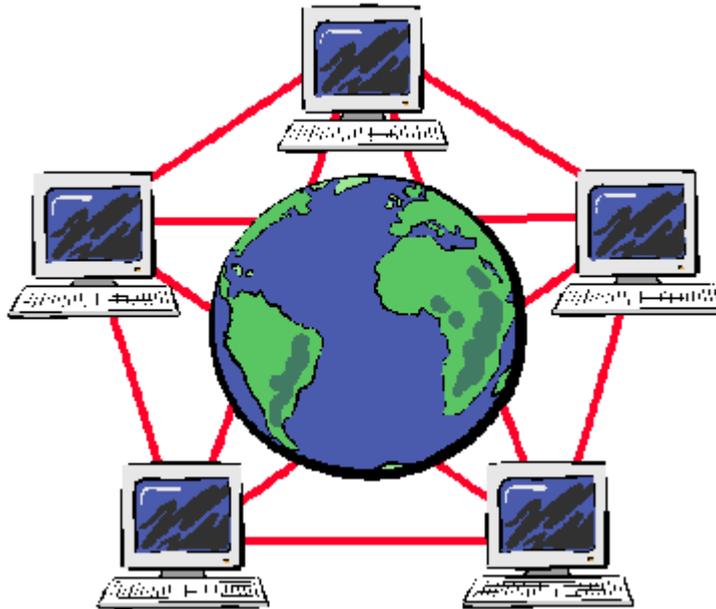




ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (Σ.Δ.Ο)

ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



**Πτυχιακή Εργασία: “ Δίκτυα Διανομής Υπηρεσιών Περιεχομένου
(CDN – Content Delivery Networks),,**

Επιβλέπων Καθηγητής: Τσιαντής Λεωνίδας

Βαλογιάννης Θεόδωρος

ΑΡΤΑ 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	5
Κεφάλαιο 1	
Περιγραφή του προβλήματος της Διανομής Περιεχομένου.....	6
1.1 Χαρακτηριστικά ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου-Ορισμοί.....	8
Κεφάλαιο 2	
Κατηγορίες περιεχομένου και χρηστών που ωφελούνται από τα Δίκτυα Διανομής Περιεχομένου.....	11
2.1 Κατηγορίες περιεχομένου	11
2.2 Κατηγορίες χρηστών και εφαρμογών.....	13
Κεφάλαιο 3	
Υπάρχουσες τεχνολογίες Δικτύου Διανομής Περιεχομένου	15
3.1 Μηχανισμοί ανακατεύθυνσης	15
3.1.1 Αναδιανομή μέσω HTTP	17
3.1.2 TCP Handoff	19
3.1.3 Αναδιανομή με χρήση DNS	21
3.2 Υλοποίηση αναδιανομής μέσω HTTP με λογισμικό HTTP Proxy Cache (Squid)	24
3.3 Υλοποίηση ανακατεύθυνσης DNS με χρήση του BIND.....	25
Κεφάλαιο 4	
Προδιαγραφές ολοκλήρωσης των προτεινόμενων συστημάτων Δικτύου Διανομής Περιεχομένου και πλατφόρμας τηλεκπαίδευσης.....	26
4.1 Προσεγγίσεις στην οικοδόμηση CDNs.....	26
4.2 Υπάρχουσες τεχνολογίες και αρχιτεκτονική CDN's.....	27
4.3 Δρομολόγηση περιεχομένου.....	28
4.3.1 Γενική δρομολόγηση – DNS ανακατεύθυνση.....	29
4.3.2 Γενική δρομολόγηση – Name-based δρομολόγηση.....	30
4.3.3 Τοπική δρομολόγηση – Layer/4-7 Μετατροπή (Switching).....	31
4.3.4 Τοπική δρομολόγηση –WCCP (Web Cache Communication Protocol).....	32

4.4 Παράδοση περιεχομένου	33
4.4.1 Caching προβλήματα	36
4.4.2 Πώς λειτουργεί η Caching	37
4.4.3 ICP-Internet Cache Protocol	37
4.4.4 Παράδοση	38
4.4.5 Πιθανά προβλήματα	38
4.4.6 Πλεονεκτήματα Caching	39
4.5 Μέτρηση απόδοσης	39
4.5.1 Εσωτερική μέτρηση	40
4.5.2 Εξωτερική μέτρηση	40
4.5.3 Εφαρμογές	41
4.6 Αρχιτεκτονική συστήματος Saba	42
4.7 Μέθοδος ανάκτησης περιεχομένου	43

Κεφάλαιο 5

Ανάλυση Internet Content Delivery Συστημάτων	46
5.1 Γενική επισκόπηση των Content Delivery Συστημάτων	46
5.1.1 Το World Wide Web	47
5.1.2 Τα Content Delivery Δίκτυα	47
5.1.3 Τα Peer-to-Peer συστήματα	48
5.2 Μεθοδολογία	48
5.2.1 Διάκριση των διαφορετικών τύπων κίνησης.....	49
5.3 Χαρακτηριστικά κίνησης	50
5.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά κίνησης	50
5.3.2 Τα Αντικείμενα	52
5.3.3 Οι Clients	53
5.3.4 Οι Servers	54
5.4 Caching	56
5.4.1 CDN's	56
5.4.2. P2P's	56

Κεφάλαιο 6

ECDN-Enterprise Content Delivery Networks (Επιχειρησιακό Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου).....	58
6.1 Η ανάγκη δημιουργίας του Επιχειρησιακού Δικτύου.....	58

6.2 Χειρισμός της έκρηξης των εφαρμογών Ιστού	58
6.3 Αυξάνοντας τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Διανομής Περιεχομένου	60
6.3.1 Στοιχεία του ECDN	60
6.4 Οι πρωτοπόροι της τεχνολογίας Διανομής Περιεχομένου	61
6.5 Η λειτουργία του ECDN.....	61
6.5.1 Η λύση της Network Appliance's για ECDN	62
6.6 Νέες επιχειρησιακές εφαρμογές	65
6.7 Παράγοντες που οδηγούν την επέκταση του ECDN	66
6.8 Στόχοι της επιχείρησης για την Διανομή Περιεχομένου	66
Κεφάλαιο 7	
Περιγραφή εμπορικά διαθέσιμων λύσεων για την υλοποίηση Δικτύων Διανομής Περιεχομένου και υπηρεσίες που παρέχονται με μίσθωμα.....	68
7.1 Εμπορικά διαθέσιμες λύσεις Δικτύου Διανομής Περιεχομένου	68
7.2 CISCO CDN	69
7.3 Net App ECDN	71
7.4 NORTEL CDN.....	71
7.5 Mirror Image CDN.....	73
7.6 InterNAP CDN.....	73
7.7 NaviSite CDN.....	74
7.8 FS-CDN (Full Service Content Delivery Network)	75
Βιβλιογραφία.....	77

Εισαγωγή

Η εφαρμογή των δικτύων διανομής υπηρεσιών περιεχομένου, είναι ένα από τα καυτά θέματα στη δικτύωση. Το δίκτυο περιεχομένου είναι ένα υψηλού επιπέδου δίκτυο ικανό να διαχειριστεί αποτελεσματικά την παράδοση του στοιχείου, η οποία επεκτείνεται όλο και περισσότερο. Χτίστηκαν αρχικά πάνω από το δημόσιο Διαδίκτυο για να επιταχύνουν την απόδοση ιστοχώρων. Με την επιτυχία των δικτύων περιεχομένου, οι τεχνικοί δικτύων συνειδητοποίησαν ότι τα εργαλεία έξυπνων δικτύων θα μπορούσαν να εφαρμοστούν με άλλους ευεργετικούς και προσοδοφόρους τρόπους.

Διάφοροι ορισμοί υποστηρίζονται στην αγορά. Μερικοί άνθρωποι σκέφτονται ότι είναι η παράδοση του βίντεο ή της τηλεόρασης μέσω του Διαδικτύου ή τα ιδιωτικά δίκτυα. Άλλοι το καθορίζουν ως μετατροπή Ιστού ή μετατροπή περιεχομένου. Ακόμα άλλοι τον θεωρούν απλά ως τρόπο να βελτιωθεί η απόδοση ιστοχώρων. Η αλήθεια είναι, ότι είναι λίγο από όλα αυτά και κάποια άλλα. Ένα CDN είναι ένα δίκτυο που βελτιστοποιείται για να παραδώσει το συγκεκριμένο περιεχόμενο, όπως στατικές ιστοσελίδες, οι συναλλαγές βασισμένες στην ιστοσελίδα, τα streaming media ή ακόμα και το σε πραγματικό χρόνο βίντεο ή ήχο.

Ο σκοπός του είναι να δώσει γρήγορα στους χρήστες το πιο τρέχον περιεχόμενο σε ένα ιδιαίτερα διαθέσιμο βίντεο γραφικής παράστασης ή ροής. Ο σκοπός των CDN είναι να δοθεί γρήγορα στους χρήστες το πιο τρέχον περιεχόμενο με ένα νέο διαθέσιμο τρόπο. Μια περιοχή όπου το CDN έχει ήδη μια λογική επιχειρησιακή περίπτωση είναι στη βελτίωση απόδοσης ιστοσελίδων. Το κόστος, η διαθεσιμότητα ή η απόδοση εύρους ζώνης μπορούν να είναι πρόσθετος οδηγός επιχειρησιακής περίπτωσης για την επέκταση CDN. Με μια λέξη, ο στόχος είναι να ωθηθεί το περιεχόμενο κοντά στον χρήστη με την ελάχιστη πιθανότητα λανθάνουσας κατάστασης και να μεγιστοποιήσει τη διαθέσιμη ταχύτητα εύρους ζώνης.

Κεφάλαιο 1^ο

Περιγραφή του προβλήματος της Διανομής Περιεχομένου

Η συνεχής ανάπτυξη του διαδικτύου δημιούργησε την ανάγκη για παραγωγή αντιγράφων περιεχομένου που έχουν περιστασιακά ή σταθερά υψηλή ζήτηση, επειδή ο χρόνος ανάκτησης τους εξαρτάται κατά 80% από τον χρόνο μεταφοράς τους στο δίκτυο. Η πιο προφανής λύση για αυτό είναι η δημιουργία πλησιέστερων προς τον τελικό χρήστη αντιγράφων, που επιτρέπει την μείωση του χρόνου ανάκτησης της ζητούμενης πληροφορίας. Αυτή η πρακτική εφαρμόστηκε και εφαρμόζεται με πολλούς τρόπους στο

διαδίκτυο και περιγράφεται γενικότερα με τον όρο «διανομή περιεχομένου» (Content Delivery).

Σημαντικός παράγοντας για την μείωση του χρόνου ανάκτησης δεδομένων, είναι η αποτελεσματική καθοδήγηση του τερματικού σταθμού (client) του χρήστη σε ένα επιλεγμένο αντίγραφο της ζητούμενης πληροφορίας. Επιπλέον, η ύπαρξη πολλαπλών αντιγράφων ενός πληροφοριακού αντικειμένου μπορεί να αυξήσει την διαθεσιμότητα, δεδομένου ότι μειώνονται οι πιθανότητες να μην υπάρχουν διαθέσιμα αντίγραφα λόγω αστοχιών δικτύου ή εξυπηρετητών.

Η απαίτηση για πολλαπλά αντίγραφα εντείνεται από το γεγονός ότι οι περισσότεροι χρήστες του Διαδικτύου έχουν πρόσβαση σε αυτό μέσω κάποιου παρόχου υπηρεσιών διαδικτύου (Internet Service Provider -ISP), πράγμα το οποίο στην πράξη έχει τις εξής συνέπειες:

- Η μεταφορά δεδομένων εντός του δικτύου του παρόχου (π.χ. από εξυπηρετητές που ο πάροχος διαθέτει) είναι ασφαλέστερη, ταχύτερη και εγγυημένη.
- Η μεταφορά δεδομένων που βρίσκονται σε εξυπηρετητές εκτός του δικτύου του παρόχου (και κατά συνέπεια εκτός της δικαιοδοσίας του) γίνεται μέσω των γραμμών διασύνδεσής του με το Internet, απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο και είναι υποκείμενη σε οποιαδήποτε βλάβη ή υπερφόρτωση των συνδέσεων αυτών.

Πέραν των παραπάνω και καθώς το Διαδίκτυο χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο με σκοπό την ενημέρωση και την εκπαίδευση ή επιμόρφωση (μεταξύ άλλων), συχνά προκύπτουν ανάγκες για την παροχή περιεχομένου σε πολύ μεγάλο αριθμό χρηστών και σε περιορισμένο χρονικό διάστημα.

Ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιου περιεχομένου είναι:

- Οπτικό ή ακουστικό υλικό που συνοδεύει μια σημαντική είδηση που μόλις έχει ανακοινωθεί.
- Εκπαιδευτικό ή επιμορφωτικό υλικό για ένα εξ αποστάσεως μάθημα το οποίο μόλις έχει εκδοθεί (ή μόλις έχει αρχίσει το μάθημα επισήμως), όπως συμβαίνει συχνά σε περιβάλλοντα ασύγχρονης μάθησης

Τέτοιες περιπτώσεις που εμφανίζονται όλο και πιο συχνά, δεν καλύπτονται επαρκώς από τις διαδεδομένες πρακτικές ανάπτυξης δικτύων Internet από τους παρόχους υπηρεσιών δικτύου. Ο λόγος είναι ότι ο σχεδιασμός αυτών των δικτύων βασίζεται στην υπόθεση μεταξύ άλλων, ότι η χρήση των σπάνιων πόρων του (όπως είναι η διασύνδεση ενός παρόχου με το Διαδίκτυο) θα είναι ισορροπημένη σε χρονικό διάστημα μίας ημέρας (ή εβδομάδας ή μήνα), ως αποτέλεσμα της στατιστικής συμπεριφοράς του μεγάλου αριθμού χρηστών που συνδέονται στο Internet μέσω του παρόχου. Όταν όμως ένα πολύ μεγάλο (κατά περίπτωση) ποσοστό χρηστών επιθυμεί να έχει πρόσβαση σε υλικό το οποίο

παρέχεται από εξυπηρετητές εκτός της δικαιοδοσίας του, η διασύνδεσή του με το Διαδίκτυο υπερφορτώνεται, με αποτέλεσμα η ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας να μειώνεται για όλους τους χρήστες.

Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει ακόμη και στα μεγαλύτερα και καλύτερα σχεδιασμένα δίκτυα διεθνώς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η καθυστέρηση στην πρόσβαση στις ιστοσελίδες των μεγάλων ειδησεογραφικών οργανισμών (π.χ. CNN, BBC, κλπ.) όταν ανακοινώνεται μια μεγάλη διεθνής φυσική καταστροφή, πολιτικά γεγονότα παγκόσμιας σημασίας κλπ.

Η έννοια του Δικτύου Διανομής Περιεχομένου εξελίχθηκε για να επιταχύνει την παράδοση Web περιεχομένου, συναλλαγών και εφαρμογών. Μια πρώτη προσέγγιση αποσυμφόρησης του Διαδικτύου ήταν να τοποθετηθούν χιλιάδες servers στην «άκρη» των δικτύων σε όλο τον κόσμο, έτσι ώστε το περιεχόμενο να είναι τοποθετημένο κοντά στον τελικό χρήστη για να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την παράδοση του περιεχομένου. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν πολλές άλλες τεχνικές και εμπορικά διαθέσιμα σχετικά προϊόντα, μερικά από τα οποία θα παρουσιάζονται στο παρόν κείμενο.

Το Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου υποστηρίζει πολλές εφαρμογές συμπεριλαμβανομένης της διάδοσης εγγράφων (pdf, ppt, doc, κλπ.) των streaming media. Η διάδοση εγγράφων προσφέρει στις επιχειρήσεις την έγκαιρη παράδοση των μεγάλων αρχείων σε απομακρυσμένα γραφεία, μείωση των προβλημάτων και των δαπανών για υπηρεσίες δικτύου και βελτίωση της παραγωγικότητας των υπαλλήλων. Οι εφαρμογές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης με ηλεκτρονικά μέσα (e-learning) επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να μειώσουν σημαντικά τις δαπάνες με την προσφορά στους υπαλλήλους εταιρικής κατάρτισης και επικοινωνίας στους προσωπικούς τους υπολογιστές στο γραφείο τους χωρίς δαπάνες (π.χ ταξίδια και χαμένη παραγωγικότητα που συνδέεται χαρακτηριστικά με τις παραδοσιακές μεθόδους κατάρτισης).

Τέλος, η υλοποίηση CDN είναι σημαντική και για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα και τους φορείς παροχής υπηρεσιών (ISPs, ASPs, κ.λπ...) κλπ καθώς θα μπορούν υιοθετώντας τέτοιες λύσεις, να διαχειρίζονται το περιεχόμενο μαθημάτων είτε μέσω ενός απλού server (single web server) που θα είναι εγκατεστημένος στο ίδιο σύστημα με τη βασική διαχειριστική πλατφόρμα, είτε με εγκατάσταση σε άλλους servers και διανομή του περιεχομένου μέσα από μια ολοκληρωμένη δικτυακή λύση διανομής περιεχομένου και διατήρησης αντιγράφων ασφαλείας σε Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου ώστε να αξιοποιούν στοιχεία όπως η ασφάλεια από firewalls και η διαμοίραση του φόρτου (ζήτηση) στον καταλληλότερο κόμβο.

1.1 Χαρακτηριστικά ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου - Ορισμοί

Τα Δίκτυα Διανομής Περιεχομένου είναι συνολικά συστήματα που αποτελούνται από κατάλληλο υλικό (hardware), λογισμικό (software) και δικτυακές συνδέσεις, με σκοπό την βελτίωση της ταχύτητας πρόσβασης των χρηστών στην πληροφορία. Πριν αναφερθούν τα βασικά στοιχεία και χαρακτηριστικά των Δικτύων αυτών, γίνεται μια καταγραφή των ειδικών όρων που χρησιμοποιούνται σε ολόκληρο το κείμενο .

Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου είναι το σύνολο του υλικού, του λογισμικού και των δικτυακών συνδέσεων που υλοποιούν μια εφαρμογή διανομής περιεχομένου, όπως περιγράφηκε γενικά παραπάνω.

Περιεχόμενο είναι ένα αρχείο ή ένα σύνολο αρχείων που αποτελούν μια ενιαία οντότητα (αντικείμενο) πληροφορίας, τα οποία εισάγονται σε ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου για την βέλτιστη πρόσβαση του κοινού σε αυτό. Αναφέρεται και ως αντικείμενο περιεχομένου, αντικείμενο πληροφορίας ή πληροφορία με την γενικότερη έννοια. Με βάση τα παραπάνω, τα βασικά στοιχεία ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου είναι:

1. **Η πηγή του περιεχομένου:** Πρόκειται συνήθως για έναν εξυπηρετητή ο οποίος χρησιμοποιείται για την αρχική εισαγωγή του περιεχομένου στο δίκτυο από ένα άτομο επιφορτισμένο με αυτή τη διαδικασία. Στη συνέχεια αναλαμβάνει την προώθηση του περιεχομένου στους κόμβους διανομής. Αναφέρεται και ως κεντρικός εξυπηρετητής, ή σημείο εισαγωγής περιεχομένου. Διαθέτει κάποιου είδους διεπαφή (interface) που επιτρέπει την εισαγωγή αρχείων ή ενιαίων συνόλων από αρχεία και τον έλεγχο της αναμετάδοσης (διανομής) του περιεχομένου στους κόμβους διανομής .

2. **Οι κόμβοι διανομής του περιεχομένου:** Πρόκειται για εξυπηρετητές οι οποίοι κατανέμονται σε διάφορα σημεία του δικτύου (είτε εσωτερικά στο δίκτυο ενός ISP είτε σε δίκτυα διαφορετικών ISPs) και διαθέτουν λογισμικό διαμορφωμένο με κατάλληλο τρόπο ώστε να δέχονται τα αντικείμενα πληροφορίας (περιεχομένου) που προωθούνται σε αυτούς από την πηγή του περιεχομένου. Το υλικό (hardware) που περιλαμβάνουν είναι συνήθως υποδεέστερο αυτού που διαθέτει ο κεντρικός εξυπηρετητής και τις περισσότερες φορές οι κόμβοι είναι πανομοιότυποι για να διευκολύνεται η διαχείριση και η συντήρηση μεγάλου αριθμού εξ αυτών. Οι κόμβοι διανομής παρέχουν τα αντίγραφα της πληροφορίας προς τους χρήστες του δικτύου.

3. **Οι δικτυακές συνδέσεις:** Κάθε είδους διασύνδεση (είτε με απευθείας τηλεπικοινωνιακή γραμμή, είτε μέσω άλλων δικτύων) μεταξύ της πηγής του περιεχομένου και των κόμβων διανομής, η οποία χρησιμοποιείται για την μεταφορά του περιεχομένου.

4. **Ο μηχανισμός ανακατεύθυνσης (ή αναδιανομής):** ο όρος αυτός αφορά στο λογισμικό το οποίο αναλαμβάνει να κατευθύνει τον χρήστη (χωρίς αυτός να το αντιλαμβάνεται απαραίτητα) στον κατάλληλο κόμβο διανομής περιεχομένου ο οποίος του εξασφαλίζει τους καλύτερους όρους πρόσβασης στην πληροφορία που ζητά. Πρόκειται για το πιο κρίσιμο στοιχείο του Δικτύου Διανομής Περιεχομένου, γιατί από την σωστή

διαμόρφωσή του εξαρτάται η αποτελεσματικότητα του όλου μηχανισμού. Η λειτουργία του περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω. Η λειτουργία αυτή υλοποιείται συχνά από έναν εξυπηρετητή, και αυτός αναφέρεται στο κείμενο ως αναδιανομέας.

5. Οι τερματικοί σταθμοί : Είναι υπολογιστές ή άλλες συσκευές ανάκτησης πληροφορίας που διαθέτουν οι τελικοί χρήστες του περιεχομένου και συνδέονται στο Διαδίκτυο σε διάφορα σημεία αυτού. Ανάλογα με την τοπολογία σύνδεσής τους, ο μηχανισμός ανακατεύθυνσης καθορίζει τον πλησιέστερο σε αυτούς κόμβο διανομής περιεχομένου. Ο όρος «πλησιέστερος» δεν αφορά απαραίτητα γεωγραφική χωροθέτηση, αλλά αναφέρεται γενικά στην ευκολότερη πρόβαση στην πληροφορία μέσω του δικτύου. Αυτή μπορεί να παρέχεται και από εξυπηρετητές που είναι πιο απομακρυσμένοι γεωγραφικά από τον χρήστη, αλλά προσφέρουν ταχύτερη δικτυακή διασύνδεση με τον τερματικό σταθμό. Στη συνέχεια του κειμένου ο όρος τερματικός σταθμός θεωρείται ότι ταυτίζεται με έναν χρήστη.

Εν γένει, η λειτουργία της παραγωγής και διανομής αντιγράφων σε ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη: τον μηχανισμό ανακατεύθυνσης (ο οποίος υλοποιείται από τον αναδιανομέα) και την πολιτική ανακατεύθυνσης.

Ο μηχανισμός ανακατεύθυνσης (αναδιανομέας) επιτελεί κατά βάση δύο εργασίες:

α) Συλλέγει πληροφορίες για την κατάσταση των αντιγράφων και των κόμβων διανομής περιεχομένου. Οι πληροφορίες μπορεί να περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά φόρτου και ποιότητας υπηρεσίας του δικτύου. Κάθε αντίγραφο περιγράφεται από ένα σύνολο παραμέτρων που το χαρακτηρίζουν (τοποθεσία στο δίκτυο, ταχύτητα πρόσβασης, περιοχές δικτύου που εξυπηρετεί, κλπ.).

β) Απαντά στις εισερχόμενες αιτήσεις από τους τερματικούς σταθμούς. Κάθε αίτηση από ένα τερματικό σταθμό γίνεται με χρήση ενός φυλλομετρητή (http browser). Η κοινοποίηση της διεύθυνσης του τερματικού σταθμού όπως υλοποιείται από το πρωτόκολλο HTTP επιτρέπει τον καθορισμό από τον αναδιανομέα των αντιγράφων που είναι διαθέσιμα για το συγκεκριμένο χρήστη και τον προσδιορισμό του πιο πρόσφορου αντιγράφου πληροφορίας (και του αντίστοιχου κόμβου διανομής του περιεχομένου).

Εκτός από τις παραπάνω εργασίες, ο αναδιανομέας θα πρέπει να εκτελεί και ένα σύνολο από μη λειτουργικές απαιτήσεις.

Η βασικότερη από όλες είναι η «διαφάνεια» στους τελικούς χρήστες: εφόσον οι τελικοί χρήστες δεν γνωρίζουν ότι χρησιμοποιούν αντίγραφα του περιεχομένου, μπορούν να κάνουν χρήση της υπηρεσίας του περιεχομένου με τον ίδιο τρόπο που θα το έκαναν αν δεν υπήρχε το Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου. Όταν δεν υπάρχει διαφάνεια, οι αιτήσεις των χρηστών γίνονται σε καθορισμένα αντίγραφα της πληροφορίας και ο τερματικός σταθμός δεν μπορεί να εκμεταλλευθεί πιθανά εναλλακτικά αντίγραφα σε άλλες τοποθεσίες στο δίκτυο.

Μια άλλη σχετική απαίτηση, είναι ο αναδιανομέας να χρησιμοποιεί πρωτόκολλο δικτύου το οποίο είναι γνωστό στον τερματικό σταθμό. Επιπλέον, είναι επιθυμητό ο αναδιανομέας (ή το σύνολο αυτών αν είναι περισσότεροι του ενός) να μπορεί να εξυπηρετήσει μεγάλο αριθμό από τερματικούς σταθμούς και να παρουσιάζει χαρακτηριστικά καλής δυνατότητας κλιμάκωσης (scalability). Μια τελευταία απαίτηση, είναι ο μηχανισμός ανακατεύθυνσης από τον αναδιανομέα να είναι απλός στην χρήση και να μην βασίζεται σε ειδικό υλικό ή να απαιτεί ειδική υποδομή δικτύου.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, εκτός από τον μηχανισμό ανακατεύθυνσης, χρειάζεται και μια πολιτική ανακατεύθυνσης. Το βασικό χαρακτηριστικό της πολιτικής αυτής, είναι ότι πρέπει να είναι ακριβής. Θα πρέπει να υλοποιεί ένα μηχανισμό ο οποίος με βάση τα χαρακτηριστικά του δικτύου και τον φόρτο των αντιγράφων, να παρέχει το κατάλληλο σημείο αναδιανομής (κόμβο διανομής περιεχομένου).

Κεφάλαιο 2^ο

Κατηγορίες περιεχομένου και χρηστών που ωφελούνται από τα Δίκτυα Διανομής Περιεχομένου

2.1 Κατηγορίες περιεχομένου

Ο μεγαλύτερος όγκος πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο, διακινούνται σήμερα με χρήση του πρωτοκόλλου HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). Υπολογίζεται ότι ο διαθέσιμος όγκος πληροφορίας είναι μεγαλύτερος από 30.000.000.000 σελίδες, αλλά μόνο το 10-15% από αυτές είναι προσβάσιμες από το ευρύ κοινό και περιέχουν πληροφορίες ευρύτερου ενδιαφέροντος. Ένα τμήμα περιεχομένου από όλη την πληθώρα των διαθέσιμων πληροφοριών στο Διαδίκτυο είναι πρόσφορο να διανέμεται με συστήματα Δικτύων Διανομής Περιεχομένου (Content Delivery Networks -CDNs). Τα κριτήρια για τον καθορισμό του τμήματος αυτού είναι τρία:

1. Το μέγεθος του αρχείου ή του συνόλου αρχείων που απαρτίζουν το συγκεκριμένο αντικείμενο πληροφορίας. Αρχεία ή σύνολα αρχείων τα οποία έχουν μεγάλο μέγεθος προσφέρονται περισσότερο για διανομή μέσω τέτοιων δικτύων. Ο ορισμός της έννοιας «μεγάλο» είναι σχετικός και εξαρτάται από την μέση ταχύτητα πρόσβασης του κάθε χρήστη, αλλά σε γενικές γραμμές, οποιοδήποτε αντικείμενο έχει μέγεθος μεγαλύτερο των 100 KBytes και απαιτεί κατά μέσο 20 δευτερόλεπτα για την μεταφορά του μέσα από την πιο κοινή σύνδεση στο Διαδίκτυο (οικιακό modem με μέγιστη ταχύτητα 56 Kbps).

2. Η «αξία» (value) της πληροφορίας σε συνάρτηση με το χρόνο. Για παράδειγμα, μία σύντομη ταινία ενός λεπτού σχετικά με κάποιο ειδησεογραφικό γεγονός έχει μεγάλη

αξία λίγα λεπτά μετά το συμβάν, ενώ η αξία μειώνεται όσο περνάει ο χρόνος. Μετά από μερικούς μήνες αποθηκεύεται σε αρχείο. Τις χρονικές στιγμές λοιπόν που η αξία της πληροφορίας μεγαλώνει πολύ γρήγορα, δημιουργείται μεγάλη ζήτηση για πρόσβαση σε αυτήν, η οποία είναι συνήθως υπερβολική για την υπάρχουσα δικτυακή υποδομή, ειδικά όταν η τελευταία δεν έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί τέτοιες περιόδους πολύ υψηλής ζήτησης πληροφοριών. Άρα λοιπόν η χρήση των Δικτύων Διανομής Περιεχομένου μπορεί να καλύψει τέτοιες περιπτώσεις τη στιγμή που χρειάζεται, ενώ η μεταγενέστερη πρόσβαση στην (μειωμένης αξίας) πληροφορία να γίνεται από τυπικά συστήματα εξυπηρετητών HTTP.

3. Ιδιαιτερότητα στον τύπο του περιεχομένου, η οποία δεν του επιτρέπει να ενταχθεί στις κατηγορίες περιεχομένου που αποθηκεύονται από τυπικά συστήματα Proxy cache servers. Αυτό το κριτήριο συχνά συμπίπτει με το μέγεθος που προαναφέρθηκε (π.χ. πολλοί cache servers δεν αποθηκεύουν αντικείμενα από ένα μέγεθος και πάνω), αλλά μπορεί να αναφέρεται και στην συγκεκριμένη δομή που έχει ένα σύνολο διακριτών αρχείων που συμπεριφέρεται σαν ένα ενιαίο αντικείμενο πληροφορίας, όπως για παράδειγμα ένα εκπαιδευτικό πακέτο SCORM. Το πακέτο αυτό αποτελείται από πολλά αρχεία τα οποία πρέπει να διακινούνται και να διανέμονται όλα μαζί και όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, πράγμα που δεν μπορεί να συμβεί με τα τυπικά συστήματα Proxy cache που υπάρχουν σήμερα.

Για την καλύτερη αξιοποίηση των Δικτύων Διανομής Περιεχομένου, είναι λοιπόν απαραίτητο να καθοριστεί ο τύπος του περιεχομένου που θα διακινείται μέσα από αυτά. Η υλοποίησή των κόμβων διανομής περιεχομένου δεν μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας πανομοιότυπο υλικό (hardware) όπως και στην πηγή του περιεχομένου, λόγω αυξημένου κόστους. Οι κόμβοι διανομής περιεχομένου θα πρέπει να έχουν περιορισμένη αποθηκευτική χωρητικότητα και το υλικό που θα διακινείται μέσα από αυτούς να επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή εξοικονόμηση πόρων του δικτύου, χωρίς να υπερφορτώνονται οι κόμβοι διανομής.

Με βάση τα παραπάνω, καταγράφονται στην παρακάτω λίστα χαρακτηριστικά παραδείγματα περιεχομένου τα οποία προσφέρονται για διανομή μέσω Δικτύων Διανομής Περιεχομένου.

– Αρχεία πολυμέσων, αυτοτελούς μορφής (π.χ. audio ή video clip ή σύνολα φωτογραφιών) που αφορούν:

- Τρέχουσες ειδήσεις (δημοσιογραφία) - ενημέρωση.
- Νέες κυκλοφορίες δημοφιλών δημιουργών - ψυχαγωγία .
- Εξ' αποστάσεως μαθήματα - εκπαίδευση .
- Παρουσιάσεις προϊόντων και υπηρεσιών - επιχειρηματικότητα .

– Πακέτα εγκατάστασης λογισμικού :

- Ενημερωμένες εκδόσεις υπάρχοντος λογισμικού (updates, patches) .

- Αρχεία ενημέρωσης ιών,κακόβουλων προγραμμάτων .
- Αρχεία απαγορευμένων δικτυακών τόπων (για συστήματα ελέγχου περιεχομένου) .

–Εκπαιδευτικά πακέτα που διανέμονται κατά τη διάρκεια μαθημάτων από απόσταση:

- Πακέτα SCORM .
- Πακέτα IMS .
- Οποιοδήποτε εκπαιδευτικό υλικό αποτελείται από σύνολο αρχείων και διανέμεται ως ενιαία οντότητα (π.χ. συμπιεσμένο ZIP αρχείο) .

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την ικανοποίηση του δεύτερου κριτηρίου που αναφέρεται παραπάνω, έχει σημασία η καθορισμένη χρονική διάρκεια για το εξ αποστάσεως εκπαιδευτικό υλικό. Σε ότι αφορά μαθήματα τα οποία είναι «ανοιχτά» και χωρίς καθορισμένες ημερομηνίες, η ζήτηση που θα αναπτυχθεί για αυτά είναι λογικό να είναι ομαλά κατανομημένη σε χρονικό άξονα. Σε αντιπαράθεση με αυτό, έχει φανεί στην πράξη ότι το εκπαιδευτικό υλικό μαθημάτων που έχουν ημερομηνία έναρξης και ημερομηνία λήξης, εμφανίζει μεγάλη ζήτηση στην αρχή και στο τέλος της χρονικής περιόδου διεξαγωγής του μαθήματος.

2.2 Κατηγορίες χρηστών και εφαρμογών

Όσον αφορά τους χρήστες του Διαδικτύου, η εφαρμογή των τεχνολογιών Διανομής Περιεχομένου μπορεί να επιφέρει πολλαπλά ωφέλη. Τα κριτήρια για την ωφελιμότητα ανάγονται στην «συμπεριφορά» των χρηστών, στους τρόπους δηλαδή που χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο και τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες σε αυτό. Πέρα από τις γενικές περιπτώσεις περιεχομένου που αναφέρεται στην πλειοψηφία των χρηστών, μερικές από τις οποίες αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, υπάρχουν συγκεκριμένες εφαρμογές για μικρότερες ομάδες πληθυσμού, στις οποίες η χρήση Δικτύων Διανομής Περιεχομένου είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων είναι:

1. Άτομα που συνδέονται στο Διαδίκτυο από πολλά διαφορετικά σημεία λόγω της εργασίας τους, η οποία απαιτεί συχνές μετακινήσεις. Συχνά τα διαφορετικά αυτά σημεία έχουν διαφορετικές ταχύτητες σύνδεσης και προσφέρονται από διαφορετικούς παρόχους υπηρεσιών (ISPs). Η δυνατότητα για πρόσβαση στις πληροφορίες με ενιαίο τρόπο και σχετικά σταθερή απόδοση, είναι σημαντική για την διεκπεραίωση των ενεργειών που απαιτείται από αυτούς. Η ύπαρξη κόμβων διανομής περιεχομένου στα σημεία πρόσβασης καλύπτει αυτή την ανάγκη.

Τέτοιες κατηγορίες ατόμων είναι:

α. Δημοσιογράφοι που εξυπηρετούνται από δίκτυα διανομής ειδησεογραφικού

περιεχομένου και αρχείων ειδήσεων.

β. Στελέχη πωλήσεων που μετακινούνται συχνά και πρέπει να έχουν πρόσβαση σε εταιρικές πληροφορίες. Η εφαρμογή των Δικτύων Διανομής Περιεχομένου στο εσωτερικό δίκτυο μιας εταιρείας και σε υποκαταστήματά της, παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες σε αυτούς, ανεξάρτητα από το σημείο στο οποίο βρίσκονται.

2.Ομάδες ατόμων που κατανέμονται σε ευρείες γεωγραφικές περιοχές, αλλά έχουν κοινά ενδιαφέροντα και αντίστοιχα κοινές απαιτήσεις πρόσβασης στα ίδια αντικείμενα πληροφορίας.

Παραδείγματα είναι:

α. Το δίκτυο καταστημάτων μιας επιχείρησης. Τα υποκαταστήματα συνήθως έχουν χαμηλής ταχύτητας συνδέσεις με τα κεντρικά γραφεία, για λόγους οικονομίας. Η διανομή πληροφοριών και ανακοινώσεων προς τους υπαλλήλους και τους πελάτες της εταιρείας ή διαφημιστικών μηνυμάτων που προβάλλονται τοπικά, μπορεί να υλοποιηθεί με ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου, το οποίο θα δημιουργεί αντίγραφα της πληροφορίας σε ώρες χαμηλής χρήσης του δικτύου (π.χ. τη νύχτα) ώστε αυτές να είναι διαθέσιμες σε όλα τα υποκαταστήματα ταυτόχρονα, και χωρίς την ανάγκη συνεχούς μεταφοράς δεδομένων από τα κεντρικά γραφεία.

β. Οι εκπαιδευόμενοι σε ένα πρόγραμμα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Εξ ορισμού αυτή η ομάδα ατόμων είναι γεωγραφικά κατανεμημένη και εμφανίζει χαρακτηριστικά συγχρονισμένης συμπεριφοράς με την έννοια ότι η ανάρτηση ενός νέου τμήματος εκπαιδευτικού υλικού, δημιουργεί σε σύντομο διάστημα μεγάλη ζήτηση διακίνησης πληροφορίας από τους εξυπηρετητές του εκπαιδευτικού φορέα που παρέχει το υλικό. Η εφαρμογή Δικτύων Διανομής Περιεχομένου αποφορτίζει τους κεντρικούς εξυπηρετητές. Μπορεί επίσης να εφαρμοστούν τεχνικές προώθησης πληροφοριών, δηλαδή να δημιουργούνται τα αντίγραφα του εκπαιδευτικού υλικού στους κόμβους διανομής περιεχομένου προτού ανακοινωθεί η διάθεσή του υλικού, ώστε το Δίκτυο Διανομής να είναι έτοιμο να δεχτεί τα αιτήματα των χρηστών .

γ. Στην ίδια κατηγορία εμπίπτουν εφαρμογές διανομής περιεχομένου πολυμέσων για διαφημιστικούς σκοπούς. Εδώ δεν γίνεται λόγος για συγκεκριμένα άτομα αλλά για συσκευές προβολής ή απεικόνισης πληροφορίας. Παράδειγμα είναι η ανάρτηση επίπεδων οθονών σε δημόσιους χώρους, συνδεδεμένων με έναν τοπικό εξυπηρετητή (κόμβος διανομής περιεχομένου), ο οποίος λαμβάνει περιεχόμενο πολυμέσων από έναν κεντρικό εξυπηρετητή και το προβάλλει ανάλογα με ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα. Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται συνήθως μέσω συνδέσεων χαμηλής ταχύτητας. Ο διαχειριστής του συστήματος εισάγει ένα νέο αρχείο στον κεντρικό εξυπηρετητή και αυτός αναλαμβάνει να το προωθήσει προς τους κατά τόπους εξυπηρετητές διανομής περιεχομένου, μαζί με ένα πρόγραμμα προβολών (ποσοστό εμφάνισης κάθε διαφήμισης, ώρες εμφάνισης, κλπ.). Με

αυτό τον τρόπο μια εταιρεία μπορεί να ελέγξει εκατοντάδες σημεία προβολής διαφημίσεων από ένα μόνο κεντρικό σημείο.

Κεφάλαιο 3^ο

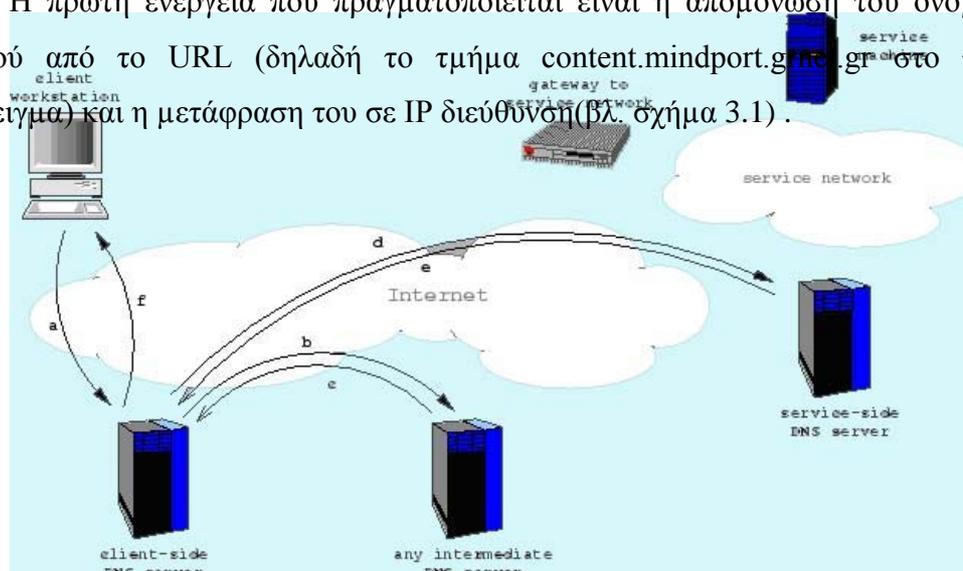
Υπάρχουσες τεχνολογίες Δικτύων Διανομής Περιεχομένου

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι βασικοί μηχανισμοί ανακατεύθυνσης που χρησιμοποιούνται σε ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου και οι οποίοι, όπως προαναφέρθηκε αποτελούν το κρισιμότερο σημείο υλοποίησης ενός τέτοιου δικτύου. Στη συνέχεια εξετάζονται υπάρχουσες λύσεις για την υλοποίηση ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου, κατ' αρχήν με λογισμικό ανοιχτού κώδικα και στη συνέχεια με εμπορικά διαθέσιμα συστήματα.

3.1 Μηχανισμοί ανακατεύθυνσης

Προτού μελετήσουμε τους διάφορους μηχανισμούς ανακατεύθυνσης θα δείξουμε τι συμβαίνει όταν ο τερματικός σταθμός αιτείται μια πληροφορία (περιεχόμενο) μέσω του φυλλομετρητή (browser) η οποία είναι γνωστή στον χρήστη με κάποια διεύθυνση (αναφέρεται ως URL-Uniform Resource Locator) της ενδεικτικής μορφής `http://content.mindport.grnet.gr/content/file1.html`. (Στην συνέχεια με τον όρο «πελάτη», θα θεωρούμε τον browser του τερματικού σταθμού). Για το παράδειγμα αυτό θεωρούμε ότι δεν υπάρχει διαμορφωμένο Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου.

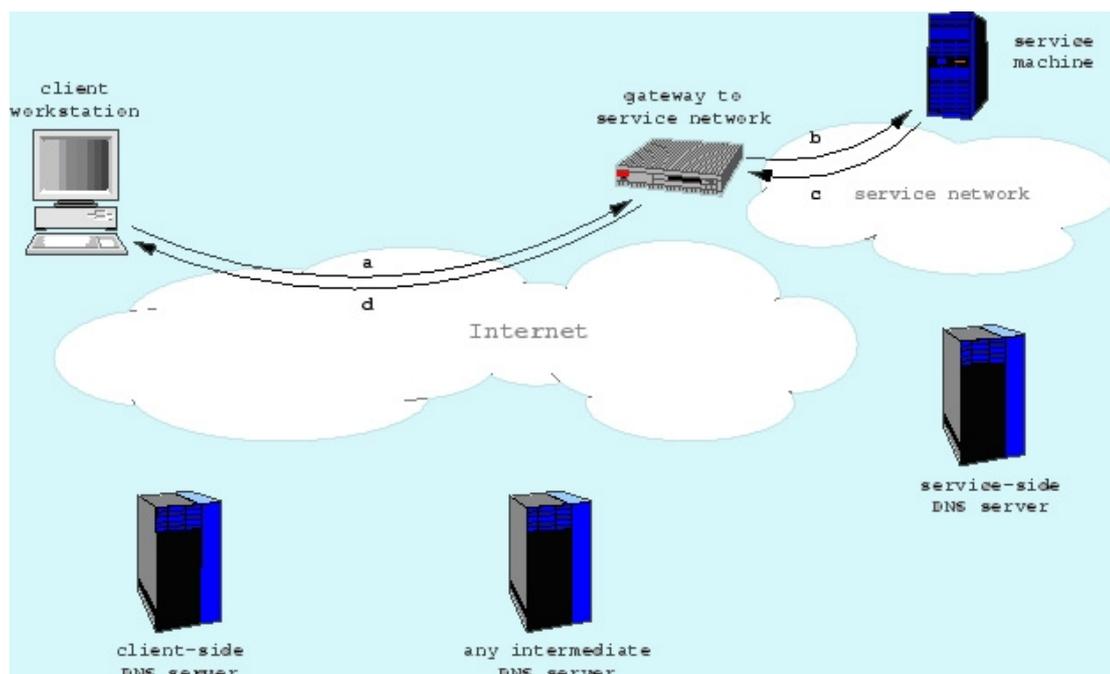
Η πρώτη ενέργεια που πραγματοποιείται είναι η απομόνωση του ονόματος του σταθμού από το URL (δηλαδή το τμήμα `content.mindport.grnet.gr` στο παραπάνω παράδειγμα) και η μετάφραση του σε IP διεύθυνση (βλ. σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1: Αποτίμηση διεύθυνσης από όνομα (DNS Resolving)

Η μετάφραση του ονόματος του σταθμού γίνεται για τον τερματικό σταθμό από τον εξυπηρετητή DNS (a) του τερματικού σταθμού. Ο εξυπηρετητής DNS επικοινωνεί με ενδιάμεσους εξυπηρετητές DNS για να εντοπίσει τον εξυπηρετητή DNS που έχει αποθηκευμένη την πληροφορία για την αντιστοίχιση του ονόματος content.mindport.grnet.gr με μία διεύθυνση IP (b,c). Στο τέλος επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή αυτό για την αποτίμηση της διεύθυνσης IP του εξυπηρετητή περιεχομένου (d,e), την οποία θα επιστρέψει στον τερματικό σταθμό.

Με την αποτίμηση της διεύθυνσης IP του σταθμού περιεχομένου, ο πελάτης θα δοκιμάσει μια σύνδεση TCP σε αυτόν (βλ. σχήμα 3.2). Ο πελάτης στέλνει τα πρώτα πακέτα απόπειρας σύνδεσης, τα οποία δρομολογούνται μέσω Internet και φτάνουν στον δρομολογητή πρόσβασης του προμηθευτή περιεχομένου (a) και τελικά στον εξυπηρετητή περιεχομένου (b). Εάν δεν συμβεί κάτι καταστροφικό, θα πραγματοποιηθεί η σύνδεση (c και d). Από αυτή την στιγμή, η σύνδεση μεταξύ του πελάτη και του εξυπηρετητή περιεχομένου θα γίνει μέσω της διαδρομής που φαίνεται στο σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2: Πραγματοποίηση σύνδεσης

Από την στιγμή που θα πραγματοποιηθεί η σύνδεση στον εξυπηρετητή περιεχομένου, ο πελάτης μπορεί να στείλει μια αίτηση HTTP η οποία περιέχει το URL του περιεχομένου (<http://content.mindport.grnet.gr/content/file1.pdf>). Ο εξυπηρετητής περιεχομένου (εν προκειμένω εξυπηρετητής HTTP) ελέγχει εάν διαθέτει το αρχείο και αν ναι, το επιστρέφει προς τον τερματικό σταθμό. Κατόπιν, αφού έχει τελειώσει η

εξυπηρέτηση του αιτήματος η σύνδεση TCP κλείνει. Εάν απαιτείται, η διαδικασία επαναλαμβάνεται για την μεταφορά εικόνων ή άλλων αρχείων.

Το σενάριο αυτό, το οποίο εφαρμόζεται δισεκατομμύρια φορές καθημερινά στο Διαδίκτυο, μπορεί να βελτιστοποιηθεί ως προς την πρόσβαση στο περιεχόμενο με τη χρήση ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου. Για να συμβεί αυτό, το πρώτο πράγμα που πρέπει να γίνει είναι η εγκατάσταση ενός μηχανισμού ανακατεύθυνσης (αναδιανομέα) ο οποίος θα αναλάβει την διαχείριση των κόμβων διανομής του περιεχομένου και την διαφανή εξυπηρέτηση του χρήστη. Επίσης, ο αρχικός εξυπηρετητής περιεχομένου, αποτελεί πλέον την Πηγή του Περιεχομένου και δεν θα είναι πλέον ο μοναδικός κάτοχος του αντικειμένου πληροφορίας που αναδιανέμεται μέσω του Δικτύου Διανομής Περιεχομένου.

Υπάρχουν τρία σημεία στα οποία μπορεί να τοποθετηθεί ο αναδιανομέας:

α) στον εξυπηρετητή περιεχομένου (οπότε και χαρακτηρίζεται ως αναδιανομή μέσω HTTP).

β) στον συνοριακό δρομολογητή του εξυπηρετητή περιεχομένου (χαρακτηρίζεται στη βιβλιογραφία ως μέθοδος “TCP Handoff”).

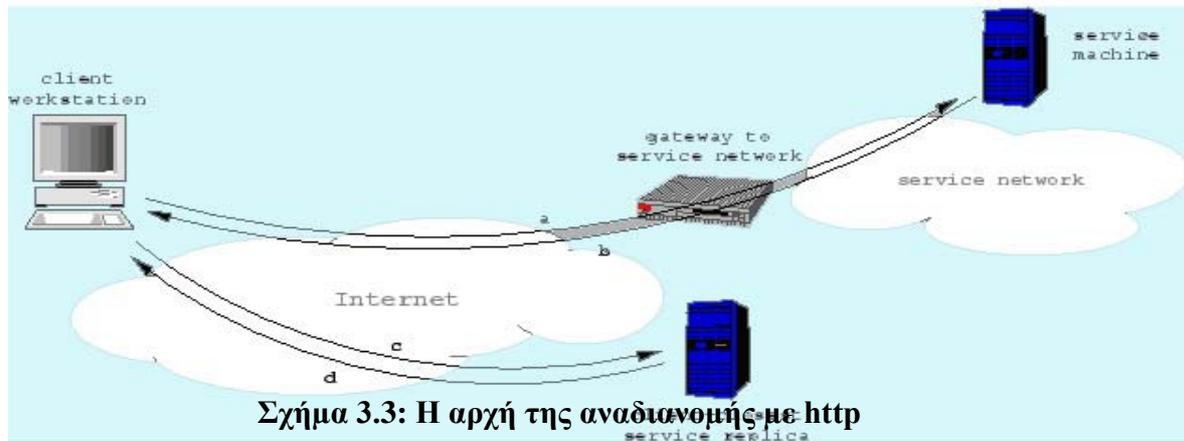
γ) στον εξυπηρετητή ονοματολογίας (DNS) για τον εξυπηρετητή περιεχομένου (χαρακτηρίζεται ως αναδιανομή μέσω DNS).

3.1.1 Αναδιανομή μέσω HTTP

Το πρωτόκολλο HTTP είναι ένα πρωτόκολλο εφαρμογής, το οποίο χρησιμοποιείται κατά βάση από τους browsers και τους εξυπηρετητές Web. Ο τρόπος λειτουργίας του πρωτοκόλλου είναι ο εξής: Κάθε αντικείμενο το οποίο πρόκειται να μεταφερθεί με το πρωτόκολλο HTTP ταυτοποιείται με την χρήση του Uniform Resource Locator (URL) της ενδεικτικής μορφής <http://content.mindport.grnet.gr/content/file1.html>.

Το URL περιέχει το όνομα του εξυπηρετητή Web και μια διαδρομή για τον εντοπισμό της τοποθεσίας του αντικειμένου στον εξυπηρετητή. Ο εξυπηρετητής ελέγχει το URL και εφόσον το αντικείμενο είναι διαθέσιμο, το επιστρέφει στον πελάτη. Το αντικείμενο μπορεί να περιέχει αναφορές σε άλλα αντικείμενα τα οποία μπορεί να ανακληθούν με παρόμοιο τρόπο. Αυτό που είναι σημαντικό είναι ότι, ο εξυπηρετητής αντί να απαντήσει στην αίτηση με το αντικείμενο (αρχείο) μπορεί να απαντήσει με ένα άλλο URL σε κάποια άλλη τοποθεσία που υπάρχει αντίγραφο του αντικειμένου. Ο εξυπηρετητής μπορεί επίσης να ξαναγράψει τους εσωτερικούς συνδέσμους links εντός του αντικειμένου του τύπου <http://content.mindport.grnet.gr/content/file1.html#bottom>, ώστε να δείχνουν εσωτερικά στο αντίγραφο.

Αυτές οι δυο ενέργειες συνιστούν «αναδιανομή», επειδή ο πελάτης (Web browser) χρησιμοποιεί με τα αντίγραφα που βρίσκονται σε κόμβους διανομής και όχι το περιεχόμενο που βρίσκεται στον κεντρικό εξυπηρετητή (βλ. σχήμα 3.3).



Το βασικό πλεονέκτημα της αναδιανομής με HTTP είναι ότι είναι εξαιρετικά εύκολη στην ανάπτυξη της. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό είναι ότι δεν απαιτούνται προνόμια διαχειριστή δικτύου για την λειτουργία του αναδιανομέα. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αναδεικνύουν την μέθοδο αναδιανομής με HTTP εξαιρετικά ελκυστική για μαζική χρήση.

Ο μηχανισμός της αναδιανομής με HTTP έχει αποδειχθεί αποδοτικός, αν και απαιτείται κάθε φορά η αρχική αίτηση να εξυπηρετηθεί από τον κεντρικό εξυπηρετητή περιεχομένου, ενώ όλες οι μετέπειτα κλήσεις γίνονται μεταξύ του πελάτη και του κόμβου διανομής που προσφέρει βέλτιστη επίδοση σε αυτόν (browser). Αναφορικά με την επίδοση σε θέματα επεκτασιμότητας η κατάσταση δεν είναι τόσο ιδεώδης. Ο λόγος είναι ότι η αρχική αίτηση γίνεται πάντα στον κεντρικό εξυπηρετητή. Εάν ο αρχικός αριθμός των αιτήσεων είναι μεγάλος, τότε είναι πιθανόν να δημιουργηθεί συμφόρηση στον εξυπηρετητή.

Το βασικό μειονέκτημα του παραπάνω μηχανισμού είναι η έλλειψη «διαφάνειας» όπως αυτή αναφέρθηκε παραπάνω. Με την λήψη ενός URL που να δείχνει σε αντίγραφο ο πελάτης ενημερώνεται (στην γραμμή διεύθυνσης του φυλλομετρητή) ότι το περιεχόμενο δεν παρέχεται σ' αυτόν από τον αρχικό εξυπηρετητή. Επιπλέον, ο πελάτης ενημερώνεται για ένα μόνο αντίγραφο και όχι για την ύπαρξη εναλλακτικών αντιγράφων στην περίπτωση που το αντίγραφο στο οποίο οδηγήθηκε δεν είναι διαθέσιμο. Για αυτούς τους λόγους, η αναδιανομή με HTTP δεν αποτελεί την βέλτιστη επιλογή.

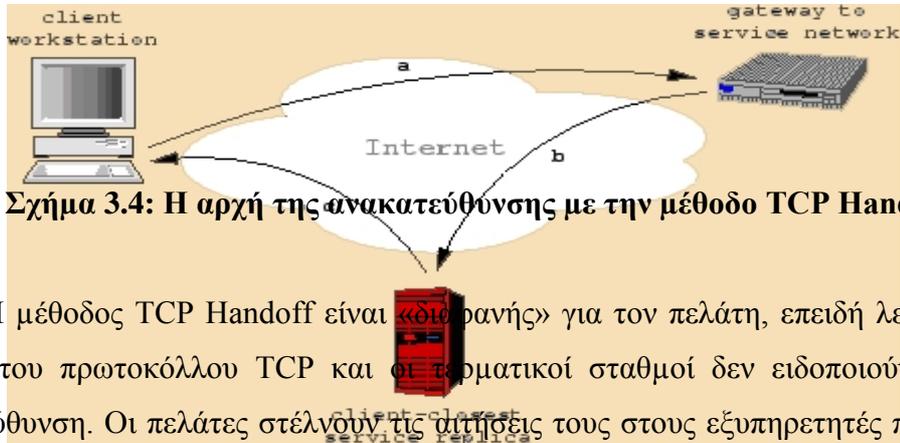
3.1.2 TCP Handoff

Το Transfer Control Protocol (TCP) είναι πρωτόκολλο 'stream' σε επίπεδο μεταφοράς το οποίο είναι εξαιρετικά διαδεδομένο στο διαδίκτυο. Μερικές φορές ονομάζεται TCP/IP εξαιτίας της στενής διασύνδεσης του με το IP, το οποίο είναι πρωτόκολλο δικτύου. Ένα TCP stream είναι διπλής φοράς και πραγματοποιείται μεταξύ δύο σταθμών. Κάθε σταθμός ταυτοποιείται με την διεύθυνση δικτύου (διεύθυνση IP) και την λογική θύρα (port) που χρησιμοποιεί, η οποία είναι ένας αριθμός από 0 έως 65535. Για παράδειγμα η επικοινωνία για το πρωτόκολλο HTTP γίνεται συνήθως από την θύρα 80.

Όλα τα δεδομένα που στέλνονται με χρήση του TCP μεταφέρονται σε κομμάτια που λέγονται segments (Τμήματα). Κάθε τμήμα αποτελείται από την επικεφαλίδα η οποία ορίζει τα τερματικά σημεία και από το φορτίο (payload), το οποίο αποτελείται από δεδομένα μιας εφαρμογής, με πιο κοινή περίπτωση μια εφαρμογή HTTP browsing . Το TCP προσφέρει μια αξιόπιστη μορφή επικοινωνίας με επιβεβαιώσεις λήψης πακέτων ή τμημάτων τους και αναμεταδόσεις σε περίπτωση απώλειας πακέτου ή τμήματος αυτού.

Κάθε τμήμα TCP δημιουργείται στη μηχανή που στέλνει τα δεδομένα. Τα δεδομένα της επικεφαλίδας δημιουργούνται από τον αποστολέα και μπορεί να τροποποιηθούν είτε από τον αποστολέα κατά βούληση είτε από κάποιο ενδιάμεσο. Σε αυτή την περίπτωση, παρατηρείται το φαινόμενο που αναφέρεται ως "IP spoofing". Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται από κακόβουλα στοιχεία κατά κόρον για την παραβίαση συστημάτων αλλά μπορεί κάλλιστα να αξιοποιηθεί για την υλοποίηση της ανακατεύθυνσης του τερματικού σταθμού σε ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου. Στην περίπτωση αυτή, είναι επιθυμητό να τροποποιηθεί η συμπεριφορά του συνοριακού δρομολογητή της υπηρεσίας, ώστε να κατευθύνει την κίνηση στους εξυπηρετητές αντιγράφων αντί για τους εξυπηρετητές περιεχομένου.

Ο ειδικός δρομολογητής (που αναφέρεται και ως Layer 7 switch) ελέγχοντας την επικεφαλίδα του πακέτου ανακατευθύνει την τελική κίνηση στον εξυπηρετητή αντιγράφου (κόμβος διανομής περιεχομένου). Ο εξυπηρετητής αντιγράφων τότε θα στείλει την απάντηση κατευθείαν στον πελάτη χωρίς να παρεμβαίνει ο ειδικός δρομολογητής. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιεί την τεχνική IP spoofing για να ξεγελάσει τον πελάτη, ότι οι απαντήσεις έρχονται δήθεν από τον κεντρικό εξυπηρετητή περιεχομένου (δες σχήμα 3.4). Είναι σημαντικό οι απαντήσεις για το πρώτο τμήμα του TCP να είναι συμβατές και για όλα τα επόμενα τμήματα μέχρι την λήξη της συνόδου TCP. Επιπλέον, θα πρέπει ο χειρισμός των αιτήσεων και των επιβεβαιώσεων να γίνεται από τον ειδικό δρομολογητή επειδή απευθύνονται στον τελικό εξυπηρετητή καταλόγου. Ο μηχανισμός αναφέρεται ως «TCP Handoff» και βασίζεται στην μεταφορά της εξυπηρέτησης της σύνδεσης TCP (μιας εφαρμογής) από τον εξυπηρετητή περιεχομένου σε έναν άλλο κόμβο διανομής περιεχομένου ο οποίος είναι πλησιέστερα προς τον πελάτη.



Σχήμα 3.4: Η αρχή της ανακατεύθυνσης με την μέθοδο TCP Handoff

Η μέθοδος TCP Handoff είναι «διόφανής» για τον πελάτη, επειδή λειτουργεί στο επίπεδο του πρωτοκόλλου TCP και οι εφαρμογικοί σταθμοί δεν ειδοποιούνται για την ανακατεύθυνση. Οι πελάτες στέλνουν τις αιτήσεις τους στους εξυπηρετητές περιεχομένου χωρίς να γνωρίζουν την ύπαρξη των ειδικών δρομολογητών ούτε των εναλλακτικών κόμβων διανομής περιεχομένου.

Η λειτουργία της ανακατεύθυνσης σε τόσο χαμηλό επίπεδο, απαιτεί την ύπαρξη δικτυακής δομής ειδικών ρυθμίσεων, η οποία είναι σχετικά περίπλοκη καθώς επίσης απαιτεί την τροποποίηση του λειτουργικού συστήματος του εξυπηρετητή αντιγράφων. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι, η μέθοδος δεν είναι αρκετά κλιμακώσιμη για μεγάλο αριθμό αιτήσεων, ειδικά όταν οι αιτήσεις έχουν να διασχίσουν μεγάλο αριθμό συνδέσμων ευρείας ζώνης (WAN links) προτού ανακατευθυνθούν. Τέλος, όπως και στην περίπτωση της αναδιανομής μέσω HTTP, δεν παρέχεται η δυνατότητα για παροχή περισσότερων της μίας τοποθεσίας αντιγράφων.

3.1.3 Αναδιανομή με χρήση DNS

Ο μηχανισμός Domain Name System (DNS) είναι μια κατακευματισμένη αρχιτεκτονική η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στο Διαδίκτυο και αποτελεί ένα από τα πιο κρίσιμα στοιχεία για την σωστή λειτουργία του. Πρακτικά χρησιμοποιείται για την μετάφραση ονομάτων σε IP διευθύνσεις και το αντίστροφο. Το DNS χρησιμοποιεί το δικό του πρωτόκολλο για την ανταλλαγή πληροφοριών με απώτερο σκοπό την αποτίμηση ονόματος σε διεύθυνση IP.

Μια τυπική περίπτωση αποτίμησης ονόματος είναι αυτή που ακολουθεί: Ο σταθμός επιθυμεί να επικοινωνήσει με ένα συγκεκριμένο εξυπηρετητή για τον οποίο γνωρίζει μόνο το όνομά του (π.χ. content.mindport.grnet.gr). Επικοινωνεί με τον τοπικό εξυπηρετητή DNS και αιτείται την αποτίμηση του εν λόγω ονόματος. Ο τοπικός εξυπηρετητής αναζητά στην τοπική μνήμη του (cache), και εάν βρεθεί η σχετική πληροφορία την επιστρέφει, διαφορετικά επικοινωνεί με άλλους εξυπηρετητές DNS ενεργώντας ως πελάτης DNS αιτούμενος την αποτίμηση της ερώτησης. Υπάρχουν δύο μέθοδοι για την αποτίμηση της ερώτησης.

Η πρώτη μέθοδος η οποία ονομάζεται επαναλαμβανόμενη (iterative) βασίζεται στο γεγονός ότι στον ενδιαμέσο εξυπηρετητή DNS θα επιστραφεί η απάντηση της αποτίμησης ή η διεύθυνση ενός άλλου εξυπηρετητή DNS στον οποίο θα επαναλάβει την ερώτηση. Αυτή η διαδικασία, θα επαναλαμβάνεται έως ότου ένας εξυπηρετητής DNS (πιθανότατα ο τελικός), που γνωρίζει την απάντηση, επιστρέψει την αποτίμηση.

Στην δεύτερη μέθοδο, ο τερματικός σταθμός (πελάτης) μεταβιβάζει την αίτηση για αποτίμηση σε ένα ενδιαμέσο εξυπηρετητή ονοματολογίας ο οποίος αναζητά τον υπεύθυνο τερματικό εξυπηρετητή ονοματολογίας (authoritative) που εξυπηρετεί την ζώνη. Σε αυτό τον (τελικό) εξυπηρετητή θα απευθυνθεί η ερώτηση αποτίμησης. Η αναζήτηση του υπεύθυνου εξυπηρετητή γίνεται με αναδρομικό τρόπο. Οι αναδρομικές ερωτήσεις καταλήγουν στον υπεύθυνο τερματικό εξυπηρετητή ονοματολογίας (authoritative) που εξυπηρετεί την ζώνη. Η ερώτηση αποτιμάται, αποθηκεύεται τοπικά (στην cache) και επιστρέφεται στον πελάτη.

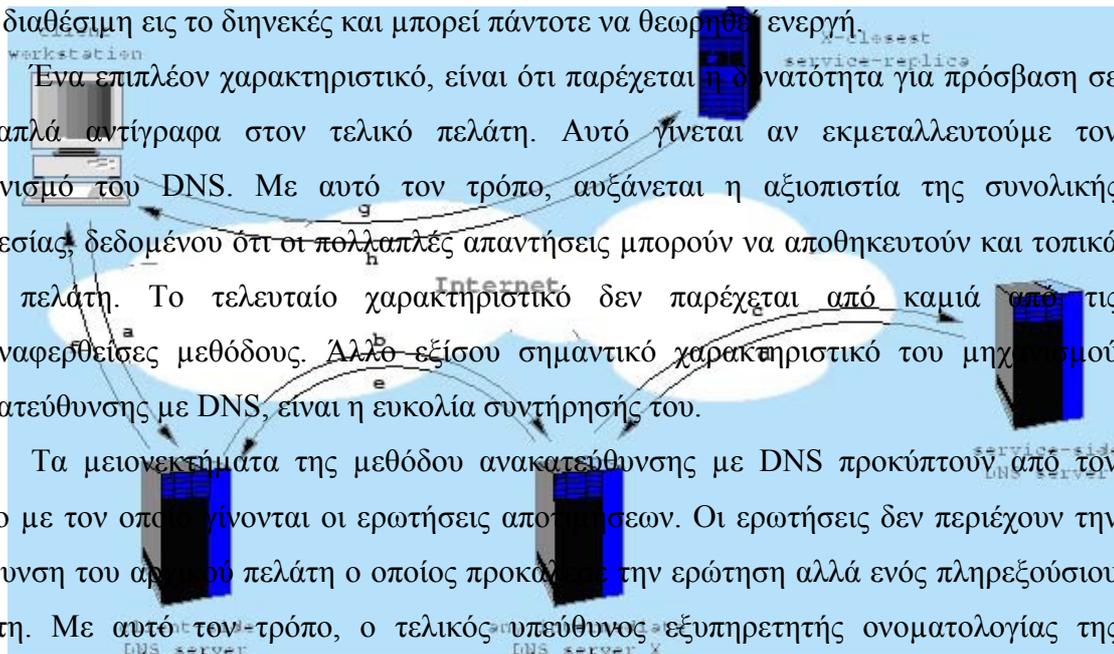
Ο τελικός υπεύθυνος εξυπηρετητής DNS μπορεί να απαντήσει με την διεύθυνση ενός κόμβου διανομής περιεχομένου αντί της διεύθυνσης του κεντρικού εξυπηρετητή περιεχομένου (βλ. σχήμα 3.5). Εφόσον ο τερματικός σταθμός (πελάτης) χρησιμοποιεί ονοματολογία DNS για να προσεγγίσει το περιεχόμενο, και όχι διευθύνσεις δικτύου (σε αριθμητική μορφή), η μέθοδος ανακατεύθυνσης θα λειτουργεί συστηματικά.

Η ανακατεύθυνση με χρήση του DNS παρουσιάζει μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα. Το πλέον σημαντικό είναι ότι επιτυγχάνει διαφάνεια ταυτόχρονα με την επίτευξη δυνατότητας κλιμάκωσης. Η διαφάνεια επιτυγχάνεται επειδή οι πελάτες δεν μπορούν να αναγνωρίσουν εάν η διεύθυνση στην οποία συνδέονται ανήκει στον κεντρικό εξυπηρετητή περιεχομένου ή σε έναν κόμβο διανομής που διαθέτει αντίγραφα του περιεχομένου. Η δυνατότητα κλιμάκωσης επιτυγχάνεται από την γενικευμένη χρήση του DNS ως de facto standard για την αναγνώριση διευθύνσεων στο διαδίκτυο. Δεν νοείται δηλαδή υλοποίηση υπηρεσίας ή εγκατάσταση εξυπηρετητή αν δεν ρυθμιστεί κατάλληλα το DNS ώστε αυτός να είναι προσβάσιμος. Κατά συνέπεια, το DNS είναι μία υπηρεσία που είναι διαθέσιμη εις το διηνεκές και μπορεί πάντοτε να θεωρηθεί ενεργή.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό, είναι ότι παρέχεται η δυνατότητα για πρόσβαση σε πολλαπλά αντίγραφα στον τελικό πελάτη. Αυτό γίνεται αν εκμεταλλευτούμε τον μηχανισμό του DNS. Με αυτό τον τρόπο, αυξάνεται η αξιοπιστία της συνολικής υπηρεσίας, δεδομένου ότι οι πολλαπλές απαντήσεις μπορούν να αποθηκευτούν και τοπικά στον πελάτη. Το τελευταίο χαρακτηριστικό δεν παρέχεται από καμιά από τις προαναφερθείσες μεθόδους. Άλλο εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό του μηχανισμού ανακατεύθυνσης με DNS, είναι η ευκολία συντήρησής του.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου ανακατεύθυνσης με DNS προκύπτουν από τον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι ερωτήσεις αποστολέων. Οι ερωτήσεις δεν περιέχουν την διεύθυνση του αρχικού πελάτη ο οποίος προκάλεσε την ερώτηση αλλά ενός πληρεξουσίου πελάτη. Με αυτό τον τρόπο, ο τελικός υπεύθυνος εξυπηρετητής ονοματολογίας της υπηρεσίας περιεχομένου δεν γνωρίζει τον αρχικό πελάτη αλλά τον ενδιάμεσο εξυπηρετητή DNS. Με αυτή την έννοια, γίνεται εκτίμηση της θέσης του πελάτη από την χρήση του ενδιάμεσου εξυπηρετητή DNS. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι το 60-64 % των τερματικών σταθμών χρησιμοποιούν τους εξυπηρετητές DNS της περιοχής τους. Κατά συνέπεια, η ακρίβεια εντοπισμού της θέσης είναι σχετική και παραπέμπει στην περιοχή που θα γίνει η ανακατεύθυνση.

Ένα άλλο σχετικό πρόβλημα με το θέμα της ακρίβειας, προκύπτει με την χρήση της αναδρομικής μεθόδου των αποτιμήσεων. Σε αυτή την περίπτωση, ο υπεύθυνος εξυπηρετητής ονοματολογίας που είναι πλησίον του εξυπηρετητή περιεχομένου, γνωρίζει μόνο την διεύθυνση (θέση) του ενδιάμεσου (και μάλλον του προηγούμενου στην αλυσίδα) εξυπηρετητή DNS και όχι του αρχικού εξυπηρετητή DNS και ακόμη λιγότερο του αρχικού πελάτη (βλ. σχήμα 3.6). Υπάρχει λοιπόν μια αβεβαιότητα σχετικά με την θέση του αρχικού πελάτη.



Σχήμα 3.6: Ανακατεύθυνση με DNS

Η μόνη βοήθεια στην επίλυση αυτού του θέματος προκύπτει από τις ευρέως διαδεδομένες βέλτιστες και πρακτικές οδηγίες στην χρήση DNS, όπου αναφέρεται μεταξύ άλλων ότι η χρήση αναδρομικών ερωτήσεων πρέπει να υλοποιείται μόνο εντός περιοχών (τμημάτων) του Διαδικτύου οι οποίες ανήκουν στη δικαιοδοσία ενός και μόνο φορέα.

Ένα άλλο πιθανό πρόβλημα, πηγάζει από την προσωρινή αποθήκευση των αποτιμήσεων του DNS. Για την αποφυγή της συχνής επικοινωνίας των πελατών με τον υπεύθυνο εξυπηρετητή DNS του κεντρικού εξυπηρετητή περιεχομένου, οι αποτιμήσεις αποθηκεύονται στη μνήμη του τοπικού (πλησιέστερου στον πελάτη) εξυπηρετητή DNS και παραμένουν ενεργές για ένα χρονικό διάστημα ίσο με την παράμετρο TTL (Time To Live). Το διάστημα αυτό είναι προκαθορισμένο από τον υπεύθυνο εξυπηρετητή DNS του κεντρικού εξυπηρετητή. Η παράμετρος TTL ρυθμίζει το μέγιστο χρονικό διάστημα που η απάντηση θα μείνει καταχωρημένη τοπικά και θα αποδίδεται σε τυχόν αιτήσεις αποτίμησης χωρίς την παραπέρα προώθηση της αίτησης. Με αυτόν τρόπο, μειώνεται ο χρόνος αποτίμησης και κατά συνέπεια ο χρόνος πραγματοποίησης της σύνδεσης.

Γενικά, δεδομένου ότι οι εγγραφές για τα ονόματα δεν μεταβάλλονται συχνά, προτείνεται ο χρόνος TTL να είναι 3 μέρες με μέγιστο μια εβδομάδα. Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι ότι οι απαντήσεις δεν έχουν ένα αντικειμενικά καθορισμένο χρόνο ισχύος και εγκυρότητας και μπορεί να συμβεί η ανακατεύθυνση να παραπέμπει είτε σε στοιχεία παρωχημένα είτε σε στοιχεία που δεν υπάρχουν. Γενικά, δεν υπάρχει κάποια βέλτιστη τιμή του TTL που να συμβιβάζει την ακρίβεια των απαντήσεων σε σχέση με την επιτάχυνση που προσφέρεται από την τοπική αποθήκευσή τους. Σχετικές μελέτες έχουν δείξει ότι τιμές TTL ~ 10 min αποτελούν ένα λογικό.

Ένα μικρότερο πρόβλημα προκύπτει από την χρήση TCP port, για τον εξυπηρετητή περιεχομένου. Σε αυτή την περίπτωση, όλα τα αντίγραφα θα πρέπει να είναι προσβάσιμα

μέσω της ίδιας θύρας. Συνολικά, η ανακατεύθυνση με DNS παρουσιάζεται σχετικά δυσχερής για την εξυπηρέτηση διαφορετικών πρωτοκόλλων μεταφοράς (π.χ. ftp) και για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται κυρίως σε Δίκτυα Διανομής Περιεχομένου που διαθέτουν αντικείμενα πληροφορίας μέσω HTTP (Web browsing).

3.2 Υλοποίηση αναδιανομής μέσω HTTP με λογισμικό HTTP Proxy Cache (Squid)

Η ανάγκη της Διανομής Περιεχομένου μπορεί καταρχήν να εξυπηρετηθεί με την εγκατάσταση υλικού το οποίο έχει ενεργοποιημένο το λογισμικό Squid για την εξυπηρέτηση των κλήσεων πρωτοκόλλου http των πελατών. Το λογισμικό Squid είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα (Open Source), ελεύθερο προς χρήση και είναι προεγκατεστημένο στις περισσότερες υλοποιήσεις λειτουργικών συστημάτων ανοιχτού κώδικα (π.χ. Linux).

Το Squid υλοποιεί μια μνήμη αρχείων που έχουν ζητηθεί, αποθηκεύοντας αυτά τα αρχεία σε σκληρούς δίσκους, παρέχοντάς τα στον χρήστη κάθε επόμενη φορά που ζητούνται, χωρίς να απαιτείται εκ νέου μεταφορά από τον αρχικό εξυπηρετητή και τηρώντας στοιχεία που αφορούν τη συχνότητα ζήτησης κάθε αρχείου και το χρόνο παραμονής του στη μνήμη. Προσαρμόζει επίσης τη συμπεριφορά του ανάλογα με την παράμετρο TTL του ονόματος μιας δικτυακής τοποθεσίας, όπως αυτή παρέχεται από το DNS και περιγράφηκε παραπάνω.

Είναι δυνατό να αποθηκευτούν απαντήσεις (π.χ. στην cache) με στατικά αντικείμενα, δηλαδή κείμενα text και αρχεία (π.χ. αρχεία ήχου/video κλπ.). Η αποθήκευση δυναμικών αντικειμένων (δηλαδή σελίδων με δυναμικό περιεχόμενο) παρουσιάζει δυσκολία στην εξυπηρέτηση από τους cache servers. Το ελάχιστο που μπορεί να γίνει, είναι να εξυπηρετούνται μέσα από τις δυναμικές σελίδες, αναφορές (σύνδεσμοι) σε αντικείμενα που είναι στατικά και τα οποία είναι προσβάσιμα στη μνήμη του συστήματος.

Η χρήση του συστήματος ως τμήματος μιας αρχιτεκτονικής Δικτύου Διανομής Περιεχομένου στηρίζεται στην ικανότητά του να υλοποιήσει τους λεγόμενους μηχανισμούς ασύγχρονου εμπλουτισμού. Συγκεκριμένα, ένας εξυπηρετητής που λειτουργεί ως proxy cache, αναλαμβάνει το ρόλο ενός κόμβου διανομής περιεχομένου και λαμβάνει (εμπλουτίζεται με) αντικείμενα πληροφορίας που έχουν αποθηκευτεί στον κεντρικό εξυπηρετητή (πηγή του περιεχομένου), χωρίς αυτά να έχουν ζητηθεί από κανένα χρήστη ακόμη και μάλιστα σε χρονικά διαστήματα κατά τα οποία το δίκτυο δεν χρησιμοποιείται πολύ για την εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων (εξού και ο όρος «ασύγχρονος»). Ο ασύγχρονος αυτός μηχανισμός εμπλουτισμού της μνήμης ενός Proxy Server ονομάζεται «prefetching». Έχουν γίνει εκτεταμένες έρευνες στην λειτουργία του prefetching, στις οποίες αναφέρεται ότι ο μηχανισμός αυτός επιφέρει μείωση του χρόνου

δημιουργίας πολλαπλών αντιγράφων σε ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου που μπορεί να φτάσει μέχρι 60%. Ο μηχανισμός του ασύγχρονου εμπλουτισμού για να μπορέσει να λειτουργήσει στο πλαίσιο ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου, πρέπει να συνδυαστεί με κάποιο μηχανισμό ανακατεύθυνσης από τους προαναφερθέντες.

3.3 Υλοποίηση ανακατεύθυνσης DNS με χρήση του BIND

Το BIND είναι ένα πακέτο λογισμικού που είναι το de facto standard υλοποίησης ενός εξυπηρετητή DNS στο Διαδίκτυο. Χρησιμοποιείται ως λογισμικό αναφοράς από κάθε άλλη υλοποίηση του πρωτοκόλλου DNS. Το BIND είναι, όπως και το προαναφερθέν Squid, λογισμικό ανοιχτού κώδικα, ελεύθερο προς χρήση. Η τελευταία έκδοση του BIND (έκδοση 9.0 και μεταγενέστερες) επέτρεψε την υλοποίηση του χαρακτηριστικού View. Το χαρακτηριστικό View επιτρέπει την διαφορετική αναπαράσταση της ίδιας βασικής πληροφορίας (π.χ. ονομάτων και διευθύνσεων IP) σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα τα οποία ονομάζονται «όψεις».

Το χαρακτηριστικό της «όψης» επιτρέπει την παραμετροποίηση όλης της λειτουργικότητας του εξυπηρετητή DNS με βάση την διεύθυνση IP της πηγής δηλαδή του πελάτη που στέλνει την ερώτηση. Οι όψεις ως χαρακτηριστικό δεν είναι κάτι το εξεζητημένο, αντίθετα μπορεί να είναι χρήσιμο π.χ. σε περιπτώσεις αποκομμένων LAN με Firewall όπου οι σταθμοί στην εσωτερική πλευρά του firewall είναι επιθυμητό να έχουν διαφορετική άποψη των διευθύνσεων IP των εξυπηρετητών από ότι έχουν οι σταθμοί εκτός του Firewall (π.χ. όλο το διαδίκτυο). Με χρήση των χαρακτηριστικών των View δίνεται η δυνατότητα για γεωγραφική αποτίμηση των ονομάτων DNS ανάλογα με την διεύθυνση IP του τερματικού σταθμού που κάνει την ερώτηση.

Κεφάλαιο 4^ο

Προδιαγραφές ολοκλήρωσης των προτεινόμενων συστημάτων Δικτύου Διανομής Περιεχομένου και πλατφόρμας τηλεκπαίδευσης

4.1 Προσεγγίσεις στην οικοδόμηση CDNs

Υπάρχουν δύο γενικές προσεγγίσεις στην οικοδόμηση CDNs. Κάποιο είναι πρότυπο επικαλύψεων, το οποίο αντιγράφει το περιεχόμενο σε χιλιάδες εξυπηρετητές (Servers) παγκοσμίως. Ειδικοί servers σε διάφορα σημεία στο δίκτυο χειρίζονται την διανομή των συγκεκριμένων τύπων περιεχομένων, όπως Web graphics ή streaming video. Ο πυρήνας της υποδομής δικτύου, συμπεριλαμβανομένου τους routers και τους switches,

δεν παίζουν κανένα ρόλο στην διανομή περιεχομένου, παρέχουν ταχύτερη συνδετικότητα ή ίσως εγγυώνται ποιότητα υπηρεσίας (QoS) για συγκεκριμένο τύπο κυκλοφορίας .

Τα καλά παραδείγματα είναι τα CDNs που επεκτείνονται από τις επιχειρήσεις όπως Akamai, Digital Island και Speedera.

Μια άλλη προσέγγιση είναι το πρότυπο δικτύων, που επεκτείνει τον κώδικα στους routers και τους switches έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωρίσουν τους συγκεκριμένους τύπους εφαρμογής και να λάβουν τις αποφάσεις βάσει των προκαθορισμένων πολιτικών. Τα παραδείγματα αυτής της προσέγγισης περιλαμβάνουν τις συσκευές που ανακατευθύνουν τα αιτήματα για περιεχόμενα στις τοπικές caches ή την κυκλοφορία των switches, που μπαίνει στα κέντρα στοιχείων στους συγκεκριμένους Servers και βελτιστοποιούνται για να εξυπηρετήσουν ορισμένους τύπους περιεχομένου.

Μερικά σχέδια παράδοσης περιεχομένου χρησιμοποιούν τα δίκτυα και τις προσεγγίσεις επικαλύψεων. Το IP Multicast διανομής είναι ένα καλό παράδειγμα μιας προσέγγισης βασισμένης σε δίκτυο για την βελτιστοποίηση της παράδοσης των συγκεκριμένων τύπων περιεχομένου.

Γενικά, σκεφτόμαστε ότι τα CDNs χρησιμοποιούν το πρότυπο επικαλύψεων. Ένα CDN μπορεί να θεωρηθεί ως δίκτυο επικαλύψεων που χτίζεται για να παραδώσει το περιεχόμενο σε ένα διανεμημένο ακροατήριο, το οποίο κατασκευάζεται ως στρώμα πάνω από την υποδομή δικτύων. Η υποδομή δικτύων περιέχει τα τμήματα μεταφορών μέσω δικτύου, όπως η δρομολόγηση IP, QoS, multicasting και BGP αναζήτηση.

4.2 Υπάρχουσες τεχνολογίες και αρχιτεκτονική CDN's

Οι φορείς παροχής υπηρεσιών περιεχομένου δικτύωσης, στρέφονται να χτίσουν έξω τις υποδομές δικτύων τους με τις ακόλουθες λειτουργίες CDN:

- Μεγάλα ποσά αρχικής και back-up χωρητικότητα αποθήκευσης .
- Backup, Mirroring και διαχείριση πληροφοριών μεταξύ αρχείων servers.
- Αναγνώριση/διαχείριση περιεχομένου στους δρομολογητές δικτύων που είναι ενήμεροι για τα περιεχόμενα.
- Διανομή του περιεχομένου κοντά στο χρήστη.
- Παράδοση ευρέως/Multicast/Ροής(Streaming).
- Δυνατότητα να παραδοθούν οι υπηρεσίες όπως η επαναδιαμόρφωση σελίδων για τους ασύρματους browsers.

Εάν κάνουμε ανατομία σ' ένα CDN, θα μπορούσαμε να σκεφτούμε ότι αποτελείται από τρεις ανεξάρτητες δομικές μονάδες εκτός από την υποδομή δικτύου:

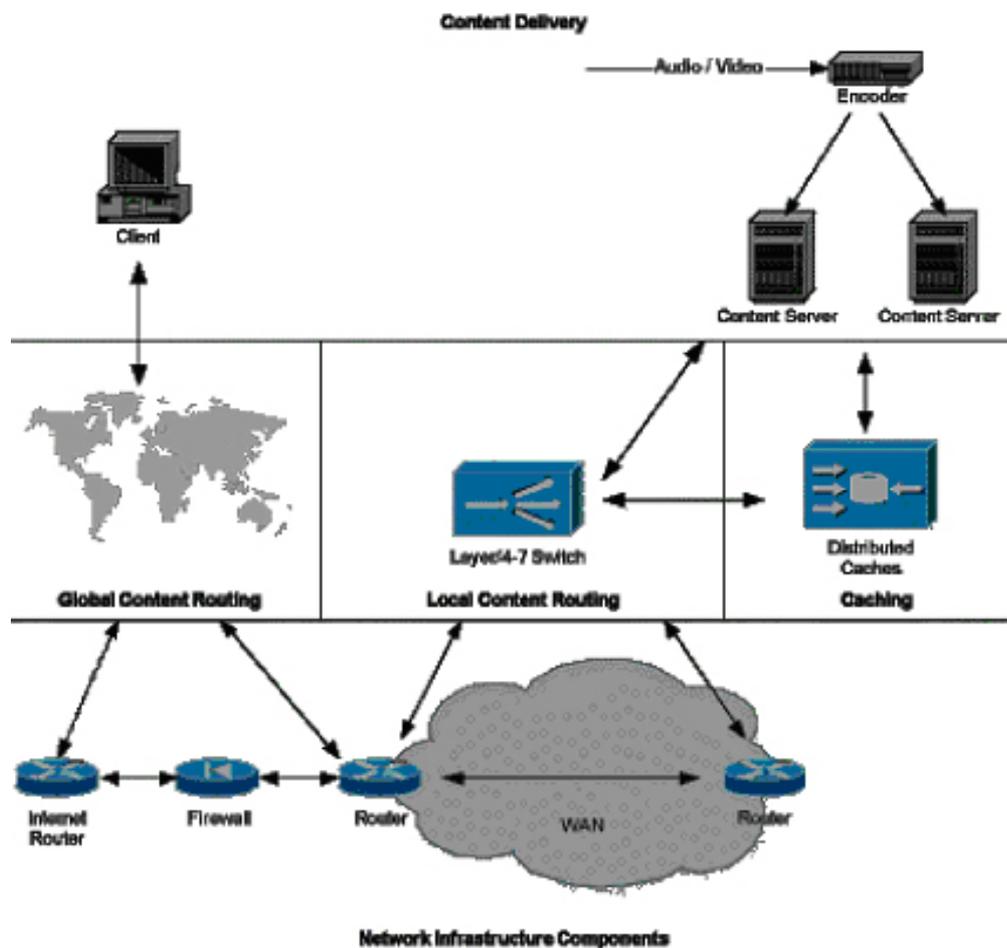
1.Δρομολόγηση Περιεχομένου - Αποτελείται από τις τεχνολογίες για να ταιριάζει με τους τελικούς χρήστες το σωστό περιεχόμενο από την σωστή θέση, δηλ. DNS

ανακατεύθυνση, Layer / 4-7 που μεταστρέφει και WCCP (WCCP, ή Web Cache Communication Protocol), Πρωτόκολλο Επικοινωνίας Cache Ιστού, σχεδιάστηκε από την Cisco για την επικοινωνία Cisco δρομολογητών και caches.

2.Παράδοση Περιεχομένου- Αφορά όλη την εργασία του περιεχομένου, από την κωδικοποίηση και την τοποθέτηση δεικτών στην παράδοση και πώς να εξασφαλίσει και να διαχειριστεί το περιεχόμενο.

3.Μέτρηση Απόδοσης - Ο πελάτης που χρησιμοποιεί την υπηρεσία χρειάζεται την ανατροφοδότηση στην απόδοση του CDN.Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση των εσωτερικών τεχνολογιών μέτρησης καθώς επίσης και των εξωτερικών υπηρεσιών όπως οι εκτιμήσεις MediaMetrics ή Nielsen .

Το σχήμα 4.1 επεξηγεί την σχέση μεταξύ αυτών των συστατικών και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για να προσφέρουν αυτές τις υπηρεσίες:



Σχήμα 4.1:Συστατικά Υποδομής Δικτύου

4.3 Δρομολόγηση περιεχομένου

Οι τεχνολογίες της Δρομολόγησης Περιεχομένου εξετάζουν την παράδοση του περιεχομένου από την πιο κατάλληλη θέση στον πελάτη που το ζητά . Όταν

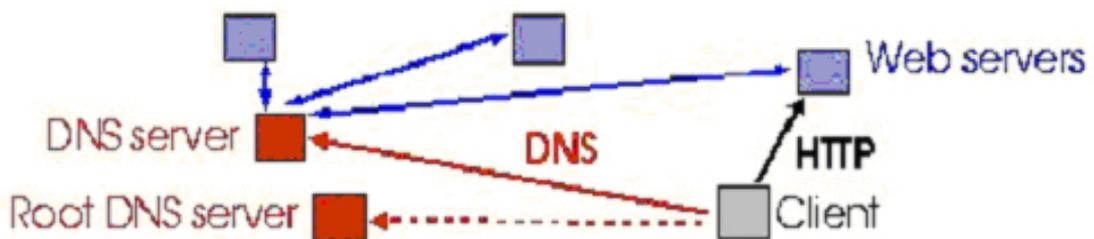
αποφασίστηκε η πιο κατάλληλη θέση, υπήρχαν αρκετές διαφορετικές μετρικές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν αυτή την απόφαση. Αυτές οι μετρικές είναι:

- **Εγγύτητα δικτύων** - Οι πληροφορίες της εγγύτητας δικτύων παράγονται χαρακτηριστικά μέσω των πινάκων δρομολόγησης δικτύων, όπως η τεχνική που χρησιμοποιείται σε BGP (Πρωτόκολλο Πυλών Συνόρων).
- **Γεωγραφική εγγύτητα** - Χρησιμοποιείται για να επαναπροσανατολίσει όλους τους χρήστες μέσα σε μια ορισμένη περιοχή σε ένα POP.
- **Χρόνος απόκρισης** – Ο redirector θα μπορούσε να διατηρήσει τη γνώση του χρόνου απόκρισης στα POPs, κατά συνέπεια ανακατευθύνοντας πάντα σε αυτό με την χαμηλότερη λανθάνουσα κατάσταση.
- **Τύπος χρηστών** - Π.χ, η πληρωμή του πελάτη παίρνει την πρόσβαση στην καλύτερη υπηρεσία από ότι δωρεάν. Οι πληροφορίες χρηστών θα μπορούσαν να βασιστούν σε ένα cookie που ανακτάται από το σύστημα πελατών, ή μια διαδικασία επικύρωσης.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι αλγορίθμων δρομολόγησης περιεχομένου. Ο ένας είναι ο γενικός αλγόριθμος δρομολόγησης, ο οποίος αφορά το πώς να βρεί και να καθοδηγήσει τον πελάτη στο πιο κατάλληλο POP από μια γενική πτυχή. Ο άλλος είναι για την τοπική δρομολόγηση, για την οποία εμπλέκονται μεταξύ τους πολλοί Servers σε ένα POP.

4.3.1 Γενική δρομολόγηση - DNS ανακατεύθυνση

Η απλούστερη μορφή γενικής δρομολόγησης περιεχομένου είναι η DNS ανακατεύθυνση.



Σχήμα 4.2: DNS ανακατεύθυνση

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα (4.2), το προκαθορισμένο domain name έχει πολλά IP αρχεία για να επισυνάψει σ' αυτό. Όταν ο πελάτης ζητήσει αυτό το domain, ο

DNS server θα εντοπίσει την IP διεύθυνση του πιο κατάλληλου server στο δίκτυο και θα κατευθύνει το πελάτη σ' αυτόν τον server.

Αν και είναι απλό, η ανακατεύθυνση του DNS δεν είναι ένας καλός τρόπος για την δρομολόγηση περιεχομένου. Τα κύρια προβλήματα είναι:

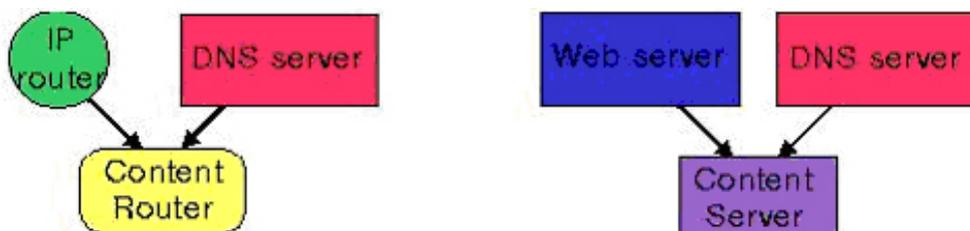
α. Ο χρόνος ψαξίματος του DNS μπορεί να είναι ένα σημαντικό τμήμα της λανθάνουσας κατάστασης. Αυτό οφείλεται στο χάσιμο του προσανατολισμού και την καθυστέρηση του παγκόσμιου Διαδικτύου, ακόμα κι αν το περιεχόμενο είναι κοντά

β. Η ανακατεύθυνση του DNS είναι βασικά μια μη εξελικτική λύση. Στη δρομολόγηση περιεχομένου είναι διαθέσιμες οι πληροφορίες για το ζητούμενο περιεχόμενο. Ενώ στην ανακατεύθυνση του DNS δεν υπάρχει ένας τρόπος να αυξηθεί η ικανότητά μας να χειριστούμε τα domain names με αυτές τις διαθέσιμες πληροφορίες περιεχομένου .

4.3.2 Γενική δρομολόγηση – Name-based δρομολόγηση

Με την συνειδητοποίηση των προβλημάτων της ανακατεύθυνσης του DNS, ερευνητές κατασκευάζουν προηγμένους αλγορίθμους της Γενικής δρομολόγησης. Οι ερευνητές του πανεπιστημίου του Stanford και MIT διεξάγουν πρόσφατα τα προγράμματα για τους Name-based Αλγορίθμους Δρομολόγησης. Στην αρχιτεκτονική TRIAD (Translating Relaying Internet Architecture integrating Active Directories) Αρχιτεκτονική Αναμετάδοσης Μετάφρασης Διαδικτύου που ενσωματώνει τους Ενεργούς Καταλόγους, αναπτύσσεται από την διανεμημένη ομάδα συστημάτων του Πανεπιστημίου Stanford η οποία πρότεινε ένα Name-based πρωτόκολλο δρομολόγησης περιεχομένου (Internet Name Resolution Protocol (INRP) και Name-based πρωτόκολλο δρομολόγησης (NBRP)).

Καθώς αυξάνεται η IP δρομολόγηση, η Name-based δρομολόγηση ,δρομολογεί ένα αίτημα για περιεχόμενο βασισμένο σε ιεραρχικά ονόματα που παρέχονται από αυτό το αίτημα. Σε κάθε Δρομολογητή Περιεχομένου, υπάρχει ένας «Πίνακας Δρομολόγησης Ονόματος» που αποθηκεύει τους επόμενους δρομολογητές ή Servers για κάθε όνομα.



Σχήμα 4.3: Name-based δρομολόγηση

Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.3 ο NBRP Δρομολογητής αυξάνει τον IP δρομολογητή, της πληρεξούσιας(proxy) ή NAT πύλης. Αυτό προωθεί αίτημα βασισμένο

στον Πίνακα Δρομολόγησης Ονόματος. Τυπικά συμμετέχει σε ένα δυναμικό πρωτόκολλο δρομολόγησης. Ενώ ο Server περιεχομένου «αυξάνει τον server δικτύου, cache ή proxy», απαντά στο αίτημα περιεχομένου και διαφημίζει το περιεχόμενο μέσω των δρομολογητών περιεχομένου.

4.3.3 Τοπική δρομολόγηση – Layer/4-7 Μετατροπή (Switching)

Η Τοπική δρομολόγηση είναι επίσης γνωστή ως ευφυής μετατροπή, βασίζετε στις πληροφορίες όπως απαιτούμενες URL, τύπο περιεχομένου, όνομα χρηστών, κ.λπ., οι οποίοι μπορούν να βρεθούν στα Layer/4-7 του OSI σωρού του πακέτου.

Οι τυποποιημένοι διακόπτες Ethernet λειτουργούν στο Layer 2, τη σύνδεση στοιχείων. Μεταστρέφουν βασισμένοι στη MAC (Medium Access Control) διεύθυνση, ή τη διεύθυνση Ethernet. Αυτή η διεύθυνση είναι η πρώτη που αντιμετωπίζεται σε κάθε πακέτο Ethernet και επιτρέπει την πολύ χαμηλή μετατροπή λανθάνουσας κατάστασης. Μόλις η διεύθυνση MAC του προορισμού προσδιορίζεται, το πακέτο μπορεί να μεταπηδήσει στο σημείο προορισμού του.

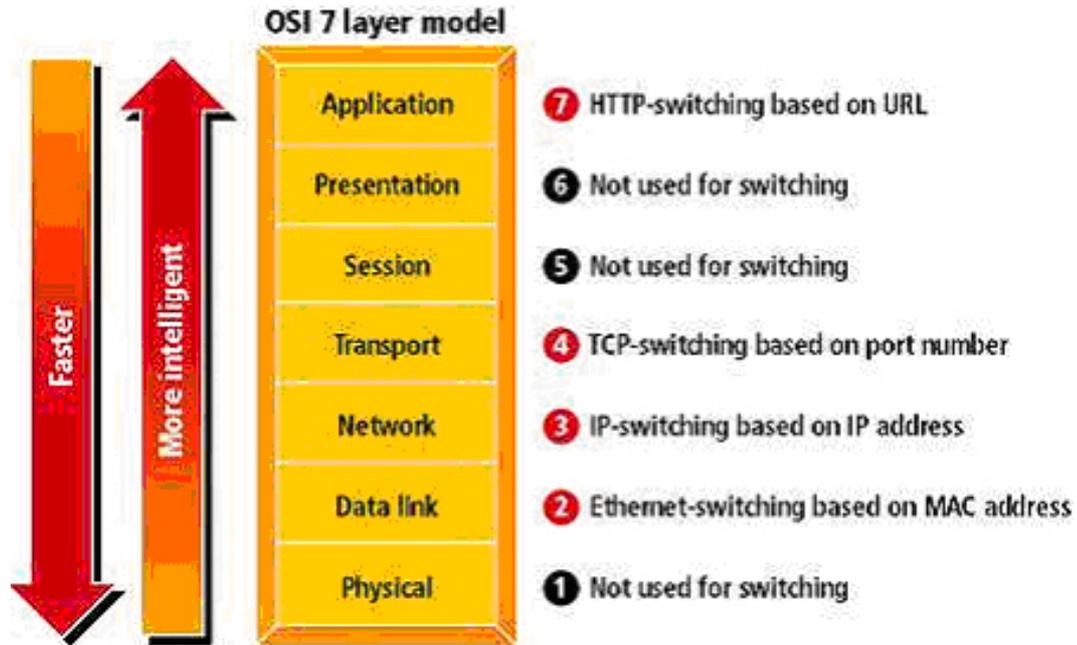
Μετατροπή Layer 3, η συνήθισμένη IP μετατροπή δεν λαμβάνει υπόψη την MAC διεύθυνση και χρησιμοποιεί αντί αυτής, την διεύθυνση IP σε κάθε πακέτο για να αποφασίσει ποιο port θα μεταστρέψει για την κυκλοφορία. Αυτό είναι ισοδύναμο στη λειτουργία με έναν δρομολογητή, αν και είναι γρηγορότερος και έχει περισσότερα ports. Αυτή η αποστολή γίνεται σε μια βάση packet-by-packet και το switch είναι απληροφόρητο από τα high-level πρωτόκολλα.

Μετατροπή Layer 4, περιλαμβάνει τη νοημοσύνη και είναι βασισμένη στον αριθμό των TCP port. Για παράδειγμα, 80 για το http και όχι απαραίτητα την MAC ή IP διεύθυνση. Αυτό επιτρέπει στο switch να επαναπροσανατολίσει την κυκλοφορία που βασίζεται σε server ο οποίος είναι ο πιο κατάλληλος να λάβει εκείνη την κυκλοφορία. Αυτό επίσης σημαίνει ότι οι low-level διευθύνσεις μπορούν να απορριφθούν και μια νέα διεύθυνση τοποθετείται στο μέτωπο των πακέτων. Αυτή η διεύθυνση NAT (Network Address Translation), επιτρέπει σε διάφορους πραγματικούς servers να συγχωνευτούν σε έναν ενιαίο server. Κάθε σύνδεση που μπαίνει στο switch μπορεί να σταλεί σε έναν διαφορετικό server, χωρίς τον χρήστη να ξέρει πάντα την διαφορά.

Η μετατροπή του Layer 7 ερευνά ακόμα περισσότερο στο ρεύμα κυκλοφορίας και αποκωδικοποιεί το URLs μέσα στη κυκλοφορία HTTP που περνά μέσω του switch. Αυτό επιτρέπει την κυκλοφορία ζητώντας από σελίδες από τα διαφορετικά μέρη ενός ιστοχώρου για να κατευθυνθεί στους διαφορετικούς πραγματικούς servers. Επίσης μειώνει την

επανάληψη προσπαθειών, ενώ κάθε πραγματικός server δεν χρειάζεται να αποθηκεύει ολόκληρο το site στους δίσκους του.

Η μετατροπή δικτύων συνοψίζεται παρακάτω (σχήμα 4.4).



Σχήμα 4.4:Μετατροπή δικτύων

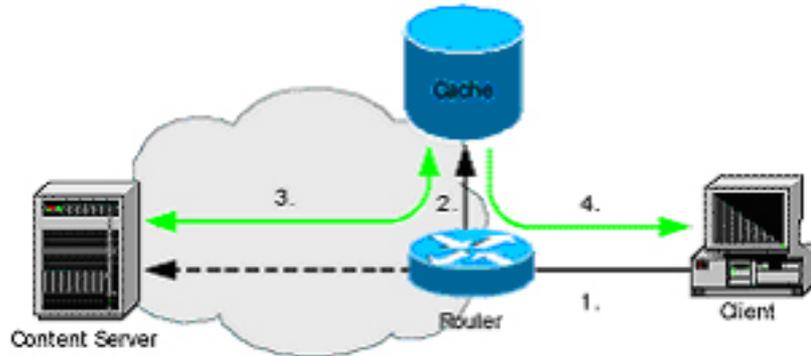
4.3.4 Τοπική δρομολόγηση–WCCP(Web Cache Communication Protocol)

Η κύρια ιδέα WCCP είναι ότι επιτρέπει σε έναν δρομολογητή να παρεμποδίσει μια ερώτηση από έναν πελάτη σε έναν server για τις διάφορες υπηρεσίες, όπως τα streaming media και η κυκλοφορία Ιστού, και να ανακατευθύνει την ερώτηση πελατών σε μια cache.

Το WCCP επιτρέπει στις caches να αναγγείλει τα πρωτόκολλα που αποθηκεύουν στους σχετικούς δρομολογητές. Οι δρομολογητές στη συνέχεια θα ψάξουν τις ερωτήσεις χρησιμοποιώντας εκείνα τα πρωτόκολλα και θα τα στείλουν στην cache αντί αυτού μέσω του WAN. Για παράδειγμα, μια κρύπτη θα συνδεθεί με έναν δρομολογητή στον Port 80, ο οποίος είναι HTTP. Ο δρομολογητής θα ψάξει έπειτα οποιαδήποτε πακέτα που περνούν μέσω αυτού του πρωτοκόλλου και θα τα περάσει στην cache.

Περισσότερες από μια cache μπορούν να συνδεθούν με έναν δρομολογητή .Ο δρομολογητής ισορροπεί το φορτίο μεταξύ αυτών των caches, που βασίζονται σε ορισμένες παραμέτρους. Αυτό επιτρέπει την καλύτερη απόδοση καθώς επίσης και τον πλεονασμό, εάν μια cache σταματήσει να λειτουργεί, ο δρομολογητής θα σταματήσει αυτόματα σε εκείνη την συγκεκριμένη συσκευή.

Το ακόλουθο σχήμα δίνει ένα παράδειγμα της εφαρμογής WCCP.



Σχήμα 4.5: Εφαρμογή WCCP

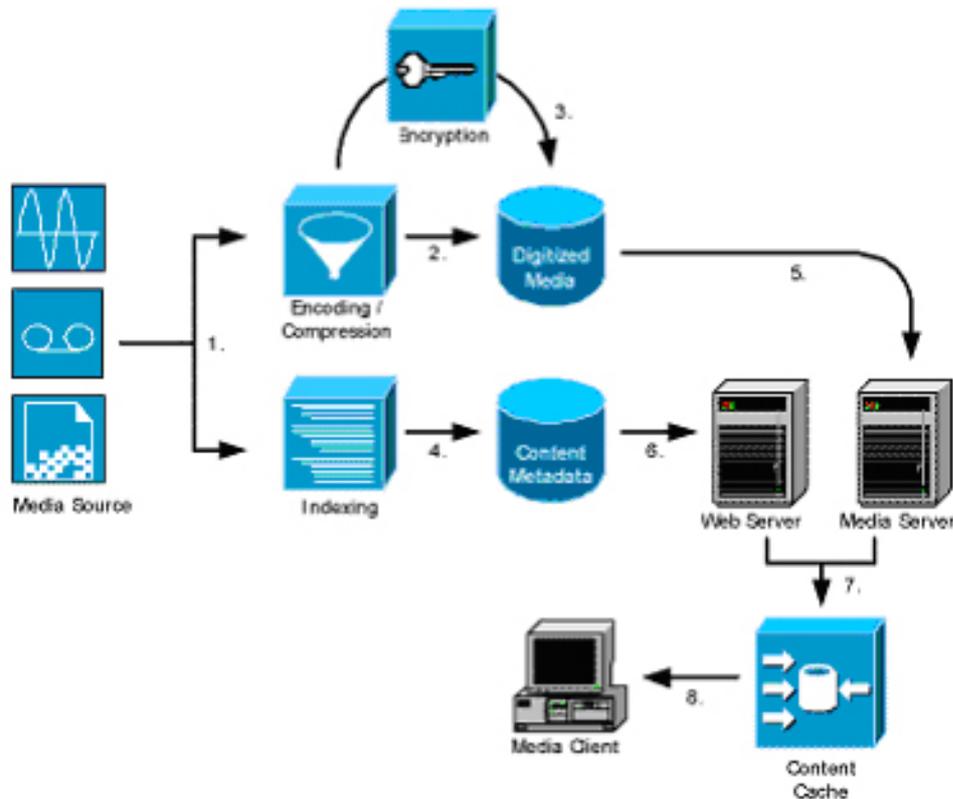
1. Ο media πελάτης υποβάλλει ένα αίτημα για το περιεχόμενο από τον server.
2. Ο δρομολογητής παρεμποδίζει την ερώτηση και την περνά στην cache αντί του περιεχομένου του server.
3. Η cache ελέγχει για το περιεχόμενο τοπικά και σε αυτήν την περίπτωση δεν το έχει. Η cache θα κάνει έπειτα μια ερώτηση στον server περιεχομένου για το συγκεκριμένο αντικείμενο ζητούμενο από τον πελάτη.
4. Τελικά, η cache θα εξυπηρετήσει τον πελάτη το αντικείμενο καθώς επίσης και αποθηκεύοντας το τοπικά. Την επόμενη φορά ένα αίτημα για το ίδιο αντικείμενο επαναπροσανατολίζεται στην cache από τον δρομολογητή, η κρύπτη θα είναι σε θέση να το εξυπηρετήσει άμεσα καθώς το αντικείμενο αποθηκεύεται τοπικά.

4.4 Παράδοση περιεχομένου

Αυτό το συστατικό ασχολείται κυρίως με την ροή της δουλειάς και το χειρισμό του περιεχομένου, από την κωδικοποίηση (η διαδικασία της ψηφιοποίησης και βελτιστοποίησης περιεχομένου για το δίκτυο βασισμένο στην παράδοση) στην παράδοση στον τελικό χρήστη. Όπως αναφέραμε πριν, το περιεχόμενο μπορεί να είναι σε οποιαδήποτε μορφή, συμπεριλαμβανομένων των εικόνων, ψηφιακό ήχο, βίντεο, λογισμικό και έγγραφα. Η μόνη εξειδικευμένη μορφή παράδοσης περιεχομένου είναι για το ζωντανό περιεχόμενο, το οποίο χαρακτηριστικά θα ήταν ήχος και βίντεο, αν και αυτός ο τρόπος ισχύει επίσης για άλλους τύπους περιεχομένου όπως τα στοιχεία χρηματιστικής αγοράς.

Ένα πολύπλοκο ζήτημα με τα βίντεο και στοιχεία ήχου είναι ότι το περιεχόμενο δεν μπορεί να συνταχθεί αυτόματα, αντίθετα από τα έγγραφα και το κείμενο. Για να εξετάσουμε αυτό, ένα σύστημα που αναγνωρίζει έξυπνα περιεχόμενο ήχου και βίντεο πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει έναν δείκτη στο περιεχόμενο των media.

Παρακάτω δείτε το διάγραμμα εμποδίων για μια απεικόνιση των τεχνολογιών και της ροής της δουλειάς συμπεριλαμβανομένου: της Κωδικοποίησης, Ασφάλειας /



Σχήμα 4.6: Η ροή της δουλειάς και ο χειρισμός του περιεχομένου

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τους ορισμούς και τις λειτουργίες όλων των μερών .

- **Κωδικοποίηση** - Τα ψηφιακά μέσα πρέπει να κωδικοποιηθούν για την παράδοση ως streaming media. Η διαδικασία κωδικοποίησης περιλαμβάνει δύο στάδια: συμπίεση και συσκευασία.

Το στάδιο συμπίεσης χρησιμοποιεί τους αλγορίθμους που ονομάζονται codecs, γρήγορος για Συμπίεση και Αποσυμπίεση. Υπάρχουν διάφορα codecs που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση ήχου και βίντεο. Το περιεχόμενο βελτιστοποιείται χαρακτηριστικά για τις διαφορετικές ομάδες χρηστών χρησιμοποιώντας τους codecs αλγορίθμους.

- **Ασφάλεια/Κρυπτογράφηση** - Για να εξασφαλίσουν πλήρως τα προτερήματα μέσω από την αναρμόδια χρήση, τα μέσα πρέπει να κρυπτογραφηθούν. Τα σχέδια προστασίας μέσω είναι γνωστά ως DRM (Digital Rights Management) ,δηλαδή ψηφιακά συστήματα διαχείρισης δικαιωμάτων .

- **Τοποθέτηση Δεικτών (Indexing)** - Μια μεγάλη βιβλιοθήκη των προτερημάτων media είναι άχρηστη χωρίς έναν δείκτη να επιτρέψει στους χρήστες την πρόσβαση στο περιεχόμενο. Αντίθετα από το περιεχόμενο με το κείμενο από το οποίο ο Ιστός αποτελείται χαρακτηριστικά, ο ήχος ή το βίντεο περιεχόμενο δεν μπορεί να συνταχθεί άμεσα. Επομένως, ο ήχος και το βίντεο περιεχόμενο απαιτούν εξειδικευμένα

πακέτα λογισμικού που συντάσσουν ευρετήριο για να χειρίζονται τα media . Τα πακέτα συντάσσουν ευρετήριο για το περιεχόμενο παράλληλα με την κωδικοποίηση, κατά συνέπεια παράγονται τα μεταδεδομένα την ίδια στιγμή όπου τα streaming media δημιουργούνται .Τα μεταδεδομένα δημοσιεύονται σε έναν server δικτύου, και ενεργούν ως σημείο αναφοράς για όλη την πρόσβαση media περιεχομένου.

- **Media Servers** - Ένας Media Server εξυπηρετεί συνήθως το ψηφιοποιημένο και κωδικοποιημένο περιεχόμενο.Γενικά αποτελείται από το λογισμικό media server που τρέχει σε έναν γενικής χρήσης server, όπως έναν Server με Unix ή Windows .Αυτό το λογισμικό εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό σαν λογισμικό server δικτύου για τα streaming media. Όταν ένας media πελάτης επιθυμεί να ζητήσει συγκεκριμένο περιεχόμενο, ο media server αποκρίνεται στην ερώτηση με το συγκεκριμένο ηχητικό ή βίντεο κλίπ.

- **Servers Δικτύου** - Η υποδομή Server Δικτύου περιέχει τα μεταδεδομένα και τις συνδέσεις που αναφέρονται στα streaming, καθώς επίσης και οποιοδήποτε άλλο βασισμένο στο περιεχόμενο δικτύου που το CDN μπορεί να χειριστεί. Επίσης, όπως και για τους media servers, τα όρια φορτίων για τους servers δικτύου πρέπει να καθιερωθούν με τη βοήθεια της δοκιμής φορτίων του συγκεκριμένου περιβάλλοντος.

- **Caching** - Οι caches κάνουν τα αντίγραφα του περιεχομένου στην άκρη ενός δικτύου έτσι όταν ζητείται περισσότερο από μία φορά το ίδιο περιεχόμενο, τα επόμενα αιτήματα εξυπηρετούνται από το αντίγραφο. Αυτό παρακάμπτει την ανάγκη να προσεγγιστεί ο server προέλευσης, ο οποίος μπορεί να είναι χιλιάδες μίλια μακριά.

- **Media Πελάτης** – Ο Media πελάτης είναι ίδιος στη λειτουργία με έναν πελάτη Ιστού που εξυπηρετείται από έναν server δικτύου. Λόγω της μη διαλειτουργικότητας μεταξύ των πλατφορμών streaming media , ένας τελικός χρήστης θα πρέπει να εγκαταστήσει έναν χωριστό media πελάτη προκειμένου να δει το φωτοσκιασμένο περιεχόμενο που δίνεται για τις διάφορες πλατφόρμες.

- **Ροή Περιεχομένου** - Δεδομένου ότι το περιεχόμενο παράγεται στα sites του CDN πελάτη , πρέπει να παραδοθεί στο CDN. Λόγω της φύσης του ζωντανού περιεχομένου πρέπει να μεταφερθεί αμέσως στο CDN και να μην προ-ηχογραφηθεί ,αλλά να χρησιμοποιηθεί μια άλλη μέθοδος μεταφοράς. Εάν το περιεχόμενο είναι πάντα από την ίδια θέση, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μια σταθερή σύνδεση. Εάν η πηγή είναι σε μια προσωρινή θέση, ο δορυφόρος χρησιμοποιείται τυπικά

4.4.1 Caching προβλήματα

Αν όλο το περιεχόμενο επρόκειτο να εξυπηρετηθεί από το ίδιο σημείο, δηλαδή servers σε μια θέση, όλοι οι media πελάτες θα έπαιρναν το περιεχόμενό τους παραδοθέν από εκείνο το σημείο και για το ζωντανό και για το κατόπιν παραγγελίας περιεχόμενο.

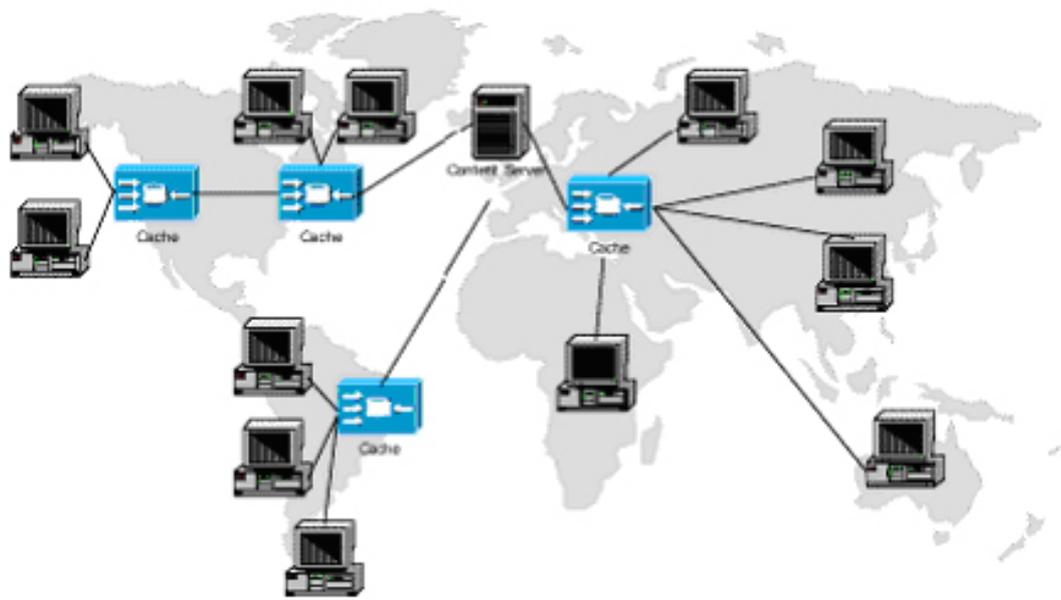
Αυτό θα ασκούσε τεράστια επίδραση και στο δίκτυο και στους servers. Φανταστείτε το πιθανό σενάριο όπου χιλιάδες διανεμημένοι πελάτες ζητούν ηχητικό και βίντεο κλίπ συγχρόνως. Εάν το περιεχόμενο κατοικεί μόνο στη κεντρική θέση, οι πληροφορίες πρέπει να αντιγραφούν μέσω του δικτύου για κάθε πελάτη. Για να αποφύγει αυτό το σενάριο, μια caching δομή θα ήταν σε ισχύ κάθε στρατηγικό POP (Point-of-Presence) ή η θέση που θα εξυπηρετούσε το περιεχόμενο άμεσα αντί από το συγκεντρωμένο σημείο. Αυτό είναι ξεκάθαρο στον τελικό χρήστη και φαίνεται σε αυτούς ότι εξυπηρετούνται από τον κεντρικό server.

Μια caching υποδομή προσφέρει την καλύτερη παράδοση στον πελάτη επειδή το περιεχόμενο τώρα «ζει» πιο κοντά, κατά συνέπεια έχει τη χαμηλότερη λανθάνουσα κατάσταση, την υψηλότερη διαθεσιμότητα και το χαμηλότερο φορτίο στις συνδέσεις δικτύων. Επιπλέον παίρνουμε την προστασία έκρηξης. Δεδομένου ότι έχουμε μια διανεμημένη υποδομή, καμία συσκευή δεν θα πρέπει να αντισταθεί σ'ένα ογκώδες φορτίο, και μπορούμε εύκολα να επεκτείνουμε την υποδομή ανάλογα με τις ανάγκες.

Επιπλέον, αμύνεται διαισθητικά με τη διανομή του φορτίου στους μηχανισμούς παράδοσης περιεχομένου και οι δαπάνες εξοπλισμού γίνονται πραγματικά φτηνότερες. Αυτό είναι επειδή το κόστος του server σχετικά με το ποσό δεδομένων που μπορεί να παραδώσει δεν είναι ίσιο, αλλά γίνεται εκθετικό δεδομένου ότι κάποιος προσπαθεί να συμπίεσει την υψηλότερη απόδοση από αυτό.

Η cache που επιλέγετε πρέπει να είναι σε θέση να μιλήσει το πρωτόκολλο που ο πελάτης χρησιμοποιεί για να ζητήσει το περιεχόμενο. Αυτά τα πρωτόκολλα θα μπορούσαν να περιλάβουν το HTTP, το FTP, NNTP, το σε Πραγματικό Χρόνο Ροής Πρωτόκολλο (RTSP), την Υπηρεσία Μηνύματος Πολυμέσων (MMS) και το σε Πραγματικό Χρόνο Πρωτόκολλο (RTP). Η υποστήριξη του κατάλληλου συνόλου πρωτοκόλλου είναι ένας διαφοροποιητής προϊόντων για να εξετάσει πότε αξιολογούνται τα προϊόντα.

4.4.2 Πώς λειτουργεί η Caching



Σχήμα 4.7: Λειτουργία Caching

Για να διευκολύνει την caching σε ένα CDN, η cache πρέπει να εφαρμόσει τρεις θεμελιώδεις λειτουργίες:

- **Στατική Caching** - Αυτό είναι η βασική caching των στατικών αντικειμένων Ιστού, όπως οι σελίδες HTML, εικόνες, έγγραφα. Ουσιαστικά, όλα τα caching προϊόντα εφαρμόζουν αυτήν την λειτουργία .
- **Streaming Media Caching** - Αυτό επιτρέπει στην cache να αποθηκεύσει τα αντικείμενα των streaming media, καθώς επίσης και να εξυπηρετήσει τα streaming media στους πελάτες. Ουσιαστικά, η cache ενεργεί ως server streaming media, αποθηκεύοντας έξυπνα τα media clips για την πιο πρόσφατη μελέτη όταν τους ζητούν οι πελάτες.
- **Ζωντανός Διαχωρισμός** - Επιτρέπει τη ζωντανή ροή για να αντιγραφεί από τις caches, έτσι ώστε μόνο ένα αντίγραφο να τραβιέται κάτω από τον server, κατόπιν διανέμεται στους προσυπογράφοντας πελάτες.

4.4.3 ICP-Internet Cache Protocol

Το Πρωτόκολλο Cache Διαδικτύου (ICP) επιτρέπει στις caches να ρωτήσουν άλλες caches μέσα στο ίδιο CDN για το περιεχόμενό τους. Όταν ένα αίτημα για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο φθάνει σε μια cache και το περιεχόμενο δεν είναι διαθέσιμο τοπικά, η cache μπορεί έπειτα να χρησιμοποιήσει το ICP για να βρεί εκείνο το αντικείμενο σε άλλες caches. Αυτός ο τρόπος μπορεί να ανακτήσει το περιεχόμενο από μια πιο κοντινή θέση, αντί από την ίδια την πηγή περιεχομένου. Το ICP χρησιμοποιείται τυπικά για να χτίσει τις συστάδες cache.

4.4.4 Παράδοση

Υπάρχουν δύο διαφορετικές μέθοδοι για την παράδοση περιεχομένου στην cache για την επόμενη χρήση:

- **Pre-Caching** - Το περιεχόμενο παραδίδεται στην cache πριν από τα αιτήματα που παράγονται. Αυτό χρησιμοποιείται τυπικά για το περιεχόμενο ότι το ένα αναμένει την ιδιαίτερα διανεμημένη χρήση. Κάποιος μπορεί να χρησιμοποιήσει τις ώρες μη αιχμής για να ωθήσει το περιεχόμενο, ελαττώνοντας κατά συνέπεια το φορτίο δικτύων κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής.

- **Just in Time** - Το περιεχόμενο τραβιέται από την πηγή περιεχομένου στην cache όταν λαμβάνει η cache ένα αίτημα από έναν πελάτη για εκείνο το αντικείμενο. Το αντικείμενο παραδίδεται ταυτόχρονα στον πελάτη και αποθηκεύεται στην cache για την πιο πρόσφατη μελέτη.

4.4.5 Πιθανά προβλήματα

Ένα κοινό πρόβλημα σε ένα caching περιβάλλον εξασφαλίζει ότι η cache έχει πάντα το πιο πρόσφατο αντίγραφο του ζητούμενου περιεχομένου στην cache. Κάποιος μπορεί να ονομάσει το περιεχόμενο με τις παραμέτρους που λένε την cache όταν πρέπει να αναζωογονήσουν το περιεχόμενο από την αρχική πηγή περιεχομένου. Η cache μπορεί επίσης να προγραμματιστεί για να ελέγξει το περιεχόμενο σε κανονική βάση.

Υπάρχουν διάφορα πιθανά προβλήματα που συνδέονται με τον Ιστό που γίνεται caching:

α. Περιεχόμενο Cacheability - Το σημαντικότερο από την προοπτική του καταναλωτή και του προμηθευτή περιεχομένου είναι η δυνατότητα του τελικού χρήστη που βλέπει το πολυδιατηρημένο (δηλαδή παλαιό ή ξεπερασμένο) περιεχόμενο, έναντι του φρέσκου περιεχομένου διαθέσιμου στον αρχικό server. Το HTTP δεν εξασφαλίζει ισχυρή συνέπεια και έτσι υπάρχει μια πραγματική δυνατότητα για τα στοιχεία που γίνεται caching. Η δυνατότητα αυτή είναι μια ανταλλαγή που ο προμηθευτής περιεχομένου μπορεί ρητά να διαχειριστεί.

β. Λανθάνουσα κατάσταση Cache - Η caching τείνει να βελτιώσει την λανθάνουσα κατάσταση μόνο για τις caching απαντήσεις που ζητούνται στη συνέχεια (δηλαδή χτυπήματα). Οι παραλήψεις που επεξεργάζονται από μια cache γενικά έχουν μειώσει την ταχύτητα, κάθε σύστημα μέσω του οποίου περνούν οι συναλλαγές θα αυξήσουν την λανθάνουσα κατάσταση από ένα μικρό ποσό. Κατά συνέπεια, μια cache ωφελεί μόνο τα αιτήματα για το περιεχόμενο που αποθηκεύεται ήδη σε αυτή. Η caching περιορίζεται επίσης από την συχνότητα με τη δημοφιλή αλλαγή των πόρων Ιστού και σημαντικά το γεγονός ότι πολλοί πόροι θα ζητηθούν μόνο μια φορά. Τέλος, σε μερικές απαντήσεις δεν μπορούμε ή δεν πρέπει να κάνουμε caching.

4.4.6 Πλεονεκτήματα Caching

Τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα της caching Ιστού το κάνουν ελκυστικό σε όλους τους συμμετέχοντες Ιστού, συμπεριλαμβανομένων των τελικών χρηστών, τους διαχειριστές δικτύων και τους δημιουργούς περιεχομένων.

1. Μείωση της χρήσης εύρους ζώνης δικτύων, η οποία μπορεί να κερδίσει χρήματα και για τους καταναλωτές περιεχομένου και για τους δημιουργούς.

2. Ελάττωση των αντιληπτών στο χρήστη καθυστερήσεων, οι οποίες αυξάνουν την αξία του.

3. Ελάφρωση των φορτίων στους servers, κερδίζοντας hardware και υποστήριξη για τους προμηθευτές περιεχομένου και για τους καταναλωτές, πιο σύντομο χρόνο απόκρισης για noncached πόρους .

4.5 Μέτρηση απόδοσης

Ένα συστατικό της διαχείρισης δικτύων είναι η μέτρηση της απόδοσης που προσφέρει την δυνατότητα να ελέγξει, να καταλάβει και να σχεδιάσει την απόδοση του CDN. Η μέτρηση επιτυγχάνεται με έναν συνδυασμό hardware και software διανεμημένων γύρω από το CDN, καθώς επίσης και χρησιμοποιώντας τα logs από τους διάφορους servers. Η μέτρηση απόδοσης θα εκτελούνταν στην παράδοση όλων των τύπων περιεχομένου: streaming media (ζωντανά και κατόπιν παραγγελίας) και στο Web-based περιεχόμενο .

Για να γίνει αυτό σωστά, κάποιος θα πρέπει να μετρήσει και την εσωτερική απόδοση, καθώς επίσης και την απόδοση από την προοπτική πελατών. Δεδομένου ότι η εσωτερική και εξωτερική μέτρηση απόδοσης χρησιμοποιεί τις διαφορετικές τεχνολογίες και τις τεχνικές . Αυτές είναι χαρακτηριστικές παράμετροι που θα ήταν χρήσιμες να μετρήσουν:

- Απώλεια πακέτου.
- Λανθάνουσα κατάσταση.
- Υπολογισμός ποσοστού εύρους ζώνης (για τα streaming media).
- Χρόνος εκκίνησης (για τα streaming media) .
- Frame rate (για streaming video) .

4.5.1 Εσωτερική μέτρηση

Με τη συλλογή των logs από τις caches και τη ροή των media servers, κάποιος μπορεί να πάρει μια καλή ιδέα της απόδοσης των υπηρεσιών παράδοσης περιεχομένου σε όλο το δίκτυο. Οι streaming media servers έχουν την δυνατότητα να συλλέξουν τις στατιστικές από τους media players που βλέπουν το πραγματικό περιεχόμενο, παίρνοντας κατά συνέπεια μια μέτρηση της απόδοσης των media servers.

Επιπλέον, με το να επεκτείνει τους ελέγχους είτε στο λογισμικό είτε στο υλικό μέρος στρατηγικά σε όλο το δίκτυο, κάποιος θα μπορούσε να συσχετίσει τις συλλεχθείσες πληροφορίες από τους ελέγχους με τα cache και server logs για να καθορίσει την παράδοση και τις στατιστικές QoS. Η πιο χρήσιμη θέση για να βάλει τους ελέγχους είναι στις άκρες του δικτύου, μετρώντας κατά συνέπεια την απόδοση όπως γίνεται αντιληπτή από τους τελικούς χρήστες σε όλο το CDN.

Υπάρχει ένας αριθμός τρίτων που εκθέτει τα εργαλεία που μπορούν να αγοραστούν και να αναλύσουν όλες αυτές τις πληροφορίες και χρήσιμες εκθέσεις και γραφικές παραστάσεις, οι οποίες θα μπορούσαν και οι δύο να παρουσιαστούν στον πελάτη και να χρησιμοποιηθούν εσωτερικά από το CDN.

4.5.2 Εξωτερική μέτρηση

Όπως και για τη μέτρηση της απόδοσής κάποιου, οι πελάτες θέλουν συχνά να δουν την ανεξάρτητη μέτρηση διενεργηθείσα. Από την κατοχή ενός τρίτου που συνεχώς ελέγχει την απόδοση του CDN, οι πελάτες παίρνουν την ελεγμένη απόδοση. Υπάρχουν διάφορες επιχειρήσεις που μετρούν την απόδοση με το να διανείμουν τους ελέγχους γεωγραφικά. Οι έλεγχοι μιμούνται την κανονική δραστηριότητα πελατών, κατά συνέπεια απεικονίζοντας ακριβώς την ίδια άποψη που οι τελικοί χρήστες θα είχαν.

Είναι επίσης πολύ χρήσιμο να χρησιμοποιηθεί η διαδικασία μέτρησης για να ελέγξει στους πελάτες CDN ότι η απόδοση έχει βελτιωθεί με τη μέτρηση της διαθεσιμότητας περιεχομένου πριν και μετά από τη χρησιμοποίηση της υπηρεσίας CDN, δηλαδή εκτελώντας μια βασική γραμμή.

4.5.3 Εφαρμογές

Και οι τρεις εφαρμογές είναι δημόσιες υπηρεσίες δικτύωσης περιεχομένου, επιχειρησιακά δίκτυα περιεχομένου και υπηρεσίες ακρών.

α. Μια περιοχή όπου το CDN έχει ήδη μια λογική επιχειρησιακή περίπτωση είναι στη βελτίωση απόδοσης ιστοχώρων. Για παράδειγμα, η υπηρεσία της Akamai παρέχει καταναμημένα στοιχεία (συνήθως, στατικές Ιστοσελίδες ή μη ζωντανά streaming media) σε πολλά σημεία σε ολό τον κόσμο. Η ανακατεύθυνση των αιτημάτων στον server

πιο κοντά στον χρήστη που ζητά τις πληροφορίες ενισχύει την γενική ανταπόκριση του ιστοχώρου. Ένας origin server, από ότι ένας CDN server, χειρίζεται τυπικά τα αιτήματα για τα περιεχόμενα δικτύου που περιέχουν δυναμικά στοιχεία. Οι προμηθευτές περιεχομένου και οι επιχειρήσεις είναι σαφώς πρόθυμοι να πληρώσουν για αυτήν την βελτίωση απόδοσης.

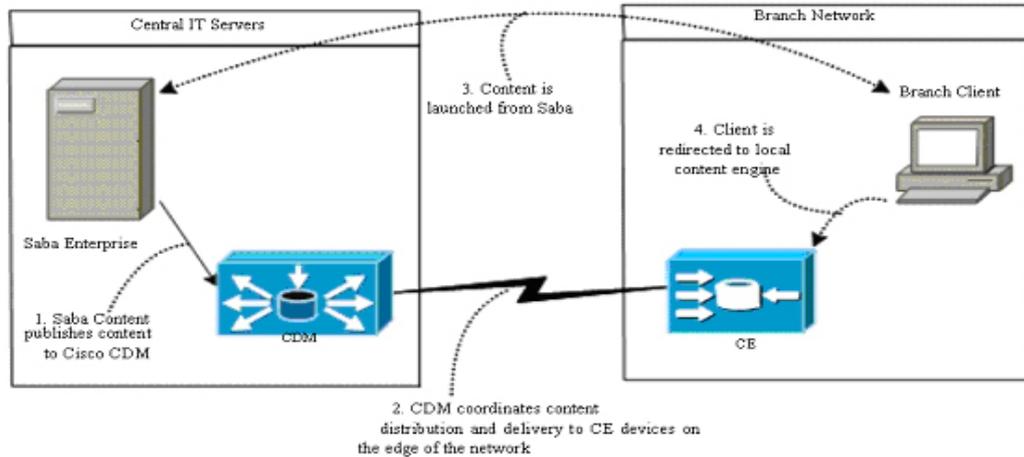
β. Το κόστος του εύρους ζώνης, η διαθεσιμότητα ή η απόδοση εύρους ζώνης μπορούν να είναι πρόσθετος οδηγός επιχειρησιακής περίπτωσης για την επέκταση του CDN. Οι μεγάλες επιχειρήσεις κινούνται προς την παροχή μιας υποδομής CDN για να μειώσουν τις δαπάνες εύρους ζώνης. Οι περιορισμοί που αντιμετώπιζαν οι εταιρικές πληροφορίες, όπως τα βίντεο κατάρτισης, οι εταιρικές ειδήσεις ή ακόμα και οι μορφές HR προσεγγίζονται από τις πολλαπλάσιες μακρινές περιοχές. Τοποθετώντας λίγους ή πολλούς servers περιεχομένου, αυτό σημαίνει ότι στις απομακρυσμένες θέσεις τα στοιχεία πρέπει να πάνε μόνο μια φορά σε κάθε περιοχή. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα στοιχεία από τον τοπικό server παρά από κάποιο μακρινό εταιρικό κέντρο στοιχείων. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα ελκυστικό για τις περιοχές που έχουν ακριβό ή περιορισμένο εύρος ζώνης, όπως για τις θέσεις στις αναδυόμενες αγορές.

γ. Εάν τα δίκτυα περιεχομένου γίνονται η βάση για ένα νέο κύμα των υπηρεσιών Διαδικτύου, μια εφαρμογή πειρατείας απαιτείται για να δικαιολογήσει την επέκταση μίας νέας υποδομής. Μια τέτοια εφαρμογή είναι η διανομή μουσικής. Οι τρέχουσες μάχες δικαστηρίων πέρα από το Napster είναι έντονες και είναι βέβαιο ότι η υπηρεσία διανομής μουσικής θα διακοπεί σύντομα ή θα μετασχηματίζεται τουλάχιστον σε μια υπηρεσία αμοιβής. Τα νομικά δικαιώματα ασφαλής ψηφιακής μουσικής μπορούν να καθιερώσουν κάποιο είδος της μεθόδου κρυπτογράφησης που σταματά την παράνομη διανομή υλικού, οι μεγάλες εταιρείες μουσικής όπως η BMG και η Columbia θα καταστήσουν πιθανώς ολόκληρους τους καταλόγους διαθέσιμους με αμοιβή ανάλογα με τα μουσικά κομμάτια που κατεβάζονται. Το Kazaa αυτήν την περίοδο είναι μία υπηρεσία peer-to-peer, οι χρήστες κατεβάζουν τη μουσική άμεσα από τους υπολογιστές άλλων.

Αν οι επιχειρήσεις μουσικής αρχίσουν οι ίδιες να καταστήσουν τους καταλόγους τους απευθείας προσβάσιμους, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν ένα σύστημα διανομής περιεχομένου που εξασφαλίζουν ότι οι server τους δεν συντρίβονται κάτω από το φορτίο των εκατομμυρίων εφήβων που προσπαθούν να κατεβάσουν τις πιο πρόσφατες μουσικές επιτυχίες. Αυτή η προοπτική μπορεί μόνο να απαιτήσει τα συστήματα παράδοσης περιεχομένου με πολύ περισσότερη ικανότητα από ότι τα τρέχοντα CDNs. Οι επιχειρήσεις μουσικής μπορούν επίσης να κάνουν βίντεο, προωθητικά clips, και άλλες μορφές περιεχομένου διαθέσιμες στους καταναλωτές.

4.6 Αρχιτεκτονική συστήματος Saba

Το ακόλουθο διάγραμμα επιδεικνύει πώς λειτουργεί ένα Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου με το σύστημα Saba. Όταν το περιεχόμενο εισάγεται στο περιβάλλον Saba αυτό θα κατευθύνεται στον εξυπηρετητή content1.mindport.gnet.gr, ο οποίος αναλαμβάνει την διανομή του περιεχομένου στους υπόλοιπους εξυπηρετητές περιεχομένου του δικτύου. Όταν ένας χρήστης ζητά περιεχόμενο από το Saba, μέσω του μηχανισμού ανακατεύθυνσης DNS το αίτημα προωθείται στον κατάλληλο εξυπηρετητή περιεχομένου (κόμβο διανομής κοντινότερο στον χρήστη), όπου και γίνεται παράδοση του αιτηθέντος περιεχομένου με την μικρότερη επιβάρυνση στο δίκτυο.



Σχήμα 4.8: Λειτουργία συστήματος Saba

Για να γίνει η διαχείριση του περιεχομένου από το Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου, το περιεχόμενο πρέπει αρχικά να εισαχθεί στο σύστημα. Στο περιβάλλον Saba, αυτό μπορεί να γίνει με χρήση του Web interface του Saba.

Ο αποθηκευτικός χώρος του Saba διαμορφώνεται για να μεταχειρίζεται το Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου σαν ένα ενιαίο εικονικό εξυπηρετητή περιεχομένου (Content Server) ενώ όλο το περιεχόμενο διανέμεται στο Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου. Στο Saba, υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί ως Content Server ένα οποιοδήποτε σύστημα στο οποίο τοποθετείται το περιεχόμενο. Μπορεί να είναι είτε ένας απλός web server είτε ένα σύνθετο σύστημα όπως είναι το προτεινόμενο Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου .

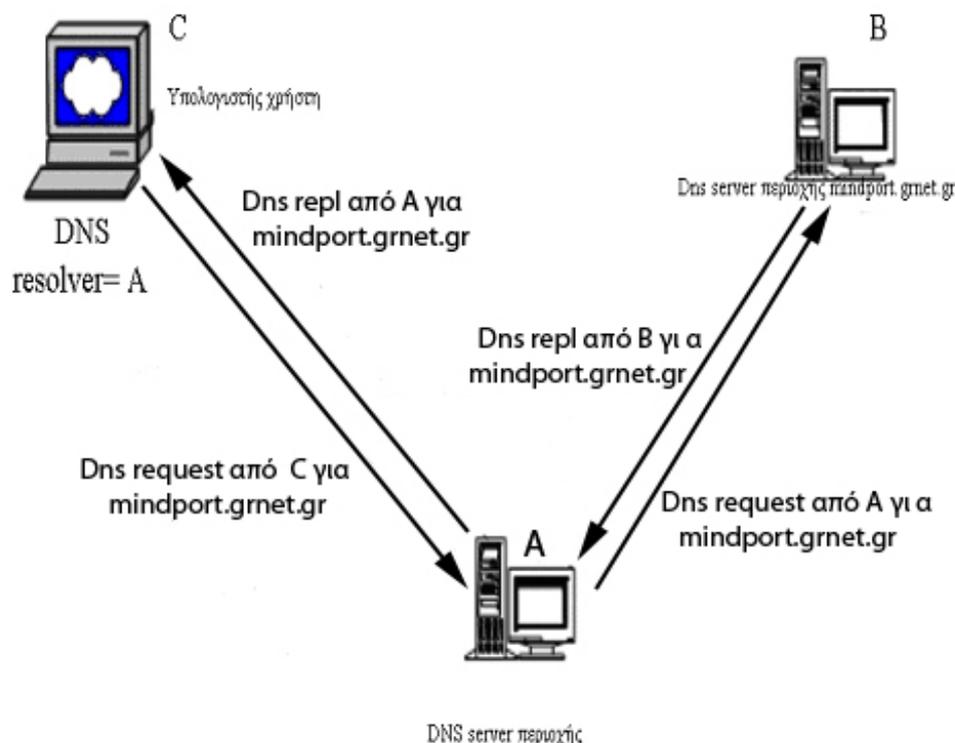
Μόλις το περιεχόμενο τοποθετηθεί στον κεντρικό εξυπηρετητή content1.mindport.gnet.gr, αυτός αναλαμβάνει την αντιγραφή του περιεχομένου στους εξυπηρετητές (κόμβους διανομής) στα άκρα του δικτύου.

Το Saba υποστηρίζει το πρωτόκολλο FTP για την επικοινωνία με τον κεντρικό εξυπηρετητή ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου. Κατά συνέπεια απαιτείται να είναι ενεργή η υπηρεσία FTP στον κεντρικό εξυπηρετητή content1.mindport.gnet.gr και να μπορεί να δέχεται τα αντικείμενα της πληροφορίας όταν αυτά του αποστέλλονται από το περιβάλλον του Saba. Για λόγους ασφαλείας, η πρόσβαση στην υπηρεσία FTP θα πρέπει να είναι περιορισμένη και να επιτρέπεται μόνο στον εξυπηρετητή που στεγάζει το περιβάλλον του Saba.

4.7 Μέθοδος ανάκτησης περιεχομένου

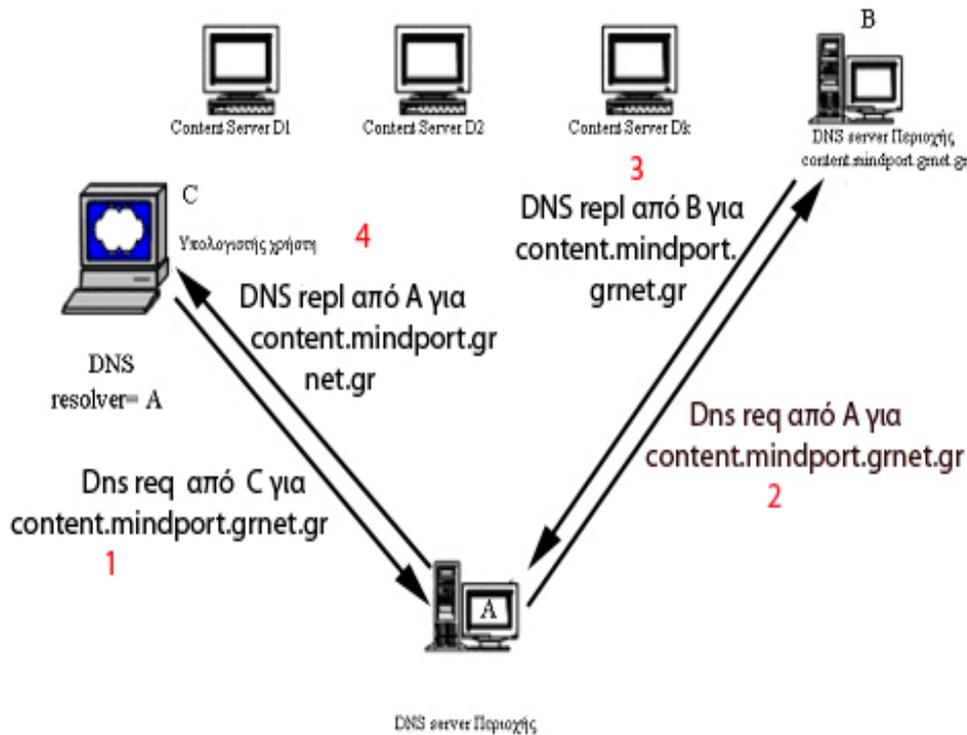
Ο χρήστης, μέσα από το περιβάλλον του Saba, επιλέγει στο φυλλομετρητή του το σύνδεσμο <http://content.mindport.grnet.gr/Saba/test.pdf>. Στον υπολογιστή του χρήστη κατά την φάση εγκατάστασης και σύνδεσης του υπολογιστή στο δίκτυο του φορέα του έχει οριστεί ο εξυπηρετητής ονοματολογίας (Σχήμα 4.8: DNS=A). Ο dns resolver του υπολογιστή του χρήστη αναλαμβάνει να μάθει από το σχετικό εξυπηρετητή ονοματολογίας (A) την IP διεύθυνση του εξυπηρετητή content.mindport.grnet.gr.

Ο εξυπηρετητής ονοματολογίας θα ακολουθήσει την τυπική διαδικασία εύρεσης μιας IP διεύθυνσης. Η διαδικασία αυτή απαιτεί να βρει διαδοχικά τους αντίστοιχους εξυπηρετητές των ζωνών gr, grnet.gr και τέλος να καταλήξει στη λίστα των εξυπηρετητών ονοματολογίας της ζώνης mindport.grnet.gr με επάλληλες κλήσεις. Στη συνέχεια θα ζητήσει από τον εξυπηρετητή ονοματολογίας της ζώνης mindport.grnet.gr την IP διεύθυνση του content.mindport.grnet.gr (Address Record) και θα επιστρέψει το αποτέλεσμα στον υπολογιστή του χρήστη. Σημειώνεται ότι ο εξυπηρετητής ονοματολογίας του νομού, μετά την πρώτη φορά, μπορεί να έχει ήδη μέρος ή όλα από τα παραπάνω αποτέλεσμα στη λανθάνουσα μνήμη του (cache) αποφεύγοντας έτσι πολλές ή και όλες τις κλήσεις.



Σχήμα 4.9: Διαδρομή των DNS requests

Καθώς, ο εξυπηρετητής ονοματολογίας της ζώνης mindport.gnet.gr χρησιμοποιεί το μηχανισμό των «πολλαπλών όψεων», στην περίπτωση που περιγράφηκε προηγουμένως, ο εξυπηρετητής, δεχόμενος το αίτημα θα απαντήσει λαμβάνοντας υπόψη του την IP διεύθυνση του εξυπηρετητή του φορέα. Έτσι θα απαντήσει δίνοντας για IP διεύθυνση του εξυπηρετητή σελίδων web content.mindport.gnet.gr αυτή του εξυπηρετητή ή των εξυπηρετητών που βρίσκονται κοντύτερα ($D_i : i = \text{Min} \{ \text{Distance} (A, D_1, D_2, \dots, D_k) \}$) στο φορέα και κατ' επέκταση στον υπολογιστή του χρήστη.



Σχήμα 4.10: Εξυπηρέτηση του χρήστη από τον κοντινότερο web server

Ο dns resolver του υπολογιστή του χρήστη λαμβάνοντας την πληροφορία που ζήτησε θα την προωθήσει στο φυλλομετρητή και αυτός με τη σειρά του θα ξεκινήσει τη σύνδεση στον κοντινό εξυπηρετητή σελίδων που του «συστήθηκε» ως content.mindport.gnet.gr. Είναι επίσης πολύ πιθανό ο dns resolver του υπολογιστή να αποθηκεύσει στη λανθάνουσα μνήμη του την IP διεύθυνση του content.mindport.gnet.gr για μελλοντική χρήση. Στην περίπτωση αυτή όπως και στην περίπτωση του περιφερειακού εξυπηρετητή με τη χρησιμοποίηση της λανθάνουσας μνήμης πετυχαίνουμε οικονομία στους πόρους του συστήματος και ταχύτερη απόκριση χωρίς παρενέργειες στη λειτουργία της υπηρεσίας «Διάδοσης Περιεχομένου».

Αυτό συμβαίνει, γιατί οι IP διευθύνσεις των υπολογιστών των χρηστών είναι είτε σταθερές, είτε όταν μεταβάλλονται παίρνουν τιμές μέσα από συγκεκριμένα υποδίκτυα τα οποία είναι σταθερά ανά φορέα. Οπότε σε όλες τις περιπτώσεις οι τιμές που φυλάσσουν

στη λανθάνουσα μνήμη τους είναι σωστές γιατί τους έχουν δοθεί με βάση τη γεωγραφική τους θέση.

Κεφάλαιο 5^ο

Ανάλυση Internet Content Delivery Συστημάτων

5.1 Γενική επισκόπηση των Content Delivery Συστημάτων

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στο Internet μια αστρονομική αύξηση στη χρήση εξειδικευμένων content delivery συστημάτων, όπως content delivery δίκτυα και peer-to-peer file sharing συστήματα. Για να καταλάβουμε το content delivery όπως αυτό διαμορφώνεται στο σημερινό Internet, απαραίτητο είναι να εμπεδώσουμε τον τρόπο που χρησιμοποιούνται τα συστήματα αυτά στην πράξη. Η συγκεκριμένη ανάλυση εξετάζει τον τομέα του Internet content delivery εστιάζοντας σε τέσσερα διαφορετικά content delivery συστήματα: HTTP web κίνηση, το content delivery network της Akamai και τα Gnutella και Kazaa P2P file sharing συστήματα. Προκειμένου να γίνει η μελέτη αυτών των συστημάτων, οι συγγραφείς έκαναν trace όλης της εισερχόμενης και εξερχόμενης Internet κίνησης στο Πανεπιστήμιο του Washington, ένα μεγάλο πανεπιστήμιο το οποίο διαθέτει πάνω από 60,000 φοιτητές, καθηγητές και προσωπικό.

Ειδικότερα, αναλύθηκε ένα trace 9 ημερών κατά το οποίο παρατηρήθηκαν πάνω από 500 εκατομμύρια transactions και έγιναν exchanged πάνω από 20 terabytes HTTP δεδομένα. Τα αποτελέσματα του trace, δείχνουν: α) το βαθμό κατά τον οποίο η P2P κίνηση έχει υπερβεί την web κίνηση, καθιστώντας την ως κορυφαία, από άποψη κατανάλωσης Internet bandwidth, β) τις δραματικές διαφορές όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που μεταφέρονται σαν αποτέλεσμα του HTTP transaction, γ) την επίδραση της αμφίδρομης (2-way) φύσης της P2P επικοινωνίας και δ) τους τρόπους με τους οποίους τα P2P συστήματα δεν κλιμακώνονται, παρόλο που εξ' αρχής σχεδιάζονται μ' αυτή την ιδιότητα κατά νου.

Τα κυρίαρχα content delivery συστήματα που υπάρχουν σήμερα είναι τρία, τα εξής: το World Wide Web, που ακολουθεί το client/server μοντέλο επικοινωνίας, τα content delivery δίκτυα και τα P2P file sharing συστήματα. Σε υψηλό επίπεδο, ο ρόλος των συστημάτων αυτών είναι πάνω κάτω ο ίδιος, να κατανεύουν περιεχόμενο στους χρήστες. Η αρχιτεκτονική όμως αυτών των συστημάτων διαφέρει σημαντικά και οι διαφορές που παρατηρούνται επηρεάζουν την απόδοση, τα workloads και το ρόλο που μπορεί να παίξει το caching σε καθένα απ' αυτά.

5.1.1 To World Wide Web

Η βασική αρχιτεκτονική του web είναι απλή: χρησιμοποιώντας το HTTP πρωτόκολλο, οι web clients που τρέχουν στα μηχανήματα των χρηστών υποβάλλουν αιτήσεις για αντικείμενα που βρίσκονται σε απομακρυσμένους web servers. Αποτελέσματα από προηγούμενες μελέτες εισηγούνται ότι τα περισσότερα αντικείμενα στο web είναι μικρά (5-10 KB), αλλά η κατανομή των μεγεθών των αντικειμένων είναι heavytailed (δηλαδή τα μεγάλα αντικείμενα δεν είναι δημοφιλή) και υπάρχουν πολύ μεγάλα αντικείμενα. Ο αριθμός των αντικειμένων είναι τεράστιος (της τάξης των δισεκατομμυρίων) και συνεχώς αυξανόμενος. Τα περισσότερα αντικείμενα στο web είναι στατικά, αλλά ολοένα αυξάνεται ο αριθμός των αντικειμένων που παράγονται δυναμικά.

Το caching στο Web βοηθά στη μείωση του φόρτου εργασίας στους διάφορους web servers και στις backbone ζεύξεις και επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να μειώσει το χρόνο πρόσβασης στα αντικείμενα του web.

5.1.2 Τα Content Delivery Δίκτυα

Τα content delivery δίκτυα είναι συλλογές από servers οι οποίοι επιτελούν συγκεκριμένη δουλειά και είναι κατανομημένοι στρατηγικά σε διάφορα σημεία του wide-area Internet. Οι Παροχείς Περιεχομένου (ΠΠ), όπως τα web sites ή οι πηγές streaming video, αναθέτουν σε εμπορικά CDNs να φιλοξενήσουν και να προσφέρουν το περιεχόμενο στο web για λογαριασμό τους. Τα περισσότερα CDNs διαθέτουν servers σε σημεία παρουσίας Παροχέων Υπηρεσιών Internet (ISPs), με σκοπό οι clients να μπορούν να έχουν πρόσβαση σε τοπολογικά κοντινά αντίγραφα σε μικρό χρόνο.

Όπως και στο web, η μονάδα μεταφοράς σε ένα CDN είναι το αντικείμενο. Τα αντικείμενα χαρακτηρίζονται απ' το URL τους. Σε αντίθεση με το web οι ΠΠ δε χρειάζεται να διαχειρίζονται τους web servers, αφού οι αιτήσεις που υποβάλλουν οι διάφοροι clients γίνονται redirect σε αντίγραφα τα οποία φιλοξενούνται σε κάποιο CDN. Στην πράξη, τα αντικείμενα που φιλοξενούνται στα CDNs ως επί το πλείστον είναι στατικό περιεχόμενο όπως εικόνες, διαφημίσεις ή video clips. Οι ΠΠ διαχειρίζονται το δικό τους δυναμικό περιεχόμενο, παρ' όλ' αυτά οι δυναμικά παραγόμενες web σελίδες τους μπορεί να εμπεριέχουν αντικείμενα τα οποία εξυπηρετούνται από το CDN.

5.1.3 Τα Peer-to-Peer συστήματα

Τα P2P συστήματα έχουν γίνει πολύ δημοφιλή τα τελευταία χρόνια. Σε ένα P2P σύστημα, οι peers συνεργάζονται προκειμένου να αποτελέσουν ένα κατακευματισμένο σύστημα με σκοπό τη συνδιαλλαγή περιεχομένου. Ο ρόλος των peers είναι διπλός, κάποιιοι συμπεριφέρονται ως servers και κάποιιοι ως clients: αρχείο που γίνεται download από έναν peer συχνά γίνεται upload από κάποιον άλλο peer.

Οι χρήστες αλληλεπιδρούν με ένα P2P σύστημα με δύο τρόπους: προσπαθούν να βρουν τα αντικείμενα που τους ενδιαφέρουν υποβάλλοντας search αιτήσεις και κατόπιν υποβάλλονται downloads αιτήσεις για κάθε ένα απ' αυτά. Σε αντίθεση με το web και τα CDNs, ο κυριότερος τρόπος χρήσης των P2P συστημάτων είναι μη αλληλεπιδραστικός (batch-style download του περιεχομένου).

Τα P2P συστήματα διαφέρουν στο τρόπο με τον οποίο παρέχουν δυνατότητες για search στους clients. Μερικά απ' αυτά, όπως το Napster, έχουν μεγάλα, λογικά κεντρικοποιημένα indexes τα οποία διατηρούνται από μία και μόνο εταιρία. Οι peers αυτόματα κάνουν upload λίστες των διαθέσιμων αρχείων στον κεντρικό index και τα queries απαντώνται χρησιμοποιώντας αυτόν τον index. Άλλα συστήματα, όπως το Gnutella και το Freenet, κάνουν broadcast τις search αιτήσεις πάνω από ένα επικαλυπτόμενο δίκτυο που συνδέει τους peers. Πιο πρόσφατα συστήματα, όπως το Kazaa, χρησιμοποιούν υβριδική αρχιτεκτονική. Κάποιοι peers ψηφίζεται να είναι οι «supernodes», προκειμένου να κάνουν index το περιεχόμενο που είναι διαθέσιμο σε μια κοντινή γειτονιά από peers.

Τα P2P συστήματα διαφέρουν επίσης στον τρόπο που γίνονται τα downloads, απ' την στιγμή που έχει βρεθεί το αντικείμενο που ενδιαφέρει το χρήστη. Τα περισσότερα συστήματα μεταφέρουν το περιεχόμενο πάνω από μια απευθείας σύνδεση μεταξύ του peer που διαθέτει το αντικείμενο και του αντίστοιχου απ' τον οποίο έχει υποβληθεί η download αίτηση. Μια βελτιστοποίηση που χρησιμοποιείται από κάποια συστήματα προκειμένου να βελτιωθεί ο χρόνος του download ενός αντικειμένου, είναι το τελευταίο να γίνεται download από πολλαπλά “κομμάτια” από διάφορα αντίγραφα.

5.2 Μεθολογία

Οι συγγραφείς χρησιμοποιούν passive network monitoring προκειμένου να συλλέξουν traces της κίνησης που ρέει μεταξύ του Πανεπιστημίου του Washington (UW) και του υπόλοιπου Internet. Το UW συνδέεται με τους ISPs του μέσω δύο border routers: ο ένας router χειρίζεται την outbound κίνηση και ο άλλος την inbound. Οι δύο routers είναι πλήρως συνδεδεμένοι σε τέσσερα switches σε κάθε ένα από τα τέσσερα backbones του Πανεπιστημίου. Κάθε switch διαθέτει ένα monitoring port το οποίο χρησιμοποιείται για να στείλει αντίγραφα των εισερχόμενων και εξερχόμενων πακέτων στο monitoring host.

Το tracing infrastructure που χρησιμοποιείται στο paper, βασίζεται σε software το οποίο είχε αναπτυχθεί απ' τους Wolman και Voelker σε προηγούμενες μελέτες. Επιπλέον, έχουν προστεθεί components προκειμένου να αναγνωριστεί και να αναλυθεί η κίνηση των Kazaa, Gnutella και Akamai CDN συστημάτων. Το software εγκαθιστά ένα kernel packet φίλτρο, προκειμένου να παραδώσει TCP πακέτα σε ένα userlevel process. Αυτό το process αναδομεί TCP ροές, αναγνωρίζει HTTP αιτήσεις μεταξύ των ροών (χειρίζοντας κατάλληλα persistent HTTP συνδέσεις) και κάνει extract τα HTTP headers καθώς και άλλα metadata απ' τις ροές. Επειδή το Kazaa και το Gnutella χρησιμοποιούν το HTTP πρωτόκολλο προκειμένου να κάνουν ανταλλαγή αρχείων, αυτή η υποδομή είναι σε θέση να συλλάβει P2P downloads καθώς επίσης WWW και Akamai κίνηση. Ευαίσθητες πληροφορίες όπως IP διευθύνσεις και URLs γίνονται anonymize και όλα τα extracted δεδομένα γίνονται log στο δίσκο σε μία δυαδική συμπιεσμένη αναπαράσταση.

5.2.1 Διάκριση των διαφορετικών τύπων κίνησης

Το trace συλλαμβάνει δύο τύπων κίνηση: HTTP κίνηση, η οποία μπορεί περαιτέρω να αποσυντεθεί σε WWW, Akamai, Kazaa και Gnutella transfers και non-HTTP TCP κίνηση, συμπεριλαμβανομένης της search κίνησης των Kazaa και Gnutella. Εάν κάποια HTTP αίτηση κατευθύνεται στα ports 80, 8080, ή 443 (SSL), τόσο η αίτηση, όσο και η απάντηση που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη αίτηση κατηγοριοποιούνται ως HTTP κίνηση. Παρόμοια, χρησιμοποιούνται τα ports 6346 και 6347 προκειμένου να αναγνωριστεί η Gnutella http κίνηση και το port 1214 προκειμένου να αναγνωριστεί η Kazaa HTTP κίνηση.

Ένα μικρό μέρος της συλλαμβανόμενης κίνησης παραμένει μη αναγνωρίσιμο. Οι συγγραφείς πιστεύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της κίνησης οφείλεται, αφενός σε λιγότερο δημοφιλή P2P συστήματα, όπως το Napster και αφετέρου σε hosts τα οποία τρέχουν IRC ή Web Servers σε ports διαφορετικά των 80, 8080 ή 444. Για την non-HTTP κίνηση χρησιμοποιούνται τα ίδια Gnutella και Kazaa ports προκειμένου να αναγνωριστεί η P2P search κίνηση.

5.3 Χαρακτηριστικά κίνησης

5.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά κίνησης

Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις του πειράματος, το πανεπιστήμιο της Washington είναι σε αρκετά μεγαλύτερο βαθμό παροχέας παρά καταναλωτής

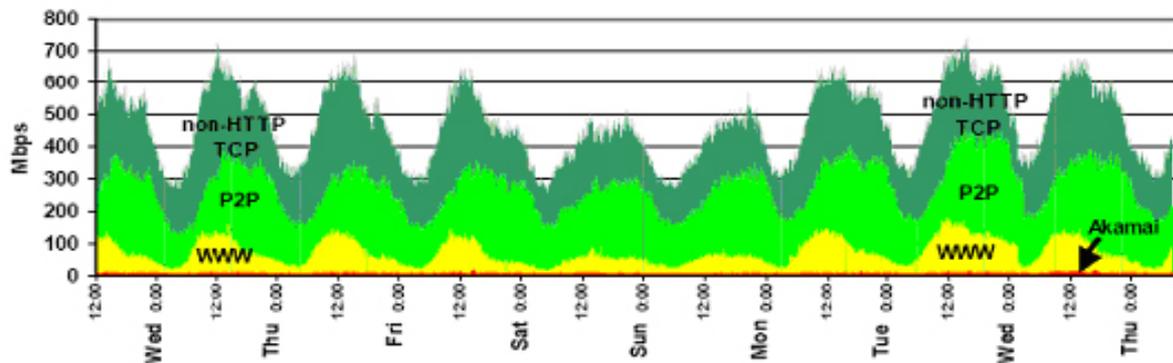
πληροφορίας. Η εισερχόμενη στο πανεπιστήμιο κίνηση ανέρχεται σε 3.44 TB, ενώ η εξερχόμενη από αυτό φτάνει σε σχεδόν πενταπλάσιο αριθμό, 16.65 TB.

	WWW		Akamai		Kazaa		Gnutella	
	inbound	outbound	inbound	outbound	inbound	outbound	inbound	outbound
HTTP transactions	329,072,253	73,001,891	33,486,508	N/A	11,140,861	19,190,902	1,576,048	1,321,999
unique objects	72,818,997	3,412,647	1,558,852	N/A	111,437	166,442	5,274	2,092
clients	39,285	1,231,308	34,801	N/A	4,644	611,005	2,151	25,336
servers	403,087	9,821	350	N/A	281,026	3,888	20,582	412
bytes transferred	1.51 TB	3.02 TB	64.79 GB	N/A	1.78 TB	13.57 TB	28.76 GB	60.38 GB
median object size	1,976 B	4,646 B	2,001 B	N/A	3.75 MB	3.67 MB	4.26 MB	4.08 MB
mean object size	24,687 B	82,385 B	12,936 B	N/A	27.78 MB	19.07 MB	19.16 MB	9.78 MB

Πίνακας 5.1: Στατιστικά Στοιχεία του tracing

Ο αριθμός των clients και των servers στον Πίνακα 5.1, δείχνει το βαθμό συμμετοχής σε αυτά τα συστήματα. Για το web, 39,285 UW clients έκαναν access 403,437 Internet web servers, ενώ για το Kazaa, 4,644 UW clients, έκαναν access 281,026 εξωτερικούς Internet servers. Για το Akamai content delivery σύστημα, 34,801 UW clients έκαναν download Akamai-hosted περιεχόμενο, το οποίο παρήχθη από 350 διαφορετικούς Akamai servers. Κατά την αντίθετη κατεύθυνση, 1,231,308 Internet clients έκαναν access UW web περιεχόμενο, ενώ 611,005 clients έκαναν access UW-hosted Kazaa περιεχόμενο.

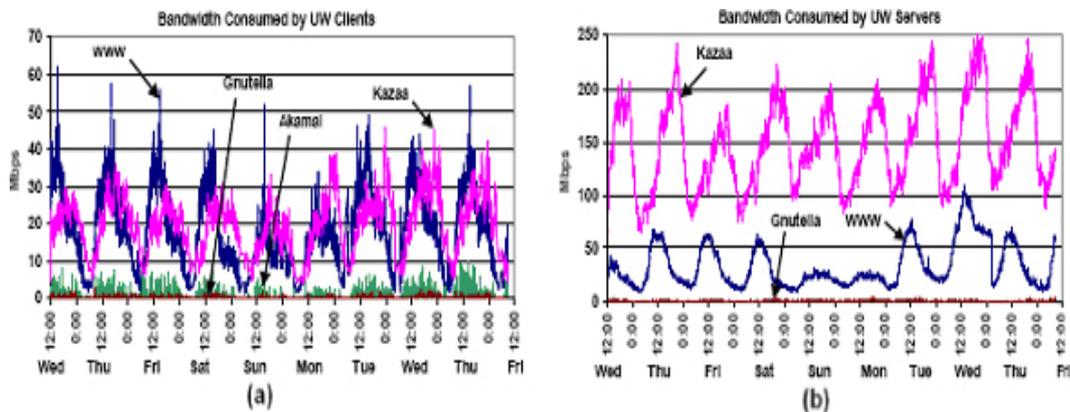
Αν και οι κόμβοι που χρησιμοποιούν τα συστήματα Kazaa και Gnutella είναι σχετικά λίγοι, η P2P κίνηση αποτελεί σημαντικό ποσοστό της συνολικής, εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους των αντικειμένων που διακινούνται μέσω αυτών των συστημάτων.



Σχήμα 5.2: TCP Bandwidth

Στο Σχήμα 5.2 φαίνεται το συνολικό TCP bandwidth το οποίο καταναλώθηκε κατά την περίοδο του trace. Το μικρότερο bandwidth καταναλώθηκε από την Akamai κίνηση, η οποία αποτελεί μόνο το 0.2% της TCP κίνησης που παρατηρήθηκε. Η Gnutella κίνηση κατανάλωσε το 6.04% και η WWW κίνηση ακολουθεί καταναλώνοντας το 14.3% της TCP κίνησης. Η Kazaa κίνηση αποτελεί τον μεγαλύτερο συμβάλλον στην κατανάλωση bandwidth, καταναλώνοντας το 36.9% των TCP bytes.

Όσον αφορά τον τύπο των διακινούμενων αντικειμένων, οι περισσότερες αιτήσεις αφορούν εικόνες τύπου GIF και HTML σελίδες. Παρόλα αυτά το μεγαλύτερο μέρος της κίνησης καταναλώνεται σε μεταφορά αντικειμένων τύπου AVI, με τα αντικείμενα HTML και MPEG να ακολουθούν. Προφανώς, μεγαλύτερα αντικείμενα καταναλώνουν σημαντικό bandwidth παρά τον μικρό αριθμό αιτήσεων για αυτά.



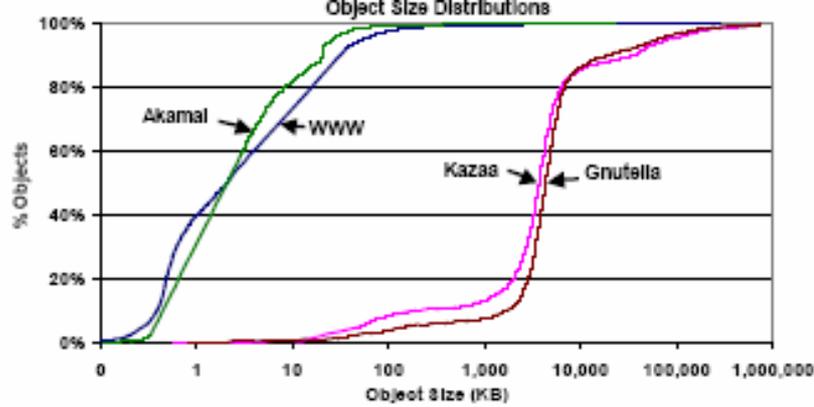
Σχήμα 5.3: UW client και server bandwidth(inbound-outbound)

Στα παραπάνω διαγράμματα, φαίνονται τα inbound - outbound bandwidths των τεσσάρων content delivery συστημάτων. Απ' το Σχήμα 5.3^a, βλέπουμε ότι παρά το γεγονός ότι τόσο το WWW όσο και το Kazaa έχουν ημερήσιους κύκλους, οι κύκλοι είναι μετατοπισμένοι στο χρόνο, με το WWW να κάνει peak στη μέση της ημέρας και το Kazaa αργά τη νύχτα. Για αιτήσεις απ' το UW προς εξωτερικούς servers, τα WWW και Kazaa peak bandwidths έχουν την ίδια τάξη μεγέθους, ενώ για αιτήσεις από εξωτερικούς clients προς UW servers, το peak Kazaa bandwidth υπερβαίνει το WWW κατά τρεις φορές.

Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι το WWW peak bandwidth είναι περίπου το ίδιο και προς τις δυο κατευθύνσεις, ενώ οι εξωτερικοί Kazaa clients καταναλώνουν 7.6 φορές περισσότερο bandwidth απ' ότι οι UW Kazaa clients.

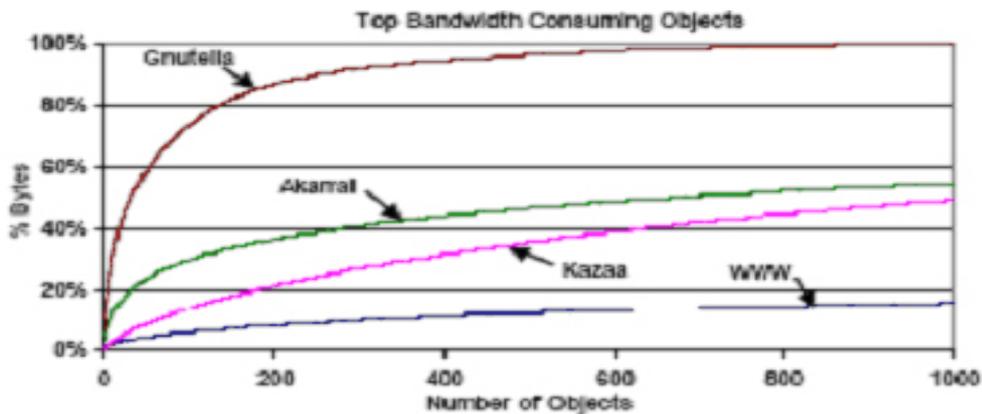
5.3.2 Τα Αντικείμενα

Όπως αναφέραμε, υπάρχει μεγάλη διαφορά στο μέγεθος των αντικειμένων που μεταφέρονται από τα P2P συστήματα και αυτών που μεταφέρονται κατά τη συνήθη web κίνηση. Το μέσο μέγεθος αντικειμένου στην τελευταία περίπτωση είναι περίπου 2 KB, ενώ για τα P2P συστήματα το αντίστοιχο μέγεθος είναι 4 MB. Επιπλέον, σημαντικό ποσοστό (5%) των Kazaa αντικειμένων είναι μεγέθους μέχρι 100 MB (Σχήμα 5.4).



Σχήμα 5.4: Κατανομή μεγέθους των αντικειμένων

Κάποιες διαφορές παρατηρούνται στα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που καταναλώνουν περισσότερο bandwidth σε κάθε σύστημα. Όσον αφορά τη web κίνηση, τα 10 αντικείμενα με τη περισσότερη κίνηση είναι ένας συνδυασμός μικρών αλλά εξαιρετικά δημοφιλών αντικειμένων και μεγάλων με σχετικά μικρό αριθμό αιτήσεων. Για το Akamai, τα περισσότερα αντικείμενα είναι μεγάλα και σχετικά μη-δημοφιλή. Για το Kazaa η κίνηση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό σε αντικείμενα πολύ μεγάλου μεγέθους (Σχήμα 5.5).

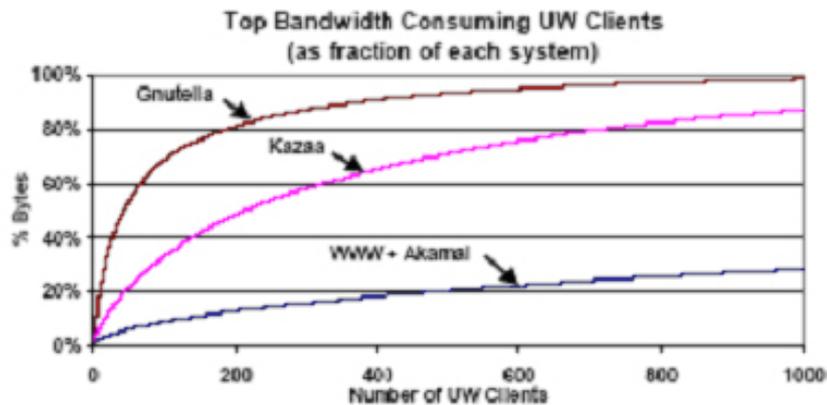


Σχήμα 5.5: Ποσοστό κίνησης οφειλόμενη στα 1000 αντικείμενα που καταναλώνουν το περισσότερο bandwidth σε κάθε σύστημα

Όσον αφορά την εισερχόμενη και εξερχόμενη Kazaa κίνηση, παρατηρείται μία αρκετά σημαντική διαφορά. Η εξερχόμενη κίνηση, αν και έχει όμοια χαρακτηριστικά με την εισερχόμενη (το μεγαλύτερο μέρος της οφείλεται σε πολύ μεγάλα αντικείμενα), είναι κατά 10 φορές μεγαλύτερη. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι η χρήση μίας reverse cache μπορεί να βοηθήσει περισσότερο στην απορρόφηση φόρτου από τους κόμβους του πανεπιστημίου.

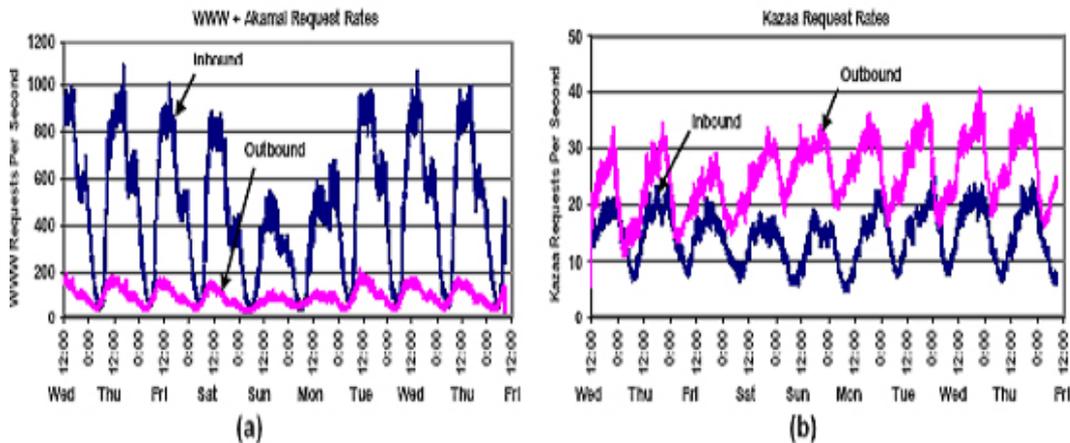
5.3.3 Οι Clients

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που αξίζει να παρατηρηθεί είναι η κατανομή της κατανάλωσης bandwidth στους clients του πανεπιστημίου. Σε κάθε τύπο κίνησης, ένα μικρό ποσοστό clients ευθύνεται για σημαντικό τμήμα της κίνησης. Όσον αφορά την web και Akamai κίνηση οι 200 δημοφιλέστεροι clients (ποσοστό 0.5% του συνολικού αριθμού) απορροφά το 13% της κίνησης. Αντίστοιχα, οι top 200 clients (το 4% του συνολικού πληθυσμού) των Kazaa κόμβων καταναλώνει το 50% της κίνησης (Σχήμα 5.6). Όσον αφορά τη συνολική κίνηση οι 400 δημοφιλέστεροι Kazaa κόμβοι ευθύνονται για το 27% της κίνησης που ελήφθη από το UW.



Σχήμα 5.6: Top UW clients σε κατανάλωση bandwidth ως κλάσμα κάθε συστήματος.

Ο αριθμός των αιτήσεων για web αντικείμενα είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν για P2P. Συνολικά έχουμε το πολύ 40 outbound και 23 inbound αιτήσεις ανά δευτερόλεπτο για Kazaa transactions, ενώ οι αντίστοιχοι αριθμοί για WWW κίνηση είναι 1100 και 200. Παρόλα αυτά, ο αριθμός των ταυτόχρονων ανοιχτών Kazaa συνδέσεων είναι διπλάσιος από αυτόν για το Web/Akamai. Το γεγονός οφείλεται στην μεγαλύτερη διάρκεια των Kazaa συνδέσεων (εφόσον τα αντικείμενα που μεταφέρονται είναι πολύ μεγαλύτερα). Πιο συγκεκριμένα, οι Kazaa αιτήσεις φτάνουν τις 23 ανά sec, με μέση διάρκεια 130 sec (έναντι των 120ms διάρκειας μίας web αίτησης) (Σχήμα 5.7).

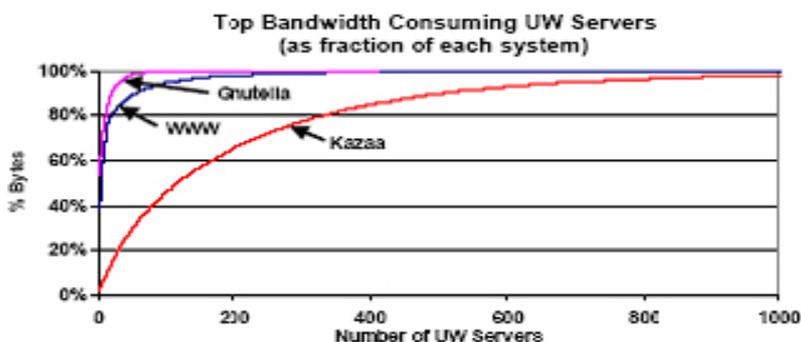


Σχήμα 5.7: Ρυθμός αιτήσεων σε σχέση με το χρόνο.

5.3.4 Οι Servers

Σχετικά με την κατανομή της κίνησης από τους server του πανεπιστημίου, όσο αφορά την web κίνηση, η καμπύλη κατανομής της είναι εξαιρετικά απότομη. Το 80% της κίνησης εξυπηρετείται από 20 εκ των 9821 servers (ποσοστό μόλις 0.2%)! Το Gnutella έχει τους λιγότερους server και όλη η κίνηση εξυπηρετείται από 10 εξ αυτών. Όσον αφορά το Kazaa, η κατανομή είναι σχετικά πιο ομοιόμορφη. Παρόλα αυτά, το 80% της κίνησης εξυπηρετείται από το 8.6% των servers (Σχήμα 5.8).

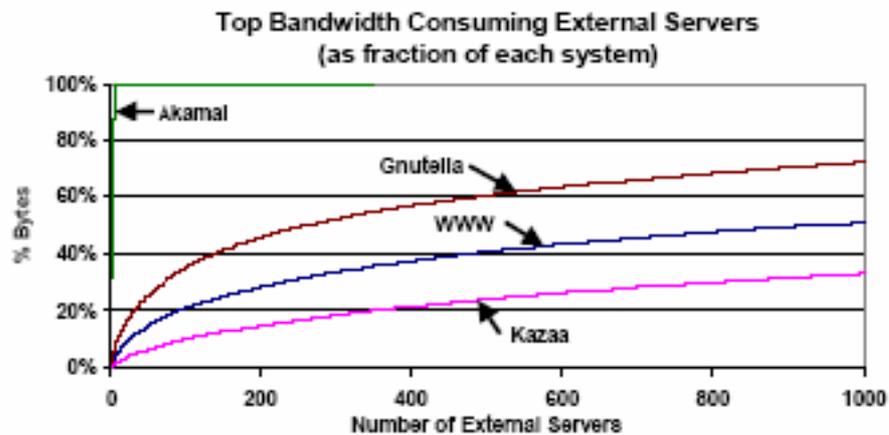
Για την συνολική κίνηση από το πανεπιστήμιο, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι Kazaa servers έχουν την μεγαλύτερη συνεισφορά. Ποσοστό μεγαλύτερο του 50% της συνολικής εξερχόμενης κίνησης οφείλεται στους δημοφιλέστερους Kazaa servers, ενώ το ποσοστό για τους web servers ανέρχεται σε περίπου 20%.



Σχήμα 5.8: Top UW εσωτερικοί servers στην παραγωγή bandwidth

Όσον αφορά την κίνηση από εξωτερικούς servers (Σχήμα 5.9), για το web η καμπύλη κατανομής έχει αρχικά μεγάλη κλίση για να εξομαλυνθεί στη συνέχεια. Το 50% της εισερχόμενης web κίνησης προέρχεται από 900 servers (σε σύνολο 400000). Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για το Kazaa είναι μάλλον απροσδόκητα. Το 26% των εισερχόμενων bytes προέρχονται από μόλις 600 εξωτερικούς Kazaa servers (ποσοστό μόλις

0.21%). Θα περιμέναμε να υπάρχει πιο ισορροπημένη κατανομή φορτίου, εφόσον ο εντοπισμός των επιθυμητών αντικειμένων γίνεται με βάση το όνομα και όχι με αιτήσεις σε συγκεκριμένους servers. Τα αντικείμενα θα έπρεπε λογικά να υπάρχουν σε περισσότερους peers, με αποτέλεσμα να έχουμε διασπορά της κίνησης. Παρόλα αυτά, οι μετρήσεις δεν αποδεικνύουν τους παραπάνω συλλογισμούς.



Εικόνα 5.9: Top UW εξωτερικοί servers στην παραγωγή bandwidth

Οι 500 δημοφιλέστεροι web servers παρέχουν το 20% των συνολικών εισερχόμενων bytes, για τη συνολική κίνηση. Αντίστοιχα, οι 500 δημοφιλέστεροι εξωτερικοί Kazaa servers παρέχουν το 10% της συνολικής εισερχόμενης κίνησης

Ένας παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί είναι το ποσοστό αποτυχημένων συναλλαγών για τα διαφορετικά συστήματα. Τα P2P συστήματα δέχονται εθελοντικά οποιοδήποτε χρήστη με αποτέλεσμα την ύπαρξη στο δίκτυο κόμβων με χαμηλή υπολογιστική ισχύ, την ύπαρξη αργών συνδέσεων κ.ο.κ. Σαν αποτέλεσμα, το ποσοστό αποτυχημένων transactions είναι αρκετά υψηλό (πάνω από 80%). Παρόλα αυτά, η τελικά «χρήσιμη» κίνηση είναι πολύ μεγαλύτερη διότι το μέγεθος των αντικειμένων που τελικά μεταφέρονται επιτυχώς είναι αρκετά μεγάλο για να υπερκαλύψει τα αποτυχημένα transactions.

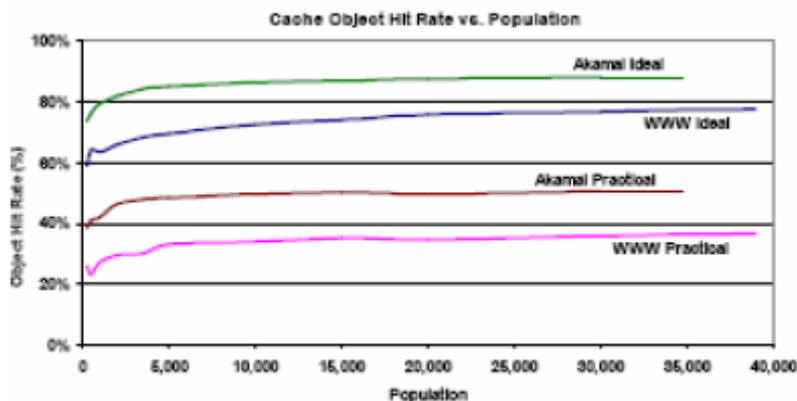
5.4 Caching

Σε αυτήν την ενότητα θα εξετάσουμε τις δυνατότητες που παρέχει η χρήση cache στα Akamai CDN και Kazaa P2P συστήματα.

5.4.1 CDN's

Για την αξιολόγηση των οφελών από τη χρησιμοποίηση caches για την Akamai κίνηση, προσομοιώθηκε η λειτουργία μίας local proxy cache με απεριόριστη χωρητικότητα, για τις συναλλαγές με Akamai και web servers. Μετρήθηκε η απόδοση κάτω από ιδεατές (υποθέτοντας δηλαδή ότι όλα τα μεταφερόμενα αντικείμενα είναι cacheable) και υπό πραγματικές συνθήκες.

Για το Akamai, τα ποσοστά των cache hits ήταν εξαιρετικά υψηλά, φτάνοντας το 88% στην ιδεατή και το 50% στην πραγματική περίπτωση (Σχήμα 5.10). Λαμβάνοντας υπόψη ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των Akamai αντικειμένων είναι στατικής φύσης, η υιοθέτηση caching τεχνικών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά οφέλη.



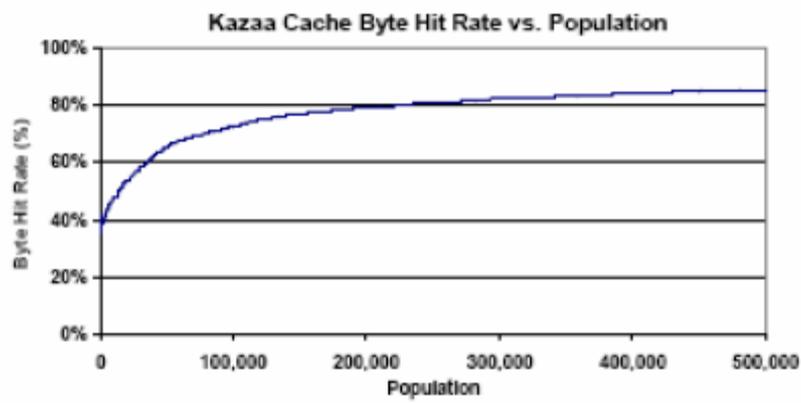
Σχήμα 5.10: WWW και Akamai object hit rates σε σχέση με τον πληθυσμό.

Θεωρούμε ότι έχουμε μια ιδανική cache (όλα τα αντικείμενα είναι cacheable).

5.4.2 P2P's

Για τις μετρήσεις σε P2P συστήματα, εξομοιώθηκε η λειτουργία μίας ιδεατής cache, με απεριόριστη χωρητικότητα και χωρίς expiration limit. Εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους των μεταφερόμενων αντικειμένων, η αξιολόγηση της επίδοσης έγινε με βάση το byte hit rate και όχι το object hit rate. Επίσης, επειδή οι μεταφορές των αντικειμένων μπορεί να γίνονται σε fragments από διαφορετικούς peers, στην cache αποθηκεύονται blocks των 32KB. Με αυτόν τον τρόπο, οι μεταφορές μπορεί να εξυπηρετούνται μερικώς από την cache και κάθε Kazaa transaction μπορεί να επιφέρει τόσο hits όσο και misses.

Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 5.11, για την εξωτερική Kazaa κίνηση, το ποσοστό επιτυχίας ανήρθε στο εξαιρετικά υψηλό 85%. Όσον αφορά την εσωτερική κίνηση, το ποσοστό έφτασε μόλις στο 35%, αντίστοιχο με αυτό για τη web κίνηση.



Σχήμα 5.11: Kazaa cache hit rate σε σχέση με τον πληθυσμό.
Θεωρούμε ότι έχουμε μια ιδανική cache (όλα τα αντικείμενα είναι cacheable).

Κεφάλαιο 6^ο

ECDN- Enterprise Content Delivery Networks (Επιχειρησιακό Δίκτυο Διανομής Περιεχομένου)

6.1 Η ανάγκη δημιουργίας του Επιχειρησιακού Δικτύου

Στην εποχή μας η οικονομία βασίζεται στις γνώσεις, η δυνατότητα να παρέχουν υπαλλήλους, συνεργάτες, και πελάτες με ακριβή και έγκαιρη πρόσβαση στην πληροφορία και στις εφαρμογές είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία κάθε επιχείρησης. Πολλές δημοφιλείς νέες επιχειρησιακές εφαρμογές έχουν προκύψει για να καλύψουν αυτήν την απαίτηση, συμπεριλαμβανομένου του Προγραμματισμού των Επιχειρηματικών Πόρων -ERP (Enterprise Resource Planning), των συστημάτων Διαχείρισης Σχέσεων Πελατών-CRM(Customer Relationship Management), των εταιρικών πυλών, του elearning και της σε απευθείας σύνδεση τηλεοπτικής σύσκεψης.

Εντούτοις, αυτές οι νέες εφαρμογές έχουν φέρει επίσης δικές τους τις προκλήσεις επειδή η υποδομή και οι πόροι πρέπει να είναι διαθέσιμοι για να υποστηρίξουν τις εφαρμογές, που τοποθετούν τα πρόσθετα φορτία και στο εταιρικό δίκτυο και στην ομάδα IT.

Πολλές επιχειρήσεις έχουν εξετάσει αυτές τις προκλήσεις με την εφαρμογή ενός Επιχειρησιακού Δικτύου Παράδοσης Περιεχομένου (ECDN). Τα ECDNs συνδυάζουν την αποθήκευση, την παράδοση περιεχομένου και τις διοικητικές τεχνολογίες περιεχομένου σε μια λύση για να ισορροπούν οι υπάρχοντες πόροι υποδομής μιας επιχείρησης. Έχουν ως σκοπό για να βοηθήσουν τα τμήματα IT, να επεκτείνουν τις ισχυρές νέες εφαρμογές μειώνοντας το γενικό κόστος. Εντούτοις, άλλες επιχειρησιακές ομάδες, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου δυναμικού, μάρκετινγκ, διοικητική διαχείριση, πωλήσεις και κατασκευή, μπορούν να ωφεληθούν από ένα ECDN με το να εκμεταλλευθούν τις νέες εφαρμογές για να μειώσουν τις δαπάνες και να αυξήσουν το εισόδημα.. Μια εταιρεία που έχει φέρει τέτοιες λύσεις στις επιχειρήσεις είναι η Network Appliance.

6.2 Χειρισμός της έκρηξης των εφαρμογών Ιστού

Στη σταθερή αναζήτηση του αυξανόμενου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, οι επιχειρήσεις επεκτείνουν διάφορες νέες εφαρμογές βασισμένες στο Web, συμπεριλαμβανομένου του ERP, CRM, on-line εκπαίδευσης, των σε απευθείας σύνδεση τηλεοπτικών επικοινωνιών, της πρόσβασης Διαδικτύου και των Πυλών Πληροφοριών Υπαλλήλων –EIPs(Employee Information Portals). Αυτές οι εφαρμογές επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να μειώσουν το χρόνο στην αγορά, χαμηλότερες δαπάνες, βελτίωση της αποδοτικότητας με τη διευκόλυνση των απομακρυσμένων υπαλλήλων, των συνεργατών και των πελατών για να έχουν πρόσβαση εύκολα στις εσωτερικές επιχειρησιακές πληροφορίες, τις ειδήσεις και τις ανακοινώσεις της επιχείρησης.

Οι επιχειρήσεις έχουν χρησιμοποιήσει το ERP, το CRM και τις εταιρικές οικονομικές επιχειρησιακές εφαρμογές για κάποιο χρονικό διάστημα. Εντούτοις, υπάρχει μια ισχυρή μετακίνηση προς τον Ιστό που επιτρέπει αυτές τις εφαρμογές. Οι στόχοι της

διανομής αυτών των εφαρμογών μέσω του Ιστού περιλαμβάνουν την απλούστερη διαχείριση της υποδομής εφαρμογής και τη γρηγορότερη και πιο εύκαμπτη εξ' αποστάσεως πρόσβαση στις κρίσιμες επιχειρησιακές πληροφορίες μέσα στις εφαρμογές. Οι προκλήσεις επιτυχώς επεκτείνουν αυτές τις εφαρμογές μέσω του Ιστού, περιλαμβάνουν τις πρόσθετες καθυστερήσεις κυκλοφορίας και πρόσβασης στο δίκτυο στις μακρινές περιοχές.

Από τις νέες τεχνολογίες που έχουν εισαχθεί στην αγορά, μια από τις πολλά υποσχόμενες είναι τα streaming media, που επιτρέπει στους οργανισμούς να παραδώσουν πλουσιότερες πληροφορίες δέσμευσης στους υπαλλήλους, τους προμηθευτές, και τους πελάτες παγκοσμίως μέσω του Διαδικτύου και των ιδιωτικών intranets. Οι κοινές εφαρμογές των streaming media περιλαμβάνουν την εταιρική κατάρτιση, την απόσταση εκμάθηση, Webcasting των εταιρικών γεγονότων, τη διαφήμιση, και την παράδοση των ειδήσεων και των ανακοινώσεων επιχείρησης. Οι προκλήσεις της επέκτασης των streaming media στρέφονται στην εξισορρόπηση του πρόσθετου φορτίου, της παράδοσης του βίντεο πέρα από ένα δίκτυο IP με την ανάγκη να κατασταθεί η ποιότητα του βίντεο αρκετά υψηλή .

Επιπλέον, πολλές επιχειρήσεις εισάγουν EIPs ως ενιαία πηγή πληροφοριών για τη λήψη απόφασης και δράσης. Αυτές οι πύλες επιτρέπουν συνήθως την πρόσβαση στο εξωτερικό Διαδίκτυο καθώς επίσης και τις εσωτερικές πληροφορίες επιχείρησης. Και στις δύο περιπτώσεις, οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στο διαφορετικό περιεχόμενο, συμπεριλαμβανομένου του μη δομημένου κειμένου, τις βάσεις δεδομένων, τα αρχεία εικόνας, τις παρουσιάσεις, την έμπειρη κατάρτιση και τα τηλεοπτικά και ακουστικά αρχεία. Οι EIPs τοποθετούν τα σημαντικά φορτία στη ενισχυτική υποδομή IT επειδή προσεγγίζονται από τους χρήστες στις πολλαπλάσιες γεωγραφικές θέσεις και μπορούν να απαιτήσουν τις εκτενείς διοικητικές πολιτικές πρόσβασης για τις διαφορετικές ομάδες χρηστών, όπως το εκτελεστικό προσωπικό, η χρηματοδότηση, οι πωλήσεις, η κατασκευή και οι συνεργάτες.

Αυτή η αυξανόμενη επέκταση του εύρους ζώνης εφαρμογών βασισμένων στις τεχνολογίες Ιστού, δημιουργεί διάφορες προκλήσεις στην επιχείρηση , στους υπευθύνους για τη λήψη αποφάσεων και αρμόδιους για τη διαχείριση της ροής των εταιρικών πληροφοριών σε όλες τις οργανώσεις τους.

Δεδομένου ότι η αυξανόμενη παγκοσμιοποίηση έχει οδηγήσει στις οργανώσεις που έχουν υπαλλήλους και πελάτες που διασκορπίζονται σε όλο τον κόσμο, η παράδοση πληροφοριών σε όλη την οργάνωση έχει γίνει δυσκολότερη και ακριβή. Ανεξάρτητα από τη θέση τους, οι χρήστες αναμένουν τη γρήγορη πρόσβαση σε όλους τους τύπους πληροφοριών και εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένου του περιεχόμενου Ιστού, του περιεχομένου ERP και CRM , των streaming media και των εταιρικών εγγράφων. Στην ουσία, όλοι οι χρήστες θέλουν να έχουν πρόσβαση στο περιεχόμενο τόσο εύκολα και γρήγορα σαν να αποθηκεύτηκε στον τοπικό σκληρό δίσκο τους.

6.3 Αυξάνοντας τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Διανομής Περιεχομένου

Αντιμέτωπες με αυτές τις προκλήσεις παράδοσης πληροφοριών και την ανάγκη να βελτιστοποιηθεί η χρήση εύρους ζώνης αλλά και να μειωθούν οι λειτουργικές δαπάνες, πολλές επιχειρήσεις εφαρμόζουν ECDNs, συμπεριλαμβανομένων των πρωτοπόρων στην αγορά όπως η Merrill Lynch και Logitech International. Ο στόχος είναι να επιτραπεί στις επιχειρήσεις να εξασφαλίσουν γρήγορη διεθνή πρόσβαση στις εντατικές εφαρμογές του εύρους ζώνης με τον πιο οικονομικό και αποδοτικό τρόπο χωρίς διακινδύνευση της απόδοσης δικτύων.

6.3.1 Στοιχεία του ECDN

Τα κρίσιμα στοιχεία ενός ECDN, και οι λειτουργίες τους περιλαμβάνουν:

- **Κεντρική αποθήκευση.** Εξασφαλίζει υψηλή διαθεσιμότητα για όλους τους τύπους επιχειρησιακών πληροφοριών και εφαρμογών.
- **Συσκευές παράδοσης (caching) περιεχομένου.** Αυτόματα αποθηκεύει και παραδίδει το περιεχόμενο στην άκρη του δικτύου, κοντά στον τελικό χρήστη, βελτιώνει την απόδοση και ελαχιστοποιεί την προς τα πάνω χρήση εύρους ζώνης.
- **Σύστημα διαχείρισης αίτησης για περιεχόμενο.** Αυτόματα κατευθύνει τα αιτήματα χρηστών στη βέλτιστη συσκευή παράδοσης περιεχομένου βασισμένη στα δίκτυα και στα φορτία server.
- **Κεντρικά συστήματα και κονσόλα διαχείρισης περιεχομένου.** Ελέγχει και διαμορφώνει όλα τα συστήματα παγκοσμίως και αυτόματα διανέμει το περιεχόμενο από οποιοδήποτε σημείο προέλευσης σε οποιοδήποτε σημείο στην άκρη του δικτύου, και αναλύει την χρήση περιεχομένου βασισμένη στον τύπο περιεχομένου, τη θέση και τη βάση του χρήστη.

Βελτιώνοντας την πρόσβαση στις κρίσιμες εφαρμογές των επιχειρήσεων παγκοσμίως, τα ECDNs μπορούν να παράγουν το νέο εισόδημα με τη μείωση του χρόνου στην αγορά, την αύξηση της ικανοποίησης πελατών και την ώθηση της εταιρικής παραγωγικότητας.

Περαιτέρω, με την υπάρχουσα IT υποδομή και την παροχή της συγκεντρωμένης διαχείρισης των συνολικά διασκορπισμένων πόρων, τα ECDNs μπορούν να μειώσουν τις IT δαπάνες προσωπικού κεφαλαίου και να ελαχιστοποιήσουν το εισόδημα που χάνεται μέσω του χρόνου διακοπής.

6.4 Οι πρωτοπόροι της τεχνολογίας Διανομής Περιεχομένου

Οι φορείς παροχής υπηρεσιών Διαδικτύου (ISPs), τα hosters Ιστού και οι επιχειρήσεις τηλεπικοινωνιών ήταν οι πρωτοπόροι της τεχνολογίας διανομής περιεχομένου. Η τεχνολογία αυτή επέτρεψε στους φορείς παροχής υπηρεσιών να μειώσουν τις δαπάνες εύρους ζώνης που συνδέονται με την εξασφάλιση. Ο καταναλωτής και οι επιχειρησιακοί πελάτες τους έλαβαν τη γρήγορη πρόσβαση στο περιεχόμενο Διαδικτύου από τους δημοφιλείς ιστοχώρους. Πολλοί φορείς παροχής υπηρεσιών αύξησαν την ισχύς της τεχνολογία διανομής περιεχομένου για να χτίσουν τα εμπορικά δίκτυα διανομής περιεχομένου (CDNs). Το εμπορικό CDNs υποσχέθηκε την γρηγορότερη πιθανή πρόσβαση στο περιεχόμενο Διαδικτύου και οι φορείς παροχής υπηρεσιών ήταν σε θέση να παρέχουν έξτρα αμοιβή (bonus) σαν κίνητρο για τις υπηρεσίες CDN.

Οι φορείς παροχής υπηρεσιών ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία διανομής περιεχομένου για να ελαχιστοποιήσουν το κόστος της γρήγορης διανομής περιεχομένου σε ένα παγκόσμιο ακροατήριο. Οι επιχειρήσεις έχουν αρχίσει τώρα να χρησιμοποιούν αυτήν την τεχνολογία .

6.5 Η λειτουργία του ECDN

Για να καταλάβετε πώς ένα ECDN λειτουργεί, θεωρήστε μια ERP εφαρμογή ιστού, όπως η Oracle E-Business Suite, που τρέχει σε έναν server εφαρμογής και που ρωτά την εταιρική βάση δεδομένων πληροφοριών που αποθηκεύεται σε μια κεντρική συσκευή αποθήκευσης. Τα web-enabled τμήματα της εφαρμογής ERP, όπως τα Java applets , τα μικρά αρχεία εικόνας και οι σελίδες HTML, θα διανέμονταν αυτόματα σε μια προγραμματισμένη βάση στις συσκευές παράδοσης περιεχομένου στις απομακρυσμένες εταιρικές περιοχές.

Όταν οι υπάλληλοι ή οι συνεργάτες των απομακρυσμένων περιοχών έχουν πρόσβαση στο ERP σύστημα μέσω εταιρικού ενδοδικτύου (intranet) ή εξωτερικού δικτύου (extranet), η συσκευή παράδοσης περιεχομένου σε κάθε περιοχή θα εξυπηρετεί τα Web-enabled τμήματα της εφαρμογής σ' αυτούς. Περιοδικά, οι αναφορές στην εφαρμογή και τα επίπεδα χρήσης υποδομής θα παράγονται αυτόματα και θα παραδίδονται στον διαχειριστή αιτήσεων και υποδομής της εταιρείας .

Αξιοσημείωτο είναι ότι οι εφαρμογές εξυπηρετούνται στους χρήστες από τις τοπικές συσκευές παράδοσης περιεχομένου, όχι από τους servers πέρα από το WAN. Αυτό επιταχύνει την παράδοση, βελτιώνοντας την παραγωγικότητα χρηστών, και μειώνοντας τις απαιτήσεις εύρους ζώνης του WAN. Επιπλέον, κανένα προσωπικό IT δεν απαιτείται για να διαχειριστεί τα συστήματα ή τις διαδικασίες σε καθημερινή βάση. Αυτό ελαχιστοποιεί τις ανάγκες της IT στελέχωσης.

6.5.1 Η λύση της Network Appliance's για ECDN

Μία από τις επιχειρήσεις που φέρνουν τέτοιες λύσεις παράδοσης περιεχομένου στην επιχείρηση είναι η Network Appliance. Ιδρύθηκε το 1992 και άρχισε με μια απλή προϋπόθεση: χωριστή αποθήκευση στοιχείων από τον server αιτήσεων και τοποθέτηση των στοιχείων επάνω σε μια ειδική συσκευή, που αποστέλλονται με την εξυπηρέτηση των στοιχείων ,με τις υψηλές ταχύτητες από ένα δίκτυο στον δίσκο και πίσω. Η επιχείρηση έχει επεκτείνει από τότε την έννοια για να επιτρέψει στις επιχειρήσεις να αυξήσουν την υποδομή αποθήκευσής τους και τα δίκτυα τοπικής και ευρείας περιοχής τους σε ένα ενσωματωμένο ECDN, που επεκτείνονται από το κέντρο στοιχείων στο απομακρυσμένο γραφείο.

Η Network Appliance βασίζει τη λύση του ECDN σε μια διανεμημένη αποθήκευση και μια αρχιτεκτονική παράδοσης, η οποία έχει ως σκοπό να είναι αξιόπιστη, ιδιαίτερα διαθέσιμη, ασφαλής, και να μπορεί να διαχειριστεί εύκολα από μια κεντρική θέση (σχήμα 6.1). Η λύση που προσφέρει περιλαμβάνει τις συσκευές ταξινομητών αποθήκευσης, τις συσκευές παράδοσης περιεχομένου, το λογισμικό για τα συστήματα, το περιεχόμενο και τη διαχείριση αιτήματος.

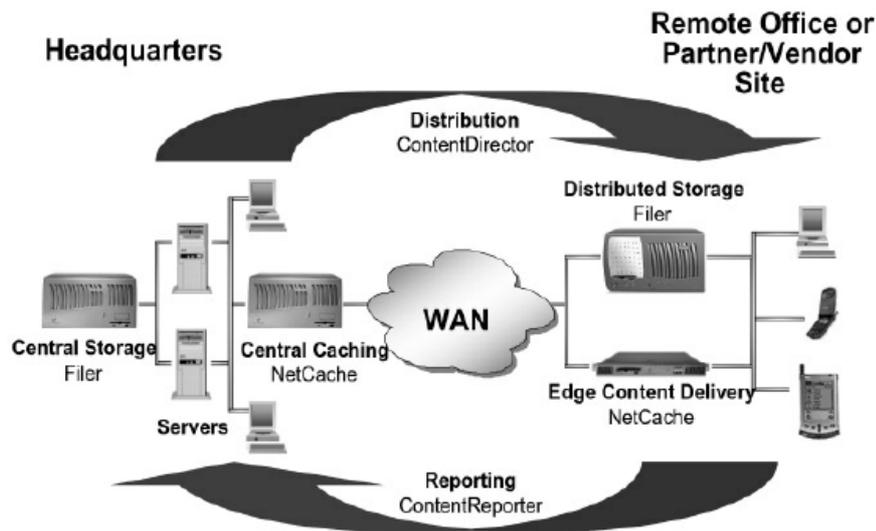
- **Ταξινομητής(filer) αποθήκευσης, συσκευή της NetApp.** Παρέχει την ταυτόχρονη πρόσβαση στο Unix, τα Windows NT και στα Web-based στοιχεία. Μπορούν να συγκεντρωθούν για την υψηλή διαθεσιμότητα και μπορούν να βαθμολογηθούν σε κλίμακα από 50GB στα πολλαπλάσια terabytes για τη χρήση στο εταιρικό κέντρο στοιχείων και στις υπηρεσιακές ομάδες εργασίας.

- **NetCache συσκευές παράδοσης περιεχομένου.** Ταυτόχρονα με την υποστήριξη του Web περιεχομένου, όλα τα σημαντικά streaming media formats και Web-enabled περιεχόμενα επιχειρησιακής εφαρμογής. Επιπλέον, οι συσκευές NetCache προσφέρουν σε NetApp's την τεχνολογία Παγκόσμιας Διαχείρισης Αιτήματος (GRM-Global Request Manager) η οποία κατευθύνει τα αιτήματα περιεχομένου στη πιο διαθέσιμη πηγή περιεχομένου στο δίκτυο. Αυτή η ικανότητα επιτρέπει στην διαχείριση παράδοσης περιεχομένου και αιτήματος να χειρίζεται την άκρη του δικτύου από μια απλή συσκευή NetCache. Οι επιχειρήσεις μπορούν να επεκτείνουν τις συσκευές NetCache στα εταιρικά σημεία πρόσβασης Διαδικτύου εκτός από τις απομακρυσμένες περιοχές, τα γραφεία των καταστημάτων και τις λιανικές θέσεις.

- **ContentDirector λογισμικό.** Διαχειρίζεται την διανομή περιεχομένου μέσω των παγκοσμίων δικτύων. Έχει ως σκοπό "να ωθήσει" το περιεχόμενο στις συσκευές NetCache. Στα ξεχωριστά χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιλαμβάνεται και η δυνατότητα να σχεδιαστούν αυτές οι "ωθήσεις" περιεχομένου έτσι ώστε η μετακίνηση

περιεχομένου να συμβαίνει αυτόματα και να καθορίζεται η επιτυχία των μεμονωμένων διαδικασιών διανομής περιεχομένου.

- **ContentReporter λογισμικό.** Εκτελεί την αυτοματοποιημένη παγκόσμια ανάλυση της χρήσης περιεχομένου, τον τύπο περιεχομένου που προσεγγίζεται και τους μεμονωμένους χρήστες που το ζητούν . Στα ξεχωριστά του χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιλαμβάνεται και η δυνατότητα να το συνδέσουν με την υπάρχουσα πλατφόρμα τιμολόγησης μιας επιχείρησης για το υπηρεσιακό chargeback των πόρων IT και να παραχθούν αυτόματα και να σταλούν οι εκθέσεις χρήσης στους διαχειριστές συστημάτων.
- **DataFabric Manager λογισμικό.** Επιτρέπει την κεντρική διαχείριση του ταξινομητή και της NetCache , παρέχει διαχειριστές με κοινή άποψη και ενιαίο σημείο διαχείρισης αυτής της αποθήκευσης και παράδοσης περιεχομένου. Ο σκοπός είναι να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να μειώσουν την IT διοικητική ευθύνη και να αυξήσει την διαθεσιμότητα περιεχομένου.



Σχήμα 6.1: Network Appliance's ECDN λύση

Ο ContentDirector, ο ContentReporter και ο DataFabric Manager της Network Appliance's είναι προϊόντα λογισμικού και είναι βασικά στοιχεία της λύσης ECDN της εταιρίας. Η λειτουργία τους επιτρέπει στις επιχειρήσεις να δημιουργήσουν μια διανεμημένη υποδομή πληροφοριών που μπορούν να διαχειριστούν κεντρικά προσφέροντας στους χρήστες τη γρήγορη πρόσβαση στο περιεχόμενο, χωρίς τις συνηθισμένες καθυστερήσεις του WAN.

Η Network Appliance έχει επίσης αναπτύξει το Πρωτόκολλο Προσαρμογής Διαδικτύου (ICAP- Internet Content Adaptation), το οποίο σχεδιάζεται για να επιτρέψει την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών παράδοσης περιεχομένου και των server αιτημάτων που τροποποιούν το περιεχόμενο. Αυτό το πρωτόκολλο μπορεί να ωφελήσει τις επιχειρήσεις, καθώς επίσης και τους ISPs και τους προμηθευτές περιεχομένου, επιτρέποντας τους να εφαρμοστεί μια σειρά των υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της

ανίχνευσης ιών, του φιλτραρίσματος περιεχομένου, reformatting των ιστοσελίδων για τις ασύρματες συσκευές, της γλωσσικής μετάφρασης και της διαφήμισης ιστού. Η Network Appliance υποστηρίζει ότι ανέπτυξε το ICAP και το υπόλοιπο των προϊόντων του, σύμφωνα με τα ανοικτά πρότυπα που ενσωματώνουν με την υπάρχουσα υποδομή IT μιας επιχείρησης.

Επιπλέον, η Network Appliance έχει συνεργαστεί με τις κορυφαίες επιχειρήσεις ασφάλειας και κρυπτογράφησης δικτύων, για να εξετάσει τις επιχειρηματικές ανησυχίες για την ασφάλεια κατά την παράδοση των ευαίσθητων πληροφοριών επιχείρησής, για το διαδίκτυο και για τα ιδιωτικά δίκτυα. Η επιχείρηση και οι συνεργάτες της προσφέρουν τέτοιες ικανότητες όπως την ανίχνευση ιών, φιλτράρισμα περιεχομένου και εξασφαλίζουν την κρυπτογράφηση στρώματος υποδοχών.

6.6 Νέες επιχειρησιακές εφαρμογές

Με την ανάπτυξη των ECDNs, οι επιχειρήσεις μπορούν να εκμεταλλευθούν πλήρως ένα πλήθος των νέων εφαρμογών:

- **Διαχείριση πρόσβασης Διαδικτύου.** Οι εταιρικοί υπάλληλοι χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο για πολλές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένου των πληροφοριών πελατών, της διεξαγωγής της έρευνας αγοράς και της λήψης των πληροφοριών οφελών υπαλλήλων. Τα ECDNs επιταχύνουν αυτήν την πρόσβαση, που αυξάνει την παραγωγικότητα. Τα ECDNs μπορούν επίσης να φιλτράρουν τους ιούς και το ακατάλληλο περιεχόμενο και κρατούν το εταιρικό δίκτυο ασφαλές. Επιπλέον, βοηθούν να επιβληθούν οι πολιτικές χρήσης Διαδικτύου της επιχείρησης. Πολλές επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών Ford Motor Company και Infineon Technologies, άρχισαν τις επεκτάσεις των ECDN τους με τη βελτίωση της πρόσβασης Διαδικτύου τους και έπειτα επεκτάθηκαν σε άλλες εφαρμογές ECDN.

- **Web-enabled επιχειρησιακές εφαρμογές.** Οι κρίσιμες εφαρμογές όπως το ERP και CRM, δυναμώνουν τα πιο ζωτικής σημασίας μέρη πολλών επιχειρήσεων, που παρέχουν τις πωλήσεις, κατασκευάζουν, διατάζουν την είσοδο και χρηματοδοτούν το προσωπικό σε οποιοδήποτε γραφείο σε όλο τον κόσμο με την πρόσβαση στις καταξιωμένες επιχειρήσεις. Δεν υπάρχει κανένας χώρος για την αποτυχία ή την κακή απόδοση. Δεδομένου ότι αυτές οι εφαρμογές είναι Web-enabled, τα σημαντικά τμήματα της εφαρμογής χτίζονται σε Web formats, όπως το HTML και η Java.

Τα ECDNs προσφέρουν στις επιχειρήσεις έναν οικονομικώς αποδοτικότερο τρόπο να βελτιώσουν τη παγκόσμια πρόσβαση σε αυτές τις Web-enabled εφαρμογές. Οι μερίδες Ιστού των εφαρμογών μπορούν να είναι προκατανεμημένες και διανέμονται από την μία

άκρη του δικτύου στον χρήστη, μειώνοντας τις καθυστερήσεις και βελτιώνοντας την παραγωγικότητα.

- **Online εκπαίδευση και επικοινωνίες.** Οι επιχειρήσεις μπορούν να μειώσουν το χρόνο και τις δαπάνες κατάρτισης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για το ταξίδι, τους μισθούς εκπαιδευτών και άλλες, με τη δημιουργία των εκπαιδευτικών βίντεο, που οι υπάλληλοι σε όλο τον κόσμο μπορούν να δουν. Τα ECDNs επιτρέπουν στα βίντεο αρχεία να διανεμηθούν έξυπνα και να παραδοθούν στην άκρη του δικτύου, που ελαχιστοποιεί τη χρήση εύρους ζώνης και εξασφαλίζει υψηλή ποιότητα βίντεο για τον τελικό χρήστη. Επιπλέον, τα ECDNs μπορούν να παραδώσουν τις διοικητικές παρουσιάσεις παγκοσμίως και να επιτρέψουν στο βίντεο διαφήμισης να διανεμηθεί και να παρουσιαστεί στις λιανικές θέσεις και στα γραφεία των υποκαταστημάτων.

- **Πύλες επιχειρηματικών πληροφοριών.** Οι κρίσιμες λειτουργίες για τα EIPs περιλαμβάνουν την ελεγχόμενη πρόσβαση στις πληροφορίες σύμφωνα με τους ρόλους μέσα στην οργάνωση, που επιτρέπει στους χρήστες για να προσωποποιήσουν την διεπαφή σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους και που παραδίδει τις ζωτικής σημασίας εταιρικές πληροφορίες με όλα τα formats στους χρήστες σε οποιαδήποτε θέση.

Τα ECDNs παρέχουν μία ασφαλή και αξιόπιστη πλατφόρμα για να ενισχύονται αυτές οι ικανότητες. Τα ECDNs επίσης υποστηρίζουν τα έγγραφα με αδρά χαρακτηριστικά και περιεχόμενο διαχείρισης συστημάτων, που οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν να παρέχουν έγκαιρη πρόσβαση στην πληροφορία, που χρειάζεται για τη λήψη των αποφάσεων και τον χειρισμό των αυξανόμενων προβλημάτων των διεσπαρμένων πληροφοριών.

6.7 Παράγοντες που οδηγούν την επέκταση του ECDN

Οι επιχειρήσεις επενδύουν στην τεχνολογία παράδοσης περιεχομένου για πολλούς λόγους. Ένας από τους πιο πρόσφατους λόγους είναι να δημιουργηθεί μια εξελικτική και αξιόπιστη υποδομή, για να εξασφαλίσει την ασφάλεια της πρόσβασης Διαδικτύου υπαλλήλων, και να μειωθεί το κόστος στην πρόσβαση. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι εταιρικοί υπάλληλοι απόκτησαν πρόσβαση στο Διαδίκτυο, οι επιχειρήσεις χρειάστηκαν μια λύση για να κρατήσουν τις δαπάνες εύρους ζώνης χαμηλά, να διαχειριστούν την πρόσβαση κλίμακας, τα φίλτρα ιών και τα μη σχετικά με το αντικείμενο περιεχόμενα.

Αυτήν την περίοδο, ένας ουσιαστικός οδηγός της επένδυσης παράδοσης επιχειρηματικού περιεχομένου είναι η απαίτηση να κοπούν οι δαπάνες ταξιδιού και οι κίνδυνοι, βελτιώνοντας την ποιότητα των επιμορφωτικών προγραμμάτων υπαλλήλων και των εταιρικών επικοινωνιών.

6.8 Στόχοι της επιχείρησης για την Διανομή Περιεχομένου

Η IDC πραγματοποίησε μια σειρά συνεντεύξεων με τις επιχειρήσεις που έχουν επεκτείνει τα ECDNs για να καθορίσει τα κίνητρά τους. Οι επιχειρήσεις που περνούν από συνέντευξη ανέφεραν διάφορους άμεσους στόχους για τις επεκτάσεις, που περιλαμβάνουν:

- Εφαρμογή των streaming media χωρίς τη δημιουργία καθυστερήσεων του δικτύου.
- Μείωση του κόστους.
- Μείωση του χρόνου απόκρισης για το περιεχόμενο.
- Να επιτραπεί η μακρινή εκπαίδευση.
- Βελτίωση της κατάρτισης σε όλες τις οργανώσεις τους.
- Δημιουργία μία πιο συνεκτικής παγκόσμιας εταιρικής κουλτούρας.

Όταν ρωτήθηκαν για τα πλεονεκτήματα της λύσης παράδοσης περιεχομένου, οι πιο κοινές απαντήσεις από τις επιχειρήσεις που πέρασαν από συνέντευξη, ήταν οι μειωμένες απαιτήσεις εύρους ζώνης, η αυξανόμενη παραγωγικότητα υπαλλήλων και η μεγαλύτερη ικανοποίηση υπαλλήλων με τις ταχύτητες πρόσβασης.

Άλλα συχνά αναφερθέντα οφέλη ήταν η μείωση κόστους για το ταξίδι, την κατάρτιση και τη διανομή περιεχομένου, η ταχύτερη παράδοση περιεχομένου, η βελτίωση της ποιότητας του διανεμημένου περιεχομένου και η ανάγκη για λιγότερους servers.

Μερικοί εναγόμενοι διαπίστωσαν ότι η λύση παράδοσης περιεχομένου ενισχύεται για να υποστηρίξει τους μεγάλους αριθμούς πελατών, ενώ άλλοι είπαν ότι αυτό κατέστησε τα στοιχεία διαθέσιμα σε περισσότερους ανθρώπους ή επέσπευσε την επέκταση των νέων εφαρμογών με τη συγκέντρωση της προσπάθειας.

Πολλοί εναγόμενοι χρησιμοποίησαν την λύση παράδοσης περιεχομένου για να προσαρμόσουν τις υπάρχουσες επιχειρησιακές διαδικασίες, ενώ άλλοι την θεώρησαν έναν νέο τρόπο να κάνεις επιχειρήσεις. Κοιτάζοντας μπροστά τρία έως πέντε έτη, μερικοί εναγόμενοι είπαν ότι προγραμματίζουν να κάνουν την ενεργό διανομή περιεχομένου το σημαντικότερο μέρος της αρχιτεκτονικής τους και να διανείμουν περισσότερο περιεχόμενο διαφορετικού τύπου. Μερικοί αναμένουν επίσης να ωθήσουν το περιεχόμενο στις μικρότερες περιοχές ή να χρησιμοποιήσουν το ECDN για να υποστηρίξουν τις ανάγκες όλων των επιχειρησιακών περιοχών.

Κεφάλαιο 7^ο

Περιγραφή εμπορικά διαθέσιμων λύσεων για την υλοποίηση Δικτύων Διανομής Περιεχομένου και υπηρεσίες που παρέχονται με μίσθωμα

7.1 Εμπορικά διαθέσιμες λύσεις Δικτύου Διανομής Περιεχομένου

Η υλοποίηση ενός CDN μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους. Είτε εγκαθιστώντας ένα ιδιόκτητο δίκτυο με την προμήθεια κατάλληλου εξοπλισμού (hardware) είτε χρησιμοποιώντας κάποια εταιρεία που προσφέρει την αντίστοιχη υπηρεσία. Διενεργήθηκε πρόχειρη έρευνα αγοράς όπου εξετάστηκαν οι λύσεις προμήθειας εξοπλισμού από τους οίκους Cisco, NetApp και Nortel και οι λύσεις παροχής υπηρεσιών Δικτύου Διανομής Περιεχομένου από τους οίκους Mirror Image, InterNAP, Navisite, Conxion, DeltaEdge και Cache-On-Demand.

Από την έρευνα αγοράς που έγινε εξετάζοντας τις λύσεις αυτές, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Η εγκατάσταση ενός Δικτύου Διανομής Περιεχομένου με εξειδικευμένο για αυτό το σκοπό υλικό (hardware) έχει ένα πάγιο κόστος αρχικής εγκατάστασης που κυμαίνεται από 15.000 έως 50.000 Ευρώ και ένα μέσο κόστος της τάξης των 5.000 Ευρώ ανά κόμβο διανομής περιεχομένου. Το αυξημένο κόστος δικαιολογείται από την εγγύηση που παρέχουν οι κατασκευαστές και την συνεχή υποστήριξη για την ορθή λειτουργία του Δικτύου Διανομής Περιεχομένου. Οι ενδεχόμενοι πελάτες που θα προμηθεύονταν μια τέτοια λύση είναι φορείς που δεν διαθέτουν ιδιαίτερη τεχνογνωσία υλοποίησης τέτοιων δικτύων, ενώ θα πρέπει να μπορούν να αποσβέσουν το κόστος του συστήματος σε λογικό χρονικό διάστημα, παρέχοντας τις υπηρεσίες τους μέσα από αυτό επί πληρωμή (με συνδρομή ή με άλλους τρόπους).

2. Σε αντιπαράθεση με την προηγούμενη λύση, η μίσθωση των υπηρεσιών Δικτύου Διανομής Περιεχομένου από μία εταιρεία που παρέχει τέτοιες υπηρεσίες, μπορεί να είναι πιο συμφέρουσα για πελάτες που δεν έχουν μεγάλο όγκο περιεχομένου προς διανομή. Η χρέωση γίνεται συνήθως με βάση τον όγκο του περιεχομένου και τον αριθμό αιτήσεων που εξυπηρετεί το δίκτυο για κάθε αντικείμενο πληροφορίας. Σε περίπτωση που ο όγκος των προς διανομή δεδομένων αυξηθεί, το κόστος των υπηρεσιών αυτών μπορεί να ξεπεράσει κατά πολύ το κόστος ενός ιδιόκτητου Δικτύου Διανομής Περιεχομένου.

Παρόλα αυτά οι υπηρεσίες αυτές είναι πρόσφορες λύσεις ακόμη και για μεγάλους οργανισμούς, επειδή μπορούν να ενταχθούν εύκολα στις επιχειρησιακές διαδικασίες (οι χρήστες δεν χρειάζεται να μάθουν καινούρια συστήματα), δεν απαιτούν προσωπικό διαχείρισης και οι εταιρείες παροχής τέτοιων υπηρεσιών διαθέτουν ελκυστικά εκπαιδευτικά πακέτα υπηρεσιών για μεγάλους πελάτες.

3. Σε κάθε περίπτωση, το κόστος είναι απαγορευτικό για φορείς που θέλουν να ασχοληθούν πειραματικά με τις τεχνολογίες Δικτύου Διανομής Περιεχομένου και η αναλογική αύξηση του κόστους ως προς την αύξηση του διακινούμενου όγκου πληροφορίας και ως προς την επέκταση του Δικτύου Διανομής Περιεχομένου με νέους κόμβους διανομής, είναι πολύ μεγάλη.

7.2 CISCO CDN

Το Cisco Content Delivery Network (CDN) είναι μία συλλογή από συσκευές και ειδικό λογισμικό τα οποία συνδυάζονται για να επιτύχουν σημαντική βελτίωση της διανομής περιεχομένου internet στους χρήστες του.

Η φιλοσοφία πίσω από το Cisco CDN, είναι η φροντίδα ώστε το περιεχόμενο να διανέμεται σε δομές μνήμης ταχείας λειτουργίας (caches) σε διάφορες τοποθεσίες στο Internet ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση στο περιεχόμενο μέσω αυτών ακριβώς των δομών μνήμης.

Οι πάροχοι υπηρεσιών εξασφαλίζουν έτσι για τον τελικό χρήστη καλύτερη πρόσβαση στο περιεχόμενο, καθώς ο τελευταίος κατευθύνεται προς τη δομή μνήμης που είναι κοντύτερα προς αυτόν (δικτυακή απόσταση) και λιγότερο φορτωμένη σε σχέση με τον web server από όπου προέρχεται αρχικά το περιεχόμενο, μειώνοντας έτσι και το φόρτο που δέχεται ο web server του παρόχου.

Ένα CDN αποτελείται συνήθως από έξι ειδών συσκευές Cisco, από τις οποίες οι δύο είναι προαιρετικές:

1. Διαχειριστής Διανομής Περιεχομένου (Content Distribution Manager)

2. Ο Content Distribution Manager παρέχει ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, για την προσθήκη και παρακολούθηση των συσκευών CDN πέραν του τυπικού ελέγχου για τους διαχειριστές του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα:

- Διαχείριση του περιεχομένου στο σύστημα (προσθήκη και αφαίρεση πηγών περιεχομένου, προσθήκη και αφαίρεση κόμβων, συσχέτιση κόμβων με τις Content Engines).
- Διαχείριση των συσκευών του συστήματος (προσθήκη και αφαίρεση Content Engines και Content Routers).
- Διαχείριση του συστήματος (εγκατάσταση νέων εκδόσεων του λογισμικού, επανεκκίνηση).

- Διαχείριση της διαμόρφωσης (configuration) του συστήματος και των παραμέτρων αυτού.

3.Δρομολογητής Περιεχομένου (Content Router) είναι η συσκευή που επιλέγει τις κατάλληλες Content Engines σε ένα δίκτυο, οι οποίες θα εξυπηρετήσουν τα αιτήματα κάθε τελικού χρήστη. Οι Content Routers βασίζονται στη δρομολόγηση προς την κατάλληλη Content Engine αναφορικά με την γεωγραφική τοποθεσία του χρήστη, τη θέση της Content Engine στο δίκτυο, τις συνθήκες του δικτύου και την πηγή του περιεχομένου.

Οι Content Routers με κατάλληλες τεχνικές γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή την κατάσταση του δικτύου αλλά και ποιοι εξ αυτών βρίσκονται εκτός λειτουργίας. Ένα CDN μπορεί να έχει από 2 έως 8 Content Routers, ώστε αν ένας τεθεί εκτός λειτουργίας η επικοινωνία μεταβιβάζεται σε άλλον και έτσι το σύστημα λειτουργεί απρόσκοπτα.

4.Μηχανές Περιεχομένου (Content Engines) είναι συσκευές που έχουν την ευθύνη για την αποθήκευση την γρήγορη ανάκτηση στατικού περιεχομένου αλλά και τη διαχείριση προκαθορισμένου περιεχομένου video και την άμεση παροχή του στους τελικούς χρήστες μόλις αυτοί διατυπώσουν το αίτημά τους. Οι Content Engines παρέχουν πρόσβαση στο περιεχόμενο μέσω HTTP, RealServer και QuickTime και συμμετέχουν στη δρομολόγηση του περιεχομένου σε συνεργασία με τους Content Routers. Ένα CDN έχει από μία μέχρι, το μέγιστο, 2.000 Content Engines.

Σε περίπτωση που κάποια Content Engine τεθεί εκτός λειτουργίας, τα αιτήματα δρομολογούνται σε άλλη. Επιπροσθέτως, οι Content Engines μπορούν να ομαδοποιηθούν σε clusters με την υποστήριξη ενός Content Services Switch, σχηματίζοντας έτσι υπερκόμβους (supernodes) που παρέχουν fault tolerance και ισορροπία στο φόρτο που δέχονται οι φιλοξενούμενοι κόμβοι των Content Engines clusters.

Οι Content Engines καταγράφουν όλα τα αιτήματα που διαχειρίζονται και μπορούν να αποστείλουν πληροφορίες κατά τακτές χρονικές περιόδους.

5.Μεταγωγέας υπηρεσιών περιεχομένου (Content Services Switch), ο Cisco Content Services Switch είναι μία προαιρετική συσκευή ενός CDN και η χρήση του καθιστά δυνατή την οργάνωση Content Engines σε cluster όταν αυτές φιλοξενούν το ίδιο περιεχόμενο προκειμένου να αντιμετωπιστεί τόσο ο φόρτος όσο και το ενδεχόμενο μία εξ αυτών να τεθεί εκτός λειτουργίας.

6.O Catalyst switch είναι επίσης μία προαιρετική συσκευή, ουσιαστικά είναι ένας ολοκληρωμένος διακόπτης με fixed configuration που χαρακτηρίζει την εξισορρόπηση φορτίων ταχύτητας καλωδίων μεταξύ των κεντρικών υπολογιστών δικτύου. Παρέχει την υψηλή απόδοση που απαιτείται για τις απευθείας λύσεις ηλεκτρονικού εμπορίου στα δίκτυα επιχειρήσεων και φορέων παροχής υπηρεσιών.

7.3 Net App ECDN

Οι NetApp ECDN λύσεις επιτρέπουν στις εταιρίες να βελτιώσουν την υπάρχουσα υποδομή δικτύων τους. Αυτό επιτρέπει σε υπαλλήλους, συνεργάτες και πελάτες καλύτερη πρόσβαση στις κρίσιμες υπηρεσίες πληροφοριών και δικτύων παγκοσμίως. Οι χρήστες είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση στο πλούσιο περιεχόμενο από οπουδήποτε στον κόσμο, μέσω των ισχυρών εφαρμογών:

- Streaming media .
- Document distribution .
- Internet access .

7.4 NORTEL CDN

Τα δίκτυα Nortel προσφέρουν μια πλήρη σειρά προϊόντων για caching, διαχείριση περιεχομένου, request routing και web switching για ECDN. Αλληλεπιδρώντας με τα υπάρχοντα IP δίκτυα, η λύση που προτείνει η Nortel παρέχει υψηλή απόδοση σε live and on-demand streaming media, μαζί με άλλες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας όπως το caching, ευφυής διαχείριση και διανομή περιεχομένου, accounting και content filtering.

Η Nortel Networks Alteon Content Cache είναι μια ιδιαίτερα εξελικτική caching και streaming πλατφόρμα που έρχεται σε πέντε μοντέλα που σχεδιάζονται για μια σειρά εφαρμογών content networking. Παρέχει υποστήριξη τόσο για reverse-proxy όσο και για forward/transparent-proxy caching modes, εξασφαλίζοντας ευελιξία και δυνατότητα μείωσης του κόστους.

Η Alteon Content Cache επίσης παρέχει την προηγμένη υποστήριξη για streaming, συμπεριλαμβανομένου ταυτόχρονου on demand streaming caching και live stream splitting. Υποστηρίζει το QuickTime, Microsoft Media, και Real Networks streaming media εφαρμογές.

Ο Alteon Content Cache βελτιώνει την απόδοση εφαρμογής με το να καταχωρεί το συχνά ζητούμενο περιεχόμενο πιο κοντά στους τελικούς χρήστες του περιεχομένου και με την ελάφρυνση των servers από τα επαναλαμβανόμενα αιτήματα. Στα οφέλη περιλαμβάνονται καλύτερη πρόσβαση στο περιεχόμενο, αποταμίευση εύρους ζώνης, και μειωμένες δαπάνες υποδομής.

Ο Nortel Networks Alteon Content Manager διαχειρίζεται τις καθημερινές λειτουργικές λεπτομέρειες που διαφορετικά θα απαιτούσαν μεγάλες επεκτάσεις cache. Ο Content Manager αυτοματοποιεί την διανομή στατικού και streaming περιεχομένου σε ένα διασκορπισμένο δίκτυο από caches.

Για μέγιστη αποδοτικότητα οι administrators μπορούν να δημιουργήσουν τις επαναχρησιμοποιούμενες "content collections" έτσι ώστε μεγάλες ποσότητες περιεχομένου να αντιμετωπίζονται ως ενιαία αντικείμενα. Αντίθετα από τις ανταγωνιστικές λύσεις, ο

Alteon Content Manager δεν απαιτεί το περιεχόμενο να είναι πρώτα οργανωμένο. Τα διοικητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συστήματος ελαχιστοποιούν το λειτουργικό κόστος επιτρέποντας στον Alteon Content Manager να λειτουργεί ως κεντρικό εργαλείο διοίκησης για τη διαχείριση και την παροχή των υπηρεσιών content networking μέσω των Alteon Content Caches.

Ο Alteon Content Manager είναι συμβατός με διάφορες αρχιτεκτονικές δικτύου και μπορεί να υποστηρίξει έως και 20 ταυτόχρονους administrators σε πολλαπλές θέσεις μέσω ασφαλούς browser-based πρόσβασης. Ένας Alteon Content Manager μπορεί να διαχειριστεί μέχρι 2.000 caches χωριστά ή σε "cache groups" έτσι ώστε οι ενέργειες να μπορούν να εκτελούνται αποτελεσματικά σε μεγάλο αριθμό caches.

Ο Alteon Content Director αυξάνει σημαντικά την απόδοση παράδοσης του περιεχομένου, την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα με την δυνατότητα επιλογής της γρηγορότερης πηγής απόκρισης (cache ή server) για το ζητούμενο περιεχόμενο σχετικά με τη θέση του τελικού χρήστη.

Οι Nortel Networks Alteon Web Switches επιτρέπουν αποτελεσματική διαχείριση και υποστηρίζουν εφαρμογές για content servers και caches, συμπεριλαμβανομένου load balancing, cache redirection, υψηλής απόδοσης ασφάλεια, και διαχείριση εύρους ζώνης. Αυτές οι δυνατότητες είναι σχεδιασμένες για να επιτρέψουν στις επιχειρήσεις να βελτιώσουν την απόδοση, να επιτύχουν υψηλή ασφάλεια, επιτρέπουν την αναβάθμιση του δικτύου και εξασφαλίζουν υψηλή διαθεσιμότητα για το περιεχόμενο στο CDNs τους.

Ομοίως, οι Alteon Web Switches μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση balanced firewalls, virtual private network (VPN) συσκευές, intrusion detection servers, domain name server (DNS) servers, Wireless Internet Servers, και WAN gateways με σκοπό τη συνολική βελτίωση της απόδοσης του δικτύου. Οι Alteon Web Switches παρέχουν επίσης τη μοναδική δυνατότητα να κάνουν load balance, Real Time Streaming Protocol (RTSP) servers.

7.5 Mirror Image CDN

Οι λύσεις διανομής περιεχομένου που προτείνει η Mirror Image διαθέτουν μεγάλη χωρητικότητα (Content Access Point (CAP)) και παρέχουν διαθεσιμότητα και απόδοση ακόμη και κατά τη διάρκεια των περιόδων μέγιστης κυκλοφορίας. Εάν η ζητούμενη περιοχή περιλαμβάνει απλό, στατικό ή δυναμικό περιεχόμενο, οι ακόλουθες λύσεις αποσυμφορούν τους κεντρικούς υπολογιστές αλλά και το Διαδίκτυο το οποίο συσσωρεύει, αποθηκεύει και παραδίδει αποτελεσματικά το περιεχόμενο σε εκατομμύρια χρηστών παγκοσμίως.

Υπηρεσίες που παρέχει η Mirror Image:

- **Global Content Caching:** Αποσυμφορεί τις μονάδες επεξεργασίας και προστατεύει τους ιστοχώρους από τις ακίδες κυκλοφορίας εξυπηρετώντας στατικό περιεχόμενο, Java Applets καθώς και περιεχόμενο που παράγεται από τους δαπανηρούς back-end servers.
- **Content Server:** Μειώνει τις δαπάνες και τις περιπλοκές που συνδέονται με την αποθήκευση και την παράδοση πλουσιότερων και υψηλότερης πιστότητας εικόνων, streaming media, εγγράφων, software updates και άλλων μεγάλων ψηφιακών αντικειμένων
- **Digital Asset Download:** Μειώνει την αποθήκευση περιοχών προέλευσης, τις δαπάνες επεξεργασίας και εύρους ζώνης εγγυούμενο τη χωρητικότητα και τη διαθεσιμότητα γρήγορου, ασφαλούς και αξιόπιστου τρόπου μεταφοράς ψηφιακών αντικειμένων.
- **Business Continuity:** Εξασφαλίζει επί εικοσιτετραώρου βάσεως τη διαθεσιμότητα ιστοχώρων με συνεχή δυνατότητα ελέγχου και αυτόματης εξυπηρέτησης του περιεχομένου σε περίπτωση που μια περιοχή καθίσταται μη διαθέσιμη.

7.6 InterNAP CDN

Η Internap προσφέρει Internet υπηρεσίες διανομής περιεχομένου για στατικό αλλά και δυναμικό περιεχόμενο από streaming media έως και κρυπτογραφημένα στοιχεία με πλούσια γραφικά. Αυτές οι υπηρεσίες χρησιμοποιούν το παγκόσμιο δίκτυο των caching servers για την μεταφορά περιεχομένου από τις περιοχές προέλευσης προς τους caching servers στην άκρη του Διαδικτύου ,πολύ πιο κοντά στους χρήστες , για ταχύτερη πρόσβαση.

Οφέλη:

- Απαιτήση εύρους ζώνης (on demand capacity) .
- Γρήγορη επέκταση .
- Συγκεντρωτική διαχείριση.
- Βελτιστοποιημένος ιστοχώρος και χρόνοι απόκρισης εφαρμογής .
- 100%διαθεσιμότητα του ιστοχώρου .
- Καμία οικονομική δαπάνη προκαταβολικά ή τρέχουσες δαπάνες συντήρησης.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

- Το περιεχόμενο και οι εφαρμογές εξυπηρετούνται από περιοχές κοντά στους χρήστες .
- Ούτε ένα σημείο αποτυχίας .
- Δέσμευση εύρους ζώνης κατ'απαιτήση του χρήστη .

- Δεν παρέχει εξασφάλιση εγγυήσεων ποιότητας υπηρεσίας (over-provisioning) .
- Όχι περιττά datacenter .
- Εύκολη διαχείριση .

7.7 NaviSite CDN

Το NaviSite's HotRoute Digital Content Delivery Network (CDN) χρησιμοποιεί τη νοημοσύνη από το global network footprint το οποίο παίρνει έξυπνες αποφάσεις σχετικά με την διαδρομή που θα ακολουθήσει το περιεχόμενο προκειμένου να φθάσει στον τελικό χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι το περιεχόμενο παραδίδεται από τους servers της NaviSite ή από τις caching ακολουθώντας το βέλτιστο μονοπάτι και φθάνοντας στον τελικό χρήστη τόσο γρήγορα σαν ήταν εναποθηκευμένο σε χιλιάδες edge devices.

Η υπηρεσία της NaviSite Cache-on-Demand είναι η πιο ευπροσάρμοστη λύση CDN της εταιρίας για την καλύτερη δυνατή ταχύτητα Ιστού. Αυτή η λύση χρησιμοποιεί την τεχνολογία caching για να παραδίδει το περιεχόμενο στους πελάτες γρήγορα και αποτελεσματικά.

Η cache-on-demand υπηρεσία στηρίζεται στις στρατηγικά τοποθετημένες caching συσκευές που καταχωρούν το περιεχόμενο στις βασικές γεωγραφικές περιοχές στο δίκτυο της εταιρίας.

Τα οφέλη περιλαμβάνουν: εφαρμογή σε έναν server που στεγάζεται σε έναν πελάτη, third-party ή NaviSite data center. Παρέχεται η δυνατότητα παράδοσης streaming audio και video.

Η υπηρεσία της NaviSite's Conxion FTL ("faster than light") δημιουργεί ένα dedicated CDN ενός πελάτη για global παράδοση οποιουδήποτε τύπου περιεχομένου με την υψηλότερη απόδοση. Αυτή η υπηρεσία είναι διαθέσιμη και βασίζεται είτε σε έναν κοινό κεντρικό υπολογιστή είτε σε ένα dedicated server infrastructure.

Η λύση της NaviSite's DeltaEdge CDN ειδικεύεται στην αύξηση της ταχύτητας και της αξιοπιστίας των ιδιαίτερα δυναμικών sites. Το DeltaEdge χρησιμοποιεί και το παραδοσιακό caching αλλά και τις νέες βελτιστοποιημένες τεχνικές που προσδιορίζουν τις μεταβολές που επέρχονται σε ένα σύνολο αντικειμένων πληροφορίας (περιεχόμενο) και βελτιώνει διαφανώς την απόδοση καθώς και την αξιοπιστία της στατικής και δυναμικής παράδοσης περιεχομένου με την ελαχιστοποίηση του όγκου των δεδομένων που διακινούνται πάνω από το δίκτυο.

7.8 FS-CDN (Full Service Content Delivery Network)

Πρόσφατα παρουσιάστηκε από την INTRACOM η πλατφόρμα FS-CDN (Full Service Content Delivery Network), μια ολοκληρωμένη λύση παροχής υπηρεσιών Triple-Play, που υποστηρίζει αρκετές εκατοντάδες χιλιάδων συνδρομητών και έχει αναπτυχθεί εξ ολοκλήρου στην Ελλάδα.

Η πλατφόρμα FS-CDN απευθύνεται σε Τηλεπικοινωνιακούς Οργανισμούς και λειτουργεί χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα ευρυζωνική τηλεπικοινωνιακή και δικτυακή υποδομή, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει την ασφαλή διανομή περιεχομένου (Video/TV, Internet και Τηλεφωνία). Το περιβάλλον πρόσβασης (User Interface) μπορεί να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις του τελικού χρήστη και επιτρέπει στους Παρόχους Υπηρεσιών (Service Providers) να προσφέρουν ενοποιημένες υπηρεσίες Triple-Play.

Μέσω της λύσης FS-CDN, ο τελικός χρήστης μπορεί με μεγάλη άνεση, ελευθερία και ευκολία, όποτε το επιθυμεί, στο περιβάλλον του σπιτιού ή του γραφείου του, να παρακολουθήσει ζωντανά, από την τηλεόραση ή τον ηλεκτρονικό υπολογιστή του, το πρόγραμμα της αρεσκείας του, κινηματογραφικές ταινίες και βίντεο της επιλογής του, να "σερφάρει" στο Διαδίκτυο σε υψηλές ταχύτητες και να συνομιλήσει τηλεφωνικά με αγαπημένα του πρόσωπα. Όλα αυτά μέσω μίας και μοναδικής πλατφόρμας.

Το FS-CDN υποστηρίζει:

- Τη μετάδοση ζωντανού ή μαγνητοσκοπημένου προγράμματος από πολλαπλούς τηλεοπτικούς φορείς, καθώς και την παροχή υπηρεσιών Video Κατά Απαίτηση, δηλαδή την προβολή ταινιών που επιλέγει ο χρήστης τη χρονική στιγμή της επιλογής του (Video-On-Demand).
- Εξελιγμένες υπηρεσίες Voice-Over-IP όπως: αναγνώριση κλήσης στην οθόνη της τηλεόρασης, αποστολή άμεσων μηνυμάτων, διαχείριση κλήσεων κλπ.
- Διαδραστικές υπηρεσίες για τους χρήστες, όπως: αγοραπωλησίες και τηλε-εμπόριο, προσωπική δικτυακή αποθήκευση εκπομπών (network PVR), διαδραστική πολυμεσική τηλεόραση (XiTV), καιρός, χρηματιστήριο, κλπ.

Επίσης, διαθέτει ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης που επιτρέπει στους Τηλεπικοινωνιακούς Οργανισμούς και τους Παρόχους Περιεχομένου να διαχειρίζονται και να ελέγχουν τα στοιχεία του δικτύου, τους συνδρομητές καθώς και τα πακέτα υπηρεσιών.

Βιβλιογραφία

Ηλεκτρονική Αρθρογραφία:

<http://cgi.di.uoa.gr/~istavrak/courses/pms523.html>

http://www.intracom.gr/gr/products/content_delivery_netw/fs_cdn.htm

<http://www.netapp.com/solutions/cdn.html>

http://www.cs.washington.edu/research/networking/websys/pubs/osdi_2002/osdi.pdf

<http://cgi.di.uoa.gr/~grad0377/cdnsurvey.pdf>

<http://www.web-caching.com/cdns.html>

http://www.netapp.com/solutions/cdn_ds.html

<http://www.akamai.com/>

<http://www.att.com/>

<http://www.digisle.net/>

<http://www.e-pcmag.gr>