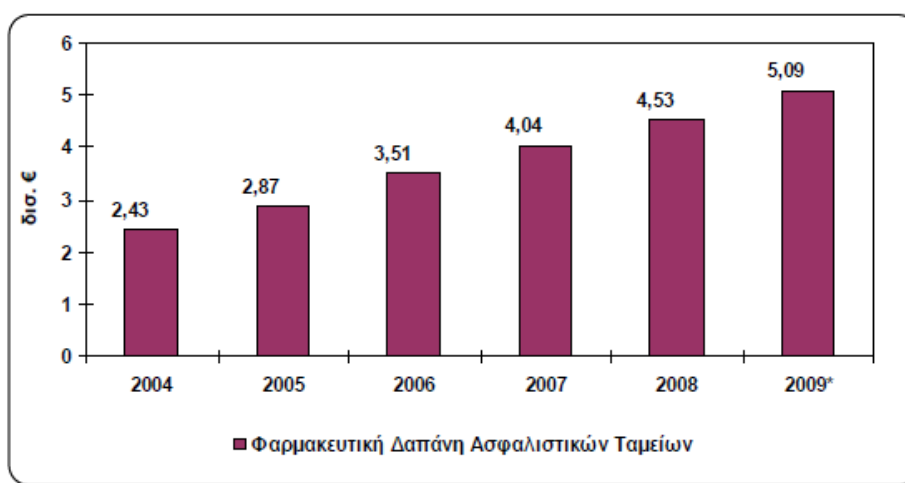
Η οικονομική της υγείας δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα όπως:

- **Ποιες είναι οι ιατρικές και μη-ιατρικές υπηρεσίες που πρέπει να παραχθούν στο πλαίσιο της οικονομίας της υγείας;**
- **Ποιος είναι ο κατάλληλος συνδυασμός υπηρεσιών αυτών ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του πληθυσμού (κόστος ευκαιρίας);**
- **Ποιοι είναι οι πόροι που θα χρειασθούν και πως θα καταμεριστούν ανάμεσά τους;**
- **Ποιοι είναι αυτοί που θα πρέπει να δεθούν τις υπηρεσίες αυτές;**

Για πολλούς ισχύει το «εν αρχή ην οικονομία», δηλαδή το πρώτο πράγμα που απασχόλησε την ανθρώπινη ύπαρξη ήταν η ικανοποίηση των αναγκών της μέσα από τους περιορισμένους διαθέσιμους πόρους. Όταν μιλούμε για συστήματα και την εφαρμογή της τεχνολογίας σε κρίσιμους τομείς όπως η ιατρική πάντοτε υπάρχει ένας συγκεκριμένος σκοπός πέρα από την καθαυτή εξυπηρέτηση των αμιγώς ιατρικών αναγκών. Αυτός είναι η εξοικονόμηση συντελεστών παραγωγής ή πιο απλά για άλλους ο λελογισμένος τρόπος διάθεσης των οικονομικών πόρων. Μέσα από την ανάπτυξη πρωτότυπων πληροφοριακών συστημάτων αναζητούμε την εκπλήρωση δύο συνθηκών. Κατά πρώτον, επιθυμούμε τον εξορθολογισμό των δαπανών του χώρου της υγείας και κατά δεύτερον την αποδέσμευση προσωπικού από εργασίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς επίβλεψη και την κάλυψη ιατρικών αναγκών με έλλειψη προσωπικού. Ας εξηγήσουμε όμως λίγο περισσότερο για τα οικονομικά της υγείας και τον τρόπο με τον οποίο η εφαρμογή νέων τεχνολογιών επηρεάζει τον τρόπο λειτουργίας των ιατρικών μονάδων.

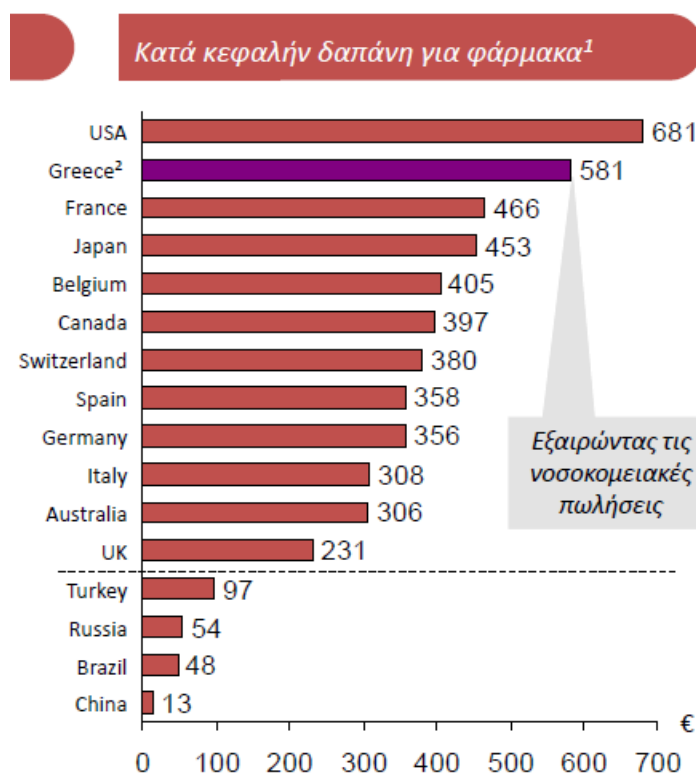
Κλειδί στην παρουσίαση του θέματος είναι η ανάλυση των δαπανών του ιατρικού τομέα. Σαφώς το πρώτο κομμάτι είναι η προμήθεια ιατροφαρμακευτικού εξοπλισμού (αναλωσίμων). Με την πρόταση για ένα ενιαίο πληροφοριακό σύστημα υγείας καθίσταται δυνατή η διενέργεια ηλεκτρονικών διαγωνισμών για την προμήθεια του εξοπλισμού. Έτσι αφενός μειώνονται οι δαπάνες από τις επιτροπές που συγκαλούνται προκειμένου να παρθούν αποφάσεις και προγραμματίζονται τα κριτήρια απόφασης σχετικά με την μεγιστοποίηση του οφέλους από την αγορά ιατροφαρμακευτικού εξοπλισμού. Ηλεκτρονικές φόρμες υπολογισμού της χρησιμότητας μιας προσφοράς για την προμήθεια εξοπλισμού διασφαλίζουν πρώτα από όλα μια επικερδή αγορά και δευτερευόντως αποκλείουν φαινόμενα όπως ο χρηματισμός και η σκοπούμενη αγορά από συγκεκριμένες ιατροφαρμακευτικές εταιρείες.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται γιατί επιβάλλεται η χρήση μέσω για την εξοικονόμηση πόρων



Πηγή: Γενική Γραμματεία Κοινωνικών ασφαλίσεων και Διεύθυνση Φαρμακευτικής Οίκου του Ναύτου

Σχήμα 8.1: φαρμακευτικές δαπάνες για τα ασφαλιστικά ταμεία



Σχήμα 8.2: κατά κεφαλήν

δαπάνες για φάρμακα

Αιτίες αύξησης δαπάνης υγείας

Οι παράγοντες στους οποίους οφείλεται η ραγδαία αύξηση των δαπανών της υγείας για την Ελλάδα είναι κοινωνικοοικονομικοί αλλά και δημογραφικοί. Η αλλαγή της ηλικιακής σύνθεση του πληθυσμού είναι ένα γεγονός που συντελεί στην αύξηση των δαπανών αλλά και η αύξηση του αριθμού των μεταναστών είναι ένας ακόμα παράγοντας. Ένας ακόμη παράγοντας και μάλιστα οικονομικός είναι οι εξελίξεις στην ιατρική τεχνολογία και την βιοτεχνολογία. Πιο απλά τα νέα φάρμακα που

αντιμετωπίζουν σύγχρονες ασθένειες ή πιο αποτελεσματικά παλαιότερες είναι προϊόντα έρευνας με υψηλότερες δαπάνες για την ανάπτυξή τους. Αυτό που όμως είναι ο πιο επιβαρυντικός παράγοντας είναι οι σπατάλες του συστήματος υγείας. Η ανυπαρξία ελέγχου, ακριβών μετρήσεων και αξιολόγησης των παρεχόμενων υπηρεσιών είναι μια όψη του σημαντικού αυτού προβλήματος. Επιπλέον η έλλειψη μηχανογράφησης στο σύνολο του συστήματος υγείας επιβαρύνει τον έλεγχο των δαπανών χωρίς την ακριβή καταγραφή του όγκου της κατανάλωσης προϊόντων και υπηρεσιών υγείας. Είναι ουσιαστικής σημασίας η στατιστική μέτρηση όλων αυτών και η εξαγωγή μοντέλων κόστους – οφέλους για την διευκόλυνση της διοίκησης της υγείας.

Άλλα ζητήματα που επιβαρύνουν τις ιατρικές δαπάνες στην Ελλάδα είναι η υπερτιμολόγηση των ιατρικών εξετάσεων (οι πιο ακριβές στα πλαίσια της Ε.Ε), η υπερτιμολόγηση των ιατρικών συσκευών 300-500% πάνω από τις χώρες της ΒΔ Ευρώπης, η υπερτιμολόγηση ειδικών υλικών(stents, βηματοδότες κλπ)

Ο τρόπος κοστολόγησης των δαπανών υγείας[92]

Για την κοστολόγηση ενός φαρμάκου πρέπει να αξιολογηθεί η κλινική του και η οικονομική του αξία.

Κοστολόγηση κλινικής αξίας:

Παράγοντες που προσδιορίζουν την κλινική αξία ενός φαρμάκου

- **Αυξημένη παραγωγικότητα**
- **Μείωση του συνολικού κόστους θεραπείας**
- **Βελτίωση της ποιότητας ζωής**
- **Ταχύτερη/αποτελεσματικότερη θεραπεία**
- **Μείωση νοσηρότητας/θνησιμότητας**
- **Θεραπείας συγκεκριμένων υποκατηγοριών ασθενών**
- **Αντιμετώπιση νέων ασθενειών**
- **Ασφάλεια φαρμάκου/λιγότερες παρενέργειες**

- **Ικανοποίηση και διευκόλυνση του ασθενούς**

Κοστολόγηση οικονομικής αξίας:

Μερικά βασικά ερωτήματα που τίθενται κατά το στάδιο της οικονομικής αξιολόγησης

- **Δικαιολογεί η τιμή του φαρμάκου την αποτελεσματικότητα της θεραπείας;**
- **Το φάρμακο μειώνει το κόστος σε άλλους θεραπευτικούς τομείς;**

Μελέτη κόστους – αποτελεσματικότητας[94]

Είναι η συγκριτική ανάλυση των εναλλακτικών λύσεων σε όρους κόστους και συνεπειών.



Σχήμα 8.3: συγκριτική ανάλυση

Τεχνικές οικονομικής αξιολόγησης για τον χώρο της υγείας[93]

Εμφανίστηκαν στον χώρο της υγείας περί το 1950 και αναφέρονται στην συγκριτική ανάλυση δύο ή περισσότερων παρεμβάσεων και θεραπειών ως προς το κόστος και το αποτέλεσμα. Σκοπός τους είναι η ανάδειξη της θεραπείας με τον μεγαλύτερο δυνατό όφελος στο χαμηλότερο δυνατό κόστος.

Βασικά στάδια οικονομικής αξιολόγησης

1)ορισμός ερευνητικού ερωτήματος: Πάντα το πρώτο βήμα είναι ο αποσαφηνισμός του ερωτήματος που πρέπει να απαντηθεί. Για παράδειγμα ένα ερώτημα θα

μπορούσε να αποτελεί η επιλογή κατάλληλου θεραπευτικού σχήματος για την αντιμετώπιση του διαβήτη στα πλαίσια των διαβητολογικών ιατρείων του εθνικού συστήματος υγείας.

2)ορισμός προοπτικής της μελέτης: είναι ο ορισμός του φορέα και των χαρακτηριστικών του από την σκοπιά του οποίου εξετάζονται οι οικονομικές συνέπειες της θεραπείας. Τέτοιοι φορείς είναι τα ασφαλιστικά ταμεία, οι κοινωνικές ομάδες, οι νοσοκομειακές μονάδες κ.α

Προοπτική από την σκοπιά των ασφαλιστικών ταμείων: είναι το κόστος επιβάρυνσης για την θεραπεία, την διάγνωση και την παρακολούθηση, ενώ αυτό μπορεί να περιλαμβάνει άμεσο μη ιατρικό κόστος (μεταφορικά έξοδα, ημέρες χαμένης εργασίας κλπ)

Προοπτική από την σκοπιά της κοινωνίας: Είναι η γνώση για το συνολικό κόστος μιας θεραπείας ανεξάρτητα από το ποιος πραγματικά το πληρώνει. Στην κοστολόγηση της νοσηλείας πρέπει να συμπεριλαμβάνονται οι ημέρες νοσηλείας, η συχνότητα και η διάρκεια των ιατρικών επισκέψεων, το κόστος από την χαμένη παραγωγικότητα και ο χαμένος προσωπικός χρόνος

Προοπτική από την σκοπιά του νοσοκομείου: Κόστος για το νοσοκομείο , το οποίο δεν θα αποζημιωθεί από τα ταμεία ή τον ασθενή.[93]

Προοπτική από την σκοπιά του ασθενή: Συμπεριλαμβάνει όλα τα έξοδα του ασθενή και το μη ιατρικό κόστος, τον χαμένο χρόνο και το εισόδημα κατά τον χρόνο θεραπείας.

3) καταγραφή θεραπευτικής πορείας

4) συλλογή δεδομένων χρήστης υπηρεσιών υγείας

<ul style="list-style-type: none"> • Κλινικοί παράγοντες <ul style="list-style-type: none"> - παράγοντες ρίσκου - σοβαρότητα - επιβίωση - ανταπόκριση - ιατρικά γεγονότα - υποτροπή 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Χρήση υπηρεσιών υγείας <ul style="list-style-type: none"> ▶ Διάρκεια νοσηλείας ▶ # ιατρικών επισκέψεων ▶ #εργαστηριακών εξετάσεων ▶ # ιατρικών υπηρεσιών ▶ Φαρμακευτική αγωγή ▶ Χαμένες εργατοημέρες
--	--

Συλλογή δεδομένων: εύκολα μπορεί κανείς να αναλογιστεί πόσο μεγάλη σημασία έχει η συλλογή και η διαχείριση των δεδομένων της υγείας. Στην κοστολόγηση των υπηρεσιών υγείας τα δεδομένα και κυρίως η επεξεργασία τους έχουν βασικό ρόλο.

Πηγές δεδομένων:

- Συλλογή από κλινικές μελέτες ή μελέτες παρατήρησης
- Βιβλιογραφία και μεταναλύσεις
- Βάσεις δεδομένων και εξόρυξη γνώσης
- Ερωτηματολόγια και ιατρικοί φάκελοι ασθενών
- Εμπειρικά δεδομένων από επιτροπές ειδικών

5) συλλογή σχετικών μονάδων κόστους[93]

Άμεσο κόστος: δαπάνες που σχετίζονται με την θεραπευτική στρατηγική. Αναλύεται σε ιατρικό και μη ιατρικό κόστος. Σαν ιατρικό κόστος θεωρούνται οι ιατρικές επισκέψεις ενώ σαν μη ιατρικό κόστος θεωρούνται οι δαπάνες για μετακινήσεις κλπ.

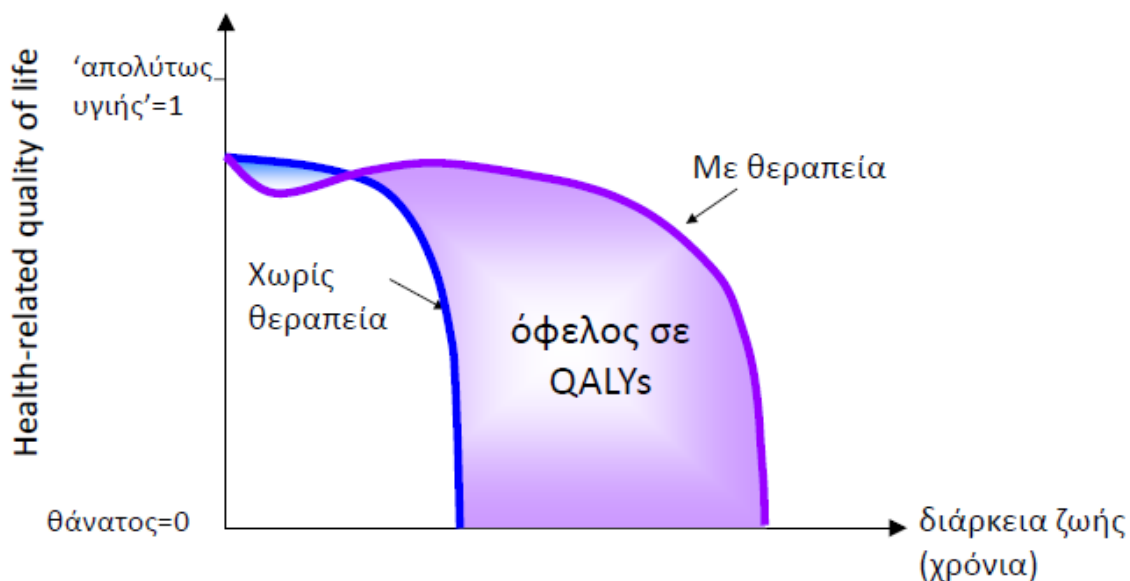
Έμμεσο κόστος: το έμμεσο κόστος αντανακλά την αξία των αγαθών/υπηρεσιών που θα μπορούσαν να παραχθούν από τον ασθενή αλλά δεν παράγονται εξαιτίας της πάθησής του. Αυτό ταυτίζεται με τον υπολογισμό του κόστους ευκαιρίας, ενός οικονομικού μεγέθους που απαντά στην οικονομική θυσία που επέρχεται προκειμένου να εγκαταληφθεί μια κατάσταση προς όφελος μιας άλλης κατάστασης. Για παράδειγμα το κόστος ευκαιρίας από την απώλεια εργατοημερών λόγω θεραπείας ενός ιδιωτικού υπαλλήλου με μισθό 1000€ θα μπορούσε να υπολογιστεί ως $KE=33€$, δηλαδή για κάθε επιπλέον μέρα που δεν εργάζεται ο υπάλληλος χάνει 33 ευρώ που σημαίνει ότι το ΑΕΠ της χώρας ζημιώνεται κατά αυτό το ποσό.

Κρυφό ή αόρατο κόστος: Είναι το ανθρώπινο και ψυχολογικό κόστος που σχετίζεται με άγχος, πόνο κλπ. Υπάρχουν διάφορες ψυχομετρικές διαδικασίες που προσδιορίζουν το ποσοστό μείωσης της αποδοτικότητας ενός ασθενούς που λαμβάνει θεραπεία και κατά συνέπεια το κόστος από την δαπάνη αυτή.

6)επιλογή μεθόδου οικονομικής αξιολόγησης

Τύποι ανάλυσης

- Ανάλυση κόστους οφέλους (cost benefit): υπολογίζει το ποσό των εισροών και το ποσοστό των εκροών εκφρασμένες σε χρηματικές μονάδες
- Ανάλυση χρησιμότητας (cost utility): υπολογίζει τις εισροές εκφρασμένες σε χρηματικές μονάδες και δίνει σαν εκροές ποσοτικούς ή ποιοτικούς όρους (για παράδειγμα προσδόκιμο επιβίωσης μετά την θεραπεία). Είναι μια μορφή χρηματοοικονομικής ανάλυσης για να οδηγήσει τις αποφάσεις σχετικές με τις προμήθειες ιατρικού εξοπλισμού. Η πιο γνωστή εφαρμογή της μεθόδου συνιστάται στην φαρμακοοικονομία.



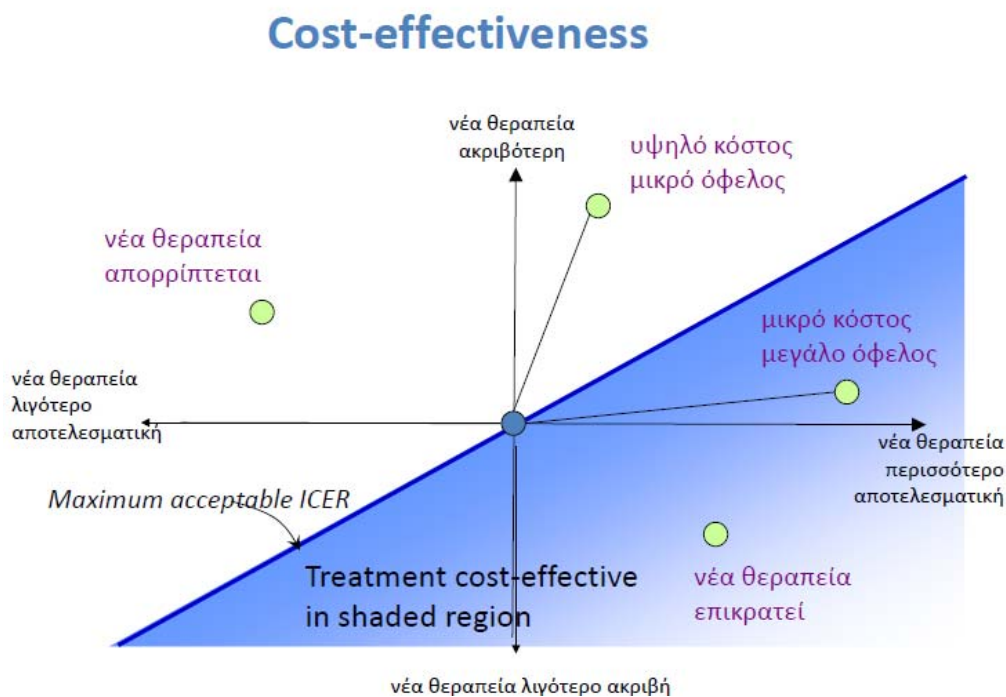
Σχήμα 8.4: ανάλυση χρησιμότητας

- Ανάλυση κόστους – αποτελεσματικότητας[94] (cost effectiveness) : δέχεται σαν είσοδο χρηματικές μονάδες και στην έξοδο δίνει σαν αποτέλεσμα φυσικές μονάδες (όπως αριθμός ατόμων που θεραπεύτηκαν, ποσοστό μείωσης σωματικού βάρους κλπ)

Πιο συγκεκριμένα η μέθοδος CEA είναι μια μορφή οικονομικής ανάλυσης που συγκρίνει σχετικές δαπάνες και τα αποτελέσματα από δύο ή περισσότερα σχέδια δράσης. Είναι διαφορετική μέθοδος από την CBA διότι η CBA αποδίδει ένα νομισματικό χαρακτήρα στο αποτέλεσμα[1]. Η CEA χρησιμοποιείται συχνά στον χώρο των οικονομικών της υγείας όπου πολλές φορές δεν είναι σωστό να αποτιμούμε το κέρδος μόνο σε οικονομικές μονάδες. Συνήθως η CEA εκφράζεται ως ένα μέτρο υπολογισμένο από ένα έναν λόγο που ο παρανομαστής είναι το κέρδος για την υγεία (έτη επιπλέον ζωής κλπ) και αριθμητής είναι το κόστος που συνδέεται με το κέρδος για την υγεία[2]. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέτρο είναι ο δείκτης QALY (ποιότητα ζωής προσαρμοσμένη σε χρόνια). Η ανάλυση κόστους – αποτελεσματικότητας έχει και διαγραμματική περιγραφή και απεικονίζεται σε ένα διάγραμμα χωρισμένο σε 4 τεταρτημόρια. Όταν τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο πρώτο τεταρτημόριο τότε έχουμε αποτελεσματικότητα και μεγάλες δαπάνες, όταν τα αποτελέσματα απεικονίζονται

στο δεύτερο τεταρτημόριο τότε έχουμε αποτελεσματικότητα και μικρότερες δαπάνες, στο τρίτο έχουμε λιγότερη αποτελεσματικότητα και μεγάλες δαπάνες και τέλος στο τέταρτο έχουμε λιγότερη αποτελεσματικότητα και μεγάλες δαπάνες[.].

- Ανάλυση ελαχιστοποίηση του κόστους[95] (cost minimization)



Σχήμα 8.5: ανάλυση κόστους - αποτελεσματικότητας

- 7)πραγματοποίηση οικονομικής αξιολόγησης
- 8)μελέτη ευαισθησίας
- 9)περιγραφή περιορισμών μελέτης

8.2 Οικονομική αποτίμηση πληροφοριακού συστήματος υγείας

Ένα πληροφοριακό σύστημα υγείας δεν παύει να αποτελεί μια επένδυση η οποία πρέπει να ελεγχθεί και να αποτιμηθεί οικονομικά. Ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η λειτουργία, η συντήρηση του ΠΣ είναι μερικά μόνο από τα κόστη που καλούνται να συνεκτιμηθούν με τα οφέλη ώστε να ληφθεί απόφαση για την υλοποίηση του ΠΣ.

Για τον υπολογισμό του κόστους [96] πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα:

Κόστος ανάπτυξης: το κόστος ανάπτυξης περιλαμβάνει το κόστος αγοράς του εξοπλισμού και τις πληροφοριακής υποδομής που χρειάζεται για την κατασκευή του ΠΣ. Για τον υπολογισμό του απαραίτητες είναι οι πληροφορίες για την χρονική εκτέλεση των εργασιών του έργου καθώς και ο χρόνος περάτωσης τους. Επίσης απαραίτητα είναι τα οικονομικά στοιχεία για το κόστος του υλικού και του λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και ο σχετικός χρόνος απαίτησης κάθε υλικού και εργασίας αναφορικά με το χρονικό σημείο έναρξης της ενέργειας.

Κόστος λειτουργίας συντήρησης: το κόστος αυτό περιλαμβάνει τα λειτουργικά έξοδα που σχετίζονται με την λειτουργία και την συντήρηση του ΠΣ. Στην περίπτωση του διαδικτυακού μας συστήματος περιλαμβάνονται τα κόστη τηλεπικοινωνιακών υποδομών, οι αμοιβές των ατόμων που συντηρούν το δίκτυο και επιβλέπουν την λειτουργία του συστήματος, κόστη για αναλώσιμα κλπ.

Κόστος μετάπτωσης: το κόστος μετάπτωσης ορίζεται ως το κόστος μετάβασης από ένα σύστημα σε ένα άλλο δεδομένης της ύπαρξης και των δύο συστημάτων. Οι συνιστώσες που το αποτελούν περιλαμβάνουν όλες τις προσαρμοστικές ενέργειες, την επανεκπαίδευση των χρηστών, αλλαγές στην οργανωτική δομή και υπηρεσίες συμβούλου. Το κόστος των προσαρμοστικών ενεργειών είναι ανάλογο του μεγέθους του έργου και υπεισέρχεται κατά την φάση της ανάπτυξης του έργου:

Κόστος επέκτασης ή προσαρμογής: είναι το κόστος που προκύπτει όταν επιθυμούμε να προσθέσουμε και να ενσωματώσουμε νέες εφαρμογές και λειτουργικά

χαρακτηριστικά στο σύστημά μας. Βασίζεται και έχει αναλογική σχέση με το κόστος μετάβασης ενώ κατά τον υπολογισμό του θα πρέπει να λαμβάνεται ως χρονικό διάστημα κόστους τα 3 με 5 έτη. Είναι ένα κόστος το οποίο δεν μπορεί να αποφύγει ένα πληροφοριακό σύστημα που καλείται να εξυπηρετήσει ανάγκες για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Εχθρός κάθε ΠΣ είναι η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας για αυτό και η φιλοσοφία της αρχιτεκτονικής του σχεδίασης παίζει πρωτεύοντα και καθοριστικό ρόλο. Η προτεινόμενη πλατφόρμα πάνω στην οποία προτείνεται να σχεδιαστεί το ενιαίο πληροφοριακό σύστημα υγείας υιοθετεί την συγκεκριμένη φιλοσοφία της επέκτασης και της μείωσης του κόστους μετάβασης καθώς έχουν προβλεφθεί αυτοματοποιημένες διαδικασίες που επιλύουν τέτοιου είδους ζητήματα.

Τα παραπάνω μεγέθη μαζί με τα οικονομικά οφέλη αποτελούν τις **χρηματικές ροές της επένδυσης** και χρησιμοποιούνται στην ανάλυση κόστους οφέλους.

Τεχνικός βαθμός: η έννοια του τεχνικού βαθμού ταυτίζεται με την μέτρηση της απόκλισης από τα επιθυμητά αποτελέσματα αν και δεν αποτελεί μια αυστηρή μέτρηση καθώς συχνά υπεισέρχεται ο υποκειμενικός παράγοντας.

Μη ποσοτικώς αποτιμώμενα οφέλη

Τα οφέλη από την επένδυση για την κατασκευή του ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας πρέπει να εξεταστούν στα πλαίσια της οργανωτικής δομής. Αν και θεωρείται πως η πληροφορική σπάνια μειώνει το κόστος αλλά ότι αλλάζει την διάρθρωση του κόστους του οργανισμού έτσι ώστε αυξάνονται τα έσοδα δίχως την αύξηση προσωπικού. Βέβαια τα οφέλη από την χρήση των ΠΣ είναι τέτοια που είναι δύσκολο να αποτιμηθούν και επιπλέον δεν εμφανίζουν προφανή βραχυχρόνια απόδοση. [97]

Τέτοια οφέλη είναι:

- Μεγαλύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης των ασθενών
- Υψηλότερου επιπέδου εσωτερικές επικοινωνίες
- Υψηλότερου επιπέδου πληροφόρηση και διοίκηση

- Προηγμένες σχέσεις με προμηθευτές
- Αποφυγή επιπλέον κόστους

Τα άμεσα οφέλη από την χρήση ΠΣ [] όπως η μείωση του κόστους και η αύξηση των εσόδων εμφανίζονται γρήγορα και είναι σχετικά εύκολο να προσδιοριστούν. Τα έμμεσα όμως οφέλη όπως η αποφυγή επιπλέον κόστος και επιχειρηματικού κινδύνου είναι δυσκολότερο να υπολογιστούν.

Οφέλη από την χρήση πληροφοριακών συστημάτων [98]

Τα οφέλη χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

Αύξηση παραγωγικότητας:

- Αποδοτικότερες εργασιακές σχέσεις: το όφελος πηγάζει από την βελτίωση της απόδοσης των ατόμων μέσα από τον επαναπροσδιορισμό των εργασιών και των εργασιακών σχέσεων και γενικότερα μέσα από την αύξηση της ικανοποίησης από την εργασία.
- Βελτιώσεις στο εργασιακό κεφάλαιο: Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από τα αποθέματα τελειωμένων προϊόντων, την εργασία υπό εξέλιξη και τις πρώτες ύλες.
- Γενικές βελτιώσεις απόδοσης: αυτές προκύπτουν από τον καλύτερο προγραμματισμό και έλεγχο της παραγωγής, μέσα από την δυνατότητα για έγκαιρη και έγκυρη παροχή πληροφορίας και από τον ανασχεδιασμό των επιχειρησιακών λειτουργιών και την αποδοτικότερη εργασία των ατόμων.

Μείωση επιχειρηματικού κινδύνου: η λειτουργική αποδοτικότητα ενός πληροφοριακού συστήματος βελτιώνεται σημαντικά όταν μειώνεται ο κίνδυνος λαθών. Η υιοθέτηση των κατάλληλων τεχνολογιών είναι ζήτημα μέγιστης σημασίας καθώς είναι το απαραίτητο μέσο για την διατήρηση της ποιότητας των υπηρεσιών.

Επέκταση επιχειρησιακής δραστηριότητας

Προϋπολογισμός επενδύσεων κεφαλαίου

Ένας οργανισμός όταν ασχολείται με την εξέταση ανάληψης ενός επενδυτικού προγράμματος για την κατασκευή ενός ΠΣ καλείται να λάβει 2 αποφάσεις: πρώτον αν θα το αποδεχθεί ή θα το απορρίψει και δεύτερον το πώς θα το χρηματοδοτήσει αφού το αναλάβει.

8.3 Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων σε πληροφοριακά συστήματα

Μέθοδος καθαρής παρούσας αξίας: είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης και του κεφαλαίου που απαιτείται για την απόκτησή της.[99] Η ΚΠΑ ενός επενδυτικού προγράμματος ισούται με την παρούσα αξία των αναμενόμενων πρόσθετων ετήσιων ταμειακών ροών μετά από την επιβολή φορολογίας στο πρόγραμμα, προεξοφλημένων με επιτόκιο ίσο της απαιτούμενης απόδοσης του ιατρικού τομέα. Υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ΚΤΡ}_t}{(1+k)^t} - \text{Κ}_0 \Rightarrow \text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n \frac{\text{ΚΤΡ}_t}{(1+k)^t}$$

όπου:

- Κ_0 είναι το κεφάλαιο που απαιτείται για την επένδυση
- ΚΤΡ_t είναι η ετήσια, θετική ή αρνητική, πρόσθετη ταμειακή ροή (κέρδη και αποσβέσεις) μετά από φόρους του έτους $t= 0, 1, 2, \dots, n$
- k είναι η ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση
- στον δεύτερο τύπο $\text{ΚΤΡ}_0 = \text{Κ}_0$

Αποδοχή – Απόρριψη επένδυσης

Διακρίνουμε 3 περιπτώσεις:

ΚΠΑ θετική: η επενδυτική πρόταση γίνεται αποδεκτή αφού οι καθαρές ταμειακές ροές της επένδυσης είναι μεγαλύτερες από το αρχικό κεφάλαιο. Κατά συνέπεια η επένδυση αξίζει περισσότερο από όσο κοστίζει ενώ οι ταμειακές ροές της επένδυσης αποδίδουν μια επιπλέον απόδοση της απαιτούμενης πράγμα το οποίο δηλώνει ένα έσοδο το οποίο μπορεί να κατανεμηθεί για την πλήρωση διαφορετικών αναγκών του χώρου της υγείας.

ΚΠΑ μηδέν: σε αυτή την περίπτωση το επενδυτικό πρόγραμμα θεωρείται οριακό και η επενδυτική σημασία αδιάφορη. Οι καθαρές ταμειακές ροές είναι ίσες με το αρχικό κεφάλαιο.

ΚΠΑ αρνητική: Η επένδυση απορρίπτεται αφού οι καθαρές ταμειακές ροές είναι μικρότερες από το αρχικό κεφάλαιο πράγμα το οποίο σημαίνει ότι ουδέποτε θα πραγματοποιηθεί απόσβεση της αρχικής χρηματικής επένδυσης.

Τρόπος υπολογισμού της καθαρής παρούσας αξίας

Ο υπολογισμός της ΚΠΑ είναι μία εξαιρετικά χρονοβόρος διαδικασία αφού τα ποσά και ο χρονικός ορίζοντας που αυτά υπολογίζονται είναι μεγάλα ενώ οι υπολογισμοί θεωρούνται πολύπλοκοι με συνέπεια την ύπαρξη υπολογιστικών λαθών. Για τον λόγο αυτό συνίσταται πάντα η χρήση ενός λογισμικού πακέτου για την υποβοήθηση του υπολογισμού τη ΚΠΑ.

Πλεονεκτήματα ΚΠΑ

- Χρησιμοποιεί ταμειακές ροές και όχι καθαρά κέρδη που περιλαμβάνουν απόσβεση που δεν αποτελεί χρηματική δαπάνη κατά το έτος που αποσβένεται το πάγιο στοιχείο. Κατά συνέπεια λαμβάνει υπόψη την πραγματική χρονική στιγμή που πραγματοποιούνται τα οφέλη της επένδυσης.
- Αναγνωρίζει πλήρως την διαχρονική αξία του χρήματος
- Η αποδοχή ενός προγράμματος αυξάνει την αξία του χώρου της υγείας κάτι το οποίο σημαίνει οφέλη για τους διοικούντες του χώρου της υγείας.

Μειονεκτήματα ΚΠΑ:

- Απαιτεί την ακριβή πρόβλεψη των ταμειακών ροών πράγμα το οποίο δυσκολεύει όσο απομακρυνόμαστε από την αρχική στιγμή μέτρησης.
- Υποθέτει ότι το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι σταθερό για όλη την διάρκεια της επένδυσης. Στην πραγματικότητα όμως η υπόθεση αυτή δεν μπορεί να είναι ρεαλιστική ειδικά σε περιπτώσεις επενδυτικών προγραμμάτων που διαρκούν για πολλά έτη.

Εσωτερικός βαθμός απόδοσης

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)[100] ορίζεται ως το προεξοφλητικό επιτόκιο που εξισώνει την παρούσα αξία των πρόσθετων ταμειακών ροών μετά από φόρους ενός επενδυτικού προγράμματος με το αρχικό κόστος, είναι δηλαδή το επιτόκιο που μηδενίζει την ΚΠΑ του επενδυτικού προγράμματος. Με λίγα λόγια ο IRR δείχνει την απόδοση μιας επένδυσης και υπολογίζεται ως εξής:

$$CF_0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \Rightarrow \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

όπου:

- CF_t η πρόσθετη ετήσια ταμειακή ροή (θετική ή αρνητική) μετά από φόρους του έτους $t=0,1,2,\dots, n$

Αποδοχή ή απόρριψη ενός επενδυτικού προγράμματος

Για την αποδοχή ή την απόρριψη ενός προγράμματος με την μέθοδο του IRR έχουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Ταμειακή εκροή ακολουθείται από ταμειακές εισροές: αν ο IRR είναι μεγαλύτερος ή ίσος της απαιτούμενης απόδοσης το πρόγραμμα γίνεται αποδεκτό αφού το πλεόνασμα το οποίο δημιουργείται μετά την αποπληρωμή των κεφαλαίων αυξάνει τον πλούτο. Σε διαφορετική περίπτωση το επενδυτικό πρόγραμμα πρέπει να απορριφθεί. Τέτοιες ταμειακές ροές ονομάζονται τυπικές ή συνηθισμένες.

Ταμειακή εισροή ακολουθείται από ταμειακές εκροές: το επενδυτικό πρόγραμμα θα γίνει αποδεκτό αν ο IRR είναι μικρότερος από την απαιτούμενη απόδοση διαφορετικά θα πρέπει να απορριφθεί. Η περίπτωση αυτή μοιάζει με αυτήν του δανεισμού μιας επιχείρησης. Ο IRR είναι το επιτόκιο δανεισμού. Αν μπορούμε να το δανειστούμε με μικρότερο επιτόκιο (= απαιτούμενη απόδοση) τότε δεν υπάρχει λόγος να αναλάβουμε την υλοποίηση του επενδυτικού προγράμματος.

Ταμειακές ροές παρουσιάζουν εναλλαγή προσήμων: Σε αυτή την περίπτωση η επίλυση του τύπου IRR δίνει το πολύ n λύσεις που στην πράξη δεν υπολογίζουν την

πραγματική απόδοση και γι αυτό πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του τροποποιημένου εσωτερικού βαθμού απόδοσης (MIRR). Η μέθοδος αυτή αναφέρει τα εξής:

1. Υπολογίζεται η ΚΠΑ των εκροών με προεξοφλητικό επιτόκιο το κόστος κεφαλαίου
2. Υπολογίζεται η τελική αξία των εισροών, δηλαδή γίνεται επανεπένδυση μέχρι το τέλος του προγράμματος, με επιτόκιο ανατοκισμού ίσο με το κόστος του κεφαλαίου.
3. Το προεξοφλητικό επιτόκιο που προκύπτει από την εξίσωση της παρούσας αξίας των εκροών με την τελική αξία των εισροών είναι ο MIRR.

Πλεονεκτήματα του IRR[101]

- Αναγνωρίζει την διαχρονική αξία του χρήματος
- Είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς από τους οργανισμούς
- Παρέχει μέτρο ασφάλειας ανάλογα με τη διαφορά που έχει από την απαιτούμενη απόδοση

Μειονεκτήματα

- Απαιτεί την ακριβή πρόβλεψη των μελλοντικών ταμειακών ροών, πράγμα το οποίο δυσκολεύει σε βάθος χρόνου
- Υποθέτει ότι οι μελλοντικές ταμειακές εισροές επανεπενδύονται με επιτόκιο ίσο με τον βαθμός εσωτερικής απόδοσης κάτι το οποίο δεν ισχύει στην πραγματικότητα
- Πολλές φορές απαιτείται και η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας για καλύτερα αποτελέσματα.

Σύγκριση μεθόδων καθαρής παρούσας αξίας και εσωτερικού βαθμού απόδοσης

Συνήθως και οι δύο μέθοδοι μας οδηγούν στις ίδιες αποφάσεις εκτός αν συμβαίνει αμοιβαίος αποκλεισμός και παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στο μέγεθος, την

χρονική διάρκεια πραγματοποίησης ή τη διαχρονική διάρθρωση των ταμειακών ροών. Επειδή η καθαρή παρούσα αξία υποθέτει ότι οι ταμειακές ροές που προκύπτουν επανεπενδύονται με την απαιτούμενη απόδοση είναι συχνά η επιλέξιμη μέθοδος διότι βρίσκεται πιο κοντά στην πραγματικότητα.

Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης

Είναι μια μέθοδος που δείχνει το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο ένα επενδυτικό πρόγραμμα θα αποδώσει την αρχική επένδυση.

Συνθήκες αποδοχής – απόρριψης επενδυτικού προγράμματος με την μέθοδο της περιόδου επανείσπραξης

Αν η περίοδος επανείσπραξης είναι μικρότερη ή ίση από την μέγιστη περίοδο επανείσπραξης που απαιτεί η επιχείρηση τότε η πρόταση γίνεται αποδεκτή, διαφορετικά απορρίπτεται.

Πλεονεκτήματα:

- Είναι απλός και ευκολόχρηστος τρόπος αξιολόγησης ενός επενδυτικού σχεδίου
- Παρέχει μια εικόνα επιχειρηματικού κινδύνου και ρευστότητας

Μειονεκτήματα

- Δεν αναγνωρίζει την διαχρονική αξία του χρήματος
- Δεν εξετάζει τις ταμειακές ροές που δημιουργούνται μετά την ανάκτηση της αρχικής επένδυσης

Ολικό κόστος ιδιοκτησίας

Το ολικό κόστος ιδιοκτησίας (TCO)[102] είναι ένας όρος με πολλές ερμηνείες και η εφαρμογή του ποικίλει ανάμεσα σε αγοραστές, πωλητές και εταιρείες συμβούλων. Εμφανίστηκε γύρω στο 1950 και έγινε δημοφιλής στα μέσα της δεκαετίας του 1990.

Το TCO αναφέρεται στο κόστος ανάπτυξης και λειτουργίας των πληροφοριακών συστημάτων για μια καθορισμένη χρονική περίοδο που είναι συνήθως 3 έτη. Η βασική ιδέα είναι να δοθεί έμφαση σε ένα TCO σε αντιδιαστολή με ένα άλλο σε σύγκριση με μια ανάλυση ROI (επιστροφή επένδυσης) που σταθμίζει τις δαπάνες και τα κέρδη ενός επενδυτικού προγράμματος.

Σχήμα: φόρμουλα υπολογισμού επιστροφής επένδυσης

$$ROI = \frac{(\text{Gain from Investment} - \text{Cost of Investment})}{\text{Cost of Investment}}$$

Ένα TCO λαμβάνει την δεδομένη επένδυση και ερευνά την λύση με το χαμηλότερο κόστος όμως σε βάθος χρόνου οι χαμηλότερες δαπάνες απόκτησης δεν είναι απαραίτητα και η καλύτερη λύση. Μια ανάλυση TCO επικεντρώνεται στα κόστη απόκτησης, υποστήριξης – ανάπτυξης και διατήρησης της τεχνολογίας. Το σημαντικότερο είναι ότι λαμβάνει υπόψη εκτός από τα προφανή κόστη και άλλα που δεν είναι εύκολα αντιληπτά.

Σχήμα: άμεσα και έμμεσα κόστη ενός ΠΣ

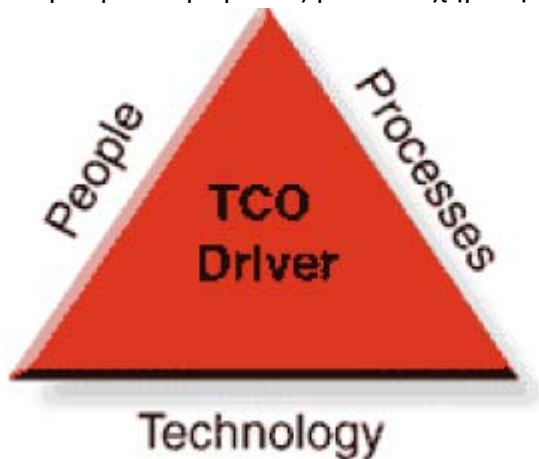
Εμφανή κόστη	Μη Εμφανή κόστη
Υλικό / Λογισμικό	Αδυναμία ανταπόκρισης
Διαχείρισης	Νεκρός χρόνος
Λειτουργίας	Εκπαίδευση προσωπικού
Υποστήριξης / Υπηρεσίες	Μετάβαση σε νέα τεχνολογία
Αναβάθμισης /Αντικατάστασης	Εγκλωβισμός στην υπάρχουσα τεχνολογία
Ενέργεια και χώρος	Μεταβλητή διαμόρφωση

Πίνακας 8.1: Εμφανή και μη εμφανή κόστη από την ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος

Μια καλή ανάλυση TCO παρουσιάζει τις μη προφανείς δαπάνες ιδιοκτησίας που μπορεί να αγνοηθούν κατά την λήψη αποφάσεων αγοράς ή τον προγραμματισμό των προϋπολογισμών. Ξεκινώντας θα πρέπει να καταρτίσουμε ένα περιεκτικό κατάλογο δαπανών. Η ανάλυση TCO θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι δεν είναι διόλου εύκολη διαδικασία αλλά αντίθετα είναι επίπονη και δύσκολη. Μετά την TCO ανάλυση

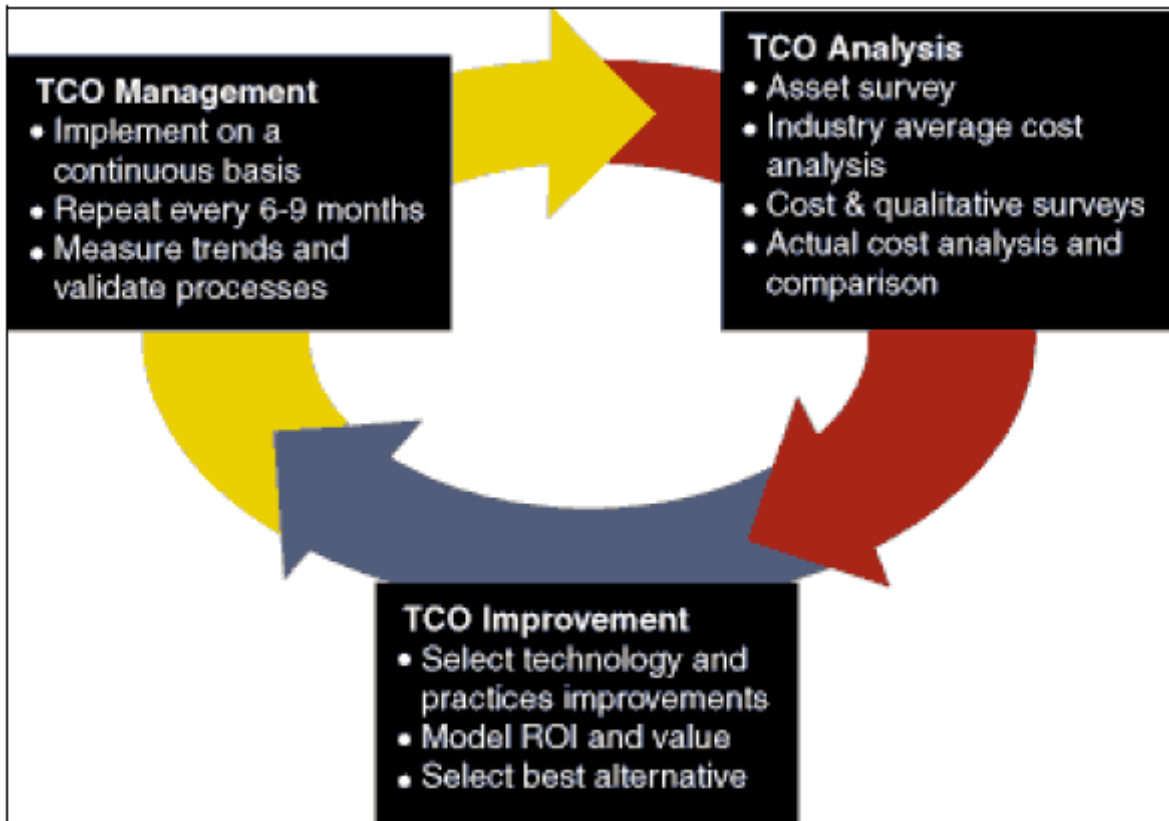
ακολουθούν τα συμπεράσματα τα οποία παρέχουν πληροφορίες για την βελτίωση τμημάτων του κόστους του πληροφοριακού συστήματος αλλά όχι επιπλέον πληροφορίες. Κάθε οργανισμός πρέπει να προσαρμόσει τον κατάλογο δαπανών σύμφωνα με το εξατομικευμένο πληροφοριακό σύστημα που θέλει να υλοποιήσει, την κατάσταση αλλά και τις ανάγκες του ΠΣ. Για να καταστεί αυτό εφικτό και επιτυχές πρέπει να τηρηθεί μια ισορροπημένη στάση μεταξύ τριών παραγόντων : της εκπαίδευσης των ατόμων, την βελτιστοποίηση των διαδικασιών, την απόκτηση τεχνολογιών εύκολων στην διαχείριση (όπως για παράδειγμα τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου (joomla) που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο) και την υπηρεσία συντήρησης – τεχνικής υποστήριξης.[]

Σχήμα 8.6: κρίσιμοι παράγοντες για επιτυχημένη ανάλυση TCO



Ένα διαφορετικό μοντέλο είναι αυτό του κύκλου ζωής του πληροφοριακού συστήματος, η χρήση του οποίου παρέχει ολοκληρωμένη πληροφόρηση για τις δαπάνες IT που πρέπει

να ελεγχθούν.



Σχήμα 8.7: μοντέλο κύκλου – ζωής

Το επόμενο βήμα είναι μια ανάλυση των δαπανών σε βάθος που οδηγεί στην κατανομή τους στα τμήματα του οργανισμού (στο παράδειγμά μας για το εθνικό σύστημα υγείας) και το επίπεδο υπηρεσιών που παρέχεται σε κάθε τμήμα. Η εφαρμογή του κύκλου ζωής TCO απαιτεί χρόνο, πληροφοριακά εργαλεία και δεξιότητες από το προσωπικό της υπηρεσίας πληροφορικής.

Γενικά τα στάδια ανάλυσης με την μέθοδο TCO μετά το αρχικό σημείο είναι:

- Απόκτηση
- Ανάπτυξη και επέκταση
- Κύκλος ζωής
- Αναδιάταξη, τροποποίηση

Πλεονεκτήματα:

- Σημαντικός τρόπος σύγκρισης δαπανών μεταξύ διαφορετικών επιχειρησιακών λύσεων
- Υπογραμμίζει ότι υπάρχουν δαπάνες πέραν του χρόνου που επηρεάζουν τα κόστη απόκτησης δεδομένων πληροφοριακών συστημάτων.
- Συμβάλει καθοριστικά στην επιλογή λύσεων ολοκληρωμένης υποδομής καθώς η ανάλυση ξεκινά από τον αριθμό και των τύπο των απαραίτητων υπολογιστικών πόρων (διακομιστών για το παράδειγμα του ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας)
- Έχει την δυνατότητα ευελιξίας και προσαρμογής ανάλογα με την περίπτωση και την κατάσταση του περιβάλλοντος.

Μειονεκτήματα:

- Εστίαση ιδιαίτερα επάνω στις δαπάνες πράγμα το οποίο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια ακριβότερη λύση με μεγαλύτερα οφέλη να περάσει απαρατήρητη
- Δεν λαμβάνει υπόψη την διαχρονική αξία του χρήματος
- Απαιτεί αρκετές τεχνικές γνώσεις επάνω στην πληροφορική και την κατασκευή πληροφοριακών συστημάτων

Η μέθοδος ROI

Παραπάνω δόθηκε ο ορισμός της απόδοσης επένδυσης μέσα από μια φόρμουλα όμως σαν ROI ορίζουμε την προσέγγιση των εκτιμώμενων εισροών από ένα έργο.[103]
 Η μέθοδος υπολογίζει το βαθμό της απόδοσης από τις καθαρές χρηματικές ροές που δημιουργεί η επένδυση μετά από τις αποσβέσεις.

$$\text{Καθαρό όφελος} = \frac{\text{Συνολικό Όφελος} - \text{Συνολικό κόστος} - \text{Αποσβέσεις}}{\text{ωφέλιμη ζωή}}$$

$$\text{ROI} = \frac{\text{Καθαρό όφελος}}{\text{Συνολική αρχική επένδυση}} \times 100$$

Η σχέση μεταξύ επιχειρηματικού κινδύνου και προσδοκώμενης απόδοσης αποτελεί βασικό στοιχείο για την αποδοχή ή την απόρριψη ενός επενδυτικού σχεδίου. Ο υπολογισμός ROI αποδίδει ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται για την σύγκριση δυνητικών επενδυτικών προγραμμάτων με άλλες εσωτερικές αποφάσεις και συντελεστές.

Συμπληρωματικές μέθοδοι:

Εκτός από τον υπολογισμό ROI έχουμε:

- **Τριετές μέσο ROI:** η τεχνολογία σπάνια αντισταθμίζει το κόστος αγοράς της μέσα στο πρώτο έτος. Ο υπολογισμός σε ένα χρονικό διάστημα 3 ετών είναι καλύτερη λύση.

Σχήμα: τριετές μέσο ROI

$$\frac{\text{καθαρό όφελος έτους 1} + \text{καθαρό όφελος έτους 2} + \text{καθαρό όφελος έτους 3}}{3} \div \text{αρχικό κόστος} \times 100$$

- **Συσσωρευτικό ROI (cumulative ROI – cROI):** χρησιμοποιείται συνήθως για μια χρονική περίοδο 3 ετών αλλά μπορεί να αναφέρεται σε οποιοδήποτε μέρος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Είναι γενικά μια μέθοδος που υπερεκτιμά το ROI.

Σχήμα: υπολογισμός του cROI

$$\text{cROI} = \frac{\text{Άθροισμα καθαρού Οφέλους 3 ετών}}{\text{αρχικό κόστος}} \times 100$$

Ο υπολογισμός του σωρευτικού ROI είναι ένα αποτέλεσμα απευθείας συγκρίσιμο με τα αντίστοιχα μεγέθη των υπόλοιπων επενδύσεων, το κόστος του κεφαλαίου ή το τραπεζικό επιτόκιο. Ωστόσο ένα μειονέκτημά του είναι ότι υπερεκτιμά τον ROI με σκοπό την προώθηση της αποδοχής ενός επενδυτικού προγράμματος.

Μη οικονομικές προσεγγίσεις

Οι μέθοδοι επιλογής και οικονομικής αξιολόγησης επενδυτικών προγραμμάτων επάνω σε πληροφοριακά συστήματα περιλαμβάνουν και θεωρήσεις ή στρατηγικές μη οικονομικές αλλά που αφορούν την ανάλυση του χαρτοφυλακίου και τα μοντέλα βαθμολόγησης.

Ανάλυση χαρτοφυλακίου: Είναι η ανάλυση του χαρτοφυλακίου από τις δυνητικά χρησιμοποιούμενες εφαρμογές IT σε έναν οργανισμό για τον καθορισμό του κινδύνου ή του οφέλους της κάθε μιας προκειμένου να γίνει η επιλογή μεταξύ εναλλακτικών πληροφοριακών συστημάτων. Μια πρώτη προσέγγιση είναι η έναρξη με την εξέταση συστημάτων με μεγάλο όφελος και μικρό κίνδυνο. Αυτά είναι συστήματα με γρήγορο όφελος και μικρό κίνδυνο. Αυτός ο τρόπος προσέγγισης ενός χαρτοφυλακίου ανήκει σε αυτό που ονομάζεται **επενδυτικό χαρτοφυλάκιο** (project portfolio management) [104] και είναι μέρος της θεωρίας των συστημάτων.

Μοντέλο βαθμολόγησης: Είναι ένας γρήγορος και άμεσος τρόπος απόφασης για την ανάληψη ενός σχεδίου μεταξύ άλλων σχεδίων. Τα μοντέλα βαθμολόγησης χρησιμοποιούνται συνήθως για την αιτιολόγηση και την υποστήριξη των αποφάσεων παρά ως τελικοί κριτές για την επιλογή των συστημάτων. Το μοντέλο βαθμολόγησης στηρίζεται σε 5 κατηγορίες:

- Ανάπτυξη: ευκολία και ταχύτητα ανάπτυξης της λύσης
- Υιοθέτηση: η χρηστικότητα και η δυνατότητα κλιμάκωσης της υιοθέτησης
- Υποστήριξη: η δυνατότητα μια λύση να λειτουργήσει με μικρό κόστος συντήρησης
- Αντίκτυπος: υπολογισμός της δυνατότητας η λύση να προσφέρει απόδοση μέσα από τα καθαρά κέρδη και τις επαναλαμβανόμενες ωφέλειες.

- Αλληλεπίδραση: μεταξύ πελάτη – πωλητή για την μεγιστοποίηση του ROI του πελάτη

Χρήση ROI για επενδύσεις επάνω σε πληροφοριακά συστήματα

Η διαδικασία μιας επένδυσης επάνω σε πληροφοριακά συστήματα δεν είναι μια απλή διαδικασία αλλά αποτελεί επένδυση με οικονομικά στοιχεία μετρήσιμης αξίας. Στην σύγχρονη πραγματικότητα επενδυτικές πρωτοβουλίες που δεν ακολουθούνται από μελέτες με την χρήση ROI δεν γίνονται εύκολα αποδεκτές – δεν εγκρίνονται.

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι σπουδαίο ρόλο παίζει η ανάπτυξη στρατηγικών στόχων από τον φορέα υλοποίησης και χρηματοδότησης του έργου (υπουργείο υγείας, υπουργείο οικονομικών κλπ) προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί για την αξιολόγηση ενός επενδυτικού προγράμματος.

Ακολουθεί παράρτημα με τους οικονομικούς όρους και τον τρόπο υπολογισμού τους

Ταμειακή ροή: είναι η πραγματική εισροή και εκροή χρηματικών μονάδων (μετρητά). Είναι σημαντική η τιμή τους και η χρονική στιγμή που συντελούνται διότι ο υπολογισμός του πρέπει να βασίζεται στο κόστος ευκαιρίας.

Τελική ή μελλοντική αξία: Είναι η αξία που θα έχει σε n χρόνια ένα χρηματικό ποσό που επενδύεται σήμερα με ετήσιο επιτόκιο ανατοκισμού.

Ετήσιος ανατοκισμός

$$TV = K(1+r)^n$$

Ανατοκισμός συχνότερος από τον ετήσιο

$$TV = K \left(1 + \frac{r}{m} \right)^{nm}$$

- m περιόδους ανά έτος.

Σειρά πληρωμών: είναι ένα πλήθος περιοδικών συνήθως ισόποσων πληρωμών μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που χωρίζεται σε έναν αριθμό περιόδων.

Α) Ληξιπρόθεσμη: η οφειλή πληρώνεται στο τέλος κάθε περιόδου με ένα ετήσιο επιτόκιο.

Τελική αξία:

$$TV = A \left[\sum_{t=0}^{n-1} (1+r)^t \right] = A \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$

- $\left[\sum_{t=0}^{n-1} (1+r)^t \right] = \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$: ο συντελεστής τελικής αξίας της σειράς

Β) Προκαταβλητέα: οι οφειλές πληρώνονται στην αρχή κάθε περιόδου.

Γίνεται επομένως κατανοητό ότι για την επιτυχία ενός πληροφοριακού συστήματος δεν απαιτείται μόνο καλή ανάλυση και σχεδίαση αλλά πρωτίστως πρέπει να υπάρχει ένα οικονομικό και αποδοτικό οικονομικό πλάνο. Κόστη και οφέλη πρέπει να μπαίνουν στο τραπέζι των συζητήσεων από πολύ νωρίς προκειμένου οι προυπολογισμοί και οι προσδοκίες από το πληροφοριακό σύστημα που θα κατασκευαστεί να συμβαδίζουν με τους πρωταρχικούς στόχους που τέθηκαν.

Κεφάλαιο 9

Εφαρμογή εξόρυξης γνώσης από πραγματικά ιατρικά δεδομένα με την παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών.

Στα πλαίσια του προγράμματος *interreg 3* (δημιουργία στοιχειώδους ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου ασθενούς) συγκεντρώθηκαν ιατρικά δεδομένα που αφορούσαν ασθενείς Έλληνες και Αλβανούς ηλικίας άνω των 50 ετών σε ένα μεγάλο πλήθος ασθενειών (καρδιολογικών, πνευμονολογικών, δερματικών, οστεομυϊκών, ασθενειών του νευρικού συστήματος κλπ).

Επίσης, για το δείγμα των 478 ασθενών γνωρίζαμε την ηλικία τους. Επιπλέον γνωρίζαμε για το αν κάπνιζαν, πόσο κάπνιζαν, ή αν δε κάπνιζαν.

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η εφαρμογή της μεθόδου της παραγοντικής ανάλυσης των πολλαπλών αντιστοιχιών για την διευρεύνηση των κύριων τάσεων των αντιστοιχιών μεταξύ των ασθενειών, των εθνολογικών χαρακτηριστικών καθώς επίσης και των χαρακτηριστικών ηλικία και κάπνισμα.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ιατρικό ενδιαφέρον.

9.1 Εισαγωγή

Στον σύγχρονο κόσμο της πληροφορίας επιστήμες όπως η στατιστική, η ιατρική και η πληροφορική συνεργάζονται προκειμένου να παράγουν γνώση προστιθέμενης αξίας με σκοπό την παραγωγή πρότυπων υπηρεσιών υγείας στους πολίτες.

Είναι γνωστό ότι σημαντικό ποσοστό των δεδομένων αποθηκεύεται και επεξεργάζεται σε διαδικτυακές βάσεις δεδομένων. Είναι επίσης γνωστό πια ότι ενώ «πνιγόμαστε» από τον όγκο των δεδομένων εντούτοις «διψούμε» για την γνώση που κρύβεται σε αυτά.

Στην παρούσα έρευνα επιθυμούμε να αντιστοιχίσουμε τα χαρακτηριστικά της ηλικίας, του φύλου, της χώρας καταγωγής και του καπνίσματος με τις 22 κατηγορίες στις οποίες κατανέμονται οι ασθένειες σύμφωνα με το πρότυπο ICD-10 του παγκόσμιου οργανισμού υγείας (ΠΟΥ). Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εξόρυξη γνώσης από

ιατρικά δεδομένα και η μελέτη των συμπερασμάτων προκειμένου να διερευνηθεί η ταύτιση στατιστικής και κλινικής πληροφορίας.

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται προήλθαν από την βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του προγράμματος «ανάπτυξη στοιχειώδους ιατρικού φακέλου ασθενούς» του εργαστηρίου πειραματικής φυσιολογίας της ιατρικής σχολής ΑΠΘ στα πλαίσια του intereg 3 με υπεύθυνο έργου τον καθηγητή ιατρικής Dr. Ανωγειανάκι Γ.

9.2 Προεπεξεργασία δεδομένων

Τα δεδομένα των ασθενών καταχωρήθηκαν στην ιστοσελίδα www.clinicalphysiology.gr , σε ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου (CMS) που δημιουργήθηκε ειδικά για τους σκοπούς του προγράμματος. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των δεδομένων ήταν η γλώσσα PHP και η διαδικτυακή βάση δεδομένων MySQL.

Η προεπεξεργασία των δεδομένων συμπεριελάμβανε τον καθαρισμό των δεδομένων από λανθασμένες τιμές, την διόρθωση δεδομένων με λανθασμένες τιμές, την κωδικοποίηση των δεδομένων, την ελάττωση του πλήθους των δεδομένων και την επιλογή των πιο ισχυρών χαρακτηριστικών(μεταβλητών) του δείγματος.

Συγκεκριμένα από το σύνολο των 22 μεταβλητών οι οποίες αναπαριστούν τις δυνατές ασθένειες, επιλέχθηκαν οι 6 επικρατέστερες. Η επιλογή αυτή πραγματοποιήθηκε διότι οι υπόλοιπες 16 μεταβλητές παρουσίαζαν ελάχιστη συχνότητα και ως γνωστόν τέτοιου είδους μεταβλητές αλλοιώνουν δραματικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης των πολλαπλών αντιστοιχιών[]. Οι κατηγορίες ασθενειών που επιλέχθηκαν αποτελούνται από:

- Ασθένειες του κυκλοφορικού συστήματος
- Ασθένειες του νευρικού συστήματος
- Ασθένειες του οστεομυϊκού συστήματος και του συνδετικού ιστού
- Ενδοκρινείς, θρεπτικές και μεταβολικές ασθένειες
- Ασθένειες του δέρματος και του υποδόριου ιστού
- Ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος

Οι παραπάνω μεταβλητές κωδικοποιούνται ως δυαδικές μεταβλητές, που μπορούν να λαμβάνουν τις τιμές ΝΑΙ ή ΟΧΙ. Η κάθε μεταβλητή χωρίζεται σε δύο νέες μεταβλητές. Η μία αντιστοιχεί στην απάντηση ΝΑΙ και η άλλη στην απάντηση ΟΧΙ. Αν ο ασθενής έχει την ασθένεια τότε στην μεταβλητή ΝΑΙ βάζουμε 1 και στην μεταβλητή ΟΧΙ βάζουμε 0 ενώ στην περίπτωση που ο ασθενής δεν έχει την ασθένεια τότε στην μεταβλητή ΟΧΙ βάζουμε 1 και στην μεταβλητή ΝΑΙ βάζουμε 0. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουμε εκτός από την καταγραφή της πραγματικότητας και το ισοβαρές (ίσο άθροισμα γραμμών = 6, όσο το πλήθος των ασθενειών) των ατόμων ως προς τις ασθένειες.

Η μεταβλητή ηλικία χωρίζεται σε 2 κατηγορίες: η πρώτη για τις ηλικίες από 50 μέχρι και 65 ετών και η δεύτερη για τις ηλικίες μεγαλύτερες των 65 ετών. Οι παραπάνω μεταβλητές κωδικοποιούνται ως δυαδικές με τον ίδιο τρόπο που συμβαίνει με τις ασθένειες. Δηλαδή στην περίπτωση που ο ασθενής ανήκει στην πρώτη ηλικιακή κατηγορία τοποθετούμε 1 στο ΝΑΙ και 0 στο ΟΧΙ ενώ στην περίπτωση που ο ασθενής ανήκει στην δεύτερη ηλικιακή ομάδα τοποθετούμε στο ΟΧΙ 1 και στο ΝΑΙ 0.

Η μεταβλητή κάπνισμα χωρίζεται σε 4 κατηγορίες (καθόλου, λίγο, μέτρια, πολύ). Η κωδικοποίησή της σε 0-1 ακολουθεί το παραπάνω μοτίβο.

Η μεταβλητή χώρα και η μεταβλητή φύλο είναι και αυτές δίτιμες μεταβλητές (Ελληνας, Αλβανός) – (άνδρας – γυναίκα).

9.3 Ανάλυση Δεδομένων – Εξόρυξη γνώσης

Τα δεδομένα μας κωδικοποιήθηκαν σε ένα λογικό πίνακα 0-1 με 478 γραμμές όσο το πλήθος των ασθενών και 22 στήλες όσες το πλήθος των μεταβλητών. Ο πίνακας αυτός αναλύεται με την μέθοδο πολλαπλή παραγοντική ανάλυση των αντιστοιχιών με την βοήθεια του λογισμικού

MAD (METHODES D' ANALYSES DES DONNEES).[72]

Η μέθοδος

Με την παραγοντική ανάλυση των αντιστοιχιών και μέσω των διαθεσίμων δεδομένων επιδιώκεται η διερεύνηση των αλληλεξαρτήσεων και αλληλεπιδράσεων όλων των στοιχείων του φαινομένου, με τελικό σκοπό την ανάδειξη των επικρατέστερων και ουσιαστικότερων τάσεων στη δομή του.

Με τη μέθοδο της παραγοντικής ανάλυσης των αντιστοιχιών απεικονίζεται μία πολύπλοκη πληροφορία σε παραγοντικά διαγράμματα. Η οπτικοποίηση αυτή των αποτελεσμάτων που είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής, δεν είναι μία τυχαία οπτικοποίηση, αλλά η βέλτιστη. Με τις μεθόδους της Πολυδιάστατης Ανάλυσης Δεδομένων επεξεργαζόμαστε δεδομένα που καταγράφονται σε πίνακες πολλών διαστάσεων, δηλαδή πολλών γραμμών και κυρίως πολλών στηλών. Αυτός ο πολυδιάστατος χαρακτήρας των δεδομένων βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος αυτών των μεθόδων και αποτελεί χαρακτηριστικό πλεονέκτημά τους, έναντι των μεθόδων της κλασικής στατιστικής.

Ειδικότερα, η μέθοδος παραγοντική ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών (MCA) δημιουργήθηκε για την στατιστική επεξεργασία των λογικών πινάκων. Η πρώτη θεμελιώδης μαθηματική προσέγγιση της μεθόδου αποδίδεται στον Hirschfeld (1935), και του Guttman (1941) και του Hayashi (1956). Μία πλήρη ιστορική παρουσίαση της εξέλιξης της μεθόδου έχουμε από τον Nishisato (1980).

Ωστόσο, την αίγλη της η μέθοδος λαμβάνει από τον καθηγητή J.P. Benzecri στις αρχές της δεκαετίας του '60. Στο μνημειώδες πλέον έργο του, *L'analyse des données* (1973), έχουμε την γεωμετρική παρουσίαση της μεθόδου. Η γεωμετρική αυτή προσέγγιση αποτελεί το ξεχωριστό γνώρισμα της Γαλλικής Σχολής.

Ποιος όμως είναι ο σκοπός της επεξεργασίας ενός λογικού πίνακα, με την πολλαπλή παραγοντική ανάλυση των αντιστοιχιών;

Κυρίως είναι η αποτύπωση της εγγύτητας των σημείων στηλών μεταξύ τους πάνω στους πρώτους παραγοντικούς άξονες.

Το αποτέλεσμα σε αυτό το ερώτημα με την MCA προκύπτει με τρόπο ορατό, συνήθως σε μια δισδιάστατη εικόνα (στο πρώτο παραγοντικό επίπεδο) βέλτιστης και γνωστής ευκρίνειας (γνωστό ποσοστό ερμηνευόμενης αδράνειας). Πολλές φορές χρησιμοποιούνται και άλλες εικόνες, συμπληρωματικής σημαντικότητας (δεύτερο, τρίτο, κλπ. παραγοντικά επίπεδα).

Συχνά η ανάλυση αντιστοιχιών μοιάζει να είναι ένας συνδυασμός του ελέγχου ανεξαρτησίας χ^2 με την ανάλυση παραγόντων (Factor Analysis, FA). Υπάρχουν όμως θεμελιώδεις διαφορές και με τις δύο μεθόδους. Το στατιστικό χ^2 δεν δείχνει τη δομή της εξάρτησης, ειδικά σε μεγάλους πίνακες όπου οι μεταβλητές έχουν πολλές κατηγορίες ενώ η ανάλυση αντιστοιχιών διαθέτει γραφικά που μπορούν να περιγράψουν τη σχέση των κατηγοριών των μεταβλητών. Επίσης, η μέθοδος

εφαρμόζεται σε ποιοτικές μεταβλητές (αντίθετα με την FA που εφαρμόζεται σε ποσοτικές) και δεν βασίζεται σε καμία υπόθεση (κατανομής των μεταβλητών κλπ). Ακόμη, εφαρμόζεται σε οποιοδήποτε αριθμό δεδομένων και μας δίνει τη δυνατότητα να καθορίσουμε τον αριθμό των διαστάσεων(αξόνων) στους οποίους θα προβάλλονται οι κατηγορίες στηλών.

Η βασική ιδέα της μεθόδου είναι η μετατροπή των αποστάσεων ανάμεσα στις κατανομές των γραμμών ή των στηλών και η οποία εκφράζεται με την μετρική χ^2 , σε ευκλείδειες αποστάσεις σημείων, σε χώρο λίγων διαστάσεων. Ειδικότερα, η χ^2 απόσταση ανάμεσα στην κατανομή της κάθε κατηγορίας και στην κατανομή μιας «μέσης κατηγορίας» προσεγγίζεται από την Ευκλείδεια απόσταση του σημείου από την αρχή των αξόνων. Η Ευκλείδεια απόσταση δύο σημείων προσεγγίζει τη χ^2 απόσταση ανάμεσα στις γραμμές (ή τις στήλες).

Ολοκληρώνοντας αυτή τη σύντομη προσέγγιση της μεθόδου της παραγοντικής ανάλυσης των αντιστοιχιών υπογραμμίζουμε, ότι με την εφαρμογή της το όφελος είναι τόσο ποιοτικό όσο και ποσοτικό. Ποιοτικό, διότι το στατιστικό υλικό μετά την ανάλυση έχει αναχθεί στα δομικά του χαρακτηριστικά και ποσοτικό διότι έχει συνοψιστεί ολόκληρη η πληροφορία []

9.4 Αριθμητικά αποτελέσματα της ανάλυσης με την μέθοδο MCA

Αδράνειες των αξόνων

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ 1,20096

ΑΞΩΝ	ΑΔΡΑΝΕΙΑ	%ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡ.ΡΙΖΩΝ
1	0,2596293	21,62	21,62	*****
2	0,1380036	11,49	33,11	*****
3	0,1218425	10,15	43,26	*****
4	0,1115508	9,29	52,54	*****
5	0,1079930	8,99	61,54	*****
6	0,1001256	8,34	69,87	*****
7	0,0968944	8,07	77,94	*****
8	0,0863774	7,19	85,13	*****
9	0,0765503	6,37	91,51	*****
10	0,0561750	4,68	96,18	*****
11	0,0357914	2,98	99,17	*****
12	0,0093813	0,78	99,95	**

Πίνακας 9.1 : Χαρακτηριστικών ριζών

Η συνολική αδράνεια είναι 1,20096

Ο πρώτος παραγοντικός άξονας (πρώτη κύρια τάση) ερμηνεύει με ποσοστό 21,62% το ερευνώμενο θέμα.

- Ο δεύτερος παραγοντικός άξονας (δεύτερη κύρια τάση) έχει ποσοστό ερμηνείας 11,49.
- Ο τρίτος παραγοντικός άξονας (τρίτη κύρια τάση) έχει ποσοστό ερμηνείας 10,15.
- Ο τέταρτος παραγοντικός άξονας (τέταρτη κύρια τάση) έχει ποσοστό ερμηνείας 9,29.
- Το πρώτο παραγοντικό επίπεδο ερμηνεύει τα δεδομένα με ποσοστό ερμηνείας 33,11.
-

Το σύνολο δηλαδή της πληροφορίας που παρέχουν οι τέσσερις πρώτοι άξονες, με τους οποίους θα ασχοληθούμε στο παρόν, είναι 52,54%.

Τα σχετικά μικρά ποσοστά ερμηνείας των πρώτων παραγοντικών αξόνων είναι και αποτέλεσμα του ότι, ο πίνακας 0-1, που αναλύουμε είναι πολύ μεγάλων διαστάσεων (478X22).

Από τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, θα χρησιμοποιήσουμε τον πιο σημαντικό δείκτη ερμηνείας χαρακτηριστικού(σημείου) ως προς άξονα που είναι ο CTR(contribution-συνεισφορά), καθώς εκφράζει το ποσοστό συνεισφοράς του, στη δημιουργία του άξονα. Τα σημεία με μεγάλο δείκτη CTR ως προς άξονα, κατασκευάζουν και πολλές φορές σηματοδοτούν την φυσική σημασία του.

Με τον δείκτη G (συνιστώσα) καθορίζουμε την πλευρά του άξονα στην οποία προβάλλεται το σημείο(χαρακτηριστικό) . Έτσι τα σημεία με θετική συνιστώσα είναι προς τα δεξιά και από την άλλη μεριά αυτά με αρνητική.(Σχήμα 1).

	#G1	COR	CTR	#G2	COR	CTR	#G3	COR	CTR	#G4	COR	CTR
K41	-474	69	20	-590	107	60	-798	197	123	280	24	16
K42	146	69	7	183	108	19	247	196	39	-87	24	6
K61	-406	3	2	930	18	14	-2780	165	132	677	9	9
K62	8	3	1	-20	17	1	59	164	3	-15	9	1
K91	-765	446	97	-205	31	14	-381	110	52	83	5	3
K92	588	449	75	154	30	11	293	111	40	-64	5	3
K101	259	3	2	1071	58	41	312	4	4	2365	282	241
K102	-14	3	1	-54	56	2	-16	4	1	-120	282	12
K121	1316	211	72	1300	206	133	-354	15	12	-1293	204	163
K122	-162	209	9	-164	214	17	41	14	2	157	199	19
K131	19	0	1	-779	256	130	920	358	206	110	5	4
K132	-9	0	0	329	257	55	-390	357	88	-47	5	2
K231	-801	668	126	-238	58	20	-105	11	5	-50	2	2
K232	834	668	131	248	59	21	109	11	5	51	2	2
K241	-245	35	8	424	105	48	431	109	57	406	97	54
K242	143	35	5	-249	105	28	-254	109	33	-240	97	32
H1	632	393	76	-485	231	84	-276	74	30	227	50	22
H2	-623	393	75	478	232	83	270	74	30	-224	50	22
KA0	-418	78	20	791	283	141	-337	51	29	439	87	54
KA1	-30	0	0	-156	3	3	691	74	52	988	151	117
KA2	1100	638	161	-526	145	68	-256	34	18	-137	9	5
KA3	-1175	365	111	-211	11	7	481	61	39	-1062	298	211

Πίνακας 9.2 Δείκτες ερμηνείας: Συντεταγμένες(#F1),προβολές(COR),συνεισφορές(CTR)

2. Ερμηνεία του πρώτου παραγοντικού άξονα



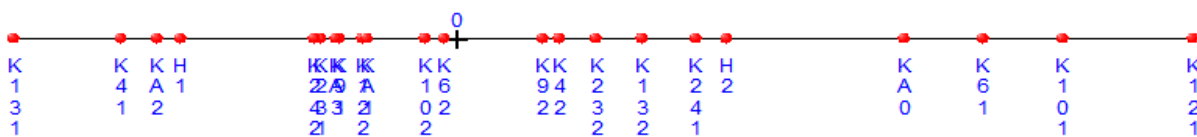
Σχήμα 9.1 : Ο πρώτος παραγοντικός άξονας

Αναφέρουμε ότι ο μέσος όρος της συνεισφοράς σημείου σε άξονα είναι $1000:22=45,45$ (22 είναι ο αριθμός των σημείων - μεταβλητών). Έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε σημεία υψηλής συμβολής στη δημιουργία του άξονα, αυτά που έχουν τιμές CTR πολύ πάνω από τον μέσο όρο.

Επομένως στον πρώτο παραγοντικό άξονα που αναπαριστά το 21,62% της συνολικής διασποράς του δείγματος λαμβάνοντας υπόψη τα υψηλά CTR και τις συντεταγμένες G είχαμε την δημιουργία 2 ισχυρά αντίθετων ομάδων της K231 (CTR=126, G=-474, δηλαδή αριστερή πλευρά του άξονα), K91 (CTR=97, G=-765, δηλαδή αριστερή

πλευρά του άξονα), KA3 (CTR=111, G=-1175, δηλαδή αριστερή πλευρά του άξονα), H2 (CTR=75, G=-623, δηλαδή αριστερή πλευρά του άξονα) και της K92 (CTR=75, G=588, δηλαδή δεξιά πλευρά του άξονα), K232 (CTR=131, G=834, δηλαδή δεξιά πλευρά του άξονα), K121 (CTR=72, G=1316, δηλαδή δεξιά πλευρά του άξονα), H1 (CTR=76, G=632, δηλαδή δεξιά πλευρά του άξονα), KA2 (CTR=161, G=1100, δηλαδή δεξιά πλευρά του άξονα). Η πρώτη ομάδα είναι Έλληνες που εμφανίζουν καρδιολογικά προβλήματα οι οποίοι ανήκουν στην μεγάλη ηλικιακή κατηγορία συνδέονται ισχυρά με άτομα που ανήκουν στην τελευταία κατηγορίας καπνίσματος, δηλαδή στα άτομα που καπνίζουν πολύ. Η δεύτερη ομάδα του πρώτου παραγοντικού άξονα αποτελείται από ασθενείς Αλβανούς που δεν έχουν καρδιολογικά προβλήματα αλλά φαίνεται ότι συσχετίζονται ισχυρά με άτομα που έχουν δερματολογικές ασθένειες και ασθένειες του υποδόριου ιστού ενώ επίσης παρατηρείται ότι σχετίζονται με άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία 50-65 και με άτομα που καπνίζουν μέτρια.

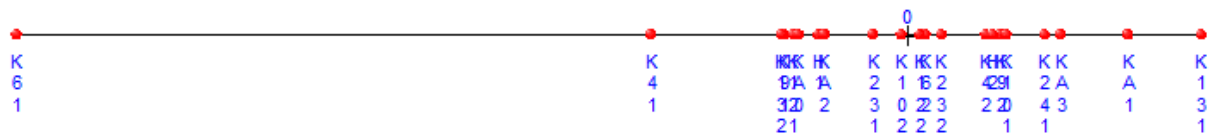
3. Ερμηνεία του δεύτερου παραγοντικού άξονα



Σχήμα 9.2 : Ο δεύτερος παραγοντικός άξονας

Στον δεύτερο παραγοντικό άξονα ο οποίος αναπαριστά το 11,49% διαμορφώθηκαν δύο ισχυρά αντίθετες, ως προς τα χαρακτηριστικά τους, ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από άτομα που έχουν ενδοκρινικά προβλήματα, οι οποίοι συσχετίζονται με ασθενείς που παρουσιάζουν οστεο-μυϊκά προβλήματα και με άτομα που ανέφεραν κάπνισμα μέτριου βαθμού. Στην δεύτερη ομάδα αναπτύσσεται η εξάρτηση ατόμων που δεν καπνίζουν με άτομα που δεν διαθέτουν οστεομυϊκά προβλήματα.

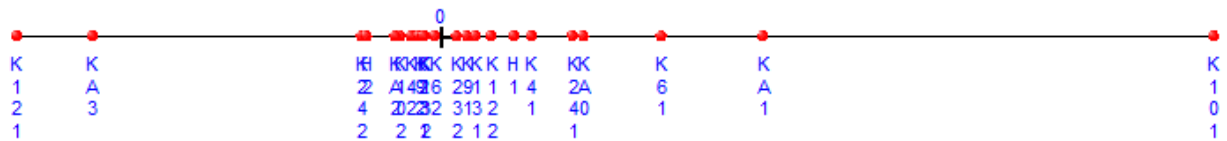
4. Ερμηνεία του τρίτου παραγοντικού άξονα



Σχήμα 9.3 : Ο τρίτος παραγοντικός άξονας

Στον τρίτο παραγοντικό άξονα ο οποίος αναπαριστά το 10,15% της συνολικής διασποράς του δείγματός μας δημιουργούνται και πάλι 2 ομάδες. Η πρώτη δείχνει άτομα που έχουν ασθένειες του νευρικού συστήματος και τα οποία συνδέονται με άτομα που παρουσιάζουν ενδοκρινολογικά προβλήματα καθώς και με άτομα που δεν έχουν οστεομυϊκά προβλήματα. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από άτομα που αναφέρουν ότι έχουν αναπτύξει οστεο-μυϊκά προβλήματα.

5. Ερμηνεία του τέταρτου παραγοντικού άξονα



Σχήμα 9.4 : Ο τέταρτος παραγοντικός άξονας

Στον τέταρτο παραγοντικό άξονα ο οποίος αναπαριστά το 9,29% της συνολικής διασποράς του δείγματός μας έχουμε 2 ομάδες ισχυρά αντίθετες από τις οποίες η πρώτη περιέχει άτομα που έχουν δερματικά προβλήματα και αντιπαρατίθεται με την δεύτερη η οποία αποτελείται από άτομα που έχουν ασθένειες του αναπνευστικού ενώ τα συγκεκριμένα άτομα παρατηρείται ότι συσχετίζονται πολύ ισχυρά με άτομα που καπνίζουν πολύ αλλά και με άτομα που αναφέρουν λίγο κάπνισμα.

9.5 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

- ισχυρή συσχέτιση ατόμων που καπνίζουν πολύ με άτομα που είναι Έλληνες, με άτομα που έχουν καρδιολογικά προβλήματα και με άτομα που έχουν ηλικία >65.
 - ισχυρή συσχέτιση ατόμων με δερματολογικά προβλήματα με άτομα που καπνίζουν μέτρια, με άτομα που είναι Αλβανοί, με άτομα που έχουν ηλικία [50-65] και με άτομα που δεν έχουν καρδιολογικά προβλήματα.
 - ισχυρή συσχέτιση ατόμων με μυοσκελετικά προβλήματα, με άτομα που έχουν ενδοκρινικά προβλήματα, με άτομα που καπνίζουν μέτρια και με άτομα που ανήκουν στην ηλικία [50-65].
 - ισχυρή συσχέτιση ατόμων με δερματολογικές ασθένειες, με άτομα με αναπνευστικά προβλήματα, με άτομα με νευρολογικές ασθένειες και με άτομα που δεν καπνίζουν.
- **Ιατρικά Συμπεράσματα:**
 - Υπάρχουν συσχετίσεις που επιβεβαιώνονται από την ιατρική επιστήμη.
 - Υπάρχουν συσχετίσεις που δεν έχουν ερευνηθεί από την ιατρική επιστήμη αλλά που η ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών μπορεί να αναδείξει ένα νέο δρόμο μελέτης και έρευνας.
 - Υπάρχουν συσχετίσεις που απορρίπτονται από την ιατρική επιστήμη.
- Καθώς γνωρίζουμε ότι οι Έλληνες είναι οι «βαρύτεροι» καπνιστές στον κόσμο (Economist 2009), και καθώς η σύγχρονη ιατρική μας βεβαιώνει ότι (1) το κάπνισμα σχετίζεται άμεσα με καρδιαγγειακά και καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και ότι (2) όσα πιο πολλά χρόνια καπνίζει κάνεις τόσο πιο μεγάλη πιθανότητα έχει να προσβληθεί από καρδιαγγειακά και καρδιοαναπνευστικά προβλήματα η παραπάνω ομαδοποίηση είναι λογική. Γνωρίζουμε ότι οι Αλβανοί καπνίζουν λιγότερο από τους Έλληνες (Economist 2009), το βιοτικό επίπεδο συνδέεται με την κατανάλωση τσιγάρων (π.χ., βλέπε πτώση πωλήσεων αντιστοιχιών προϊόντων στην Ελλάδα τα τελευταία δυο έτη – μέρος

της οποίας αποδίδεται στην αύξηση της φορολογίας καπνού και στην οικονομική κρίση.

- Η συγχρονη ιατρική μας βεβαιώνει ότι ο επιπολασμός των δερματολογικών προβλημάτων επηρεάζεται έντονα από περιβαλλοντολογικούς λόγους όπως διαφορές χημικές ουσίες (ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους αλλά και σε ανοιχτούς - φυτοφάρμακα) αλλά και από την έκθεση στον ήλιο (π.χ., γεωργικές εργασίες), οπότε η παραπάνω ομαδοποίηση είναι λογική.
- **Τα παραπάνω αποτελέσματα μας υποδεικνύουν να κάνουμε την εξής ιατροκοινωνική θεώρηση:**

«Η οικονομικοκοινωνική θέση παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανομή των ασθενειών κάτι το οποίο όμως είναι ήδη γνωστό ιατρικά όμως η ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών έρχεται να το επιβεβαιώσει στατιστικά.»

Κεφάλαιο 10

Το προτεινόμενο πρωτότυπο «total health»

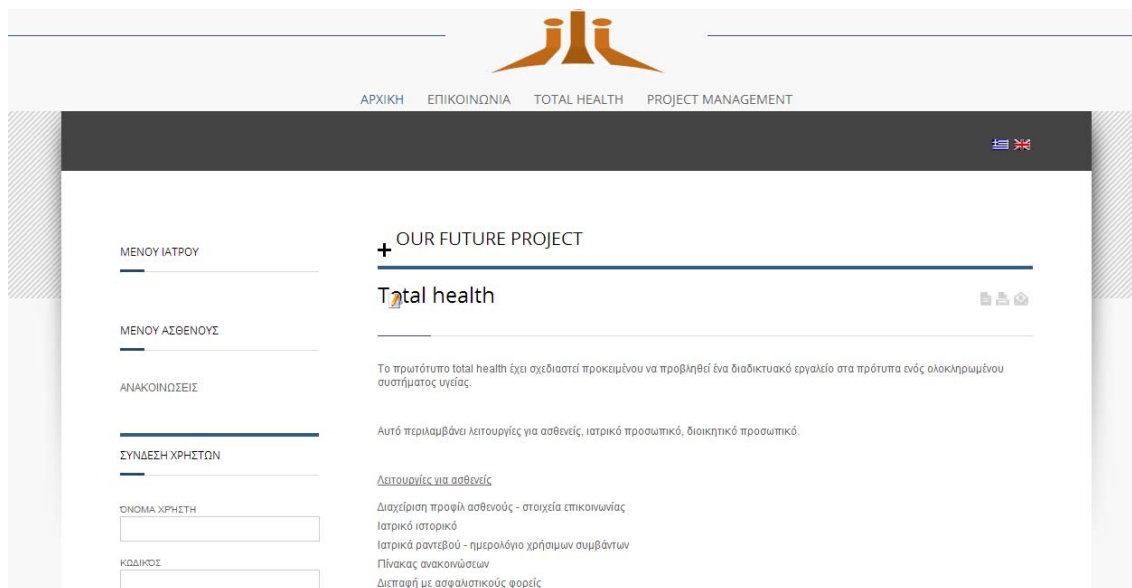
10.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής αναπτύχθηκε ένα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα σαν πρωτότυπο ώστε να υλοποιηθεί μερικές βασικές λειτουργίες ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας. Τέτοιες βασικές λειτουργίες είναι η διαβάθμιση των χρηστών και η διαβάθμιση πρόσβασης στο περιεχόμενο, η δημιουργία ενός ηλεκτρονικού φακέλου υγείας για κάθε ασθενή, η δυνατότητα κράτησης ραντεβού για ένα εξωτερικό ιατρείο σε κάποιο νοσοκομείο βάση διαθεσιμότητας, η δυνατότητα δημιουργίας προφίλ για τον θεράποντα ιατρό με την δυνατότητα αναζήτησης ασθενών και η τροποποίηση του ιατρικού τους φακέλου μετά από σχετική έγκριση, η επικοινωνία και η συνεργασία (project management) μεταξύ των διοικητικών στελεχών (π.χ διοικητές νοσοκομειακών μονάδων σε ένα συγκεντρωτικό περιβάλλον ανταλλαγής εγγράφων εργασίας κλπ) κ.α. Κυρίως όμως αυτό που προτείνεται είναι η αναγωγή του προτύπου του κοινωνικού δικτύου στα πλαίσια ενός «θεραπευτικού» δικτύου όπου ο κάθε ασθενής θα έχει έναν «θεραπευτικό» κύκλο ιατρών που θα επιβλέπουν την πορεία της υγείας του. Τέτοια θεραπευτικά γκρουπ μπορούν να καταστήσουν άμεση την θεραπεία ενός περιστατικού καθώς οι γνωματεύσεις θα συνυπολογίζουν τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από το θεραπευτικό γκρουπ στο οποίο ανήκει ο ασθενής χωρίς να χάνεται πολύτιμος χρόνος μέσα από πιθανόν μη σκόπιμες χρονοβόρες ιατρικές διαδικασίες.

Για την κατασκευή αυτού του πρωτοτύπου χρησιμοποιήθηκε το σύστημα διαχείρισης περιεχομένου Joomla με την ταυτόχρονη χρήση επεκτάσεων που έχουν κατασκευαστεί για την δεδομένη πλατφόρμα. Η επιλογή του συγκεκριμένου συστήματος πραγματοποιήθηκε κάτω από την σκέψη της ευελιξίας και της επεκτασιμότητας, χαρακτηριστικών αναγκαίων για ένα πληροφοριακό σύστημα

υγείας αφού οι ανάγκες του χώρου παρουσιάζουν διαρκείς εναλλαγές και εισαγωγή νέων χαρακτηριστικών.

Σχήμα 10.1: αρχική σελίδα πρωτοτύπου total health



10.2 Ορισμός γκρουπ χρηστών – Διαβάθμιση περιεχομένου

Κορμός αυτού του πρωτοτύπου είναι ο διαχωρισμός των χρηστών σε ομάδες χρηστών και η διαβάθμιση του περιεχομένου σε επίπεδα πρόσβασης πάντοτε βάση των αναγκών του σεναρίου της ανάπτυξης του ΠΣΥ. Έτσι δημιουργήθηκαν 3 βασικοί ρόλοι αυτού του συστήματος ο ΑΣΘΕΝΗΣ, ο ΙΑΤΡΟΣ και ο ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΧΡΗΣΤΗΣ. Αυτοί οι ρόλοι αντιστοιχούν σε κάθε ένα από τα 3 γκρουπ στα οποία χωρίστηκαν οι χρήστες.

Ο πυρήνας των βασικών λειτουργιών του Joomla 1.5 περιορίζει την διαβάθμιση των χρηστών σε προκαθορισμένα γκρουπ χωρίς να δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας νέων γκρουπ. Για αυτό τον λόγο χρησιμοποιήθηκε η επέκταση Art of User που επιτρέπει την δημιουργία νέων γκρουπ πρόσβασης.

The screenshot shows the Joomla! administration interface for managing user groups. The page title is 'Art of User: Manage Groups'. The interface includes a search bar and a table of groups. The table has three columns: 'Group name', 'Users in group', and 'ID'. The 'managers' group is highlighted in blue, indicating it is selected. Other groups include 'Public Frontend', 'Registered', 'Author', 'Editor', 'Publisher', 'Public Backend', 'Manager', and 'Administrator'.

Group name	Users in group	ID
Public Frontend	0	29
Registered	5	18
Author	0	19
Editor	1	20
Publisher	0	21
managers	4	36
iatroi	1	34
astheneis	2	35
Public Backend	0	30
Manager	0	23
Administrator	0	24

Σχήμα: 10.2 Δημιουργία νέων γκρουπ πρόσβασης

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η προσθήκη μιας opensource εφαρμογής με το όνομα ACEACL με την οποία καθίσταται εφικτή η διαβάθμιση όλου του περιεχομένου του συστήματος και η απόδοση δικαιωμάτων πρόσβασης σε γκρουπ χρηστών.

Έτσι κατά την σύνδεση για παράδειγμα ενός ασθενή παρουσιάζονται διαφορετικές πληροφορίες, κατά την σύνδεση του θεράποντα ιατρού άλλες και στην περίπτωση του διοικητικού χρήστη άλλες. Με αυτόν τον τρόπο ξεπερνιέται το αρχικό μειονέκτημα της έκδοσης 1.5 που περιορίζει τα επίπεδα πρόσβασης σε 3 (public, registered, special) πράγμα το οποίο δεν θα επέτρεπε την δημιουργία του επιθυμητού σεναρίου.

The screenshot displays the Joomla! ACL configuration interface. On the left, the 'Menu Item Details' section shows the following information:

- ID: 262
- Title: ΠΡΟΦΙΛ - ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ
- Alias: iatriko-istoriko
- Link: index.php?option=com_community&view=profil
- Display in: usemenu2
- Parent Item: Top (with a dropdown menu showing: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ, ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΡΑΤΗΣΗ ΡΑΝΤΕΒΟΥ, ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟ, ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ)
- Published: No Yes
- Order: 3 (ΠΡΟΦΙΛ - ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ)
- Access Level: Public
- On Click, Open in: Parent Window with Browser Navigation

On the right, the 'AceACL Permissions' table is visible, showing permissions for various user roles:

	Access <i>[Front-end]</i>	Delete <i>[Back-end]</i>	Edit <i>[Back-end]</i>	Edit <i>[Front-end]</i>	Edit State <i>[Back-end]</i>
Guest	IA	NS	NS	NS	NS
Guest	D	NS	NS	NS	NS
Registered	A	NS	NS	NS	NS
Author	IA	NS	NS	NS	NS
Editor	IA	NS	NS	NS	NS
Publisher	IA	NS	NS	IA	NS
Manager	IA	NS	IA	IA	IA
Administrator	IA	IA	IA	IA	IA
Super Administrator	IA	IA	IA	IA	IA
iatrioi	D	NS	NS	NS	NS
astheneis	A	NS	NS	NS	NS
managers	D	NS	NS	NS	NS
MjjoACL	IA	NS	NS	NS	NS

Σχήμα 10.3: διαβάθμιση πρόσβασης κατά την δημιουργία ενός μενού για τον ρόλο ΑΣΘΕΝΗΣ.

10.3 Λειτουργίες ρόλου Ασθενή – Ιατρού – Διοικητικού χρήστη

Ο κάθε ασθενής μπορεί να δημιουργήσει ένα δικό τους προφίλ στο οποίο πέραν από τις βασικές πληροφορίες επικοινωνίας μπορεί να έχει και το προσωπικό του ιατρικό φάκελο.

ΜΕΝΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

ΠΡΟΦΙΛ - ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ
 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΡΑΤΗΣΗ ΡΑΝΤΕΒΟΥ
 ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
 ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟ
 ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

ΣΥΝΔΕΣΗ ΧΡΗΣΤΩΝ

Για σου, demo1,

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ

Σχήμα 10.4: μενού ασθενούς

Ας δούμε τι μπορεί να δει ένας ασθενής αν μετά την σύνδεσή του στο σύστημα επιλέξει το μενού ΠΡΟΦΙΛ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ.

The screenshot shows a user profile for 'demo1'. At the top, there are navigation tabs: Profile, Friends, Groups, and Events. The profile header includes a circular avatar with a silhouette, the name 'demo1', and a 'Share this' button. Below the avatar, it shows 'Member since Πέμπτη, 18 Οκτώβριος 2012 16:57', 'Last online 2 minutes ago', and 'Profile views 0 views'. There is a 'Like' button with a count of 0. Below this is a 'SHARE' button and a text input field with the placeholder 'Say what is on your mind...'. A dropdown menu is set to 'Friends' and there is a 'SHARE' button. Below the input field is a 'Geomcommunity Map Locator Profile application' section with a map view and a QR code. The 'About Me' section on the right contains the following information:

About Me

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Gender
Male

Birthdate
23/02/1982

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Mobile phone
6985122216

Address
εθνικής αντίστασης 33

City / Town
Μουδανιά

Country
Greece

ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ
mesulid 500mg 1x3

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
ΒΟΥΒΟΝΟΚΗΛΗ 1987
ΒΟΥΒΟΝΟΚΗΛΗ 1990


ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΟΑΕΕ


ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΣΘΕΝΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΘΕΡΑΠΟΝΤΑ ΙΑΤΡΟ ΤΟΥ


Σχήμα 10.5: προφίλ χρήστη ΑΣΘΕΝΗΣ


Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε ότι το προφίλ του χρήστη μοιάζει με το περιβάλλον μιας διαδικτυακής κοινότητας που για τις ανάγκες του πληροφοριακού συστήματος υγείας μετατρέπεται σε ένα «θεραπευτικό» δίκτυο. Παρατηρούμε λοιπόν ότι στην πλευρική δεξιά περιοχή τοποθετείται μια καρτέλα με πληροφορίες που αντιστοιχούν σε στοιχεία του ηλεκτρονικού φακέλου ενός ασθενούς. Ο χρήστης επίσης μπορεί να δημιουργήσει ένα θεραπευτικό γκρουπ και να συμπεριλάβει τους θεράποντες ιατρούς του από διάφορες ειδικότητες. Έτσι ανά πάσα στιγμή μπορεί να έρθει σε επικοινωνία μαζί τους και να τους εκθέσει την κατάσταση της υγείας του είτε να τοποθετήσει επάνω σε έναν χάρτη το ηλεκτρονικό του στίγμα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.


ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ


Mobile phone  ▼

Land phone  ▼


*Address  ▼


State  ▼

*City / Town  ▼

*Country  ▼

ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

*ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ  ▼

*ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ  ▼

Σχήμα 10.6: τροποποίηση προφίλ ασθενούς

Ακόμα μια χρήσιμη λειτουργία για τον κάθε ασθενή είναι η δυνατότητα κράτησης ενός ραντεβού για εξέταση σε κάποιο εξωτερικό νοσοκομείο. Για ανάγκες επίδειξης δημιουργήθηκαν δύο στοιχεία μενού ένα για κράτηση ραντεβού στην παθολογική κλινική του νοσοκομείου Αγ. Δημήτριος και ένα για κράτηση ραντεβού στην παθολογική κλινική του Ιπποκράτειου νοσοκομείου. Στην ουσία πρόκειται για μια φόρμα κράτησης η οποία ταυτόχρονα δείχνει τις διαθέσιμες ώρες και ημερομηνίες εξέτασης από το σύστημα.

<< < Σήμερα > >>

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Your email

SERVICEREQUEST

ΟΝΟΜΑ:

ΕΠΩΝΥΜΟ:

ΑΡ.ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ:

ΤΗΛΕΦΩΝΟ:

Ακύρωση Book Appointment

Οκτώβριος 19, 2012

Έναρξη	Τέλος	Book
10:00 am	10:30 am	<input type="radio"/>
10:30 am	11:00 am	<input type="radio"/>
11:00 am	11:30 am	Occupied
11:30 am	12:00 pm	<input type="radio"/>
12:00 pm	12:30 pm	<input type="radio"/>
12:30 pm	1:00 pm	<input type="radio"/>

Σχήμα 10.7: φόρμα κράτησης ραντεβού και ημερολόγιο διαθεσιμότητας εξέτασης

Έτσι όταν κάποιος ασθενής επιλέξει να κλείσει ραντεβού για εξέταση στην παθολογική κλινική του νοσοκομείου Αγ.Δημήτριος βλέπει ότι την ημέρα που επέλεξε από τις 11-11.30 υπάρχει ήδη κράτηση για εξέταση και πρέπει να επιλέξει μια εκ των υπολοίπων διαθέσιμων θέσεων εξέτασης. Στην συνέχεια αφού επιλέξει από το ημερολόγιο μέρα και ώρα εξέτασης, πρέπει να συμπληρώσει τα στοιχεία επικοινωνίας του προκειμένου ο αντίστοιχος διοικητικός υπάλληλος που έχει πρόσβαση στο παρασκήνιο του συστήματος να λάβει τα ραντεβού και να κοινοποιήσει στους θεράποντες ιατρούς τον πίνακα με τα ραντεβού.

Για την δημιουργία της λειτουργίας κράτησης ραντεβού χρησιμοποιήθηκε η επέκταση Appointment Book της Joomla!XTC.

The screenshot displays the JoomlaXTC Appointment Book interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Manage Calendars', 'Manage Appointments', 'Tools', 'Configuration', and 'About'. Below this, there are view options: 'Day view', 'Week view', 'Month view', and 'List view'. A calendar for October 2012 is shown on the left, with the 19th and 20th highlighted. The main area shows a list of appointments for Friday, October 19th, 2012. An appointment for 'demo user' is highlighted, with a pop-up window showing details: Date: 2012-10-19, Start: 11:00 am, End: 11:30 am, Duration: 0 h 30 min, ONOMA: demo1, ΕΠΩΝΥΜΟ: demouser, ΑΡ.ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ: AK998785, ΤΗΛΕΦΩΝΟ: 8977671562. The interface also includes a search filter and a 'New Appointment' button.

Σχήμα 10.8: Οθόνη διαχειριστή ραντεβού

Ο διαχειριστής των ραντεβού μπορεί να έχει πρόσβαση σε όλα τα ημερολόγια τα οποία αναπαράστουν μια κλινική ενός νοσοκομείου και να εκτυπώνουν το ημερήσιο ή εβδομαδιαίο ή μηνιαίο πρόγραμμα των ραντεβού προκειμένου να οριστούν οι θεράποντες ιατροί του κάθε ραντεβού. Επίσης μπορεί να γίνει εξαγωγή των ραντεβού σε λογιστικά φύλλα για περαιτέρω επεξεργασία και διοικητική μετενέργεια.

The screenshot shows the Joomla! user interface for a group page titled 'θεραπευτικό γκρουπ'. The navigation bar includes 'Profile', 'Friends', 'Groups', and 'Events'. The group page header shows 'Go to group page' and 'Members'. Below the header, there are links for 'Back to group', 'All members', and 'Ban list', along with an 'Invite Friends' button. The main content area displays two user profiles: 'demo1' (status: ONLINE) and 'demo2'. Each profile shows '0 friends' and various action buttons: 'Send message', 'Set as group admin', 'Ban', and 'REMOVE MEMBER FROM GROUP'.

Σχήμα 10.9: Θεραπευτικό γκρουπ που συμμετέχει ο χρήστης demo1 (ασθενής) που είναι ο διαχειριστής του γκρουπ και ο χρήστης demo2 (θεράποντας ιατρος).

Ο κάθε ασθενής μπορεί να δημιουργήσει ένα θεραπευτικό γκρουπ για τον ίδιο και να αντιστοιχίσει τους θεράποντες ιατρούς του σε αυτό προκειμένου να αναπτύξει μια αποτελεσματικότερη επικοινωνία μεταξύ τους.

Σχήμα 10.10: πίνακας ανακοινώσεων

Όπως βλέπουμε από την παραπάνω οθόνη μέσα στο γκρουπ μπορεί να αναπτυχθεί μιας πλήρους διαδικτυακή επικοινωνία μεταξύ των μελών με επιλογές που έχουν να κάνουν τόσο με την πληροφόρηση των μελών για την κατάσταση του ασθενή όσο και με την διαχείριση της θεραπευτικής ομάδας.

Για την δημιουργία της θεραπευτικής κοινότητας χρησιμοποιήθηκε η επέκταση Jomsocial που υλοποιεί τις βασικές λειτουργίες ενός κοινωνικού δικτύου.

Ρόλος Ιατρός

Ένας ιατρός μέσα από το σύστημα μπορεί να συμμετέχει σε θεραπευτικά γκρουπ και να προσφέρει τις υπηρεσίες του μέσα στα πλαίσια της θεραπευτικής κοινότητας, μπορεί να τροποποιεί το ιατρικό φάκελος ενός ασθενούς μετά από σχετική του

εξουσιοδότηση η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω μιας υπεύθυνης δήλωσης στο προσωπικό χώρο εισερχομένων του ιατρού και τέλος μπορεί να έχει μια σειρά από χρήσιμους συνδέσμους και να πλοηγείται με ταχύτητα σε ιστοτόπους που τον ενδιαφέρουν.

MENΟΥ ΙΑΤΡΟΥ

ΠΡΟΦΙΛ ΙΑΤΡΟΥ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΥΝΤΑΓΟΓΡΑΦΗΣΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΦΗΜΕΡΙΩΝ

Σχήμα 10.11: Μενού ιατρού

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΥΝΤΑΓΟΓΡΑΦΗΣΗ

ηλεκτρονική
συνταγογράφηση

Γενική Γραμματεία Κοινωνικών Ασφαλίσεων
Ηλεκτρονική Συνταγογράφηση

...από
18
Οκτωβρίου 2010
για τον Ο.Α.Ε.Ε.
...

Αρχική Περιγραφή Συγ

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

12-10-2012

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ:

Αγαπητοί χρήστες της εφαρμογής Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης.
Σας ενημερώνουμε ότι για λόγους συντήρησης και αναβάθμισης του Συστήματος της Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης, η χρήση της εφαρμογής δεν θα είναι δυνατή από τις 23:00 της Παρασκευής 12 Οκτωβρίου 2012 έως τις 07:00 του Σαββάτου 13 Οκτωβρίου 2012.
Ευχαριστούμε για την κατανόηση.

Σχήμα 10.12: γρήγορη διασύνδεση ιατρού μέσα από το προσωπικό του προφίλ σε ιστοτόπους που τον ενδιαφέρουν.

Ρόλος διοικητικού προσωπικού

Ο ρόλος του διοικητικού προσωπικού μπορεί να περιλαμβάνει αρκετά επίπεδα όπως του διοικητικού υπαλλήλου, του διευθυντή της διοικητικής υπηρεσίας, του διευθυντή της ιατρικής ή της νοσηλευτικής υπηρεσίας που στην ουσία είναι και αυτοί διοικητικοί ρόλοι. Επίσης διοικητικός ρόλος είναι αυτός του διοικητή μιας νοσοκομειακής μονάδας, ο διοικητικός περιφερειάρχης, ο γ.γ του υπουργείου κ.ο.κ. Στο παρόν πρωτότυπο δίνεται η διάσταση του διοικητικού χρήστη μέσα από την ιδιότητα του διοικητή μιας νοσοκομειακής μονάδας και του διοικητή μιας υγειονομικής περιφέρειας με σκοπό την επίδειξη μιας διαδικτυακής συνεργασίας μεταξύ τους.

Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η εφαρμογή εργαλείων που επιτρέπουν είτε την ηλεκτρονική συνδιάσκεψη είτε την ηλεκτρονική συνεργασία καθώς έτσι μπορούμε να ελαττώσουμε δαπάνες που σχετίζονται με τις μετακινήσεις των διοικητικών στελεχών από και προς τα κέντρα των αποφάσεων.

Πολλές φορές διοικητές νοσοκομειακών μονάδων χρειάζεται να μεταβούν στην πρωτεύουσα προκειμένου να παραστούν σε συνομιλίες σχετικά με την επίλυση θεμάτων που αφορούν τις αρμοδιότητές τους. Αυτό αφενός είναι κοστοβόρο διότι πρέπει να λείψουν από την θέση τους για κάποιο χρονικό διάστημα που θα μπορούσαν να το διαθέσουν περισσότερο παραγωγικά μέσα στην νοσοκομειακή τους μονάδα και αφετέρου είναι δαπανηρό γιατί η μετακίνηση, η φιλοξενία όλων των διοικητικών στελεχών είναι ένα επιπλέον κόστος.

Για λόγους επίδειξης σχεδιάσαμε μια μελέτη περίπτωσης κατά την οποία ο υγειονομικός περιφερειάρχης δίνει εντολή στον κάθε διοικητή νοσοκομείου που ανήκει στην περιφέρειά του να καταρτίσει ένα πλήρες επιχειρησιακό σχέδιο για την αναμόρφωση των νοσοκομειακών παροχών προς τους ασθενείς. Αυτό είναι ένα project το οποίο μπορεί να χωριστεί σε επιμέρους εργασίες οι οποίες χρονικά οριοθετούνται από κάποια ορόσημα. Μέσα από αυτές τις εργασίες ο κάθε διοικητής μπορεί να ανεβάσει αρχεία με τα προτεινόμενα μέτρα τα οποία μπορεί να προσπελαύνει ο κάθε διοικητής νοσοκομείου και να τα βελτιώνει με σκοπό την ενοποίηση των ιδεών και τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό των προτάσεων.

Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε η επέκταση Projectfork που υλοποιεί project management μεταξύ χρηστών.

Στα σχήματα που ακολουθούν παρατηρούμε με σαφήνεια τις διάφορες λειτουργίες που μπορούν να επιτελεστούν μέσα στο σύστημα.

The screenshot shows the Projectfork workspace interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for Dashboard, Projects, Tasks, Files, Calendar, Discuss, Time, and Users. Below this is a toolbar with buttons for New, Copy, Archive, Delete, Requests, Groups, and Access levels. A search bar and a filter dropdown (set to 'Active') are also present. The main content area displays a table with the following data:

Title	Founder	Deadline
Προτάσεις αναβάθμισης υπηρεσιών για τους πολίτες	Administrator	01/18/2013

Below the table, there is a pagination control showing 'Εμφάνιση # 50' and a footer note: 'Projectfork is Free Software released under the GNU/GPL License. Joomla ACL by AceACL'.

Σχήμα 10.13: Workspace της μελέτης περίπτωσης «προτάσεις για την αναβάθμιση υπηρεσιών υγείας για τους πολίτες».

Βλέπουμε ότι ένας χρήστης που του έχει δοθεί η συγκεκριμένη πρόσβαση σε αυτό το project λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα καθήκοντα που καλείται να φέρει εις πέρας. Εφόσον ανήκει σε κάποιο γκρουπ ανώτερης διαχείρισης του project μπορεί να ορίσει, να τροποποιήσει και να διαγράψει εργασίες, ορόσημα, περιοχή ανεβάσματος αρχείων, μέτρηση χρόνου απασχόλησης στο project, να ορίσει ομάδα συζήτησης μεταξύ συγκεκριμένων χρηστών.

Αυτό το οποίο αναδεικνύεται μέσα από αυτό το χρήσιμο εργαλείο είναι η συγκεντρωτική αντιμετώπιση ζητημάτων που άπτονται διοικητικής μεταχείρισης και μάλιστα μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό πλαίσιο δίχως περιττές σπατάλες σε μετακινήσεις κλπ. Εκεί που είναι βέβαια αναγκαίο μπορούν να πραγματοποιηθούν και τηλεσυνδιασκέψεις μέσω διαθέσιμων επεκτάσεων του συστήματος Joomla. Με αυτό τον τρόπο δίνεται μια συνολική λύση στο θέμα των διοικητικών συναντήσεων.


Στις οθόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται επιμέρους λειτουργίες του εργαλείου projectfork.

Προτάσεις αναβάθμισης υπηρεσιών για τους πολίτες / Projects :: Προτάσεις αναβάθμισης υπηρεσιών για τους πολίτες

Project tasks

#	Title	Assigned	Priority	Deadline	Progress
1	Ανέβασμα αρχείων προσχεδίων		Very high	10/18/2012	0%

Project logo



PROJECTFORK

Project details


Created on 10/18/2012


Deadline 01/18/2013


Founder


Administrator

Members


Administrator



demo3


demo5

Σχήμα 10.14 Πίνακας εργασιών και συμμετεχόντων στο project


Comments

10/20/2012


 demo3

No comments have been posted yet

Task details

Created on 10/18/2012
 Deadline 10/18/2012
 Progress 0 %
 Priority Very high
 Author 
 Administrator
 Assigned Not set

Σχήμα 10.15: Μέσα στο εσωτερικό μιας εργασίας του project

Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
1 +	2 +	3 +	4 +	5 +	6 +	7 +
8 +	9 +	10 +	11 +	12 +	13 +	14 +
15 +	16 +	17 +	18 +	19 +	20 +	21 +
22 +	23 +	24 +	25 +	26 +	27 +	28 +
29 +	30 +	31 +				

Σχήμα 10.16: Ημερολόγιο δραστηριοτήτων

Προτάσεις αναβάθμισης υπηρεσιών για τους πολίτες demo3

Dashboard Projects Tasks **Files** Calendar Discuss Time Users

New folder New file New note Move Delete

Search Ok

Root /

Προτάσεις αναβάθμισης υπηρεσιών για τους πολίτες / Files

<input type="checkbox"/>	Title	Description	Date	Author
<input type="checkbox"/>	Προσχέδια προτάσεων	Προσχέδια προτάσεων	10/18/2012	Administrator
<input type="checkbox"/>	Πληροφορίες ανεβάσματος αρχείων	Πληροφορίες ανεβάσματος αρχείων	10/18/2012	Administrator

Projectfork is Free Software released under the GNU/GPL License.
Joomla ACL by AoeACL

Σχήμα 10.17: Ανέβασμα και διαχείριση αρχείων project

Συμπεράσματα - επίλογος

Το αγαθό της υγείας είναι χωρίς αμφιβολία μια σημαντική ένδειξη του επιπέδου μιας κοινωνίας. Όμως για την προσφορά αυτού του αγαθού εκτός της ιατρική επιστήμης εμπλέκονται επιστήμες όπως η πληροφορική και η στατιστική. Ο χώρος της υγείας αποτελείται από 3 συγκεκριμένους χαρακτήρες – ρόλους: τον ασθενή, τον εργαζόμενο σε κάποιον φορέα υγείας και αυτόν που λαμβάνει τις διοικητικές αποφάσεις.

Τα πληροφοριακά συστήματα υγείας είναι εργαλεία που προσφέρουν υπηρεσίες σε όλους τους συμμετέχοντες φροντίζοντας για την αρμονική λειτουργία αυτού του δύσκολου και απαιτητικού κλάδου.

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν παρουσιάζονται οι βασικές επιστημονικές και τεχνολογικές προσεγγίσεις για την αποκωδικοποίηση των βημάτων που απαιτούνται για την δημιουργία ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας και όχι μόνο.

Η παρούσα διατριβή με τον τρόπο που διαρθρώνεται στα κεφάλαιά της αποτελεί μια συγκεκριμένη πρόταση για την προσέγγιση συνολικής λύσης του προβλήματος της δημιουργίας ενός ενιαίου-ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας. Η διατριβή διαθέτει πρωτοτυπία καθώς στην ουσία αποτελεί ένα νέο υβρίδιο, μια νέα επιστημονική προσθήκη στην συμβατική μεθοδολογία υλοποίησης πληροφοριακών συστημάτων. Τρία είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα που προτείνονται να αποτελέσουν ένα πάγιο πυρήνα στην ανάπτυξη όλων των πληροφοριακών συστημάτων του διαδικτύου: η προηγμένη στατιστική διαχείριση της γνώσης ως ένα εξέχον διοικητικό και επιστημονικό εργαλείο, η χρήση της υπολογιστικής νέφους για την δραστική μείωση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος και η επιλογή εργαλείων ανοιχτού κώδικα με δυνατότητα εύκολης επέκτασης για την μείωση του κόστους ανάπτυξης αλλά και για βελτιστοποιημένη συντήρηση – υποστήριξη.

Μέσα από το πρωτότυπο που αναπτύχθηκε, προτείνεται ένας σχεδιαστικός πυρήνας για το ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα υγείας το οποίο βέβαια απαιτεί συγκροτημένη μελέτη και εις βάθος ανάλυση. Το πρωτότυπο total health έχει σχεδιαστεί προκειμένου να προβληθεί ένα διαδικτυακό εργαλείο στα πρότυπα ενός ολοκληρωμένου συστήματος υγείας.

Αυτό περιλαμβάνει λειτουργίες για ασθενείς, ιατρικό προσωπικό, διοικητικό προσωπικό. Συνοπτικά παρακάτω αναφέρονται μερικές από τις λειτουργίες μπορεί να υλοποιήσει:

Λειτουργίες για ασθενείς

- Διαχείριση προφίλ ασθενούς - στοιχεία επικοινωνίας
- Ιατρικό ιστορικό
- Ιατρικά ραντεβού - ημερολόγιο χρήσιμων συμβάντων
- Πίνακας ανακοινώσεων
- Δημιουργία θεραπευτικής κοινότητας
- Διεπαφή με ασφαλιστικούς φορείς

Λειτουργίες για ιατρούς

- Προφίλ ιατρού
- Τροποποίηση ιατρικού ιστορικού ασθενούς
- Αποθήκευση ιατρικής πληροφορίας (ακτινογραφίες κλπ)
- Διαχείρισης θεραπευτικής κοινότητας
- Διασύνδεση με το σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης

Λειτουργίες για διοικητικό προσωπικό

- Αρχαιοθέτηση ιατρικών πράξεων
- Αρχαιοθέτηση διοικητικών πράξεων
- Δημιουργία ειδικών αξιολογήσεων για συγκεκριμένα άτομα, κλινικές, νοσοκομεία

- Τηλεσυνδιάσκεψη
- Διαχείριση διοικητικού έργου (Project Management) μεταξύ υγειονομικών περιφερειών

Η τεχνολογία όμως και η πρόοδος που συντελείται καθημερινά δείχνουν τον δρόμο ο οποίος φαίνεται ότι φτάνει στο τέλος του όσον αφορά τα πάγια προβλήματα που απορρέουν από την λειτουργία του υγειονομικού συστήματος. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να εξοπλιστεί ένα πληροφοριακό σύστημα που αναφέρεται στον χώρο της υγείας, υπερκαλύπτοντας τα υπάρχοντα μοντέλα ανοίγοντας παράλληλα μια οδό επικοινωνίας μεταξύ επιστημόνων, ιατρών, νοσηλευτικού προσωπικού, διοικητικού προσωπικού και ασθενών. Η κοινωνική ασφάλιση και η πρόνοια διέρχεται οπωσδήποτε μέσα από την παροχή τέτοιων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας που σε συνδυασμό με την παροχή του ύψιστου αγαθού από τους λειτουργούς της υγείας καθιστούν ένα σύστημα υγείας ολοκληρωμένο.

Σε αυτό το σημείο η διατριβή ολοκληρώνεται με την ελπίδα ότι η συγκεκριμένη προσπάθεια μπορεί να αποτελέσει ένα σημείο εξέλιξης, μια μικρή συνεισφορά στους κόπους και τις θυσίες της επιστημονικής κοινότητας της ιατρικής για την ανακούφιση και την εξυπηρέτηση των ανθρωπίνων αναγκών.

Περίληψη στην Ελληνική

Στον σύγχρονο κόσμο επιστήμες όπως η ιατρική, η πληροφορική, η στατιστική και η οικονομία συνεργάζονται προκειμένου να προσφέρουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στους ανθρώπους και συγκεκριμένα σε σχέση με το ύψιστο αγαθό που είναι υγεία. Η παρούσα θέση αποτελεί πρόταση για την επίλυση του προβλήματος της οργάνωσης και διαχείρισης των ιατρικών δεδομένων μέσα στα πλαίσια ενός ενιαίου και ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας.

Η υποστήριξη της δεδομένης πρότασης βασίζεται επάνω στην μελέτη:

- Των εννοιών ιατρικό δεδομένο – ιατρική πληροφορία
- Της θεωρίας των βάσεων δεδομένων
- Του τρόπου ανάλυσης και σχεδίασης πληροφοριακών συστημάτων
- Του αντικειμένου της εξόρυξης γνώσης (data mining)
- Θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας δεδομένων
- Υπολογιστική νέφους (cloud computing)
- Οικονομικά της υγείας – θέματα χρηματοοικονομικής αποτίμησης επενδύσεων.

Προκειμένου η συγκεκριμένη διατριβή να οδηγηθεί στα εξαγόμενα συμπεράσματα και την διατύπωση των σχετικών προτάσεων, αρχικά πραγματοποιήθηκε συγκριτική ανάλυση των υφιστάμενων μεθοδολογιών και μοντέλων ενώ έπειτα εφαρμόστηκε η μεθοδολογία της παραγοντικής ανάλυσης των πολλαπλών αντιστοιχιών επάνω σε πραγματικά ιατρικά δεδομένα μέσα από την διεξαγωγή σχετικού πειράματος στα πλαίσια διεθνούς ερευνητικού προγράμματος. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει:

- ισχυρή συσχέτιση ατόμων που καπνίζουν πολύ με άτομα που είναι Έλληνες, με άτομα που έχουν καρδιολογικά προβλήματα και με άτομα που έχουν ηλικία >65.
- ισχυρή συσχέτιση ατόμων με δερματολογικά προβλήματα με άτομα που καπνίζουν μέτρια, με άτομα που είναι Αλβανοί, με άτομα που έχουν ηλικία [50-65] και με άτομα που δεν έχουν καρδιολογικά προβλήματα.

- ισχυρή συσχέτιση ατόμων με μυοσκελετικά προβλήματα, με άτομα που έχουν ενδοκρινικά προβλήματα, με άτομα που καπνίζουν μέτρια και με άτομα που ανήκουν στην ηλικία [50-65].
- ισχυρή συσχέτιση ατόμων με δερματολογικές ασθένειες, με άτομα με αναπνευστικά προβλήματα, με άτομα με νευρολογικές ασθένειες και με άτομα που δεν καπνίζουν.

Τελικά αποδεικνύεται ότι υπάρχουν στατιστικές συσχετίσεις που επιβεβαιώνονται από την ιατρική επιστήμη και τα παραπάνω αποτελέσματα μας υποδεικνύουν να κάνουμε την εξής ιατροκοινωνική θεώρηση: «Η οικονομικοκοινωνική θέση παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανομή των ασθενειών κάτι το οποίο όμως είναι ήδη γνωστό ιατρικά όμως η ανάλυση των πολλαπλών αντιστοιχιών έρχεται να το επιβεβαιώσει στατιστικά.»

Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν το πλαίσιο πάνω στο οποίο τελικά οικοδομήθηκε το πρωτοτύπου διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα υγείας με την κωδική ονομασία «total health» και το οποίο μπορεί να αποτελέσει πρωτόλειο για την ανάπτυξη του ολοκληρωμένου συστήματος υγείας. Τα χαρακτηριστικά του πρωτοτύπου «total health» είναι: η κατηγοριοποίηση των χρηστών σε γκρουπ και η διαβάθμιση πρόσβασης του περιεχομένου, η δυνατότητα δημιουργίας προφίλ ασθενούς και η λεπτομερής καταγραφή του ιατρικού φακέλου υγείας του, η ανάπτυξη διαδικτυακών θεραπευτικών κοινοτήτων με την μορφή γκρουπ όπου κάθε ενδιαφερόμενος ασθενής δύναται να δημιουργήσει έναν θεραπευτικό κύκλο από λειτουργούς της υγείας, η δυνατότητα ενός ιατρού να τροποποιεί το προφίλ ενός ασθενή μετά από σχετική αδειοδότηση, ο γεωγραφικός εντοπισμός ενός ασθενή ή ατόμου εφόσον αυτός το επιθυμεί, το σύστημα ηλεκτρονικής κράτησης ραντεβού για εξωτερικό ιατρείο σε κάποια νοσοκομειακή κλινική και η δυνατότητα εκτέλεσης διοικητικών εργασιών μέσα σχετικό διαδικτυακό εργαλείο project management.

Τέλος οι προτάσεις που προκύπτουν από την παρούσα θέση είναι:

1. την χρήση της υπολογιστικής νέφους για την «στέγηση» ενός ΠΣΥ με τα πλεονεκτήματα που περιγράφονται αναλυτικά μέσα στο γενικό μέρος.
2. την προσθήκη της εξόρυξης γνώσης και των μεθοδολογιών της στον βασικό πυρήνα των διαδικασιών ανάλυσης και σχεδίασης ΠΣΥ ως ένα reverse engineering

εργαλείο μεγιστοποίησης της επιστημονικής κατανόησης γύρω από τα ιατρικά δεδομένα αλλά και σαν ένα εργαλείο αυτό-βελτίωσης του αναπτυσσόμενου συστήματος.

3. την έννοια της εφαρμοσμένης θεραπευτικής ομάδας με την αναγωγή των κοινωνικών δικτύων στις ανάγκες του χώρου της υγείας για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών.

4. το πρωτότυπο «total health» ως την βάση για την ανάπτυξη των κύριων αλλά και των επιμέρους υποσυστημάτων ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος υγείας.

Περίληψη στην Αγγλική

In modern world sciences such as medicine, informatics, statistics and economics collaborate in order to provide added value services to humans related with the highest good that is health. This thesis suggests solutions to the problem of organizing and managing medical data in an integrated health information system.

The defense of the suggestions is based on the study of:

- Medical data – medical information concepts
- Database theory
- The methods of analyzing and designing information systems
- The data mining module
- Issues related to data security and privacy
- Health economics and subjects of investment financial evaluation.

In order for this thesis to drive the conclusions drawn and the formulation of the proposal, originally a comparative analysis of the existing methodologies and models took place and then the methodology of multiple correspondence analysis was applied upon actual medical data though conducting an experiment in an international research program. The results showed that there is:

strong association of individuals who smoke a lot, with people who are Greek, with people who have heart problems and with people who have age > 65.

- Strong association of People with skin problems, with people who smoke moderately, with people who are Albanian, with people having age [50-65] and with people who have heart problems.
- strong association of individuals with musculoskeletal problems, with people who have endocrine problems, with people who smoke moderately and with people belonging to age [50-65].
- A strong correlation of people with dermatological diseases, with people with respiratory problems, with people with neurological diseases and with people who do not smoke.

It turns out that there are correlations confirmed by medical science and our results above suggest doing the following medical – social consideration: "The economic and

social position plays an important role in the distribution of disease that is already known medically but the multiple correspondence analysis comes to confirm this statistically. "

The survey results revealed a framework onto which eventually were built the online prototype health information system codenamed «total health» and which can be the starting material for the development of the integrated health care system. The characteristics of the prototype «total health» are: categorization of users into groups and classification of content access, the ability to create patient profiles and detailed recording of medical health records, the development of web therapeutic communities in the form of group where each patient can create a healing circle of health officers, the ability of a physician to modify the profile of a patient after a license, the geographical identification of a patient or a person if he so wishes, the booking of electronic appointments at a hospital clinic and the ability to perform administrative tasks within the relevant web-based project management tool.

Finally the proposals arising from this position are:

1. the use of cloud computing for the "housing" of a health information systems with the advantages described in detail in the general section.
2. adding data mining methodologies in the core processes of analysis and design of a health information system as a reverse engineering tool to maximize the scientific understanding about medical data but also as a self-improvement of the developing system.
3. the concept of applied treatment team with the transformation of social networks to a therapeutic network for the needs of the health sector.
4. the prototype «total health» as the basis for the development of major and individual subsystems of an integrated information system health.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] William R. Hersh, MD. Medical Informatics Improving Health Care Through Information. JAMA. 2002;288(16):1955-1958.
- [2] KJ Cios, William Moore. Uniqueness of medical data mining. Artificial Intelligence in Medicine 26 (2002) 1–24.
- [3] Dolin RH, Alschuler L, Beebe C, Biron PV, Boyer SL, Essin D, Kimber E, et al. The HL7 Clinical Document Architecture. J Am Med Inform Assoc 2001;8:552–69.
- [4] Dolin RH, Alschuler L, Behlen F, et al. HL7 document patient record architecture: an XML document architecture based on a shared information model. AMIA Annu Fall Symp 1999:52–6.
- [5] Schadow G, Russler DC, Mead CN, McDonald CJ. Integrating medical information and knowledge in the HL7 RIM. Proc AMIA Annu Fall Symp 2000:764–768.
- [6] Organization, W. H. (1993). The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: diagnostic criteria for research, World Health Organization.
- [7] CAD, P. (2001). "International classification of functioning, disability and health (ICF)."
- [8] Kuhn, K. and D. Giuse (2001). "From hospital information systems to health information systems." Methods of information in medicine 40(4): 275-287.
- [9] Steward, M. (2005). "Electronic Medical Records." The Journal of Legal Medicine 26(4): 491-506.
- [10] McDonald, C. J. (1997). "The barriers to electronic medical record systems and how to overcome them." Journal of the American Medical Informatics Association 4(3): 213-221.
- [11] Miller, R. H. and I. Sim (2004). "Physicians' use of electronic medical records: barriers and solutions." Health Affairs 23(2): 116-126.
- [12] Cestnik, B. (1990). Estimating probabilities: A crucial task in machine learning. Proceedings of the ninth European conference on artificial intelligence.
- [13] Kononenko, I. and I. Bratko (1991). "Information-based evaluation criterion for classifier's performance." Machine Learning 6(1): 67-80.
- [14] Clark, P. and R. Boswell (1991). Rule induction with CN2: Some recent improvements. Machine learning—EWSL-91, Springer.

- [15] Τσοούνης, Α. and Π. Σαράφης (2012). "Ηθική και δεοντολογία στην κλινική πράξη: το ιατρικό απόρρητο και η προστασία των προσωπικών δεδομένων στη σύγχρονη πραγματικότητα."
- [16] Gescheider, G. A. (1997). *Psychophysics: the fundamentals*, Lawrence Erlbaum.
- [17] Παπαδέλης, Γ. (2007). *Ζητήματα αντίληψης του μουσικού ρυθμού*, University Studio Press.
- [18] Stillings, N. A., S. W. Weisler, et al. (1995). *Cognitive science: An introduction*, MIT press.
- [19] Silberschatz, A., H. F. Korth, et al. (1997). *Database system concepts*, McGraw-Hill.
- [20] Date, C. J. (2003). *The System Programming Series: An Introduction to Database Systems 8th edition*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- [21] Elmasri, R. (2008). *Fundamentals of database systems*, Pearson Education India.
- [22] Ullman, J. D. (1983). *Principles of database systems*, Galgotia Publications.
- [23] Dietrich, S. W. and S. Urban (2005). *An advanced course in database systems: beyond relational databases*, Prentice Hall.
- [24] Abiteboul, S., P. Buneman, et al. (2000). *Data on the Web: from relations to semistructured data and XML*, Morgan Kaufmann Pub.
- [25] Gruber, M. (2000). *Mastering SQL*, SYBEX Inc.
- [26] Melton, J. and A. R. Simon (1993). *Understanding the new SQL: a complete guide*, Morgan Kaufmann.
- [27] Δέρβος, Δ.Α., Ευαγγελίδης, Γ., Επιμελητές έκδοσης και Μεταφραστές στα ελληνικά του βιβλίου των R. Ramakrishnan and J. Gehrke, *Database Management Systems*, τόμος Α' (ISBN 960-8050-70-7), σελ.668, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2002.
- [28] Kim, W. (1990). *Introduction to object-oriented databases*.
- [29] Harrington, J. L. (2000). *Object-oriented database design clearly explained*, Morgan Kaufmann Pub.
- [30] M. Fowler, 2006. *Εισαγωγή στη UML*. Τρίτη Αμερικάνικη Έκδοση, Κλειδάριθμος
- [31] Β. Γερογιάννης κ.α., (2006). *Αντικειμενοστραφής Ανάπτυξη Λογισμικού με τη UML*. Κλειδάριθμος
- [32] Ν. Σπ. Βώρος, Α. Σπ. Βώρος (2009). *Unified Modelling Language*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- [33] S. L. Pfleeger (2003). *Τεχνολογία Λογισμικού*. Τόμος 1, 2η Αμερικάνικη Έκδοση, εκδ. Κλειδάριθμος

- [34] Sommerville, I. Software Engineering. 2007, Addison Wesley.
- [35] P. Stevens and R. Pooley (2006). Using UML,. Addison Wesley
- [36] P. Roques (2001). UML in Practice. Wiley
- [37] Rosenberg, D. and M. Stephens (2007). Use Case Driven Object Modeling with UML: Theory and Practice, Dreamtech Press.
- [38] Dennis, A., B. H. Wixom, et al. (2009). Systems analysis and design with UML version 2.0: an object-oriented approach, Wiley.
- [39] Heeks, R. (2006). "Health information systems: Failure, success and improvisation." International journal of medical informatics 75(2): 125-137.
- [40] Lippeveld, T., R. Sauerborn, et al. (2000). Design and implementation of health information systems, World Health Organization Geneva.
- [41] Ammenwerth, E., S. Graber, et al. (2003). "Evaluation of health information systems—problems and challenges." International journal of medical informatics 71(2): 125-135.
- [42] Berg, M. (2003). Health information management: Integrating information and communication technology in health care work, Routledge.
- [43] Berg, M. (2001). "Implementing information systems in health care organizations: myths and challenges." International journal of medical informatics 64(2): 143-156.
- [44] Fielding, R. T. and G. Kaiser (1997). "The Apache HTTP server project." Internet Computing, IEEE 1(4): 88-90.
- [45] Kabir, M. J. (1998). Apache server bible, IDG Books Worldwide, Inc.
- [46] Behlendorf, B., R. T. Fielding, et al. (2002). Apache HTTP Server Project.
- [47] Atkinson, L. and Z. Suraski (2004). Core PHP programming, Prentice Hall PTR.
- [48] Nixon, R. (2009). Learning PHP, MySQL, and JavaScript: A Step-by-Step Guide to Creating Dynamic Websites (Animal Guide), O'Reilly.
- [49] Thomson, L. and L. Welling (2003). PHP and MySQL web development, Sams.
- [50] DuBois, P. (2009). MySQL, Addison-Wesley Professional.
- [51] Schwartz, B., P. Zaitsev, et al. (2012). High Performance MySQL: Optimization, Backups, and Replication, O'Reilly Media.
- [52] Dexter, M. and L. Landry (2012). Joomla! programming, Addison-Wesley Professional.
- [53] Marriott, J. and E. Waring (2010). The official Joomla! book, Addison-Wesley Professional.

- [54] Xiang, C. and W. Yu (2010). Using Content Management System Joomla! to build a website for research institute needs. Management and Service Science (MASS), 2010 International Conference on, IEEE.
- [55] KENNARD, J. (2007). Mastering Joomla! 1.5 Extension and Framework Development Birmingham, Reino Unido, Packt Publishing, 470p.
- [56] Tan, P. and M. Steinbach V. Kumar (2005) Introduction to Data Mining, Addison-Wesley.
- [57] Han, J. (2001). KAMBER. M. Data Mining: concepts and techniques, Morgan Kaufmann.
- [58] Witten, I. H. and E. Frank (2005). Data Mining: Practical machine learning tools and techniques, Morgan Kaufmann.
- [59] Hand, D. J., H. Mannila, et al. (2001). Principles of data mining, MIT press.
- [60] Μ. Βαζιργιάννης και Μ. Χαλκίδη(2003). Εξόρυξη Γνώσης από Βάσεις Δεδομένων. Τυποθήτω.
- [61] Μ. H. Dunham. Data Mining, Εισαγωγικά και Προηγμένα Θέματα Εξόρυξης Γνώσης από Δεδομένα. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Β. Βερύκιος και Γ. Θεοδωρίδης. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2004.
- [62] Mirkin, B. (2005). Clustering for data mining: a data recovery approach, Chapman & Hall/CRC.
- [63] Gan, G., C. Ma, et al. (2007). "Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications (Asa-Siam Series on Statistics and Applied Probability). 2007." Society for Industrial & Applied Mathematics, USA.
- [64] Lebart L., Morineau A., Piron M., *Statistique Exploratoire Multidimensionnelle*, Dunod, Paris 2002.
- [65] Benzécri J.-P. et F., *Pratique de l'Analyse des Données*, T.1: Analyse des Correspondances, exposé élémentaire, Dunod, Paris 1980.
- [66] Escofier B., Pagés J., *Analyses Factorielles, Simples et Multiples*, Dunod, Paris 1988.
- [67] Tenenhaus M., *Methodes statistiques en gestion*, Dunod, Paris 1994.
- [68] Greenacre M., 2007. Correspondence Analysis in Practice, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton

- [69] Multiple Correspondence Analysis (Quantitative Applications in the Social Sciences) by Brigitte Le Roux and Henry Rouanet, 2009
- [70] Escofier B.(1990) «*Une représentation des variables dans l'analyse des correspondances multiples*», Revue de Statist. Appl., 27, p.37-47.
- [71] Moschidis, O. (2009). A Different Approach to Multiple Correspondence Analysis (MCA) Than That of Specific MCA. *Math. Sci. hum/Mathematics and Social Sciences* (47e annee , no **186**, (2), 77-88.
- [72] Καραπιστόλης Δ., «*Το λογισμικό -MAD-*», Τετράδια Ανάλυσης Δεδομένων, No 2, σ.133-147, Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 2002.
- [73] Μαλλιάρου, Μ. and Ι. Λιάσκος "Λέξεις-κλειδιά: Ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα. Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ, 47 (2), 202-208, 2008-Ανασκόπηση."
- [74] Κωνσταντίνος, Π. and Π. Γεώργιος (2007). "Σχεδίαση Και Ανάπτυξη Συστήματος Νόμιμης Και Ασφαλούς Εξόρυξης Προσωπικών Δεδομένων Από Βάσεις Δεδομένων Τηλεπικοινωνιακών Παρόχων."
- [75] Baskerville, R. (1993). "Information systems security design methods: implications for information systems development." *ACM Computing Surveys (CSUR)* 25(4): 375-414.
- [76] Whitman, M. E. and H. J. Mattord (2011). Principles of information security, Course Technology Ptr.
- [77] Dhillon, G. (2007). Principles of Information Systems Security: text and cases, Wiley.
- [78] Menezes A., P.C. van Oorschot, S.Vanstone(1997). Handbook of Applied Cryptography. CRC Press
- [79] Goldreich, O. (2004). Foundations of Cryptography: Volume 2, Basic Applications, Cambridge university press.
- [80] Ι.Μαυρίδης Γ.Πάγκαλος (2002). Ασφάλεια Πληροφοριακών συστημάτων και δικτύων. Εκδόσεις ΑΝΙΚΟΥΛΑ
- [81]Κάτσικα Σ., Γκρίτζαλη Δ.,Γκρίτζαλη Σ(2003). Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
- [82] Pfleeger, C. P. and S. L. Pfleeger (2006). Security in computing, Prentice Hall PTR.
- [83] Katz, J. and Y. Lindell (2007). Introduction to modern cryptography: principles and protocols, Chapman & Hall/CRC.

- [84] Mell, P. and T. Grance (2011). "The NIST definition of cloud computing (draft)." NIST special publication 800: 145.
- [85] Wang, L., G. Von Laszewski, et al. (2010). "Cloud computing: a perspective study." *New Generation Computing* 28(2): 137-146.
- [86] Sosinsky, B. A. (2011). *Cloud computing bible*, Wiley.
- [87] Armbrust, M., A. Fox, et al. (2010). "A view of cloud computing." *Communications of the ACM* 53(4): 50-58.
- [88] Singh, H. (2010). "CLOUD COMPUTING: ISSUES."
- [89] TOGRAPH, B. and Y. R. MORGENS (2008). "Cloud computing." *Communications of the ACM* 51(7).
- [90] Peng, J., X. Zhang, et al. (2009). Comparison of several cloud computing platforms. *Information Science and Engineering (ISISE), 2009 Second International Symposium on*, IEEE.
- [91] Getzen, T. E. (2004). *Health economics: fundamentals and flow of funds*, Wiley.
- [92] ΥΓΕΙΑΣ, Ο. Τ. Η. Σ. "ή δαπάνη υγείας στην Ελλάδα."
- [93] Μανιαδάκης, Ν. (2005). "Τα οικονομικά της υγείας από την οπτική του μάνατζερ."
- [94] Gold, M. R., J. E. Siegel, et al. (1996). *Cost-effectiveness in health and medicine*, Oxford University Press, USA.
- [95] Boardman, A. E., D. H. Greenberg, et al. (2006). "Cost-benefit analysis: concepts and practice."
- [96] King, J. L. and E. L. Schrems (1978). "Cost-benefit analysis in information systems development and operation." *ACM Computing Surveys (CSUR)* 10(1): 19-34.
- [97] Berg, M. (1999). "Patient care information systems and health care work: a sociotechnical approach." *International journal of medical informatics* 55(2): 87-101.
- [98] Ragowsky, A., N. Ahituv, et al. (2000). "The benefits of using information systems." *Communications of the ACM* 43(11es): 13.
- [99] TCO, NPV, EVA, IRR, ROI: Getting the Terms Right” , a CIOview White Paper Scott McCready, διαθέσιμο στην διεύθυνση <http://www.cioview.com>
- [100] Eschenbach, T., W. N. Smyer, et al. (2003). *Engineering economy: applying theory to practice*, Oxford University Press New York.
- [101] Lin, S. A. Y. (1976). "The modified internal rate of return and investment criterion." *The Engineering Economist* 21(4): 237-247.

[102] Aziz, M., O. C. Nie, et al. (2003). TCO reduction. Communications, 2003. APCC 2003. The 9th Asia-Pacific Conference on, IEEE.

[103] Indirect Benefits: The Invisible ROI Drivers”, Nucleus Research – White paper, διαθέσιμο στην διεύθυνση <http://www.NucleusResearch.com>

[104] WHY CORPORATE LEADERS SHOULD MAKE PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT A PRIORITY - The Business Case for Project Portfolio Management” by Jim Pennypacker, Center for Business Practices White Paper Series, διαθέσιμο στην διεύθυνση <http://www.CBPONLINE.com>