



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΕΜΠΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ (5G) ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

Παρασκευή Λισγάρα

Επιβλέπων: Ανδρέας Τσορμπατζόγλου

Επίκουρος καθηγητής, ΔΕΠ

Άρτα, Σεπτέμβριος, 2022

THE USE OF FIFTH GENERATION NETWORKS (5G) IN THE FIELD OF EDUCATION

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα,28/9/2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Ανδρέας Τσορμπατζόγλου
2. Μέλος επιτροπής
Κων/νος Αγγέλης
3. Μέλος επιτροπής
Γεώργιος Τσουμάνης

© Λισγάρα,Παρασκευή,2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Λισγάρα Παρασκευή

Υπογραφή



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρακάτω εργασία εξετάζετε το θέμα της χρήσης των δικτύων πέμπτης γενιάς (5G) στο πεδίο της εκπαίδευσης. Βλέπουμε την έννοια των δικτύων πέμπτης γενιάς (5G). Πώς η ένταξη τους στην κοινωνία έχει επηρεάσει την καθημερινή μας ζωή, που μπορούν αυτά να εφαρμοστούν, τα υλικά/λογισμικό που χρησιμοποιούνται και τα χαρακτηριστικά τους καθώς και κάποιες προκλήσεις που υπάρχουν για το 5G. Τέλος στο κομμάτι αυτό γίνεται μια εισαγωγή στο κομμάτι της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Στην συνέχεια εστιάζετε η εργασία αυτή στο πώς τα δίκτυα 5G έχουν εισβάλει στον τομέα της εκπαίδευσης. Πως οι βασικές τεχνολογίες των δικτύων αυτών οδηγούν στην εκπαίδευση, ποιες τεχνολογίες υποστηρίζουν υπόψη τις υπηρεσίες που διαθέτουν, ποιο θα είναι το μέλλον της εκπαίδευσης με την χρήση 5G δικτύων και τέλος ποιες είναι οι τεχνικές προκλήσεις που συναντάμε και πως αυτές θα επιλυθούν μέσω του 5G. Κλείνοντας, εξετάζοντας τα παραπάνω η εργασία καταλήγει σε διάφορα συμπεράσματα ένα εκ των οποίων είναι το ότι το 5G βρίσκεται στα σπάργανα και υπάρχουν διάφορες ελλείψεις σε διάφορους τομείς.

Λέξεις-κλειδιά: δίκτυα, 5G, κινητή τηλεφωνία, εκπαίδευση

ABSTRACT

In the following assignment we examine the topic of using fifth generation networks 5(G) in the field of education. We see the concept of fifth generation networks (5G). How their inclusion in society has affected our daily life, how they can be applied, the materials/software that are being used and their characteristics as well as some challenges that exist for 5G. Finally, in this part there is an introduction to the part of distance learning. This paper then focuses on how 5G networks have invaded the field of education. How the basic technologies of these networks lead to education, which technologies support the services they have, what will be the future of education with the use of 5G networks and finally what are the technical challenges we encounter and how these will be solved through 5G. In the end, we have various conclusion, one of which is that 5G is in its infancy and there are various shortcomings in various areas.

Keywords: networks, 5G, mobile, education

Πίνακας Περιεχομένων

Περιεχόμενα.....	8
Πίνακας εικόνων.....	10
Κεφάλαιο 1°. Εισαγωγή	11
Κεφάλαιο 2°. Τα δίκτυα 5 ^{ης} γενιάς (5G)	15
2.1. Τι είναι το 5G	15
2.1.1 Χαρακτηριστικά του 5G.....	17
2.1.2 Προκλήσεις του 5G	17
2.1.3 Εφαρμογές του 5G.....	19
2.1.4 Υλικό και λογισμικό του 5G.....	20
2.2. Βασικές Τεχνολογίες Δικτύων 5G	23
2.3 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση	25
Κεφάλαιο 3°. Η χρήση των δικτύων 5 ^{ης} γενιάς στην εκπαίδευση	27
3.1. Ευφυές περιβάλλον στην εποχή του 5G	27
3.2. 5G Προώθηση της έξυπνης εκπαίδευσης	27
3.3. Τεχνολογίες 5G στην εκπαίδευση.....	28
3.4. Η μελλοντική προοπτική της εκπαιδευτικής εφαρμογής της τεχνολογίας 5G.....	41
3.4.1. Μετασχηματισμός διδασκαλίας κάτω από την τεχνολογία 5G	42
3.4.2. Το 5G καθιστά τις δραστηριότητες διδασκαλίας και έρευνας πιο ακριβείς και έξυπνες.....	43
3.4.3. Ευφυές μοντέλο διαχείρισης εκπαίδευσης.....	44
3.5. Τεχνικές προκλήσεις και λύσεις μέσω των 5G	45

3.6. Ανασκόπηση ερευνών	49
3.7 Η χρήση του 5G στην εκπαίδευση κατά την πανδημία	51
3.8 Η χρήση των 5G στην ειδική εκπαίδευση	54
Κεφάλαιο 4°. Συμπεράσματα.....	57
Βιβλιογραφία	59

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Περιβάλλον εκπαίδευσης 4.0 με δυνατότητα 5G.....	13
Εικόνα 2. Διασύνδεση όλων των πραγμάτων	15
Εικόνα 3. Έξυπνη έννοια εκπαίδευσης ενσωματωμένη στο μοντέλο Huawei 5G.....	29
Εικόνα 4. Μοντέλο και εφαρμογή Cloud SaaS στο UEW.....	31
Εικόνα 5. Μοντέλο Cloud PaaS και εφαρμογή στο UEW.....	32
Εικόνα 6. Μοντέλο Cloud IaaS και εφαρμογή στο UEW.	33
Εικόνα 7. Επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα που εφαρμόζεται στην εκπαίδευση.	35
Εικόνα 8. Πλήρες μοντέλο εικονικής και υβριδικής τάξης	36
Εικόνα 9. Σενάριο Προοπτικής Εφαρμογής του 5G – Ενεργοποιημένος Αυτοματισμός στην Εκπαίδευση.	38
Εικόνα 10. Το απομακρυσμένο εργαστήριο με ψηφιακό δίδυμο με δυνατότητα AI (AI-DT) διαθέτει τρεις βρόχους ελέγχου. Οι βρόχοι ελέγχου χειριστή προς AI-DT και ρομπότ προς AI-DT παρέχουν άμεση αλληλεπίδραση στον χειριστή και στο ρομπότ. Ο βρόχος ελέγχου AI-DT σε AI-DT είναι για να συγχρονίσει τα δύο άκρα του συστήματος και να μειώσει την κακή επικοινωνία στο κεντρικό δίκτυο.	47

Κεφάλαιο 1°. Εισαγωγή

Η εκπαίδευση είναι ο μοναδικός τρόπος για να αναπτυχθεί και να ευημερήσει ένα έθνος. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν μεταμορφώσει τις κοινωνίες και έχουν βελτιώσει το βιοτικό επίπεδο παγκοσμίως. Η κινητή και η ψηφιακή συνδεσιμότητα είναι βασικοί μοχλοί αυτής της αλλαγής, επιτρέποντας σε αρκετές κάθετες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένης της επικείμενης βιομηχανικής επανάστασης, δηλ. Industry 4.0 (Imran et al, 2019). Το Education 4.0 είναι ένα νέο παράδειγμα στον τομέα διδασκαλίας και μάθησης που στοχεύει να προετοιμάσει τους μαθητές και τη νέα γενιά μαθητών για την επερχόμενη βιομηχανική επανάσταση (Hussin, 2018) που απαιτεί νέες δεξιότητες και περιλαμβάνει νέες τεχνολογίες όπως η προηγμένη ρομποτική, το Industrial Internet of Things (IIoT), τρισδιάστατη εκτύπωση κ.λπ. Η πανδημία Covid-19 έχει επίσης επιταχύνει τη μετάβαση από την παραδοσιακή εκπαίδευση στην πανταχού παρούσα, εξατομικευμένη εκπαίδευση που αποτελεί μέρος του συνδεδεμένου ψηφιακού οικοσυστήματος. Η παραδοσιακή εκπαίδευση βασίζεται στη διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο στις τάξεις με έντυπο υλικό. Όλες οι αξιολογήσεις και οι εξετάσεις είναι έντυπες με εργαστηριακές συνεδρίες περιορισμένου χώρου και χρόνου. Η κινητή και η ψηφιακή συνδεσιμότητα θα φέρουν επανάσταση στην εκπαίδευση και θα κάνουν τη γνώση εύκολα προσβάσιμη. Για παράδειγμα, τεράστιος όγκος εκπαιδευτικού υλικού, όπως βιντεοδιαλέξεις, ακουστικά βιβλία και σημειώσεις διαλέξεων είναι ευρέως διαθέσιμο σχεδόν ανά πάσα στιγμή.

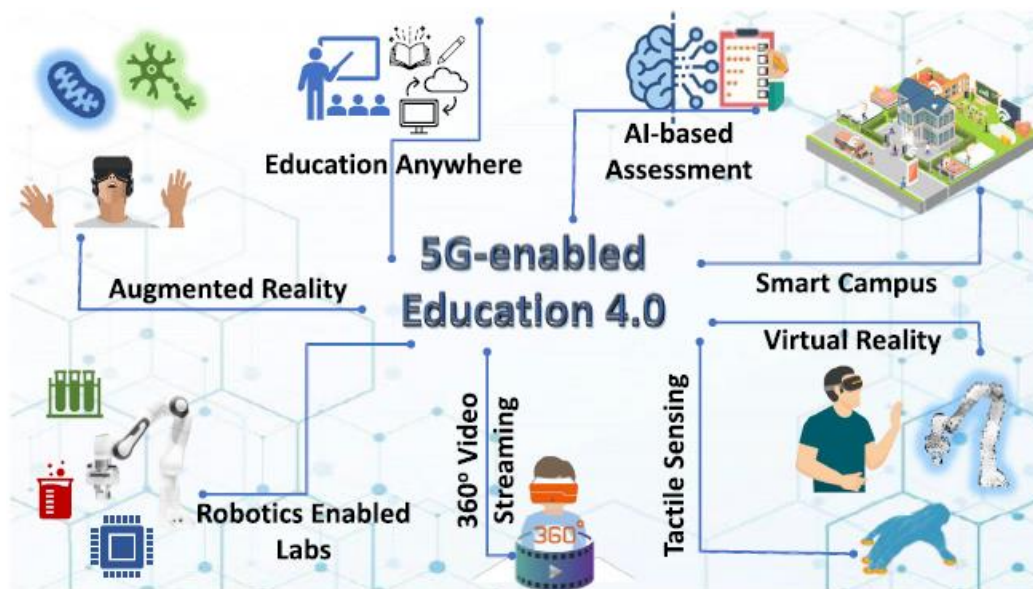
Είναι επίσης πολύ εύκολο να προσεγγίσετε οποιαδήποτε πληροφορία σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αντί για έντυπη αξιολόγηση, οι εξετάσεις μέσω υπολογιστή μπορούν να παρέχουν στους μαθητές άμεσα αποτελέσματα και ανατροφοδότηση. Οι εγκαταστάσεις Education 4.0 περιλαμβάνουν, ενδεικτικά, αυτορυθμιζόμενη μάθηση υποβοηθούμενη από τεχνητή νοημοσύνη με τη βοήθεια έξυπνων αισθητήρων και φορητών συσκευών (Ciolacu et al, 2019), εγκαταστάσεις απομακρυσμένης εκμάθησης με τη βοήθεια AR / VR για τη βελτίωση της τηλεπαρουσίας και της εμπειρίας εξ αποστάσεως μάθησης (Prasad et al, 2021), συστήματα αξιολόγησης και έγκαιρης αναγνώρισης προόδου που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη που επιτρέπουν στους μαθητές να μαθαίνουν με τον δικό τους ρυθμό και να υποστηρίζουν την επιτυχία των μαθητών (Ciolacu et al, 2018), έξυπνες εγκαταστάσεις πανεπιστημιούπολης για την παροχή ευέλικτου και καθηλωτικού

περιβάλλοντος μάθησης που περιλαμβάνει τη φιλοξενία διαδικτυακών μαθημάτων σε διαφορετικές τοποθεσίες με τη βοήθεια ολογραφικών προβολών και ακουστικών AR / VR, έξυπνες εγκαταστάσεις παρακολούθησης για καλύτερη χρήση του χώρου (Bonfield et al, 2020) και τηλεχειριζόμενες ρομποτικές εγκαταστάσεις εκμάθησης για την πραγματοποίηση της εκπαίδευσης οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή, το σύνθημα του Education 4.0. Επιπλέον, η πανδημία Covid-19 έχει κάνει αναπόφευκτη την υιοθέτηση της διαδικτυακής μάθησης για 1,5 δισεκατομμύριο μαθητές σε 185 χώρες (Marinoni et al, 2020).

Δυστυχώς, υπάρχουν πολλές πτυχές της εκπαίδευσης που απαιτούν φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ του μαθητή και του σχολείου. Αυτό καθιστά την απομακρυσμένη πρόσβαση στο φυσικό εργαστήριο μία από τις ζωτικές απαιτήσεις της μελλοντικής εκπαίδευσης. Το κύριο εμπόδιο της απομακρυσμένης πρόσβασης και ελέγχου είναι οι περιορισμοί των τρεχόντων δικτύων επικοινωνίας που είναι ευρέως διαθέσιμα. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η απομακρυσμένη πρόσβαση στα φυσικά εργαστήρια, το δίκτυο επικοινωνίας πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει αισθητηριακά δεδομένα, ώστε οι μαθητές να μπορούν να αισθάνονται την υφή ή τη δύναμη ή το βάρος των φυσικών αντικειμένων στα εργαστήρια. Για να υπάρχει φυσική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των μαθητών και των φυσικών αντικειμένων, συμπεριλαμβανομένων των ρομπότ στα εργαστήρια, το δίκτυο επικοινωνίας πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει δεδομένα ελέγχου με πολύ υψηλή απόδοση επικοινωνίας όσον αφορά την καθυστέρηση, την αξιοπιστία και τους ρυθμούς δεδομένων.

Η πέμπτη γενιά κυψελοειδών επικοινωνιών (5G) θα δώσει νέες ευκαιρίες για μελλοντική εκπαίδευση, η οποία είναι γνωστή ως Education 4.0 (βλ. Εικ. 1). Το 5G έχει εξαιρετικές επιδόσεις και δυνατότητες που αποτελούν τα θεμέλια για την υποστήριξη των αναδυόμενων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση 4.0. Για παράδειγμα, το Ultra-Reliable Low-Latency Communications (URLLC) θα αλλάξει το παιχνίδι, καθώς επιτρέπει την ανταλλαγή φυσικών δεξιοτήτων μέσω των κινητών επικοινωνιών. Η βελτιωμένη ευρυζωνική σύνδεση κινητής τηλεφωνίας (eMBB) με υποστήριξη εικονικής πραγματικότητας (VR) και η ροή βίντεο 360° θα παρείχαν καθηλωτική εμπειρία στους μαθητές σε εικονικές τάξεις. Η έξυπνη πανεπιστημιούπολη που υποστηρίζεται από το

Massive Machine Type Communications (mMTC) θα επιτρέψει στους μαθητές να ελέγχουν τη διαθεσιμότητα εγκαταστάσεων όπως αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και αθλητικό εξοπλισμό και να παρέχουν υπηρεσίες κρατήσεων και προγραμματισμού από απόσταση.



Εικόνα 1. Περιβάλλον εκπαίδευσης 4.0 με δυνατότητα 5G.

Οι ανεπτυγμένες χώρες είναι οι πρώτες που εφαρμόζουν την τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας στον τομέα της εκπαίδευσης, πυροδοτώντας την τάση της εκπαιδευτικής πληροφορικής (Daoming, 2020). Οι Ηνωμένες Πολιτείες εξέδωσαν το Εθνικό Τεχνολογικό Σχέδιο το 2000 και το 2004, το οποίο προώθησε την εκπαιδευτική τεχνολογία (Xiangqun & Yu, 2020). Οι δάσκαλοι και οι μαθητές υποτίθεται ότι έχουν ορισμένες δεξιότητες τεχνολογίας πληροφοριών. Οι εκπαιδευμένοι δάσκαλοι ωθούν επίσης τον τρόπο εκπαίδευσης να αλλάξει, γεγονός που αυξάνει την εφαρμογή της τεχνολογίας της πληροφορίας για τους μαθητές. Η τεχνολογία των κινητών επικοινωνιών αναπτύσσεται και βελτιώνεται. Τι αλλαγές έχει φέρει το 5G στην εκπαίδευση; Ποιος είναι ο ρόλος του 5G στην προώθηση της ευφυούς εκπαίδευσης; Πώς μπορούμε να βελτιώσουμε την ενσωμάτωση του 5G και της εκπαίδευσης, ώστε να μπορέσουμε να αλλάξουμε τον

παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, τις μεθόδους διδασκαλίας και τη διαχείριση της εκπαίδευσης πιο αποτελεσματικά από πριν;

Σε αυτή την εργασία, αναλύεται το πώς το 5G θα γίνει ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για αυτήν την αλλαγή παραδείγματος στην εκπαίδευση. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το ευρύ όραμα, η μελέτη μας επικεντρώνεται στην εξ αποστάσεως μάθηση στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, ειδικά σε περίπτωση εργαστηρίου και εκπαίδευσης από απόσταση. Εξετάζουμε βασικές τεχνολογίες που είναι ζωτικής σημασίας για απομακρυσμένα εργαστήρια και εκπαίδευση σε περιπτώσεις χρήσης και ενεργοποιητών 5G. Στη συνέχεια, προσδιορίσαμε τις τρέχουσες προκλήσεις, επιτρέποντας τεχνολογίες δίνοντας έμφαση στους KPI 5G, καθώς και σε πιθανές λύσεις σε αυτό το πλαίσιο, όπου τονίζουμε τη μοναδικότητα και τη διαφορά τους από άλλους κλάδους, όπως η Industry 4.0 και η Healthcare.

αυτή τη μετάβαση της τεχνολογίας κινητής επικοινωνίας, κάθε βήμα της διαδρομής είναι σχεδόν δέκα χιλιάδες φορές πιο γρήγορο (Lei et al, 2019).

Η τεχνολογία 5G αντιπροσωπεύει την 5η γενιά ασύρματων δικτύων κινητών επικοινωνιών. Η τεχνολογία 5G παρουσιάζει εξαιρετικές δυνατότητες μεταφοράς δεδομένων και την ικανότητα πραγματοποίησης απεριόριστων όγκων κλήσεων και ανταλλαγής (εκπομπής και λήψης) δεδομένων, ακόμη και στο τελευταίο κινητό λειτουργικό σύστημα. Δεν αποτελεί απλώς μία αναβάθμιση ή εξέλιξη της προηγούμενης γενιάς κινητών επικοινωνιών 4G, αλλά κάτι εντελώς καινούργιο και επαναστατικό : μπορούμε να το φανταστούμε σαν ένα πλέγμα στο οποίο διασυνδέονται ταχύτατη και αξιόπιστη επικοινωνία, μέσα μαζικής μεταφοράς χωρίς οδηγούς, εφαρμογές ρομποτικής, τηλεϊατρική, “έξυπνες πόλεις” με την εξυπηρέτηση των καθημερινών αναγκών του πολίτη στον πυρήνα τους, συσκευές που επικοινωνούν μεταξύ τους, εικονική πραγματικότητα, ασφαλείς μετακινήσεις και πολλά άλλα, το οποίο πρόκειται να διαμορφώσει μια νέα πραγματικότητα για τα άτομα, σε πολλαπλά επίπεδα (ατομικό, επαγγελματικό, κοινωνικό, οικονομικό κλπ.). Με κυρίαρχα χαρακτηριστικά την τεράστια χωρητικότητα, την κάλυψη, την εκρηκτική ταχύτητα, και την απόλυτη αξιοπιστία & σταθερότητα του δικτύου, θα προσφέρει ανεκτίμητες δυνατότητες στους χρήστες της.

Η τεχνολογία δρομολογητή και διακόπτη, που χρησιμοποιείται, είναι ένα ασύρματο σύστημα με πακέτα, με κάλυψη ευρείας περιοχής και υψηλή απόδοση, το οποίο παρέχει υψηλή συνδεσιμότητα στους χρήστες, λειτουργώντας με τον ακόλουθο τρόπο : η τεχνολογία 5G διανέμει πρόσβαση στο διαδίκτυο σε κόμβους εντός του κτιρίου και μπορεί να αναπτυχθεί με διασύνδεση ενσύρματων ή ασύρματων συνδέσεων δικτύου. Θεωρείται ως το πραγματικό δίκτυο που είναι ικανό να υποστηρίξει τον ασύρματο παγκόσμιο ιστό (WWW - Wireless World Wide Web).

Το βασικό πλεονέκτημα των υπερυψηλών συχνοτήτων στις οποίες λειτουργούν τα δίκτυα 5G είναι ότι μπορούν να υποστηρίξουν την γρήγορη μετάδοση τεραστίων όγκων δεδομένων, κατά συνέπεια είναι η κατάλληλη ζώνη του φάσματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ευρυζωνικότητα, η οποία με την σειρά της δημιουργείται από την διείσδυση του διαδικτύου και των εφαρμογών του, στην καθημερινότητα μας. Επίσης δεν προκαλούν παρεμβολές κατά την

μετάδοση, συνεπώς μπορούν να χρησιμοποιούνται κοντά σε διαφορετικές ασύρματες μεταδόσεις. Επιπλέον, επειδή ενέχουν έντονο το στοιχείο της κατεύθυνσης της μετάδοσης, είναι ενεργειακά αποτελεσματικότερα, δίκτυα, μεταδίδοντας την πληροφορία πιο στοχευμένα. Λόγω του χαμηλότερου μήκους κύματος, οι κεραίες που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι μικρότερες σε μέγεθος, αλλά εξακολουθούν να παρέχουν ακρίβεια στην κατεύθυνση (<http://lifewire.com/>). Όλα τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα : ταχύτητα, χωρητικότητα και κινητικότητα (Neha, 2013).

2.1.1 Χαρακτηριστικά του 5G

Το 5G έχει τα χαρακτηριστικά της ευρείας κάλυψης, της υψηλής ταχύτητας, της υψηλής αξιοπιστίας, της χαμηλής καθυστέρησης και της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και αναπτύχθηκε από την Κίνα, την Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική, την Κορέα, την Ιαπωνία και άλλους οργανισμούς προγράμματος εταίρων τρίτης γενιάς, που ονομάζεται επίσης "3GPP (Haifeng & Wei, 2013). Το 5G είναι στην πραγματικότητα μια πλατφόρμα για όλες τις ασύρματες συνδέσεις σε όλα τα πεδία, η οποία επιτρέπει κυριολεκτικά οτιδήποτε συνδέεται.

2.1.2 Προκλήσεις του 5G

A. Ενσωμάτωση διαφορετικών προτύπων: μία από τις μεγάλες προκλήσεις που αντιμετωπίζουμε είναι η τυποποίηση, δηλαδή η δημιουργία προτύπων που διασφαλίζουν διαλειτουργικότητα και διαλειτουργικότητα μεταξύ πολλών διαφορετικών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο, καθώς και συμβατότητα με υπάρχουσες παλιές τεχνολογίες (4G , 3G). διασφαλίζοντας έτσι το μέλλον των δικτύων 5G. Φορείς όπως το 3rd Generation Partnership Project (3GPP), που συγκεντρώνει οργανισμούς για την ανάπτυξη τηλεπικοινωνιακών προτύπων (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC), εργάζονται προς αυτή την κατεύθυνση (GSRT, 2012).

B. Κατασκευή της απαιτούμενης υποδομής (καθώς και ολοκλήρωση και αναβάθμιση της υπάρχουσας τηλεπικοινωνιακής υποδομής): Πρόκειται για ένα τεράστιο έργο που ασχολείται κυρίως με θέματα φάσματος και την εγκατάσταση νέων κεραίων. Δεδομένου

ότι οι πληροφορίες σε αυτά τα δίκτυα μεταφέρονται σε κύματα υψηλής συχνότητας (τα οποία με τη σειρά τους εξασφαλίζουν ταχύτητα και χωρητικότητα - εύρος ζώνης), δεν είναι δυνατό να διανύσουμε πολύ μεγάλες αποστάσεις, επομένως απαιτείται μια υποδομή με μεγαλύτερη πυκνότητα για τη βελτιστοποίηση της κάλυψης.

Γ. Εμπόδια: Κτίρια, δέντρα και ακόμη και αντίξοες καιρικές συνθήκες μπορούν επίσης να προκαλέσουν παρεμβολές. Για να αντισταθμιστεί αυτό, οι πάροχοι θα πρέπει να εγκαταστήσουν περισσότερους σταθμούς βάσης για να παρέχουν καλύτερη κάλυψη και να χρησιμοποιούν τεχνολογίες κεραιών όπως το MIMO.

Δ. Κοινή πλατφόρμα: Δεν υπάρχει κοινή αρχιτεκτονική για τη διασύνδεση διαφορετικών μηχανικών πρακτικών και η δημιουργία μιας κοινής πλατφόρμας από ένα διοικητικό όργανο, το οποίο θα αναλάμβανε την ηγεσία, θα μπορούσε να ρυθμίζει θέματα διασύνδεσης και ανταλλαγής γνωριμιών.

Ε. Μια νέα αναδύομενη αγορά: υπάρχουν ήδη πολλοί όμιλοι από διάφορους τομείς, όπως πάροχοι τηλεπικοινωνιών (British Telecom, Deutsche Telecom, France Telecom / Orange, Telecom Italia, Telefonica, Portugal Telecom), εταιρείες κατασκευής εξοπλισμού και διαχείρισης δικτύων (Ericsson , Alcatel -Lucent, Nokia Siemens Networks, Thales Communications) αλλά και εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού (SAP) και κατασκευαστές αυτοκινήτων (BMW, VOLVO) που έχουν δεσμεύσει σημαντικούς πόρους για την ανάπτυξη ευρωπαϊκών δικτύων 5G. Επιπλέον, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναπτύσσει μια σειρά από ερευνητικά προγράμματα για το 5G, μερικά από τα οποία είναι π.χ. METIS, 5GNow, Interworking και JOINt Design αρχιτεκτονικής δικτύου ανοιχτής πρόσβασης και Backhaul για μικρά κύτταρα που βασίζονται σε δίκτυα Cloud (iJOIN), Mobile Cloud Networking, Σύγκλιση σταθερών και κινητών δικτύων πρόσβασης / συγκέντρωσης BrOadband (Combo) και PHYsical LAYer Wireless Security (PhyLaws), το οποίο καταδεικνύει το έντονο ενδιαφέρον για αυτόν τον τομέα (<http://5gnow.eu/>, <http://mobile-cloud-networking.eu/site/>). Σε ολόκληρο τον Ατλαντικό, στις ΗΠΑ, μεγάλοι πάροχοι τηλεπικοινωνιών - η T&T, η Sprint, η T-Mobile & η Verizon - έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν δίκτυα 5G.

2.1.3 Εφαρμογές του 5G

Οι εφαρμογές 5G ξεπερνούν τη φαντασία μας και αγγίζουν πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία σε αυτό που ονομάζουμε ποιότητα ζωής. Και είναι βέβαιο ότι ο χρήστης δεν έχει γνωρίσει ποτέ τεχνολογία τόσο υψηλής αξίας που να έχει τη δύναμη να αναθεωρήσει τον σύγχρονο τρόπο ζωής του. Μερικές από τις εφαρμογές 5G (θα είναι):

- Οι τεχνολογίες Virtual Reality (VR) και Augmented Reality (AR) χρησιμοποιούνται ήδη σε χώρες με μεγαλύτερη ψηφιακή διείσδυση, ενώ θα αξιοποιήσουμε πλήρως τις δυνατότητές τους μόνο με την ευρεία υιοθέτηση του 5G.
- Τηλεϊατρική, ρομποτική ιατρική και συλλογή δεδομένων εξ αποστάσεως μέσω wearable. Έτσι, από το να μπορούμε να μετράμε το επίπεδο σακχάρου της γλυκόζης μας με το κινητό μας, μέχρι τη χρήση τηλεχειριζόμενων ρομπότ για χειρουργική επέμβαση, όλα καταλήγουν στην αλλαγή του χάρτη υγειονομικής περίθαλψης.
- Η επέκταση της χρήσης τηλεκατευθυνόμενων μηχανοκίνητων οχημάτων, τα οποία επίσης γίνονται αξιόπιστα και αποτελεσματικά χάρη στην καλή απόκριση του δικτύου, θα αλλάξει την έννοια της κινητικότητας, ειδικά για ομάδες ατόμων με κινητικά προβλήματα, ηλικιωμένους κ.λπ.
- Βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές: οι λεγόμενες κάθετες αγορές (Business2Business Verticals) π.χ. η αλυσίδα εφοδιασμού (logistics) και οι μεταφορές ενδιαφέρονται περισσότερο για την υιοθέτηση έξυπνων διαδικασιών βιομηχανικής παραγωγής, χρησιμοποιώντας αυτοματισμό και τηλεχειρισμό των σταδίων παραγωγής και την ενοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχει το 5G.

Η ώθηση για το ηλεκτρονικό εμπόριο είναι κάτι παραπάνω από προφανές, συνδέοντας πιο αποτελεσματικά καταστήματα μέσω του Διαδικτύου με κινητές συσκευές που είναι διαθέσιμες σε ιδιώτες και βελτιώνοντας την εμπειρία των καταναλωτών.

- Ατομική πρόσβαση σε όλους τους χώρους διαβίωσής τους μέσω κινητής συσκευής: στο σπίτι, στο γραφείο (με βάση το cloud), με αποτέλεσμα καλύτερο προγραμματισμό, εξοικονόμηση χρόνου και ευελιξία.

- Είναι το δομικό στοιχείο του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Μέσω αυτού θα συνδεθούν μια σειρά από αντικείμενα, συσκευές, αισθητήρες και εφαρμογές, προς όφελος του ατόμου.
- Η εισαγωγή αισθητήρων 5G (χαμηλής ισχύος και χαμηλού κόστους) σε βασικές υποδομές δημόσιων μεταφορών, όπως τα φανάρια, θα διαδραματίσει βασικό ρόλο στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, των ακυρώσεων και των καθυστερήσεων στα δρομολόγια των μέσων μαζικής μεταφοράς, της απώλειας χρόνου.

2.1.4 Υλικό και λογισμικό του 5G

Προκειμένου να επιτευχθεί εξαιρετικά γρήγορη ευρυζωνική κινητή, χαμηλή καθυστέρηση και εξαιρετικά αξιόπιστο δίκτυο για την υποστήριξη όλων των μελλοντικών εφαρμογών, οι υπάρχουσες τεχνολογίες έχουν πολλούς περιορισμούς. Το 5G θα χρησιμοποιεί νέες ορολογίες δικτύου, φάσμα υψηλού εύρους ζώνης, πολύπλοκα σχήματα διαμόρφωσης και αλγόριθμους με προηγμένες μονάδες υλικού.

Φάσμα – 5G NR

Το 5G New Radio είναι ένα νέο φάσμα που θα χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές 5G για την υποστήριξη πολύ υψηλότερου ρυθμού δεδομένων. Φάσμα κυμάτων χιλιοστών από 24 GHz έως 90 GHz και μη αδειοδοτημένο φάσμα κάτω των 6 GHz θα χρησιμοποιηθούν στην πρώτη γενιά αναπτύξεων 5G κινητής ευρυζωνικότητας.

Σε ένα δίκτυο 5G, ο μέσος ρυθμός δεδομένων λίγων Gigabit ανά δευτερόλεπτο μπορεί να επιτευχθεί εύκολα.

Φάσμα χωρίς άδεια μεταξύ 24 GHz και 90 GHz θα χρησιμοποιηθεί για μελλοντικές εφαρμογές 5G. Τα κύματα χιλιοστών έχουν υψηλότερο εύρος ζώνης στην περιοχή GHz, το οποίο είναι κατάλληλο για τη μετάδοση τεράστιου όγκου δεδομένων (<http://lifewire.com/>).

Small-Cell-5G

Οι μικρές κυψέλες είναι σταθμοί βάσης χαμηλής ισχύος που χρησιμοποιούνται σε προηγμένες εκδόσεις LTE και τεχνολογία 5G για την τροφοδοσία συσκευών σε μικρότερη γεωγραφική περιοχή όπως μερικές εκατοντάδες μέτρα έως ακτίνα 2 KM. Οι μικρές κυψέλες θα χρησιμοποιούν κύματα χιλιοστού για τη μετάδοση και τη λήψη δεδομένων. Τα κύματα χιλιοστών δεν είναι κατάλληλα για επικοινωνία μεγάλων αποστάσεων λόγω μεγαλύτερης παραμόρφωσης από την ατμόσφαιρα και τα εμπόδια.

Σε σύγκριση με τους συμβατικούς σταθμούς βάσης, απαιτείται μεγάλος αριθμός μονάδων μικρών κυψελών για την κάλυψη μεγαλύτερης περιοχής. Ωστόσο, μπορεί να παρέχει υψηλότερο ρυθμό δεδομένων και χαμηλή κάλυψη δικτύου για τους χρήστες σε κάθε μονάδα (<http://lifewire.com/>).

Massive MIMO

Η έννοια MIMO (Multiple Input Multiple Output) χρησιμοποιείται για την αύξηση του ρυθμού δεδομένων με την προσθήκη κεραίας για μετάδοση και λήψη σημάτων. Στην τεχνολογία 5G χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός συστοιχιών κεραιών μικροσκοπικού μεγέθους. Οι συσκευές χρήστη θα μπορούν επίσης να λαμβάνουν και να στέλνουν δεδομένα χρησιμοποιώντας πολλαπλές κεραίες ενσωματωμένες σε φορητές συσκευές.

Σημαντικός όγκος δεδομένων μπορεί να μεταδοθεί ταυτόχρονα με την εφαρμογή της τεχνολογίας MIMO (<http://lifewire.com/>).

Beamforming

Το Beamforming είναι μια άλλη έννοια έξυπνης τεχνολογίας για την αποτελεσματική μετάδοση δεδομένων στις συσκευές των χρηστών. Η ακριβής θέση της συσκευής χρήστη παρακολουθείται συνεχώς χρησιμοποιώντας προηγμένους αλγόριθμους λογισμικού και οι σταθμοί βάσης μεταδίδουν σήματα μόνο προς την κατεύθυνση της τοποθεσίας του χρήστη.

Οι συμβατικοί σταθμοί βάσης μεταδίδουν δεδομένα σε πολλαπλές κατευθύνσεις, γεγονός που προκαλεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας και περιττή χρήση πόρων.

Το Beamforming είναι παρόμοιο όπως ένας προβολέας που ακολουθεί έναν κινούμενο ερμηνευτή σε μια σκηνή. Η δέσμη σήματος θα ακολουθεί τον χρήστη ανάλογα με τη θέση που αλλάζει (<http://lifewire.com/>).

Full-duplex τρόπος μετάδοσης

Στη συμβατική μέθοδο μετάδοσης, ένας μόνο τρόπος μετάδοσης είναι δυνατός προς κάθε κατεύθυνση. Σε λειτουργία πλήρους διπλής όψης, διακόπτες υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της μεταφοράς δεδομένων προς κάθε κατεύθυνση, εναλλάσσοντας αποτελεσματικά έναν κάθε φορά και αξιοποιώντας πλήρως το υπάρχον φάσμα. Η ίδια ζώνη συχνοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον τρόπο λειτουργίας μετάδοσης και λήψης (<http://lifewire.com/>).

Αρχιτεκτονική C-RAN

Στο συμβατικό RAN (Radio Access Network), η μονάδα βασικής ζώνης (BBU) βρίσκεται κοντά στους σταθμούς βάσης. Απαιτείται να αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός μονάδων βασικής ζώνης. Το C-RAN – Cloud (Centralized) Radio Access Network είναι μια προηγμένη τεχνολογία που αναπτύχθηκε για δίκτυα LTE τελευταίας γενιάς.

Στο C-RAN, οι μονάδες βασικής ζώνης μπορούν να βρίσκονται σε έναν κεντρικό σταθμό επεξεργασίας και να συνδέονται με τους σταθμούς βάσης χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο οπτικών ινών. Η αφαίρεση μονάδων ζώνης βάσης από τους σταθμούς βάσης μπορεί να μειώσει σημαντικά την πολυπλοκότητα της διαχείρισης, με την προϋπόθεση αυξημένης πρόσβασης, εξοικονόμησης ενέργειας και εξοικονόμησης κόστους (<http://lifewire.com/>).

Προηγμένο Υλικό και Λογισμικό

Προκειμένου να υποστηριχθούν οι προδιαγραφές 5G, όλα τα υπάρχοντα πρότυπα υλικού δικτύου πρέπει να αναβαθμιστούν. Προηγμένες μονάδες κεραίας MIMO, δρομολογητές και μονάδες C-RAN πρέπει να αναπτυχθούν για εφαρμογές IoT, Smart Home, ρομποτική, αυτόνομη οδήγηση και κρίσιμες εφαρμογές.

Η τεχνολογία Wi-Fi Gigabit θα παίζει μεγάλο ρόλο στην υποστήριξη πολλών από τις εφαρμογές πολυμέσων και έξυπνων οικιακών εφαρμογών. Επιπλέον, η εκφόρτωση Wi-Fi είναι μια αποτελεσματική μέθοδος εκφόρτωσης της κίνησης δεδομένων από σταθμούς βάσης μικρών κυψελών (<http://lifewire.com/>).

5G-Mobile

Σε κινητές συσκευές, θα χρησιμοποιούνται εξελιγμένα μόντεμ και ενσωματωμένες συστοιχίες κεραιών. Πολλαπλές ασύρματες τεχνολογίες όπως το Gigabit Wi-Fi και η τελευταία γενιά Bluetooth θα ενσωματωθούν για εφαρμογές AR (επαυξημένη πραγματικότητα) και VR (εικονική πραγματικότητα) σε κινητές συσκευές.

Οι σύνθετοι αλγόριθμοι λογισμικού αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της τεχνολογίας 5G για τη διαχείριση τεράστιου όγκου δεδομένων από δισεκατομμύρια έξυπνες συσκευές και αισθητήρες (που χρησιμοποιούνται στο IoT και στο έξυπνο σπίτι). Τα προηγμένα σχήματα διαμόρφωσης και το ραδιόφωνο που καθορίζεται από λογισμικό θα τροφοδοτούν μελλοντικά δίκτυα 5G με δυνατότητα ευκολότερης μετάβασης από υπάρχοντα προηγμένα δίκτυα LTE (<http://lifewire.com/>).

2.2. Βασικές Τεχνολογίες Δικτύων 5G

Οι βασικές τεχνολογίες του δικτύου 5G περιλαμβάνουν τον διαχωρισμό δικτύου, τον υπολογισμό άκρων, την τεχνολογία δικτύου ευρείας περιοχής, τη μετάδοση κυμάτων χιλιοστών, την προσαρμόσιμη υπηρεσία δικτύου. Και αυτός είναι ακριβώς ο λόγος που το 5G σημαίνει τόσα πολλά για την εκπαίδευση.

Τεμαχισμός δικτύου: Ο τεμαχισμός δικτύου είναι να κόψει την οντότητα του δικτύου σε πολλαπλά ανεξάρτητα λογικά δίκτυα για να αντιμετωπίσει διαφορετικά σενάρια εφαρμογών. Επίσης, το ότι τα δίκτυα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους διασφαλίζουν την ασφάλεια. Για παράδειγμα, ένα βίντεο διδασκαλίας μπορεί να χωριστεί σε πολλά ανεξάρτητα δίκτυα και όλα μοιράζονται μια ευρυζωνική σύνδεση κινητής τηλεφωνίας 20 Gb / s. Ένα IoT μεγάλης κλίμακας (διαδίκτυο πραγμάτων) μπορεί επίσης να τεμαχιστεί σε ξεχωριστά δίκτυα και, στη συνέχεια, έχουμε ένα IoT χαμηλής καθυστέρησης, υψηλής πυκνότητας κ.λπ. (Siman et al, 2020).

Edge computing: Οι υπολογιστές άκρων είναι το κλειδί για την επικοινωνία χαμηλής καθυστέρησης και υψηλής συχνότητας και παρέχει μια πιο αξιόπιστη πλατφόρμα για τους χρήστες. Τα σύννεφα άκρων είναι μερικά μικρά κέντρα νέφους που αναπτύσσονται στην άκρη του δικτύου. Τοποθετώντας τις εφαρμογές στην άκρη του δικτύου, μπορεί να ανταποκριθεί γρήγορα στην υπηρεσία δικτύου του και να μειώσει αποτελεσματικά την καθυστέρηση. Έτσι, η ζωντανή διδασκαλία μπορεί να διασφαλίσει ότι οι μαθητές θα έχουν τους καλύτερους πόρους και η διδασκαλία VR μπορεί να μας προσφέρει ομαλή ροή βίντεο.

Τεχνολογία δικτύου ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας: Η τεχνολογία δικτύου ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας είναι η πραγματοποίηση ασύρματης μετάδοσης σήματος μεγάλης εμβέλειας σε χαμηλότερη τιμή κατανάλωσης ενέργειας. Από τη μια πλευρά, τα τερματικά του ευφυούς Διαδικτύου των πραγμάτων περνούν σε κατάσταση αδράνειας μετά την ολοκλήρωση της μετάδοσης. Από την άλλη πλευρά, η αύξηση του ρυθμού μετάδοσης καθώς και η μείωση της ταχύτητας δεδομένων μπορεί να επεκτείνει την κάλυψη, γεγονός που επιτρέπει στους μαθητές σε απομακρυσμένες περιοχές να μαθαίνουν παρακολουθώντας μακρινή ζωντανή μετάδοση.

Μετάδοση κυμάτων χιλιοστών: Αν και το φάσμα συχνοτήτων δεν αλλάζει πολύ στις συχνότητες μικροκυμάτων, είναι πολύ ενεργό στον τομέα των κυμάτων χιλιοστού. Η μετάδοση δεδομένων 5G χρησιμοποιεί τη ζώνη συχνοτήτων 24,25 GHz-52,6 GHz και η μεγάλη ευρυζωνική του ζώνη καθιστά τον ρυθμό δεδομένων έως και 10 Gbps ή ακόμη υψηλότερο, γεγονός που καθιστά τη μετάδοση δεδομένων υψηλής ταχύτητας και μεγάλης χωρητικότητας απολύτως εφικτή. Έτσι, η συλλογή βίντεο και εικόνων μάθησης των μαθητών δεν θα είναι καθόλου πρόβλημα και, στη συνέχεια, μπορούμε να αναλύσουμε

αυτά τα δεδομένα και να τα κάνουμε δεδομένα αναφοράς για την κατάσταση μάθησης (Lei et al, 2019).

Προσαρμόσιμες υπηρεσίες δικτύου: Μπορεί να σχεδιάσει, να διαμορφώσει και να βελτιστοποιήσει και να επιδιορθώσει το δίκτυο αυτόματα, γεγονός που μειώνει σημαντικά τις παρεμβολές δικτύου και βελτιώνει επίσης τον ρυθμό λειτουργίας του δικτύου. Για παράδειγμα, προωθούνται διαφορετικές εξατομικευμένες λύσεις διδασκαλίας για διαφορετικούς μαθητές. Είναι επίσης δυνατή η αυτόματη λήψη εικόνων της μαθησιακής διαδικασίας και η αυτόματη εκτέλεση ανάλυσης δεδομένων.

2.3 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Ο όρος «εξ αποστάσεως εκπαίδευση» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1970 και υιοθετήθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1980 (Holmberg et al, 2015). Αρχικά, αυτό το είδος εκπαίδευσης αφορούσε κυρίως ενήλικες και πανεπιστήμια. Πριν από την πανδημία του COVID-19, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στα ελληνικά σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης λειτουργούσε συμπληρωματικά της παραδοσιακής εκπαίδευσης, διαμορφώνοντας ένα σχήμα υβριδικής ή μικτής μάθησης. Η μικτή μάθηση ορίζεται ως ένα σύστημα μάθησης που συνδυάζει διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο με διδασκαλία μέσω υπολογιστή (Bonk and Graham, 2012), δηλαδή η ασύγχρονη ή σύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση (Liu et al, 2016). Η ασύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση επιτρέπει το συνδυασμό της συμμετοχής στην ομαδική αλληλεπίδραση με τον ατομικό βηματισμό (Holmberg et al, 2015). Υλοποιείται κυρίως με e-mail, εκπαιδευτικές πλατφόρμες (Moodle) και wiki, και επιτρέπει στους μαθητές να μελετούν στον δικό τους χρόνο. Η σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση (τηλεδιάσκεψη) έχει ήδη χρησιμοποιηθεί πριν από την πανδημία COVID-19, π.χ. μέσω Skype. Τα κύρια χαρακτηριστικά για μια πλατφόρμα που θα επιλεγεί είναι η σταθερότητα, η φιλικότητα προς τον χρήστη της διεπαφής και η ασφάλεια.

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση κατέχει σημαντικό ρόλο στην εποχή του διαδικτύου, σε διάφορους κλάδους (Khalil et al, 2018). Αν και έχει εμφανιστεί με πολλές μορφές στο παρελθόν (εκπαίδευση μέσω ταχυδρομείου ή κασέτες), η εξ αποστάσεως εκπαίδευση έχει

εμφανιστεί ριζικά στο περιβάλλον Web2.0. Οι μαθητές έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν, ανεξάρτητα από χωρικές και χρονικές εξαρτήσεις. Δάσκαλοι και μαθητές δεν συναντώνται πρόσωπο με πρόσωπο και η μαθησιακή διαδικασία διευκολύνεται από τα ΜΜΕ. Η επικοινωνία μεταξύ των δασκάλων και των μαθητών μπορεί να υπάρχει στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, ενώ η αλληλεπίδραση μεταξύ τους ή μεταξύ των συμμαθητών δεν είναι εγγυημένη. Οι μαθητές συνήθως διδάσκονται ως άτομα και όχι σε ομάδες ή κοινότητες μάθησης (Holmberg et al, 2015). Η αλληλεπίδραση υπάρχει κυρίως ως προς τη σχέση ενός προς ένα μεταξύ του μαθητή και του δασκάλου. Αυτό το είδος αλληλεπίδρασης συνοδεύεται από εργασίες που παρέχονται από τον δάσκαλο στον μαθητή. Όταν ο μαθητής ολοκληρώσει τις εργασίες, τις υποβάλλει στον καθηγητή για να λάβει ανατροφοδότηση. Στις μέρες μας η εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί σημαντικό μέρος της παγκόσμιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας.

Κεφάλαιο 3°. Η χρήση των δικτύων 5^{ης} γενιάς στην εκπαίδευση

3.1. Ευφυές περιβάλλον στην εποχή του 5G

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας πέμπτης γενιάς, το 5G, έχει γίνει ηγέτης της νέας γενιάς τεχνολογίας κινητής επικοινωνίας. Έχει τα χαρακτηριστικά χαμηλής καθυστέρησης, υψηλής ταχύτητας, ευρείας κάλυψης, χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και ούτω καθεξής (Xiaoping & Qingliang, 2019), γεγονός που το καθιστά κατάλληλο για όλα τα σενάρια εφαρμογής, όπως νέα μέσα, έξυπνο ιατρικό, βιομηχανικό Διαδίκτυο των πραγμάτων, έξυπνες μεταφορές, ευφυής τουρισμός, έξυπνη κυβέρνηση, έξυπνη εκπαίδευση και επίσης δυνατό να μεταμορφωθούν οι παραδοσιακές βιομηχανίες.

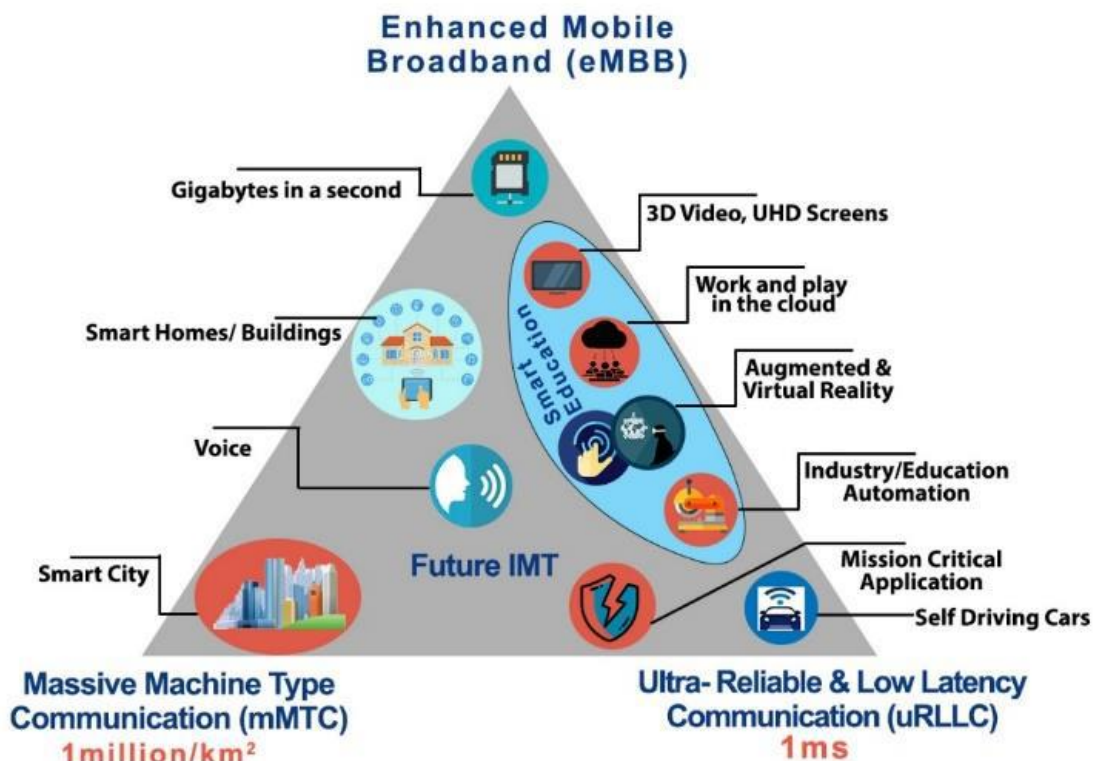
3.2. 5G Προώθηση της έξυπνης εκπαίδευσης

Οι βασικές τεχνολογίες του 5G, συμπεριλαμβανομένης της κοπής δικτύου και του υπολογιστικού άκρου, οδηγούν την εκπαίδευση. Ο τεμαχισμός δικτύου είναι να κόψει την οντότητα δικτύου σε πολλαπλά ανεξάρτητα λογικά δίκτυα για να αντιμετωπίσει διαφορετικά σενάρια εφαρμογών. Επίσης, το ότι τα δίκτυα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους διασφαλίζουν την ασφάλεια (Hongyu et al, 2017). Ένα δίκτυο 5G έχει δημιουργηθεί με τη βοήθεια κοπής δικτύου, χρησιμοποιώντας κεραία οθόνης μεγάλης κλίμακας, η οποία εγγυάται ότι οι δάσκαλοι και οι μαθητές θα απολαμβάνουν τη διδακτική διαδικασία, αλλά δεν θα ενοχλούνται από το δίκτυο χαμηλής ταχύτητας. Το σύννεφο άκρων αποτελείται από μερικά κέντρα δεδομένων σύννεφου μικρού μεγέθους που αναπτύσσονται στην άκρη του δικτύου και είναι το κλειδί για επικοινωνία χαμηλής καθυστέρησης και υψηλής συχνότητας και παρέχει επίσης μια πιο αξιόπιστη πλατφόρμα για υπολογιστές αιχμής. Τοποθετώντας τις εφαρμογές στην άκρη του δικτύου, μπορεί να ανταποκριθεί γρήγορα στην υπηρεσία δικτύου του και να μειώσει αποτελεσματικά την καθυστέρηση. Με το 5G διαθέσιμο στην καθημερινή ζωή, μπορούν να πραγματοποιηθούν πειραματικά μαθήματα VR, μαθήματα επιστήμης VR για να γίνουν οι σκηνές διδασκαλίας πιο αληθινές, κάτι που επιτρέπει στους μαθητές να ενσωματωθούν πλήρως στις σκηνές, ώστε να εμπνευστεί η δημιουργικότητα και η φαντασία τους. Ταυτόχρονα, η τεχνολογία μπορεί επίσης να

χρησιμοποιηθεί για το άνοιγμα μακρινών διαδραστικών μαθημάτων διδασκαλίας, έτσι ώστε περισσότεροι μαθητές σε απομακρυσμένες περιοχές να μπορούν να απολαμβάνουν υψηλής ποιότητας διδακτικούς πόρους και περισσότερες αλληλεπιδράσεις με τους δασκάλους και να πάρουν τα χέρια τους σε σχεδόν πραγματικά πειράματα ή κάτι τέτοιο. . Η ενσωμάτωση του 5G και της εκπαίδευσης αποτελεί ισχυρή εγγύηση για δίκαιη εκπαίδευση και οι εκπαιδευτικοί πόροι πλησιάζουν περισσότερο τους δασκάλους και τους μαθητές.

3.3. Τεχνολογίες 5G στην εκπαίδευση

Λαμβάνοντας υπόψη τις υπηρεσίες που αναμένονται από το 5G, αυτή η έρευνα υιοθέτησε ένα μοντέλο από το οικοσύστημα 5G που προτάθηκε από την Huawei Technology Company Limited, με μια ολοκληρωμένη ιδέα «Smart Education» που ομαδοποιούσε τις υπηρεσίες που παρέχονται από το 5G και προσαρμόστηκε στην Εκπαίδευση όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 3. Έξυπνη έννοια εκπαίδευσης ενσωματωμένη στο μοντέλο Huawei 5G.

A. Βίντεο 3D, Οθόνες UHD

Οι τεχνολογίες τρισδιάστατης απεικόνισης κάνουν τις εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή να φαίνονται πιο ζωντανές. Αυτή η τεχνολογία έχει βοηθήσει στην παροχή περιεχομένου που είναι πολύ αφηρημένο και δύσκολο να αναδημιουργηθεί. Με την τεχνολογία 3D virtualization, οι μαθητές αισθάνονται μεγαλύτερο βάθος στην κατανόηση από την απλή ανάγνωση. Η τεχνολογία 3D οδήγησε σε εικόνες που παράγονται από υπολογιστή, οι οποίες είναι ισοδύναμες με περιεχόμενο του πραγματικού κόσμου. Αυτή η τεχνολογία έχει βοηθήσει στην ενσωμάτωση προσομοιώσεων και κινούμενων εικόνων στην εκπαίδευση για την καλύτερη παροχή του πιο περίπλοκου εκπαιδευτικού περιεχομένου. Λόγω του τεράστιου πλεονεκτήματος των βίντεο στην Εκπαίδευση, η υιοθέτηση τρισδιάστατων βίντεο για βοήθεια στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης έχει γίνει μια από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες που φέρνει επανάσταση στην Εκπαίδευση. Η ταχύτητα λήψης και μεταφόρτωσης ήταν μια πρόκληση για την πρόσβαση σε

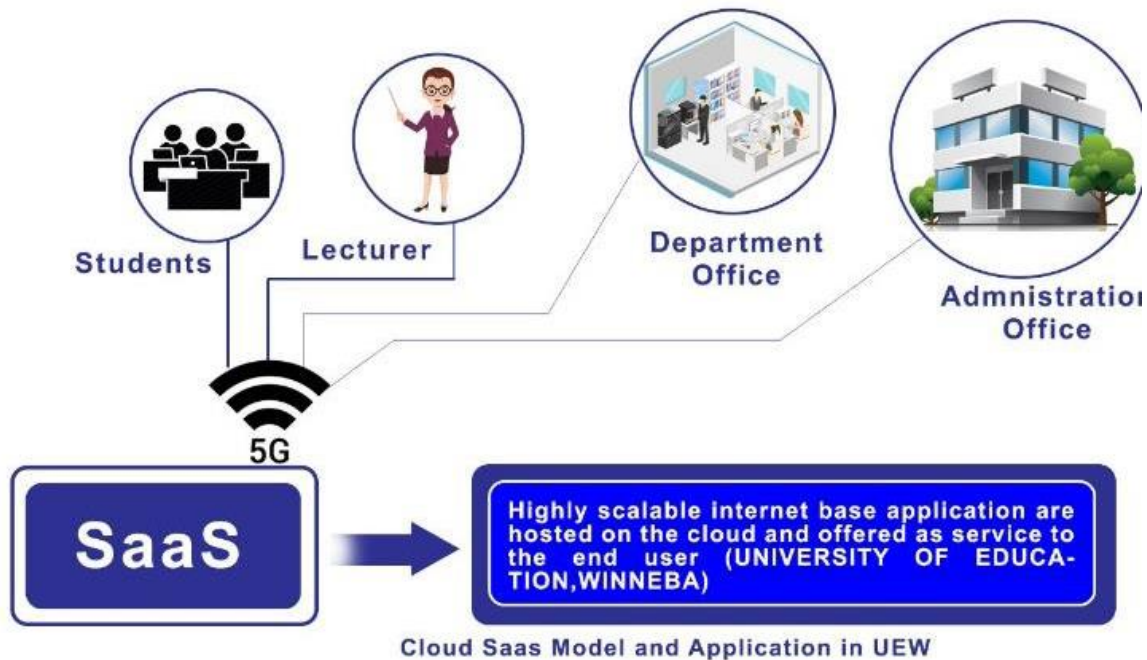
τρισεπίστωτα βίντεο με ποιότητα Fully / Ultra High Definition σε ακαδημαϊκά ιδρύματα. Το 5G παρέχει ετερογενείς διεπαφές αέρα για τη βελτίωση της φασματικής απόδοσης εκθετικά. Το 5G παρέχει ταχύτητες δεδομένων eMBB για uplink (UL) και downlink (DL) έως 10 Gb / s και 20 Gb / s, αντίστοιχα. Η ύπαρξη τέτοιου ρυθμού δεδομένων καθιστά δυνατή όχι μόνο τη λήψη και τη μεταφόρτωση, αλλά και την πλήρη επικοινωνία ζωντανού βίντεο υψηλής ευκρίνειας με χαμηλότερο λανθάνοντα χρόνο. Η εφαρμογή αυτής της υπηρεσίας στην εκπαίδευση μπορεί να βοηθήσει στη σύγχρονη παράδοση διαλέξεων με συνεδρίες ερωτήσεων και απαντήσεων σε πραγματικό χρόνο και σε μια ζωντανή επικοινωνία μεταξύ ενός εκπαιδευτή και ενός μαθητή.

B. Εργασία και παιχνίδι στο Cloud

Το Cloud Computing είναι ένας τύπος υπολογιστών που βασίζεται στο Διαδίκτυο όπου διάφορες υπηρεσίες όπως διακομιστής, αποθήκευση και εφαρμογές παραδίδονται στους υπολογιστές και τις συσκευές ενός οργανισμού μέσω του Διαδικτύου (Li et al, 2012). Οι υπηρεσίες 5G παρέχουν την ευκαιρία να εργαστείτε και να παίξετε στο cloud, εκμεταλλευόμενοι έτσι τις τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους με τη βοήθεια των eMBB, uRLLC και mMTC. Με αυτήν την τεχνολογία, τα διάφορα τμήματα ενός ακαδημαϊκού ιδρύματος μπορούν να επωφεληθούν από αυτήν τη διάταξη για τη μείωση του κόστους υπολογισμού, φιλοξενίας εφαρμογών, αποθήκευσης περιεχομένου και παράδοσης. Για να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε πλήρως τις υπηρεσίες που προσφέρει το Οικοσύστημα 5G, είναι σημαντικά τα διάφορα μοντέλα υπολογιστικού νέφους. Η εξαιρετικά αξιόπιστη ταχύτητα με χαμηλότερη καθυστέρηση 5G θα είναι ο καταλύτης για την εφαρμογή αυτής της υπηρεσίας. Λαμβάνοντας υπόψη την κεντρική αρχιτεκτονική των παρόχων υπηρεσιών cloud, υπάρχει σημαντική καθυστέρηση στην πρόσβαση ακόμη και με σχετικά γρήγορη σύνδεση στο Διαδίκτυο. Ωστόσο, με το 5G, οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν τα μοντέλα βάσης cloud χωρίς καθυστερήσεις με τη βοήθεια χαμηλότερου λανθάνοντος χρόνου, υψηλότερης διαθεσιμότητας δικτύου και εξαιρετικά γρήγορης ανταλλαγής ρυθμών δεδομένων. Αυτό θα διατηρήσει τις απαντήσεις και τις εκτελέσεις σε πραγματικό χρόνο.

1) Software as a Service (SaaS): Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, αυτό το μοντέλο προσφέρει μια πλήρη εφαρμογή στους καταναλωτές, ως λογισμικό ως υπηρεσία. Μία μόνο παρουσία

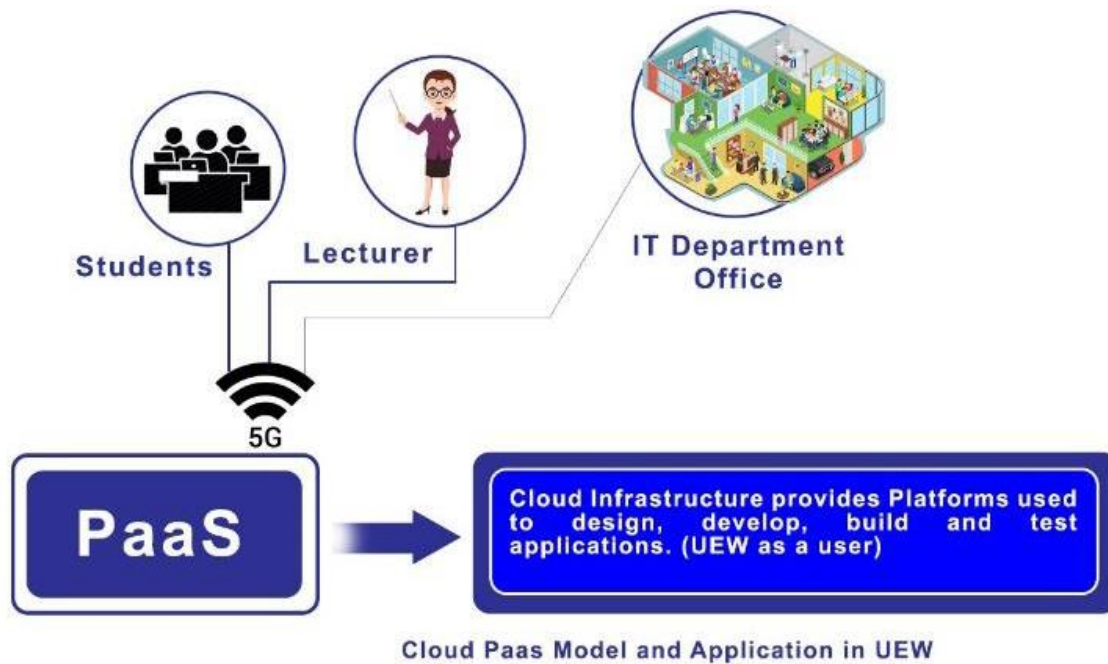
της υπηρεσίας εκτελείται στο cloud και εξυπηρετούνται πολλοί τελικοί χρήστες. Με τους πελάτες (θεσμούς όπως το UEW), δεν υπάρχει ανάγκη για αρχική επένδυση σε άδειες λογισμικού. Το μοντέλο SaaS παρέχει διαδικτυακή επιλογή βάσει συνδρομής. Επί του παρόντος, το SaaS προσφέρεται από εταιρείες όπως η Google, η Salesforce, η Microsoft και η Zoho. Μια υπηρεσία του είδους της θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από φοιτητές και καθηγητές και μπορεί να επεκταθεί σε Τμήματα και Διοίκηση.



Εικόνα 4. Μοντέλο και εφαρμογή Cloud SaaS στο UEW.

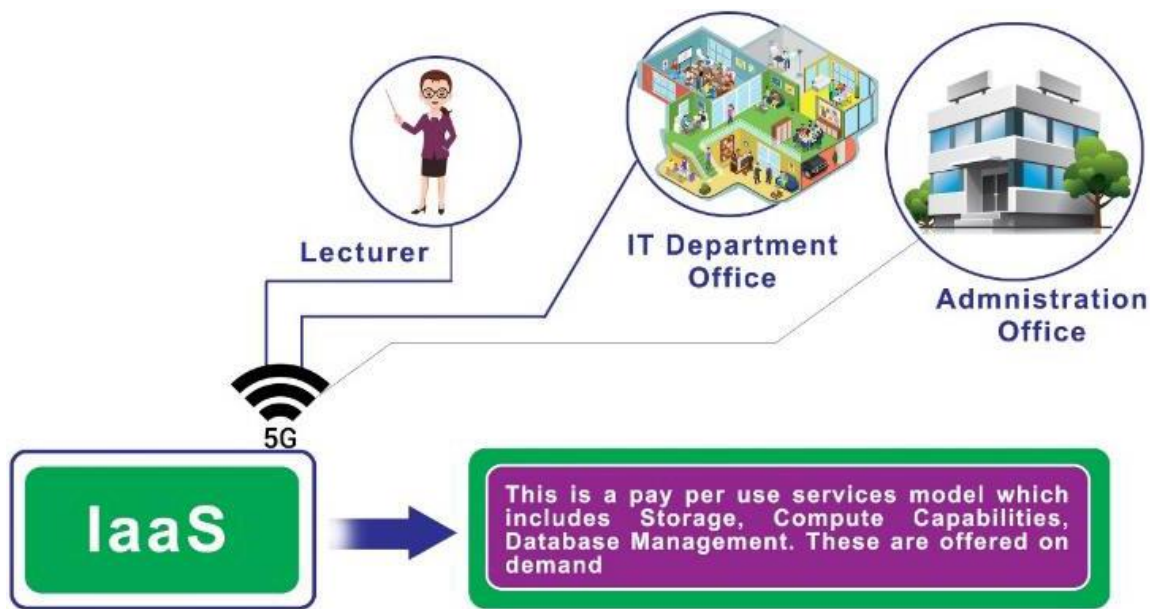
2) Πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS): Όπως φαίνεται στην εικόνα 6, αυτό το μοντέλο προσφέρει ένα επίπεδο λογισμικού ή περιβάλλον ανάπτυξης που ενθυλακώνεται και προσφέρεται ως υπηρεσία, πάνω στο οποίο μπορούν να χτιστούν άλλα υψηλότερα επίπεδα υπηρεσιών. Ο πελάτης ή το ίδρυμα μπορεί να δημιουργήσει εφαρμογές που θα εκτελούνται στην υποδομή του παρόχου. Για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις διαχειρισιμότητας και επεκτασιμότητας των εφαρμογών, οι πάροχοι PaaS προσφέρουν έναν προκαθορισμένο συνδυασμό Λειτουργικών Συστημάτων (OS) και διακομιστών εφαρμογών που είναι εξαιρετικά ισχυροί και αποτελεσματικοί. Οι φοιτητές, οι διδάσκοντες και τα τμήματα που

σχετίζονται με την ανάπτυξη εφαρμογών και λογισμικού μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτήν την υπηρεσία χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν φυσικά οποιοδήποτε λογισμικό στους υπολογιστές τους. Το PaaS θα βοηθήσει σε συνεργατικά έργα ανεξαρτήτως απόστασης.



Εικόνα 5. Μοντέλο Cloud PaaS και εφαρμογή στο UEW.

3) Υποδομή ως υπηρεσία (IaaS): Όπως φαίνεται στην εικόνα 7, το IaaS παρέχει βασικές δυνατότητες αποθήκευσης και υπολογισμού ως τυποποιημένες υπηρεσίες μέσω του δικτύου. Διακομιστές υπολογιστών, συστήματα αποθήκευσης, εξοπλισμός δικτύωσης και κέντρα δεδομένων συγκεντρώνονται και διατίθενται για τη διαχείριση του φόρτου εργασίας. Ο πελάτης (ή ιδρύματα όπως το UEW) αναπτύσσει συνήθως το λογισμικό τους στην υποδομή.

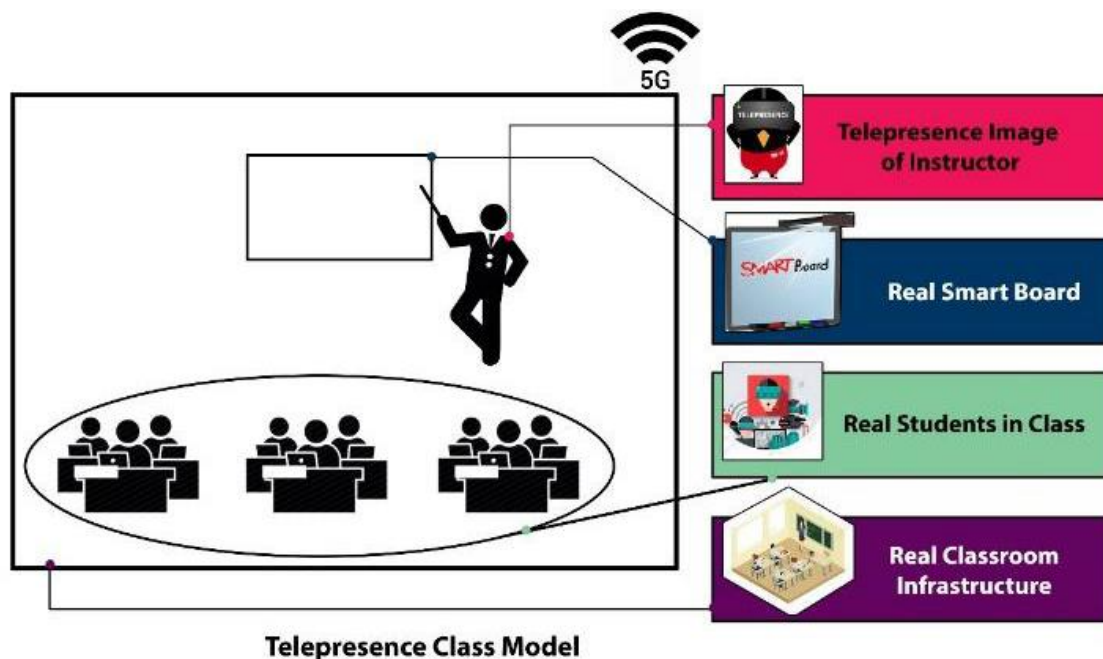


Εικόνα 6. Μοντέλο Cloud IaaS και εφαρμογή στο UEW.

Γ. Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα

Όπως φαίνεται στην εικόνα 8, η εικονική πραγματικότητα είναι ένα διαδραστικό και απτικό περιβάλλον που δημιουργείται από υπολογιστή στο οποίο οι χρήστες συνδέονται φυσικά μέσω μιας συσκευής προσομοίωσης για να εκτελέσουν από κοινού εργασίες αντιλαμβανόμενοι τα αντικείμενα μέσω πολλών αισθήσεων όπως οπτικοακουστικές αισθήσεις, αφής και όσφρησης (Bower et al, 2014). Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ο συνδυασμός του υπολογιστή που δημιουργείται και ενός πραγματικού περιεχομένου σε μια εποικοδομητική άποψη του χρήστη. Οι τεχνολογίες επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας μπορούν να συνδυαστούν για την επίτευξη ενός επιθυμητού στόχου. Η κύρια πρόκληση αυτών των τεχνολογιών είναι το διαθέσιμο εύρος ζώνης, η ταχύτητα δικτύου και ο λανθάνοντας χρόνος για την εκτέλεσή τους. Η λύση προσφέρεται από τις υπηρεσίες 5G. Αυτές οι δύο τεχνολογίες που υποστηρίζονται από το 5G μπορούν ουσιαστικά να προσφέρουν τεράστιο όφελος στην Εκπαίδευση στη δημιουργία έξυπνων μαθητών, έξυπνων εκπαιδευτών και έξυπνης διοικητικής ομάδας.

1) Λειτουργία τηλεπαρουσίας (TM): Η έννοια της τηλεπαρουσίας θα μπορούσε να θεωρηθεί ως «τηλεπαρουσία» όπου οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα τόσο από την επαυξημένη όσο και από την εικονική απεικόνιση να είναι παρόντες σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία με μια μορφή (Kaber et al, 2000). Η εξέλιξη αυτής της έννοιας οδήγησε σε μια τεχνολογία που είναι ικανή να προωθήσει την εκπαίδευση. Αν και η τηλεπαρουσία με μια κλήση διάσκεψης ήχου και βίντεο υψηλής από άκρο σε άκρο ενσωματώθηκε στην εκπαίδευση, κατά κάποιο τρόπο λείπει ακόμη η ακριβής πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία, όπως η γλώσσα του σώματος, η οπτική επαφή, η φυσική παρουσία. Αυτή η επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο είναι ένας από τους λόγους που κάνει την παραδοσιακή τάξη ενδιαφέρουσα. Επομένως, είναι σημαντικό να ενσωματωθεί αυτό το καθηλωτικό σύστημα επικοινωνίας στην έννοια της τηλεπαρουσίας. Το Holoportation είναι ένα σύστημα από άκρο σε άκρο για επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα όπου οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα τόσο από την επαυξημένη όσο και από την εικονική απεικόνιση να είναι παρόντες σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία ακριβώς όπως δεν είναι σε καμία άλλη μορφή (Orts-Escolano et al, 2016). Αυτό το σύστημα είναι ικανό να καταγράφει ανθρώπους, αντικείμενα και κινήσεις σε πλήρεις 360 μοίρες μέσα σε ένα εποικοδομητικό δωμάτιο χρησιμοποιώντας ομάδα προσαρμοσμένων καμερών βάθους και στη συνέχεια να μεταδίδεται σε απομακρυσμένους συμμετέχοντες μέσω ενός δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Η μετάδοση αυτής της επικοινωνίας δημιουργεί έναν πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων που καθιστά δύσκολη τη διατήρηση της επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο. Ένας παράγοντας που πρέπει να υπάρχει πριν ολοκληρωθούν οι ολογραφικές επικοινωνίες είναι μια εντυπωσιακή αύξηση της χωρητικότητας του δικτύου. Η παρουσία του 5G με eMBB και uRLLC θα λύσει αυτό το πρόβλημα. Το 5G θα επιτρέψει την πλήρη χρήση αυτής της τεχνολογίας. Όπως φαίνεται στο Σχ. 5, οι μαθητές στη φυσική τάξη πρέπει να φορούν οθόνη AR ή VR Head Mounted Display (HMD) όπως Hololens ή HTC Vive για να δουν τον εκπαιδευτή τους με holoported. Ο εκπαιδευτής ως φορέας γνώσης έχει τη δυνατότητα να συνεχίσει τη μεταφορά της γνώσης ανεξάρτητα από την εγγύτητα. Οι μαθητές που είναι εγγεγραμμένοι σε ενότητες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτήν την τεχνολογία στην άνεση του σπιτιού τους.

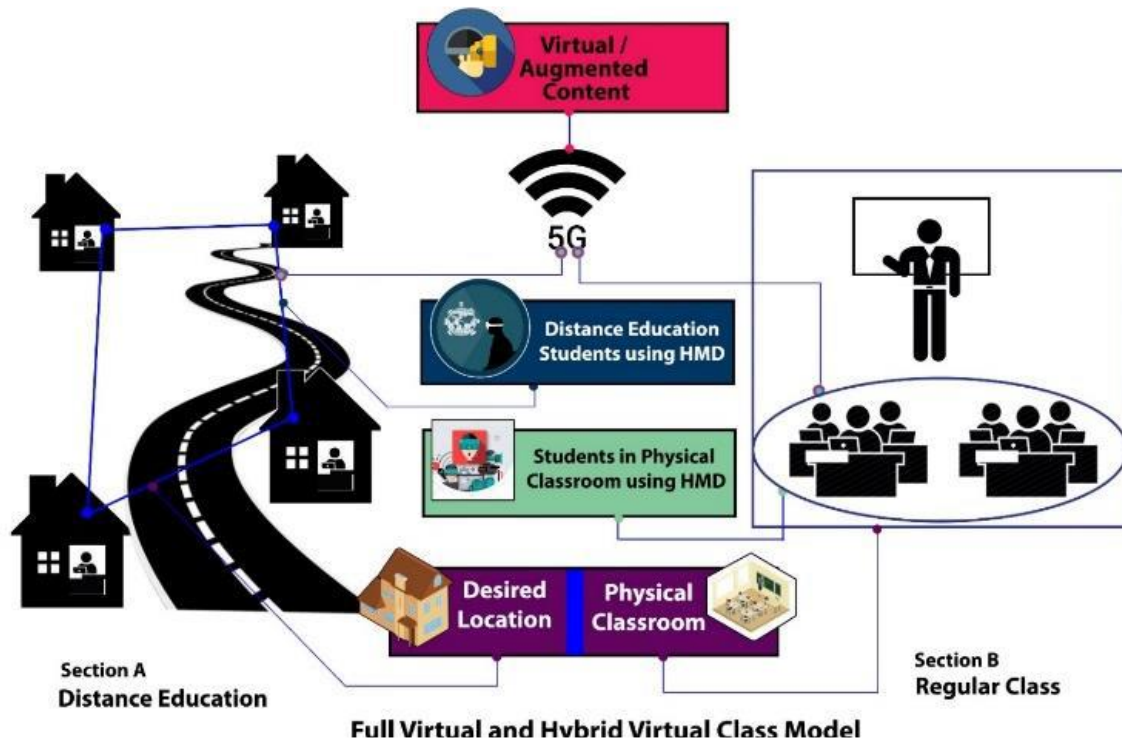


Εικόνα 7. Επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα που εφαρμόζεται στην εκπαίδευση.

2) Πλήρες και υβριδικό εικονικό μοντέλο:

α) Μοντέλο Πλήρους Εικονικής Τάξης: Μοντέλο Πλήρους Εικονικής Τάξης (FVCM) είναι μια τάξη όπου η παράδοση μαθησιακού περιεχομένου, διδακτικού υλικού και αξιολογήσεων υλοποιούνται πλήρως χρησιμοποιώντας εικονικό και επαυξημένο περιεχόμενο (Chiu et al, 2007). Η ενότητα Α στο Σχήμα 9 απεικονίζει τους μαθητές να έχουν πρόσβαση σε επαυξημένο και εικονικό περιεχόμενο στην άνεση της επιθυμητής τοποθεσίας τους. Εδώ, οι μαθητές έχουν πρόσβαση σε περιεχόμενο μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών και Head Mounted Display (HMD). Οι μαθητές που έχουν πρόσβαση σε τέτοιο εικονικό περιεχόμενο θα έχουν μια εις βάθος οδηγία για το θέμα που θα παραδοθεί. Χρησιμοποιώντας την περίπτωση της Απτικής Αυξημένης Τεχνολογίας και του Απτικού Διαδικτύου, αυτή η εφαρμογή μπορεί να τροποποιηθεί ώστε οι μαθητές να βιώσουν την υφή ενός αντικειμένου στον Άρη. Η διδασκαλία για τον Άρη από το Τμήμα Γεωγραφίας στο UEW μπορεί να κάνει καλή χρήση αυτής της εφαρμογής για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν πλήρως αυτόν τον πλανήτη που είναι ένα φουτουριστικό ταξίδι. Το μοντέλο πλήρους εικονικής τάξης θα μπορούσε να υιοθετηθεί από το UEW για

να συμβάλει στην ενίσχυση της παροχής του προγράμματος εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Το FVCM δεν περιορίζει τους μαθητές στην τοποθεσία τους, καθιστώντας έτσι εύκολο για τους μαθητές να έχουν πρόσβαση στην τάξη ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους. Το FVCM μπορεί να εφαρμοστεί για να βοηθήσει τους μαθητές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης να βιώσουν μια αναπαραγωγή της παραδοσιακής τάξης.



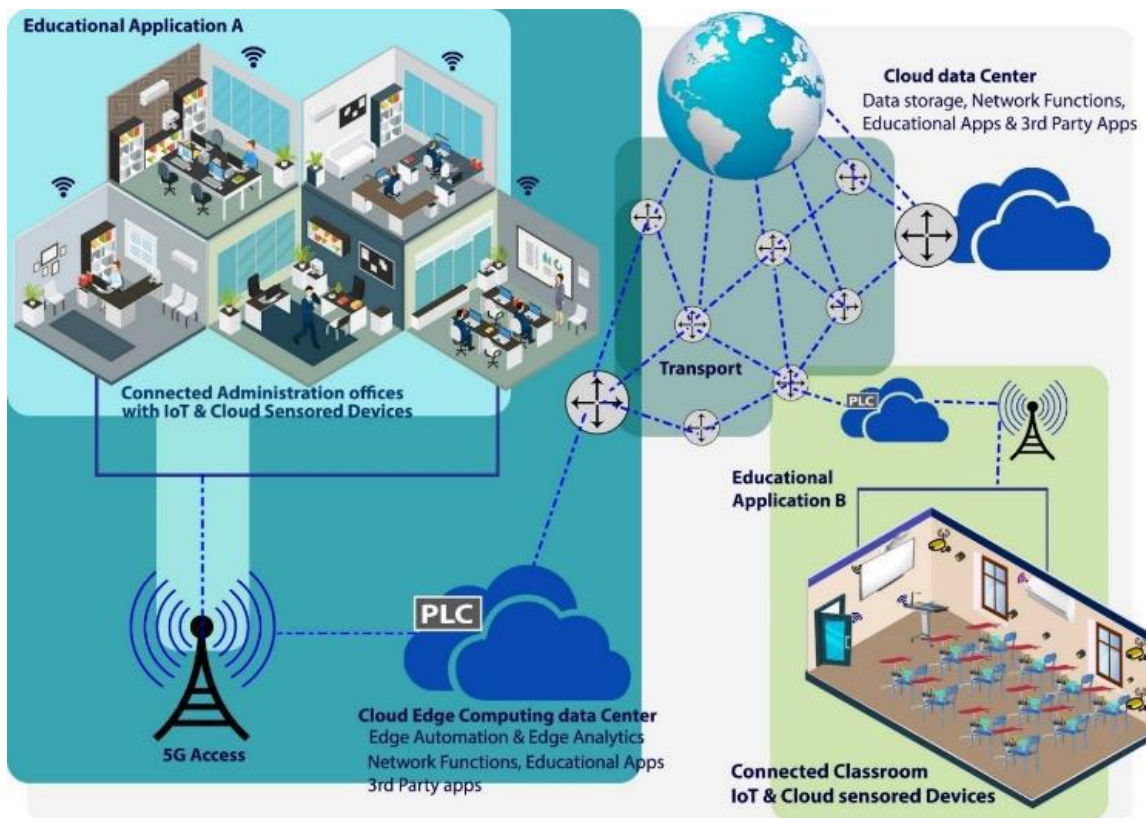
Εικόνα 8. Πλήρες μοντέλο εικονικής και υβριδικής τάξης

β) Μοντέλο υβριδικής εικονικής τάξης: Το μοντέλο υβριδικής εικονικής τάξης (HVCM) είναι μια κατηγορία όπου η παράδοση του περιεχομένου και οι αξιολογήσεις ολοκληρώνονται χρησιμοποιώντας τόσο παραδοσιακό όσο και επαυξημένο και εικονικό περιεχόμενο. Το Σχήμα 9, ενότητα Β αντιπροσωπεύει μια κανονική τάξη (Παραδοσιακή Τάξη) όπου υπάρχει ένας εκπαιδευτής και μαθητές που χρησιμοποιούν HMD. Το περιεχόμενο της περίληψης παραδίδεται χρησιμοποιώντας το περιεχόμενο VR για να εξηγήσει την πραγματικότητα μιας έννοιας. Ο εκπαιδευτής θα χρησιμεύσει ως οδηγός για να κατευθύνει τους μαθητές στα γραφικά και θα βοηθήσει τους μαθητευόμενους με

ερωτήσεις και απαντήσεις. Παράδειγμα είναι η χρήση της εφαρμογής Boulevard για μουσειακές εκδρομές.

Δ. Βιομηχανία / Εκπαιδευτικός Αυτοματισμός

Τα δίκτυα 5G θα έχουν μια αρχιτεκτονική δικτύωσης που καθορίζεται από λογισμικό (SDN) που θα περιλαμβάνει τα επίπεδα ελέγχου και δεδομένων. Το μεγαλύτερο μέρος της νοημοσύνης του επιπέδου ελέγχου θα δώσει εντολή στο επίπεδο δεδομένων να οδηγεί την υποδομή (Kim & Feamster, 2013. Shin et al, 2012). Το Σχήμα 10 απεικονίζει ένα σενάριο μιας αυτοματοποιημένης ρύθμισης εκπαίδευσης 5G για να ενεργοποιήσει μια έξυπνη πανεπιστημιούπολη. Η εμφάνιση του 5G θα παρέχει επικοινωνία και αυτοματισμό εντός της τάξης και των γραφείων διοίκησης όπου χρησιμοποιείται το Εκπαιδευτικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (EIoT) και το Industrial Internet of Things (IIoT). Η εκπαιδευτική εφαρμογή "Α" αντιπροσωπεύει γραφεία διοίκησης με συσκευές αισθητήρα νέφους και ηλεκτρονικό σύστημα για την εκτέλεση υπολογισμών. Η εκπαιδευτική εφαρμογή «Β» είναι μια τάξη με εκπαιδευτικές ασύρματες συσκευές IoT όπως Smartboard 7000 Series IQ με αισθητήρα ανίχνευσης εικόνας, πόρτα με αισθητήρα με ενεργοποιητή, καρέκλα με αισθητήρα, έξυπνο τραπέζι με ενσωματωμένη οθόνη αφής υπολογιστή, αισθητήρα θερμοκρασίας δωματίου, κάμερες κίνησης και έκφρασης προσώπου.



Εικόνα 9. Σενάριο Προοπτικής Εφαρμογής του 5G – Ενεργοποιημένος Αυτοματισμός στην Εκπαίδευση.

Η υπάρχουσα αυτοματοποίηση στην Εκπαίδευση επικεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό σε συστήματα που προάγουν την εξατομικευμένη μάθηση μέσω της χρήσης του συστήματος E-Learning, όπως τα Massive Open Online Courses (MOOCs) (Kizilcec et al, 2013) και τα Adaptive Intelligent Tutoring Systems (AITS) (Phobun & Vicheanpanya , 2010). Τα MOOCs επιτρέπουν την ευελιξία στην εκμάθηση νέων δεξιοτήτων με την παρακολούθηση προόδου. Το AITS ενσωματώνει ενσωματωμένα έμπειρα συστήματα για την παρακολούθηση της απόδοσης των μαθητών και την εξατομίκευση των οδηγιών με βάση την προσαρμογή στο μαθησιακό στυλ των μαθητών, το τρέχον επίπεδο γνώσεων και τις κατάλληλες διαδικασίες διδασκαλίας. Επιπλέον, το σύστημα Adaptive Hypermedia είναι μια άλλη περίπτωση εκπαιδευτικής χρήσης που προσαρμόζει αυτό που προσφέρεται στον μαθητή ανάλογα με ένα μοντέλο των στόχων, της τάσης και της γνώσης του μαθητή. Ο αυτοματισμός στην εκπαίδευση με τα χρόνια έχει βελτιώσει την κατανόηση των μαθητών. Αυτά τα συστήματα είναι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για την αυτοματοποίηση της

εκπαίδευσης με διαφορετικό τρόπο και τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης. Ωστόσο, όσον αφορά την προοπτική της αυτοματοποίησης στην εκπαίδευση μέσω 5G, οι μηχανές, οι συσκευές και οι άνθρωποι πρέπει να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων. Οι μηχανές αναμένεται να είναι αρκετά έξυπνες ώστε να λαμβάνουν αποφάσεις χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση.

Η έρευνα δείχνει ότι η επανάσταση στη βιομηχανία (βιομηχανία 4.0) πιέζει την εκπαίδευση με απαιτήσεις να συμβαδίζουν με την εξέλιξη της βιομηχανίας. Ως εκ τούτου, θα ήταν πολύ σκόπιμο να υιοθετηθεί η βασική κινητήρια δύναμη της βιομηχανικής επανάστασης (αυτοματισμός) και να εφαρμοστεί στην εκπαίδευση. Η προοπτική της αυτοματοποίησης από το 5G στην εκπαίδευση έχει διαφορετική τάση από την υπάρχουσα αυτοματοποίηση στην Εκπαίδευση. Ο αυτοματισμός στο 5G επιδιώκει να καταναλώσει τα τρία μοντέλα του οικοσυστήματος 5G: eMBB, uRLLC και mMTC αξιοποιώντας έτσι τα χαρακτηριστικά του αυτοματισμού, της έξυπνης διασύνδεσης, της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και του συνεργατικού ελέγχου. Αυτά τα χαρακτηριστικά επιτρέπουν τη γρήγορη μηχανική εκμάθηση (ML), την τεχνολογία από μηχανή σε μηχανή/άνθρωπο (M2M) και τεχνολογία από συσκευή σε συσκευή (D2D).

1) Ο ρόλος των ML, M2M, D2D στον Αυτοματισμό: Το πλαίσιο μηχανικής μάθησης (ML) περιλαμβάνει τη συλλογή και τη διατήρηση ενός πλούσιου οργανωμένου συνόλου δεδομένων προκειμένου να μετατραπούν σε μια δομημένη βάση πληροφοριών για διάφορες περιπτώσεις χρήσης. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους υπολογιστές ή στις μηχανές καθοδήγησης να μαθαίνουν από κάθε σύνολο δεδομένων του παρελθόντος και να αποφασίζουν για έξυπνες επιλογές για τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων. Η μηχανική μάθηση στην εκπαίδευση βοηθά στην εξατομικευμένη μάθηση και οδηγίες. Η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας ερμηνεύει πρότυπα και ανθρώπινη αλληλεπίδραση για να υποστηρίξει τη βαθύτερη μάθηση και να παρέχει στους χρήστες γρήγορα και ακριβή δεδομένα στην εκπαίδευση. Το M2M είναι άμεση σύνδεση και επικοινωνία που μπορεί να υπάρξει μεταξύ μηχανής σε μηχανή, ανθρώπου σε μηχανή, μηχανής σε άνθρωπο και μηχανής σε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας (Wu et al, 2011). Το D2D αντιπροσωπεύει μια μέθοδο άμεσης επικοινωνίας μεταξύ δύο ομοτίμων κόμβων (Hakola et al, 2010). Με τα ML, M2M και D2D, η επικοινωνία μεταξύ μηχανών, μηχανών και ανθρώπου και συσκευή

σε συσκευή μπορεί να έχει ακριβή μεταφορά πληροφοριών για να εξασφαλίσει τέλεια συνταγή, περιγραφή και λήψη των καλύτερων αποφάσεων. Αυτές οι τεχνολογίες βασίζονται σε καθιερωμένες διαδικασίες από τα δεδομένα που λαμβάνονται για τη λήψη αποφάσεων και στη συνέχεια εκδίδει εντολές ελέγχου στους ενεργοποιητές. Ανεξάρτητα από το M2M ή το D2D, το βασικό πρόβλημα είναι η μετάδοση του ρυθμού δεδομένων που θα παρέχει το 5G.

2) ML, M2M και D2D Για Αυτοματισμό στην Εκπαίδευση: Με αναφορά στο Σχ. 7, μπορεί να αναφερθεί ένα παράδειγμα εφαρμογής του αυτοματισμού ML, M2M και D2D. Στην Εφαρμογή "B" υπάρχει μια πόρτα με συσκευή ανάγνωσης κωδικών QR για την ανάγνωση της ταυτότητας του μαθητή ή της προγραμματιζόμενης φορητής συσκευής. Πραγματοποιείται επικοινωνία μεταξύ του αναγνώστη αισθητήρα και του ενεργοποιητή για να ανοίξει η πόρτα. Μετά την ανάγνωση των διαπιστευτηρίων από το πρόγραμμα ανάγνωσης κωδικών QR της πόρτας, αποστέλλεται μια τροφοδοσία στο Smartboard 7000 Series IQ για ενεργοποίηση. Ο Εκπαιδευτής αποθηκεύει το υλικό του μαθήματος στο σύννεφο. Με τη βοήθεια της ημερομηνίας και της ώρας, ο έξυπνος πίνακας καθιστά αυτόματα διαθέσιμο το υλικό ηλεκτρονικής μάθησης στον εκπαιδευτή. Οι μαθητές από την άλλη πλευρά θα έχουν τα έξυπνα τραπέζια τους ενεργοποιημένα χρησιμοποιώντας την τροφοδοσία από τον αισθητήρα στις καρέκλες. Τα έξυπνα τραπέζια των μαθητών έχουν αυτόματα πρόσβαση στο υλικό μαθήματος από το cloud. Υπάρχει αισθητήρας θερμοκρασίας δωματίου που παρακολουθεί τη θερμοκρασία της τάξης. Το κλιματιστικό ενεργοποιείται και ρυθμίζεται από τις τροφοδοσίες από τους αισθητήρες θερμοκρασίας δωματίου. Αυτή η επικοινωνία μεταξύ αυτών των μηχανημάτων παρέχει δεδομένα που στη συνέχεια αποθηκεύονται στο cloud για αναλυτικά στοιχεία. Με την ανάλυση δεδομένων οι εκπαιδευτές και οι μαθητές μπορούν να παρακολουθούνται και να αποστέλλονται αναφορές στις κατάλληλες μηχανές γραφείου στο γραφείο διοίκησης στην Εκπαιδευτική εφαρμογή «Α». Με το eMBB που προσφέρει το μοντέλο δικτύου 5G, μεγάλος όγκος δεδομένων μεταδίδεται σε κάθε δευτερόλεπτο, ενώ το mMTC διατηρεί όλους τους αισθητήρες IoT συνδεδεμένους. Το uRLLC διατηρεί όλες τις συσκευές συνδεδεμένες με συνεπή ανταλλαγή δεδομένων.

Ε. Απτικό Διαδίκτυο, Πάνω από 5G

Το Απτικό Διαδίκτυο αυξάνει την ικανότητα επικοινωνίας ανθρώπου με μηχανή ενισχύοντας τις απτικές αισθήσεις και βελτιώνει τις αλληλεπιδράσεις των μηχανών. Το απτικό διαδίκτυο είναι ένα ολιστικό δίκτυο ή πλέγμα δικτύων για απομακρυσμένη πρόσβαση, θέαση, χειρισμό και έλεγχο γνήσιων ή εικονικών αντικειμένων (Cheng et al, 2018). Αυτός είναι ένας σίγουρος τρόπος για τους μαθητές να έχουν μια διαδραστική και απτική αίσθηση του περιεχομένου επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας αντίστοιχα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ένας μαθητής που κάνει μια εκδρομή επαυξημένης πραγματικότητας στο νερό. Οι μαθητές μπορούν να αισθανθούν την ακριβή θερμοκρασία του υδάτινου σώματος, να έχουν μια απτική αίσθηση υδρόβιων φυτών και ζώων χρησιμοποιώντας την τεχνολογία απτικής επαυξημένης πραγματικότητας. Για να βιώσει ένας μαθητής τα συγκλονιστικά συναισθήματα του αγγίγματος μίας φάλαινας, θα ήταν μια δαπανηρή και εξαιρετικά επικίνδυνη προσπάθεια να αποκτήσει μια φάλαινα σε έναν πραγματικό κόσμο που θα ήταν προσβάσιμος για ένα άγγιγμα, ωστόσο με την εμφάνιση του Απτικού Διαδικτύου, οι μαθητές μπορούν να έχουν την αίσθηση του να αγγίζεις μια φάλαινα σε μια εικονική τάξη. Για να επιτευχθεί αυτή η διαδραστική απτική ανάδραση σε πραγματικό χρόνο, η ταχύτητα που εμπλέκεται στην ανταλλαγή δεδομένων καθώς και η καθυστέρηση θα πρέπει να ανταποκρίνονται στον ακριβή χρόνο των φυσικών αντιδράσεων. Ως εκ τούτου, απαιτείται ένα δίκτυο με χαμηλότερη καθυστέρηση. Το οικοσύστημα 5G μπορεί να παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης της τεχνολογίας Απτικού Διαδικτύου.

3.4. Η μελλοντική προοπτική της εκπαιδευτικής εφαρμογής της τεχνολογίας 5G

Η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας δικτύων 5G έχει επιφέρει ιστορικές αλλαγές στην εκπαίδευση. Η καινοτόμος ανάπτυξη της εκπαιδευτικής πληροφορικής βρίσκεται τώρα σε εξέλιξη. Η εκπαίδευση έχει περάσει από τέσσερα στάδια που είναι η έναρξη, η εφαρμογή, η ενσωμάτωση και η καινοτομία. Έχουμε τη στρατηγική συνεργασία του Υπουργείου Παιδείας και του Central China Normal University Strategic Cooperation στο αρχικό στάδιο. Για το επόμενο στάδιο, οι πόροι ενσωματώνονται περαιτέρω, έχει γίνει ταχεία βελτίωση του τεχνικού επιπέδου και διάφορα προϊόντα εφαρμογής βγήκαν στην αγορά.

Και μετά έχουμε την ενσωμάτωση του εκπαιδευτικού δικτύου cloud στο στάδιο της ένταξης, που δημιουργεί έναν οικολογικό κύκλο ανάπτυξης και συνεργασίας της εκπαίδευσης. Η νέα τεχνολογία 5G ωθεί συνεχώς την έξυπνη εκπαίδευση και τις εκπαιδευτικές πληροφορίες. Η εφαρμογή της νέας τεχνολογίας 5G έχει φέρει νέες ευκαιρίες για εκπαίδευση και η διαχείριση της διδασκαλίας, η διδασκαλία και η έρευνα ακριβείας, η εξατομικευμένη διδασκαλία και ούτω καθεξής έχουν απόλυτη ανάγκη.

3.4.1. Μετασχηματισμός διδασκαλίας κάτω από την τεχνολογία 5G

Για να πραγματοποιήσουμε την ευφυή εκπαίδευση, πρέπει να οικοδομήσουμε μια αρχιτεκτονική που αποτελείται από πέντε επίπεδα που είναι οι χρήστες, οι εφαρμογές, οι πλατφόρμες, οι βάσεις δεδομένων και η υποδομή (Xuesong et al, 2015). Και αυτά τα επίπεδα μπορούν να γίνουν μόνο μέσω των υπηρεσιών εκπαίδευσης υψηλής ταχύτητας και χαμηλής καθυστέρησης 5G, επεξεργασίας δεδομένων, ελέγχου, αντίληψης και απόκτησης δεδομένων που υποστηρίζουν υπολογιστές αιχμής. Συνηθίζαμε να παρέχουμε σε μια ολόκληρη τάξη τους ίδιους ακριβώς πόρους μάθησης στους μαθητές. Έτσι, δεν θα μπορούν να λάβουν εξατομικευμένη εκπαίδευση. Το έξυπνο σύστημα υπηρεσιών μάθησης μπορεί να ρυθμιστεί για να εμβαθύνει στη μαθησιακή συνήθεια κάθε μαθητή, ώστε κάθε μαθητής να μπορεί να λάβει την καλύτερη εκπαίδευση και όλα χάρη στην 5η γενιά. Για παράδειγμα, ρυθμίζοντας έξυπνες κάμερες για την επίβλεψη της διδακτικής διαδικασίας και την καταγραφή της κατάστασης ακρόασης των μαθητών, την παρακολούθηση της ολοκλήρωσης της εργασίας και της κατάστασης γνώσης των μαθητών και την ανάλυση της κατάστασης μάθησης και του επιπέδου μάθησης των μαθητών σε κάθε στάδιο με ακρίβεια, μπορούμε να παρέχουμε εξατομικευμένες σχέδια μάθησης, επαγγελματικοί πόροι μάθησης για διαφορετικά άτομα. Κατά συνέπεια, κάθε μαθητής θα μπορεί να βρει τα δικά του ταλέντα και δυνάμεις. Υπό την προϋπόθεση ότι οι μέθοδοι διδασκαλίας χρησιμοποιούνται σωστά, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να κάνει αποτελεσματική αναγνώριση προσώπου συλλέγοντας τις φυσιολογικές παραμέτρους των μαθητών, αλλά μπορεί επίσης να εμφανιστεί κάποια διαρροή δεδομένων ή εσφαλμένη εκτίμηση, επομένως υπάρχουν ορισμένα τεχνικά ηθικά προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν.

Το δίκτυο 5G χαμηλής καθυστέρησης και υψηλής ταχύτητας μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη διδασκαλίας VR και εξ αποστάσεως διαδραστικής διδασκαλίας, έτσι ώστε οι μαθητές σε αστικές και απομακρυσμένες περιοχές να μπορούν να βυθιστούν σε πραγματικές διδακτικές καταστάσεις, να αποκτήσουν δασκάλους υψηλής ποιότητας, γεγονός που συμβάλλει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών περιοχές. Οι μαθητές των πόλεων μπορούν να έχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένες βιολογικές πληροφορίες ενός φυτού, όπως η προέλευση, το σχήμα, το περιβάλλον φύτευσης ανά πάσα στιγμή, μόνο μέσω της πλατφόρμας διδασκαλίας VR ή διαδικτυακής μάθησης (Haifeng & Wei, 2019), η οποία μετατρέπει τις αφηρημένες πληροφορίες κειμένου σε μηδενική φυσική εμπειρία εξ αποστάσεως. Παραδοσιακά, μια τάξη έχει συνήθως μερικές δεκάδες μαθητές, πράγμα που σημαίνει ότι μόνο αυτοί μπορούν να αποκτήσουν τον καλύτερο δάσκαλο. Οι καλύτεροι δάσκαλοι αγκυρώνονται από ένα μικρό μόνο μέρος των μαθητών. Η καθυστέρηση, το πάγωμα της εικόνας και άλλα προβλήματα μπορούν να λυθούν με 5G. Ως εκ τούτου, μπορεί να υπάρχει ζωντανή ζωή σε όλη τη διδακτική διαδικασία, επομένως, οι μαθητές του ίδιου σταδίου από άλλες πόλεις και απομακρυσμένες περιοχές μπορούν να μοιράζονται τους υψηλής ποιότητας διδακτικούς πόρους (Xiaofeng & Kang, 2019).

3.4.2. Το 5G καθιστά τις δραστηριότητες διδασκαλίας και έρευνας πιο ακριβείς και έξυπνες

Η διδακτική έρευνα συμβάλλει στην ενίσχυση των διδακτικών δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών και στην επίλυση προβλημάτων στη διδασκαλία και στη μεταρρύθμιση του προγράμματος σπουδών, αλλά περιορίζεται σε εκπαιδευτικούς στο ίδιο στάδιο ή στο ίδιο επάγγελμα. Το δίκτυο 5G διασφαλίζει την ομαλότητα και την υψηλή ευκρίνεια του απομακρυσμένου βίντεο, γεγονός που επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να επικοινωνούν με έγκυρους ειδικούς στην εκπαίδευση και δασκάλους. Οι δάσκαλοι μπορούν να σκεφτούν ποιο μέρος να βελτιώσουν. Οι εκπαιδευτικοί εμπειρογνώμονες και οι δάσκαλοι μπορεί να παρακολουθούν τους δασκάλους να διδάσκουν και στη συνέχεια να οργανώνουν κάποιες διδακτικές και ερευνητικές δραστηριότητες για να τους καθοδηγήσουν, επισημαίνοντας τα καλά και τα κακά για να τους παρακινήσουν να βελτιώσουν τον εαυτό τους (Xiangqun &

Yu, 2020). Η κυριαρχία του δικτύου 5G και της τεχνητής νοημοσύνης συμβάλλει στη δημιουργία πιο διαισθητικής ανατροφοδότησης και αλληλεπιδράσεων με τον εκπαιδευόμενο, μειώνοντας την επαναλαμβανόμενη εργασία των δασκάλων. Τα έξυπνα ρομπότ συνομιλίας είναι πολύ χρήσιμα στη διδασκαλία της αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, μπορούν να αναλύσουν τη μαθησιακή κατάσταση, την απόδοση και τη συμμετοχή στη δραστηριότητα των μαθητών γρήγορα και με ακρίβεια, και στη συνέχεια μπορούμε να λάβουμε μια πιο λεπτομερή αξιολόγηση μάθησης (Guoshuai et al, 2019). Περισσότερες έξυπνες αξιολογήσεις μάθησης των μαθητών και περισσότερες επικοινωνίες με τους γονείς συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης των μαθητών και στην προώθηση της εξατομικευμένης ανάπτυξης των μαθητών.

3.4.3. Ευφυές μοντέλο διαχείρισης εκπαίδευσης

Η ευφυής διαχείριση εκπαίδευσης περιλαμβάνει κυρίως την ευφυή διαχείριση εξοπλισμού πανεπιστημιούπολης. Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης πανεπιστημιούπολης έχει δημιουργηθεί με τον συνδυασμό 5G και τεχνητής νοημοσύνης. Οι παραδοσιακές έξυπνες πανεπιστημιούπολεις πρέπει να κατασκευάσουν διάφορες διαδρομές δικτύου και το σχολείο πρέπει να δαπανήσει πολλούς οικονομικούς και υλικούς πόρους που καταλαμβάνουν επίσης δημόσιους πόρους. Η τοπική διαχείριση ή η απομακρυσμένη διαχείριση μπορεί να είναι πολύ πιο εύκολη με την τεχνολογία 5G. Η παρακολούθηση της συνολικής κατάστασης, του εξοπλισμού και του περιβάλλοντος μπορεί να πραγματοποιηθεί εύκολα.

Τα έξυπνα ρομπότ περιπολίας χρησιμοποιούνται για να κάνουν έξυπνες περιπολίες στην πανεπιστημιούπολη, αντικαθιστώντας το παραδοσιακό καταναεμημένο σύστημα παρακολούθησης και ασφάλειας στην πανεπιστημιούπολη και διασφαλίζοντας επίσης την αποτελεσματική και αξιόπιστη λειτουργία της ευφυούς πανεπιστημιούπολης (Siman et al, 2020). Με βάση τα χαρακτηριστικά του 5G, θα πραγματοποιήσει τον μετασχηματισμό της εκπαίδευσης και θα δημιουργήσει ένα εύλογο μοντέλο διδασκαλίας που θα επιτρέπει στους μαθητές των αστικών περιοχών, στους μαθητές σε απομακρυσμένες περιοχές και στους ειδικούς μαθητές που έχουν ανάγκη και στους λάτρεις της μάθησης να απολαμβάνουν πλούσιους και υψηλής ποιότητας διδακτικούς πόρους. επίτευξη εκπαιδευτικής ισότητας.

3.5. Τεχνικές προκλήσεις και λύσεις μέσω των 5G

Οι βασικές τεχνολογίες που περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα θα παρέχουν νέες μαθησιακές εμπειρίες της Εκπαίδευσης 4.0. Ωστόσο, σε αυτό το νέο εκπαιδευτικό περιβάλλον, ο αριθμός των έξυπνων συσκευών και υπηρεσιών θα αυξηθεί πάρα πολύ, γεγονός που θα δημιουργήσει προκλήσεις για τα δίκτυα κινητής επικοινωνίας. Σε αυτήν την ενότητα, παρέχουμε απαιτήσεις συνδεσιμότητας βασικών τεχνολογιών ενεργοποίησης όσον αφορά τις κινητές επικοινωνίες. Επιπλέον, συγκρίνουμε τις κινητές επικοινωνίες 5G με τις κινητές επικοινωνίες 4G για να τονίσουμε περαιτέρω την αναγκαιότητα του 5G ως διευκόλυνσης της Εκπαίδευσης 4.0. Αυτό συνοψίζεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Απαιτήσεις συνδεσιμότητας βασικών τεχνολογιών ενεργοποίησης με σύγκριση 5G έναντι 4G (Aijaz & Sooriyabandara, 2020. Hu et al, 2020. Simsek et al, 2016).

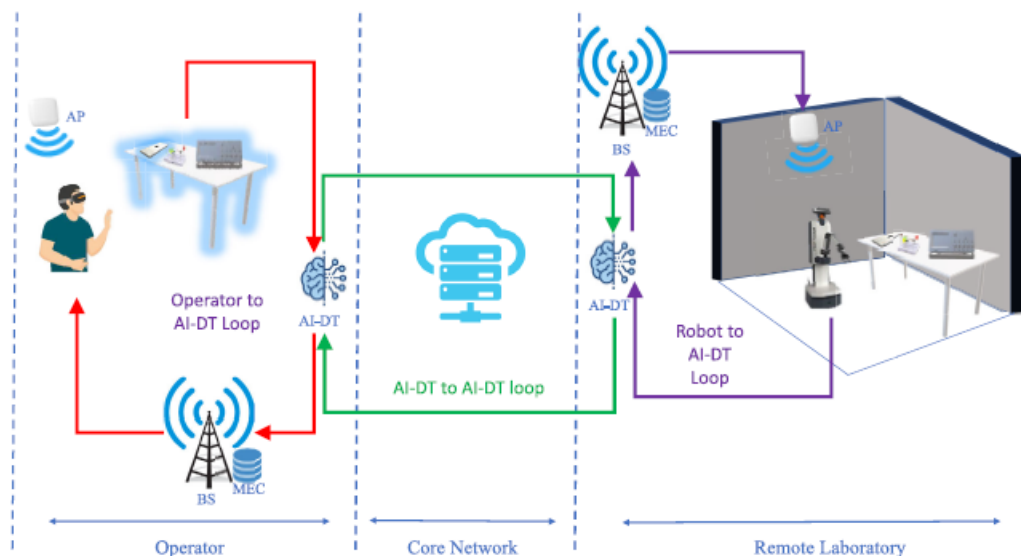
Τεχνολογία	Ρυθμός δεδομένων	Καθυστέρηση	Ρυθμός απώλειας πακέτων	5G	4G
Εικονική πραγματικότητα	>530Mbps	<10ms	<10 ⁻⁶	√	X
Απομακρυσμένη διάδραση	100-200 Mbps	<2ms	<10 ⁻⁵	√	X
Μετάδοση βίντεο υψηλής ποιότητας	>120 Mbps	<20ms	<10 ⁻⁵	√	X
Απτική αναγνώριση	-	1ms	<10 ⁻⁶	√	X

A. ΡΥΘΜΟΣ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το νέο πρότυπο εκπαίδευσης έχει πολύ υψηλές απαιτήσεις ρυθμού δεδομένων λόγω περιπτώσεων χρήσης που περιλαμβάνουν ροή βίντεο AR / VR / XR και 360°. Τα συστήματα κυψελοειδούς επικοινωνίας προ-5G δεν είναι σε θέση να υποστηρίξουν τις απαιτήσεις υψηλής ταχύτητας δεδομένων του οικοσυστήματος Education 4.0, κυρίως λόγω περιορισμένου φάσματος. Το 5G New Radio (NR), από την άλλη πλευρά, θα προσφέρει νέες ευκαιρίες φάσματος, ειδικά σε ζώνες συχνοτήτων κυμάτων χιλιοστών (mmWave) (24 GHz έως 100 GHz) (Lee et al, 2018).

Τα mmWave παρέχουν υψηλούς ρυθμούς δεδομένων και μεγαλύτερο εύρος ζώνης, ενώ η κάλυψη είναι ένα από τα προβλήματα. Επομένως, οι επικοινωνίες 5G θα χρησιμοποιούν διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων για διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης. Για παράδειγμα, το mMTC θα χρησιμοποιεί ζώνες συχνοτήτων κάτω από 1 GHz που θα παρέχουν κάλυψη ευρείας περιοχής σε έξυπνες πανεπιστημιούπολεις. Από την άλλη πλευρά, το eMBB θα κάνει χρήση ζωνών υψηλής συχνότητας για να παρέχει υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως η ζωντανή ροή βίντεο 360 μοιρών. Επιπλέον, είναι επίσης δυνατό να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις υψηλού ρυθμού δεδομένων και χωρητικότητας με τη βοήθεια ψηφιακών διδύμων που οδηγούνται από AI και ML. Το Digital Twin (DT) είναι η ψηφιακή αναπαράσταση του φυσικού συστήματος παρέχοντας αμφίδρομη ή μονόδρομη επικοινωνία μεταξύ φυσικού και ψηφιακού συστήματος που καθιστά δυνατή την πραγματική εμπειρία με χαμηλότερες απαιτήσεις σε σχέση με το ψηφιακό μοντέλο (Nguyen et al, 2021). Σε περίπτωση απομακρυσμένου εργαστηρίου και εκπαίδευσης, είναι πολύ βολικό να αναπτυχθεί η ιδέα DT, καθώς η εργασία δεν είναι ζωτικής σημασίας όπως στην υγειονομική περίθαλψη ή την επιτήρηση για τη διαχείριση καταστροφών όπου η εγγυημένη απόδοση του δικτύου είναι ζωτικής σημασίας.

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11, το DT μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί με τη βοήθεια ενσωματωμένου AI για να μετριάσει τους περιορισμούς του δικτύου κινητής τηλεφωνίας σε περίπτωση κακής απόδοσης δικτύου σε απομακρυσμένο εργαστηριακό πείραμα.



Εικόνα 10. Το απομακρυσμένο εργαστήριο με ψηφιακό δίδυμο με δυνατότητα AI (AI-DT) διαθέτει τρεις βρόχους ελέγχου. Οι βρόχοι ελέγχου χειριστή προς AI-DT και ρομπότ προς AI-DT παρέχουν άμεση αλληλεπίδραση στον χειριστή και στο ρομπότ. Ο βρόχος ελέγχου AI-DT σε AI-DT είναι για να συγχρονίσει τα δύο άκρα του συστήματος και να μειώσει την κακή επικοινωνία στο κεντρικό δίκτυο.

B. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΚΑΙ ΛΑΘΑΝΟΣ

Η τηλελειτουργία, ο τηλεχειρισμός σε πραγματικό χρόνο και η απτική ανίχνευση απαιτούν εξαιρετικά χαμηλή καθυστέρηση και εξαιρετικά υψηλή αξιοπιστία (βλ. Πίνακα 1) στις κινητές επικοινωνίες για την απρόσκοπτη λειτουργία και την υψηλή ποιότητα εμπειρίας (QoE). Απαιτούνται λιγότερο από 10 ms από άκρο σε άκρο καθυστέρηση και ρυθμός απώλειας πακέτων κάτω από 10⁻⁵ για την εγγύηση υψηλής ποιότητας και ομαλής απομακρυσμένης λειτουργίας (Aijaz και Sooriyabandara, 2019), ειδικά σε κρίσιμα σενάρια αποστολής.

Ωστόσο, σε περιπτώσεις χρήσης απομακρυσμένου εργαστηρίου και εκπαίδευσης όπου η εργασία δεν είναι κρίσιμης σημασίας, μπορεί να επιτευχθεί ομαλή απομακρυσμένη λειτουργία με προηγμένους μηχανισμούς AI / ML. Ο συν-σχεδιασμός επικοινωνίας-ελέγχου με τη βοήθεια AI (AI-CoCoCo) είναι μία από τις λύσεις στους περιορισμούς του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, χαλαρώνοντας τις απαιτήσεις καθυστέρησης και αξιοπιστίας με βάση τις δυναμικές απαιτήσεις της διαδικασίας ελέγχου (Park et al, 2020). Σε

περίπτωση τηλεχειριζόμενης εργαστηριακής χρήσης, ορισμένα πακέτα ελέγχου ενδέχεται να έχουν ξεπερασμένες πληροφορίες ή να μην φέρουν κρίσιμες πληροφορίες για την εργασία ελέγχου. Ως εκ τούτου, είναι δυνατό να χαλαρώσετε τις απαιτήσεις καθυστέρησης και αξιοπιστίας με το AI-CoCoCo λαμβάνοντας υπόψη την αξία κάθε μεμονωμένου πακέτου σε σχέση με διάφορες μετρήσεις που σχετίζονται με την επικοινωνία και τον έλεγχο, όπως η καθυστέρηση, η αξιοπιστία και η ηλικία πληροφοριών (AoI) αντί να παρέχονται οι ίδιοι πόροι σε όλα τα πακέτα.

Γ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΚΡΩΝ / ΣΥΝΝΕΦΟΥ

Με το νέο εκπαιδευτικό περιβάλλον βασισμένο σε δεδομένα και με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης, οι κινητές επικοινωνίες έγιναν πιο σημαντικές για την ανταλλαγή τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Ωστόσο, ο αυξανόμενος αριθμός συνδεδεμένων έξυπνων συσκευών και η συνακόλουθη αύξηση της ζήτησης για εύρος ζώνης φέρνουν νέες προκλήσεις για τα συστήματα κινητής επικοινωνίας. Η δυνατότητα MEC (Abbas et al, 2017) των κινητών επικοινωνιών 5G παρέχει δυνατότητες αποθήκευσης στο cloud και υπολογιστικές δυνατότητες που είναι διαθέσιμες στην άκρη του δικτύου κινητής τηλεφωνίας για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία δεδομένων κοντά στον χρήστη. Επιτρέπει την ανταλλαγή συμπερασμάτων αντί για ακατέργαστα δεδομένα που ελαχιστοποιεί την ποσότητα της κίνησης δεδομένων, καθώς και απομονώνει τα δεδομένα δικτύου από το κεντρικό δίκτυο για να επιτρέψει λιγότερη κατανάλωση πόρων. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11, το τηλεχειριζόμενο εργαστήριο με δυνατότητα MEC μπορεί να επωφεληθεί από υπολογιστικούς πόρους που είναι διαθέσιμοι στην άκρη του δικτύου. Αντί να μεταδίδει ακατέργαστες αισθητηριακές πληροφορίες από χειριστή σε ελεγκτή μέσω του δικτύου επικοινωνίας, το MEC επιτρέπει τον υπολογισμό από την πλευρά του χειριστή και τη μετάδοση των εντολών ελέγχου στο απομακρυσμένο ρομπότ, γεγονός που θα μείωνε δραματικά τη χρήση των πόρων επικοινωνίας.

Δ. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΗΤΟ

Το νέο εκπαιδευτικό περιβάλλον θα έχει πρόσβαση σε προσωπικά δεδομένα που θα μπορούσαν επίσης να περιέχουν πληροφορίες για συμπεριφορές και δεξιότητες των χρηστών, γεγονός που εγείρει σημαντικές ανησυχίες για την ασφάλεια και το απόρρητο. Επιπλέον, ο αυξανόμενος αριθμός συσκευών χρηστών προς ένα πλήρως συνδεδεμένο εκπαιδευτικό οικοσύστημα ενισχύει τις συνέπειες των παραβιάσεων της ασφάλειας. Απαιτούνται πιο ασφαλή συστήματα ελέγχου ταυτότητας και κρυπτογράφησης για την εγγύηση της ασφάλειας και του απορρήτου στο Education 4.0. Το σχήμα αμοιβαίου ελέγχου ταυτότητας είναι μία από τις λύσεις σε αυτό το πρόβλημα (Ahmad et al, 2019). Τόσο ο εξοπλισμός χρήστη όσο και το δίκτυο εκτελούν αμοιβαίο έλεγχο ταυτότητας χρησιμοποιώντας τον έλεγχο ταυτότητας συστήματος και τη συμφωνία κλειδιού του Evolved Packet (EPC-AKA). Το AKA λειτουργεί με βάση τον έλεγχο ταυτότητας συμμετρικού κλειδιού, ο οποίος είναι πιο αποτελεσματικός από τους μηχανισμούς που βασίζονται σε δημόσιο κλειδί. Σε απομακρυσμένο εργαστήριο και εκπαίδευση, ο αμοιβαίος έλεγχος ταυτότητας είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ασφάλειας των εγκαταστάσεων καθώς και του απορρήτου του χρήστη. Τόσο ο χρήστης όσο και η απομακρυσμένη εγκατάσταση πρέπει να πιστοποιηθούν για να διασφαλιστεί ότι ο χρήστης είναι εξουσιοδοτημένος να έχει πρόσβαση στους παρεχόμενους πόρους και οι πόροι είναι νόμιμη οντότητα πρόσβασης στις πληροφορίες που παρέχονται από τον χρήστη.

Επιπλέον, είναι επίσης σημαντικό να διασφαλιστεί ότι ο πιστοποιημένος χρήστης συνεχίζει να χρησιμοποιεί το σύστημα μετά τη διαδικασία ελέγχου ταυτότητας. Ως εκ τούτου, καθίσταται απαραίτητο να διασφαλιστεί η διαρκής επαλήθευση ταυτότητας με τη βοήθεια AI και ML όπου ο χρήστης μπορεί να πιστοποιείται συνεχώς σύμφωνα με τη συμπεριφορά ή τα προηγούμενα δεδομένα χρήστη.

3.6. Ανασκόπηση ερευνών

Οι Demestichas et al (2013) επικεντρώθηκαν στην αρχιτεκτονική του οικοσυστήματος του δικτύου 5G. Η έρευνα ασχολήθηκε με τις τρεις κύριες κατηγορίες του οικοσυστήματος 5G, οι οποίες είναι η Βελτιωμένη ευρυζωνική κινητή τηλεφωνία (eMBB), οι επικοινωνίες εξαιρετικά αξιόπιστες και χαμηλής καθυστέρησης (uRLLC) και οι επικοινωνίες τύπου μαζικής μηχανής (mMTC). Συνέχισε να επεξεργάζεται τις διαφορές υπηρεσίες εντός των

τριών μπλοκ του οικοσυστήματος 5G. Αποκάλυψε άλλες υπηρεσίες που επιδιώκουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις ιδιωτών και βιομηχανιών. Λόγω της έλλειψης αναγνώρισης για την Εκπαίδευση στο μοντέλο οικοσυστήματος 5G, ο ερευνητής πρότεινε μια τροποποίηση του μοντέλου ώστε να επικεντρωθεί πλήρως σε υπηρεσίες που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν άμεσα στην Εκπαίδευση.

Οι Javaid et al (2018) επικεντρώθηκαν στα χαρακτηριστικά του 5G όπως υψηλότεροι ρυθμοί δεδομένων, χαμηλή καθυστέρηση και αποτελεσματική χρήση του φάσματος με συνύπαρξη ετερογενών δικτύων για μια επιτυχημένη συμβατότητα του 5G και του Διαδικτύου των πραγμάτων. Αυτό το έγγραφο πρότεινε την ενσωμάτωση της Τεχνητής νοημοσύνης ως αναγκαιότητα για τη λήψη ικανών αποφάσεων με βάση τα τεράστια δεδομένα που παράγονται από τις δραστηριότητες των χρηστών συσκευών IoT. Αντιμετώπισε τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για να βοηθήσει στην ανάλυση δεδομένων σε άλλους για την εξαγωγή μοτίβων και την εξεύρεση νόημα από αυτά και στη συνέχεια για τη συνταγογράφηση δράσης στις τελικές συσκευές. Συνέστησε επίσης την ανάγκη για Τεχνητή Νοημοσύνη σε συσκευές IoT για αυτοανάλυση συσκευών.

Οι Patil & Wankhade (2012) καθόρισαν την έρευνα για το 5G ως συμβατότητα για την ασύρματη τεχνολογία και πώς το δίκτυο 5G επιδιώκει να αποτελέσει το θεμέλιο για την ανάπτυξη του Παγκόσμιου Ασύρματου Ιστού (WWW) και του Δυναμικού Ασύρματου Δικτύου Adboc (DAWN). Αυτή η ερευνητική εργασία συζήτησε τον λόγο για τον οποίο ο κόσμος χρειάζεται το 5G με τις περιπτώσεις χρήσης του για την υποστήριξη διαδραστικών πολυμέσων, διαδικτύου και άλλων ευρυζωνικών υπηρεσιών και έχει αμφίδρομη ακριβή στατιστική κίνησης.

Ο Lee (2017) εξήγησε τη σημασία του IoT και γιατί το IoT είναι αναπόσπαστο μέρος των καθημερινών μεθοδολογιών μάθησης και διδασκαλίας. Το άρθρο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αποτελεσματική χρήση των συστημάτων IoT θα βελτιώσει την εξατομικευμένη και διαδραστική μάθηση. Αυτό το άρθρο επικεντρώθηκε και πάλι στη σημασία του IoT στην παρακολούθηση της κινητικότητας των μαθητών που χρησιμοποιούν έξυπνες κάμερες. Στο [8], ο συγγραφέας εξήγησε επίσης τη σημασία των αποτελεσματικών εκπαιδευτικών εφαρμογών στη μόχλευση του IoT για τον μετασχηματισμό της διδασκαλίας και της μάθησης.

Οι Gómez et al (2013) προσηλώθηκαν στο εκπαιδευτικό πεδίο όπου οι κρίσιμοι χώροι μάθησης προετοιμάζονται για να χρησιμοποιήσουν το Διαδίκτυο των πραγμάτων. Προτάθηκε ένα σύστημα που επιτρέπει και μελετά τις διασυνδέσεις με φυσικά αντικείμενα που συνδέονται ουσιαστικά με ένα αντικείμενο μάθησης. Το αποτέλεσμα του πειράματός τους απέδειξε ότι το μοντέλο τους βελτιώνει τα αποτελέσματα στη διδασκαλία και τη μάθηση.

Η ερευνητική εργασία των Sharma et al (2017) συνέστησε το cloud computing ως λύση για την κάλυψη της ταχείας ανάπτυξης των δεδομένων. Η εργασία εξέτασε τα τρία μοντέλα των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους που καθορίζουν το παράδειγμα για το τι θα χρησιμοποιούσαν οι χρήστες την τεχνολογία. Τα τρία κύρια μοντέλα της υπηρεσίας cloud σε αυτό το έγγραφο εξηγούν τι παρέχει καθεμία από τις διατάξεις από τη δομή του υπολογιστικού νέφους. Το Software as a Service (SaaS) παρέχει την πλήρη εφαρμογή σε έναν τελικό χρήστη cloud. Αυτό παρέχει ένα ήδη κατασκευασμένο και εκτελέσιμο λογισμικό που τρέχει μέσω του Διαδικτύου. Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS) είναι ένα εικονικό περιβάλλον για την παροχή και την ανάπτυξη εφαρμογών cloud και το τρίτο μοντέλο που είναι το Infrastructure as a Service (IaaS) παρέχει πρόσβαση ενός επιπέδου στις υπηρεσίες πόρων πληροφορικής όπως πόροι αποθήκευσης δεδομένων, υπολογιστές πόρους και κανάλι επικοινωνίας που συγκεντρώνονται σε αυτήν την υπηρεσία. Αυτή η υπηρεσία δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να χρησιμοποιούν όλη τη νοημοσύνη της υπηρεσίας cloud, η οποία γίνεται η κατάλληλη υποδομή για το Data Analytics.

3.7 Η χρήση του 5G στην εκπαίδευση κατά την πανδημία

Η εξάπλωση της νόσου του κορωνοϊού (COVID-19) λόγω του ιού του Coronavirus 2 (SARSCoV-2) του σοβαρού οξέος αναπνευστικού συνδρόμου (Lai et al, 2020), προκάλεσε ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο ζωής των κοινοτήτων παγκοσμίως. Μέχρι τα μέσα Αυγούστου 2020, εντοπίστηκαν συνολικά πάνω από είκοσι εκατομμύρια θετικά κρούσματα που επηρέασαν περισσότερες από 180 χώρες και είχαν ως αποτέλεσμα περισσότερους από 750.000 θανάτους. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) κήρυξε τον COVID-19 ως πανδημία λόγω του ανησυχητικού επιπέδου παγκόσμιας εξάπλωσής του. Τομείς υγειονομικής περίθαλψης των χωρών επλήγησαν άμεσα, καλώντας τις

κυβερνήσεις να λάβουν άμεσα μέτρα ελέγχου, όπως απομόνωση περιοχών που πλήττονται πολύ, παύση της διασυνοριακής κυκλοφορίας μεταξύ χωρών, κλείσιμο σχολείων, χώρων εργασίας και κοινών χώρων, περιορισμός των μετακινήσεων του κοινού με συμβουλές να μείνουν στο σπίτι όσο το δυνατόν περισσότερο. Αυτές οι ενέργειες ελέγχου είχαν σημαντικό αντίκτυπο στην κοινωνική ζωή και τις οικονομίες.

Επί του παρόντος, οι χώρες εφαρμόζουν τις στρατηγικές τους για να επιστρέψουν στην κανονική ζωή βήμα προς βήμα. Ωστόσο, πολλές χώρες εξακολουθούν να έχουν ανεπίλυτες περιπτώσεις COVID-19 και αναφέρουν νέα κρούσματα σε καθημερινή βάση. Ως εκ τούτου, οι κυβερνήσεις πρέπει να διασφαλίσουν ότι η επανέναρξη της δια ζώσης διδασκαλίας δεν θα οδηγήσει σε «επανεμφάνιση» της νόσου COVID-19.

Υπό τις επικρατούσες συνθήκες και σε έναν κόσμο μετά τον COVID-19, οι κοινωνίες αντιμετωπίζουν πολυάριθμες προκλήσεις σε διάφορους τομείς, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση, η μεταποίηση, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η παροχή υπηρεσιών, τα ταξίδια και ο τουρισμός. Για παράδειγμα, η υπερφόρτωση των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης λόγω της εκθετικής αύξησης των ασθενών με COVID-19 και η αδυναμία παροχής τακτικής ιατρικής βοήθειας σε ασθενείς λόγω περιορισμένων μετακινήσεων αποτελούν σημαντικά εμπόδια για τη μάχη του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης κατά του COVID-19. Ομοίως, οι καθυστερήσεις και η αυξημένη απαίτηση πόρων για τη χειροκίνητη ανίχνευση επαφών και η μη διαθεσιμότητα αποτελεσματικών και αυτοματοποιημένων εφαρμογών ανίχνευσης επαφών εμποδίζουν τις ενέργειες για τον έλεγχο της εξάπλωσης. Είναι καθήκον πολλών μερών, συμπεριλαμβανομένων των μηχανικών, των διευθυντών τεχνολογίας, των εργαζομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, των κυβερνητικών αρχών, των φοιτητών, των ερευνητών και του ευρύτερου κοινού να ενεργήσουν με το μέγιστο των δυνατοτήτων τους για να ελέγξουν την κατάσταση που επικρατεί. Η ψηφιοποίηση και η εφαρμογή των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας θα είναι επιτακτική ανάγκη όχι μόνο για τη διαφύλαξη, αλλά και για τη διαχείριση του κόσμου μετά την COVID-19. Οι νέες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη (AI), τα μεγάλα δεδομένα, οι επικοινωνίες 5G, το cloud computing και το blockchain μπορούν να διαδραματίσουν ζωτικό ρόλο στη διευκόλυνση του περιβάλλοντος, ενισχύοντας την προστασία και τη βελτίωση των

ανθρώπων και των οικονομιών. Για να εφαρμόσουν αυτές τις πολλά υποσχόμενες λύσεις και να συνειδητοποιήσουν τα οφέλη τους, οι διευθυντές τεχνολογίας και μηχανικής θα πρέπει να αντιμετωπίσουν σημαντικές προκλήσεις και να εκτελέσουν περίπλοκα διοικητικά καθήκοντα σχετικά με το κόστος, το εύρος, την ποιότητα, τη διαχείριση πόρων και κινδύνου.

Οι διαδικτυακές πλατφόρμες εκπαίδευσης που προσφέρονται από πανεπιστήμια και σχολεία παρέχουν την ευκαιρία στους μαθητές να πραγματοποιήσουν την εκπαίδευσή τους χωρίς διακοπές. Αυτές οι πλατφόρμες επιτρέπουν την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των μαθητών και του δασκάλου χρησιμοποιώντας βίντεο υψηλής ποιότητας για την αναπαραγωγή της εμπειρίας στην τάξη. Οι λύσεις εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που βασίζονται σε AR και VR (Zikky et al, 2018) επιτρέπουν στους μαθητές να καθοδηγούν οι ίδιοι τα εκπαιδευτικά προγράμματα από το σπίτι τους. Οι διαδικτυακές πλατφόρμες εξετάσεων που εισάγονται από πανεπιστήμια και σχολεία υποστηρίζουν τους μαθητές να ολοκληρώσουν τις εξετάσεις τους σύμφωνα με τα χρονοδιαγράμματα. Οι εξεταστές μπορούν να παρακολουθούν κάθε μαθητή μέσω ροής βίντεο υψηλής ποιότητας, να παρέχουν διευκρινίσεις και οδηγίες και να απαντούν στις ερωτήσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια των εξετάσεων για να βεβαιωθούν ότι ακολουθούν τις οδηγίες.

Ρόλος του 5G: Οι υπηρεσίες 5G παρέχουν καλύτερη συνδεσιμότητα σε εσωτερικούς χώρους με σταθμούς βάσης επόμενης γενιάς μικρής κυψέλης (gNB) που χρησιμοποιούν συχνότητες mmWave, οδηγώντας σε σίγουρη συνδεσιμότητα ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε. Η διαδικτυακή διδασκαλία σε πραγματικό χρόνο χρειάζεται ροή βίντεο HD/4K χαμηλής καθυστέρησης, η οποία παρέχεται από υπηρεσίες URLLC και eMBB σε 5G (Barate et al, 2019). Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο που βασίζεται σε AR και VR μπορεί να αποθηκευτεί προσωρινά σε διακομιστές 5G MEC, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να μεταδώσουν το περιεχόμενο σε ροή με χαμηλό λανθάνοντα χρόνο. Οι τεχνολογίες SDN και NFV μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γρήγορη και δυναμική ανάπτυξη τέτοιου περιεχομένου στους διακομιστές MEC με βάση τη ζήτηση μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής. Οι τεχνικοί διευθυντές που είναι υπεύθυνοι για την υλοποίηση και τη λειτουργική διαχείριση τέτοιων λύσεων πρέπει να είναι επιμελείς όσον αφορά την εμπειρία του χρήστη, καθώς η ηλεκτρονική εκπαίδευση πρέπει να εξυπηρετεί

μια διαφορετική βάση χρηστών με διαφορετικά επίπεδα τεχνικών γνώσεων και δυνατοτήτων συνδεσιμότητας. Επιπλέον, οι υφιστάμενες εκπαιδευτικές πρακτικές είναι σε μεγάλο βαθμό προσανατολισμένες στη διδασκαλία βασισμένη στην παρουσία και βασίζονται στην υποδομή και το περιεχόμενο που είναι κατάλληλο για αυτόν τον τρόπο. Επομένως, η διαχείριση ολοκλήρωσης για συστήματα παλαιού τύπου είναι μια σημαντική απαίτηση για την πραγματοποίηση της διαδικτυακής εκπαίδευσης στο οικοσύστημα 5G.

Η διεξαγωγή πειραμάτων είναι βασικών κομμάτι της διδασκαλίας της φυσικής, και με το 5G μπορεί να πραγματοποιηθεί και εξ αποστάσεως. Ένας τρόπος για αυτό είναι η δημιουργία ζωντανές επιδείξεις εργαστηρίου μέσω Zoom φέτος, ώστε η τάξη να μπορεί να συλλέγει δεδομένα μαζί και να συμμετέχει στην έρευνα σε ένα πιο «πραγματικό» περιβάλλον. Άλλος ένας τρόπος είναι η εικονική προσομοίωση των πειραμάτων online, σε ιστοσελίδες όπως το PhET, ένα δωρεάν εργαλείο από το Πανεπιστήμιο του Κολοράντο που παρέχει διαδραστικές προσομοιώσεις σαν παιχνίδι για τάξεις φυσικής, χημείας, επιστήμης της γης, βιολογίας και μαθηματικών. Ο στόχος των δραστηριοτήτων PhET είναι να παρέχει στους μαθητές ένα ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον όπου μπορούν να εμπλακούν με επιστημονικό περιεχόμενο όπως οι επιστήμονες.

3.8 Η χρήση των 5G στην ειδική εκπαίδευση

Το 5G είναι αρκετά ωφέλιμο για τα παιδιά με ειδικές ανάγκες, καθώς χρειάζονται περισσότερη βοήθεια στην τάξη. Με τη βοήθεια ρομποτικών εφαρμογών, αυτά τα παιδιά μπορούν να μάθουν και να λύσουν προβλήματα με ευκολία. Τα ρομπότ 5G λειτουργούν ως βοηθοί βοηθώντας τους δασκάλους να διευκολύνουν τις κατάλληλες ενότητες μάθησης.

Η τεχνολογία επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας στην ειδική εκπαίδευση έχει τεράστιες δυνατότητες. Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα συμφραζόμενα σχετικά με το τι βλέπει ένα άτομο. Για παράδειγμα, η εφαρμογή Skin & Bones του Ινστιτούτου Smithsonian επιτρέπει στους μαθητές να επιθεωρήσουν σκελετούς ζώων και να κατανοήσουν πώς βοηθούν ένα ζώο να επιβιώσει στον βióτοπό του. Η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιεί ένα ακουστικό για να βυθίσει τους μαθητές σε έναν άλλο κόσμο, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να πετάξουν

στα ύψη πάνω από τους καταρράκτες Angel στη Βενεζουέλα ή να πραγματοποιήσουν εικονικές ανατομές σε ομαδικό περιβάλλον. Για τους μαθητές των οποίων οι αναπηρίες θα τους εμπόδιζαν να βιώσουν ποτέ τέτοια γεγονότα στην πραγματική ζωή, η εικονική πραγματικότητα είναι ένα εισιτήριο για έναν άλλο κόσμο.

Με το 5G, τα δεδομένα που τώρα πρέπει να αποθηκευτούν τοπικά μπορούν να μετακινηθούν στο δίκτυο. Πολλές εφαρμογές δεν θα χρειάζεται πλέον να ληφθούν, αλλά μπορούν να εξυπηρετηθούν ως ροή δικτύου. Όχι μόνο οι μαθητές επωφελούνται από το πιο πρόσφατο λογισμικό, αλλά οι συσκευές τους θα μπορούν να χειρίζονται περισσότερες εφαρμογές χωρίς να κολλάνε.

Αυτό σημαίνει ότι η ρομποτική για μαθητές με σωματικές αναπηρίες θα μπορούσε να ανταποκρίνεται περισσότερο, οι μεταγραφές για μαθητές με προβλήματα ακοής θα μπορούσαν να είναι πιο γρήγορες και ακριβείς και οι μαθητές με σωματικές αναπηρίες θα μπορούσαν να εισέλθουν σε εικονικούς κόσμους με τους συμμαθητές τους. Αυτό θα μπορούσε να συμβάλει σε μια πιο περιεκτική μαθησιακή εμπειρία για όλους.

Για τους μαθητές των οποίων οι αναπηρίες τους εμποδίζουν να βρίσκονται σωματικά στην τάξη, το 5G μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα της απομακρυσμένης εκμάθησης βίντεο μειώνοντας την καθυστέρηση που μπορεί να είναι συνηθισμένη στις συνδέσεις Wi-Fi. Οι δάσκαλοι θα είναι σε θέση να επικεντρωθούν στους μαθητές αντί να κάνουν την τεχνολογία να λειτουργήσει. Η καθηλωτική εικονική πραγματικότητα μέσω 5G θα μπορούσε επίσης να γίνει πιο πρακτική, επιτρέποντας στους μαθητές με αναπηρίες να βιώσουν την αίσθηση ότι βρίσκονται στην τάξη.

Πολλοί μαθητές με ειδικές ανάγκες αγωνίζονται να επεξεργαστούν τη γλώσσα ή να επικοινωνήσουν αποτελεσματικά. Η μεταγραφή σχεδόν σε πραγματικό χρόνο μέσω δικτύων 5G θα μπορούσε να τους επιτρέψει να συμβαδίζουν με τους συμμαθητές τους διαβάζοντας τι λέγεται στην τάξη και «μιλώντας» μέσω σύνθεσης φωνής. Η ασύρματη τεχνολογία θα μπορούσε επίσης να εισάγει το «απτικό Διαδίκτυο». Σε συνδυασμό με την εικονική πραγματικότητα, αυτό θα μπορούσε να δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές που δεν μπορούν να συνοδεύουν τους συμμαθητές τους σε εκδρομές να δουν, να ακούσουν

και να αγγίζουν αντικείμενα που διαφορετικά δεν θα ήταν διαθέσιμα σε αυτούς (Gillin, 2022).

Κεφάλαιο 4°. Συμπεράσματα

Με γνώμονα την τεχνολογία 5G, εισάγονται νέες ευκαιρίες στον τομέα της εκπαίδευσης. Η έξυπνη εκπαίδευση πρέπει να βασίζεται, αφενός, στη γνώση των αναγκών του κλάδου. Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις απόψεις των χρηστών, να βασίζεται επίσης σε ιδρύματα E&A (έρευνα και ανάπτυξη). Οι εταιρείες και οι επιχειρήσεις βοηθούν στο χειρισμό της δημοσίευσης υπό την καθοδήγηση των κυβερνήσεων. Εν τω μεταξύ, τα σχολεία πρέπει να δώσουν την απαραίτητη ανατροφοδότηση. Επιπλέον, θα πρέπει να καλύπτει τους βασικούς κρίκους του κλάδου της εκπαίδευσης: τρόπος διδασκαλίας, μέθοδοι διδασκαλίας, διαχείριση εκπαίδευσης.

Οι μαθητές που προτιμούν την έξυπνη και εξατομικευμένη μάθηση έχουν μείνει πολύ ικανοποιημένοι μέσω του συνδυασμού 5G και τεχνητής νοημοσύνης. Το 5G άλλαξε τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Οι δάσκαλοι μπορούν να χρησιμοποιούν εύλογα την τεχνολογία VR, έτσι ώστε οι μαθητές να βυθίζονται σε μια ισχυρή αίσθηση παρουσίας στο περιβάλλον και να κατανοούν βαθιά τη γνώση που έχουν μάθει, η οποία διεγείρει αποτελεσματικά τον ενθουσιασμό τους για μάθηση. Οι εξαιρετικοί εκπαιδευτικοί πόροι είναι εύκολα προσβάσιμοι από τους μαθητές σε απομακρυσμένες ορεινές περιοχές για να αποκτήσουν δικαιοσύνη στην εκπαίδευση. Τα σχολεία μπορούν να δημιουργήσουν εικονικά περιβάλλοντα διδασκαλίας και οι δάσκαλοι και οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την υποστήριξη του δικτύου 5G. Ταυτόχρονα, προστίθεται η διεπαφή για να ολοκληρώσει τις απαραίτητες διδακτικές εργασίες και να σπάσει τους περιορισμούς του παραδοσιακού χρόνου και χώρου διδασκαλίας (Kim & Feamster, 2013). Η έξυπνη διαχείριση της πανεπιστημιούπολης έχει προωθήσει τη βελτιστοποίηση και τη διακυβέρνηση της πανεπιστημιούπολης. Η διαχείριση της εκπαίδευσης έχει εξοικονομήσει πολλά έξοδα διαχείρισης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών για να επιτρέψουν στους εκπαιδευτικούς να επιδιώξουν την αυτοβελτίωση.

Η άλλη πλευρά είναι ότι το 5G έχει επίσης φέρει μια σοβαρή δοκιμασία για την εκπαίδευση. Τώρα το 5G είναι ακόμα στα σπάργαλα και υπάρχουν ελλείψεις στην τεχνική ηθική, στους μαθησιακούς πόρους και στον επαγγελματισμό των εκπαιδευτικών. Η τεχνολογία 5G μπορεί να αναλύσει αποτελεσματικά τις ανθρώπινες φυσιολογικές

παραμέτρους. Η διαρροή δεδομένων θα βλάψει το απόρρητο του μαθητή ή η ανακριβής ανάλυση δεδομένων θα οδηγήσει σε παρανόηση του μαθητή και θα υπάρξουν κάποια ηθικά και τεχνικά προβλήματα ή οι μαθητές μπορεί να το θεωρήσουν απαίσιο. Επίσης, η ποιότητα των μαθησιακών πόρων δεν είναι αρκετά υψηλή για να ικανοποιήσει τον δάσκαλο. Οι ανάγκες των μαθητών οδηγούν σε κακή χρήση δασκάλων και μαθητών. Η πληροφοριακή παιδεία των εκπαιδευτικών είναι χαμηλή, επομένως μπορεί να υπάρχουν λιγότερο προφανή διδακτικά αποτελέσματα ή ακόμη και κατώτερα από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, γεγονός που μας αφήνει ένα πρόβλημα σχετικά με το πώς να ξεκινήσουμε την κατάρτιση των δασκάλων για κάθε σχολική κατάσταση. πρέπει να σκεφτείτε εάν χρειάζεστε ηλεκτρονικά προϊόντα όπως κινητά τηλέφωνα, tablet και υπολογιστές ή όχι κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας (Javaid et al, 2018).

Βιβλιογραφία

A. A. Hussin, ``Education 4.0 made simple: Ideas for teaching," *Int. J. Educ. Literacy Stud.*, vol. 6, no. 3, pp. 92_98, 2018.

A. Aijaz and M. Sooriyabandara, ``The tactile internet for industries: A review," *Proc. IEEE*, vol. 107, no. 2, pp. 414_435, Feb. 2019.

A. Barat`e, G. Haus, L. A. Ludovico, E. Pagani, and N. Scarabottolo, ``5G Technology for Augmented and Virtual Reality in Education," in *Proceedings of the International Conference on Education and New Developments 2019 (END 2019)*, 2019, pp. 512–516.

B. Holmberg, H. Bernath, and F. W. Busch, *The evolution, principles and practices of distance education*. Bis, 2005, vol. 11.

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.

C. A. Bonfield, M. Salter, A. Longmuir, M. Benson, and C. Adachi, ``Transformation or evolution?: Education 4.0, teaching and learning in the digital age," *Higher Educ. Pedagogies*, vol. 5, no. 1, pp. 223_246, Jan. 2020.

C. J. Bonk and C. R. Graham, *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. John Wiley & Sons, 2012.

C.-C. Lai, T.-P. Shih, W.-C. Ko, H.-J. Tang, and P.-R. Hsueh, ``Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and Corona Virus Disease-2019 (COVID-19): The Epidemic and the Challenges," *International journal of antimicrobial agents*, p. 105924, 2020.

Cheng, J., Chen, W., Tao, F., & Lin, C. L. (2018). Industrial IoT in 5G environment towards smart manufacturing. *Journal of Industrial Information Integration*, 10, 10-19.

Chiu, H. P., Kaelbling, L. P., & Lozano-Pérez, T. (2007). Virtual training for multi-view object class recognition. In 2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 1-8). IEEE.

Daoming Fu. Flourishing of 5G Artificial Intelligence Ttechnology and its Impact on Education [J]. Contemporary Education and Culture, 2020, 12 (01):30-32 55.

Demestichas, P., Georgakopoulos, A., Karvounas, D., Tsagkaris, K., Stavroulaki, V., Lu, J., ... & Yao, J. (2013). 5G on the horizon: Key challenges for the radio-access network. IEEE vehicular technology magazine, 8(3), 47-53.

F. Hu, Y. Deng, W. Saad, M. Bennis, and A. H. Aghvami, ``Cellular connected wireless virtual reality: Requirements, challenges, and solutions," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 58, no. 5, pp. 105_111, May 2020.

Feng Xie. Application and Research of Immersive Classroom Teaching Based on Virtual Reality Technology under 5G Network [J]. Computer Engineering and Science, 2019, 41 (S1): 14-17.

Gillin, P. (2022). *Technology in special education: How 5G could help*.

G. Marinoni, H. van't Land, and T. Jensen, ``The impact of Covid-19 on higher education around the world," Int. Assoc. Univ., Paris, France, IAU Global Survey Rep., Tech. Rep., 2020. [Online]. Available: https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau_covid19_and_he_survey_report__nal_may_2020.pdf

Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. Procedia Computer Science, 21, 132-139.

Guoshuai Lan, Qian Guo, Jiakai Wei, Xiling Yang, Yameng Yu, Jingjing Chen. 5G Intelligent Technology: Building a New Ecosystem of Intelligent Education in the Age of "Intelligence " [J]. Journal of Distance Education, 2019, 37 (03): 3-16.

H. X. Nguyen, R. Trestian, D. To, and M. Tatipamula, ``Digital twin for 5G and beyond," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 59, no. 2, pp. 10_15, Feb. 2021.

Haifeng Li, Wei Wang. Online Collaborative Learning Patterns in The 5G era: Features and Patterns [J]. China Audio-visual Education, 2019 (09): 31-37 47.

Hakola, S., Chen, T., Lehtomaki, J., & Koskela, T. (2010, April). Device-to-device (D2D) communication in cellular network-performance analysis of optimum and practical communication mode selection. In 2010 IEEE wireless communication and networking conference (pp. 1-6). IEEE.

Hongyu Xiang, Yangwen Xiao, Xian Zhang, Zhuying Pu, Mugen Peng. 5G Edge Computing and Network Slicing Techniques [J]. Telecommunications Science, 2017, 33 (06): 54-63.

<http://5gnow.eu/>, <http://mobile-cloud-networking.eu/site/>

<http://lifewire.com/>

<http://www.ict-combo.eu/>

<https://electronicsforu.com/resources/learn-electronics/smart-antennas>

I. Ahmad, S. Shahabuddin, T. Kumar, J. Okwuibe, A. Gurtov, and M. Ylianttila, ``Security for 5G and beyond," *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 21, no. 4, pp. 3682_3722, 4th Quart., 2019.

J. Lee, E. Tejedor, K. Ranta-Aho, H. Wang, K.-T. Lee, E. Semaan, E. Mohyeldin, J. Song, C. Bergljung, and S. Jung, ``Spectrum for 5G: Global status, challenges, and enabling technologies," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 56, no. 3, pp. 12_18, Mar. 2018.

J. Park, S. Samarakoon, H. Shiri, M. K. Abdel-Aziz, T. Nishio, A. Elgabli, and M. Bennis, ``Extreme URLLC: Vision, challenges, and key enablers," 2020, *arXiv:2001.09683*.

Javaid, N., Sher, A., Nasir, H., & Guizani, N. (2018). Intelligence in IoT-Based 5G Networks: Opportunities and Challenges. *IEEE Communications Magazine*, 56(10), 94-100.

Kaber, D. B., Riley, J. M., Zhou, R., & Draper, J. (2000, July). Effects of visual interface design, and control mode and latency on performance, telepresence and workload in a

teleoperation task. In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 44, No. 5, pp. 503-506). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Kim, H., & Feamster, N. (2013). Improving network management with software defined networking. *IEEE Communications Magazine*, 51(2), 114-119.

Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013, April). Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses. In Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge (pp. 170-179). ACM.

Lee, I. (2017). Big data: Dimensions, evolution, impacts, and challenges. *Business Horizons*, 60(3), 293-303.

Lei Yuan, Yanli Zhang, Gang Luo. Reform and Countermeasures of Educational Scene Elements in the Age of 5G [J]. *Journal of Distance Education*, 2019, 37 (03): 27-37.

Li, X., Jiang, W., Jiang, Y., & Zou, Q. (2012, June). Hadoop applications in bioinformatics. In 2012 7th Open Cirrus Summit (pp. 48-52). IEEE.

M. K. Khalil, E. M. Abdel Meguid and I. A. Elkhider, "Teaching of anatomical sciences: A blended learning approach," *Clinical Anatomy*, vol. 31, no. 3, pp. 323–329, 2018. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ca.23052>

M. A. Imran, Y. A. Sambo, and Q. H. Abbasi, *Enabling 5G Communication Systems to Support Vertical Industries*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2019.

M. Ciolacu, A. F. Tehrani, L. Binder, and P. M. Svasta, "Education 4.0_ Artificial intelligence assisted higher education: Early recognition system with machine learning to support students' success," in *Proc. IEEE 24th Int. Symp. Design Technol. Electron. Packaging (SIITME)*, Oct. 2018, pp. 23_30.

M. I. Ciolacu, L. Binder, P. Svasta, I. Tache, and D. Stoichescu, "Education 4.0_jump to innovation with IoT in higher education," in *Proc. IEEE 25th Int. Symp. Design Technol. Electron. Packag. (SIITME)*, Oct. 2019, pp. 135_141.

M. Simsek, A. Aijaz, M. Dohler, J. Sachs, and G. Fettweis, "5G-enabled tactile internet," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 34, no. 3, pp. 460_473, Feb. 2016.

M. Zikky, K. Fathoni, and M. Firdaus, "Interactive Distance Media Learning Collaborative based on Virtual Reality with Solar System Subject," in 2018 19th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD). IEEE, 2018, pp. 4–9.

N. Abbas, Y. Zhang, A. Taherkordi, and T. Skeie, "Mobile edge computing: A survey," *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 1, pp. 450_465, Feb. 2017.

Neha D., 5G WIRELESS TECHNOLOGIES-Still 4G auction not over, but time to start talking 5G International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR) Volume 2, Issue 2, February 2013

Orts-Escolano, S., Rhemann, C., Fanello, S., Chang, W., Kowdle, A., Degtyarev, Y., & Tankovich, V. (2016, October). Holoportation: Virtual 3d teleportation in real-time. In Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology (pp. 741-754). ACM.

P. B. Prasad, N. Padmaja, B. S. Kumar, and A. Aravind, "Industry 4.0: Augmented and virtual reality in education," in *Innovating With Augmented Reality: Applications in Education and Industry*. CRC Press, 2021, ch. 3, pp. 29_52.

Patil, G. R., & Wankhade, P. S. (2012). 5G Wireless Technology. world, 1(1).

Phobun, P., & Vicheanpanya, J. (2010). Adaptive intelligent tutoring systems for e-learning systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4064-4069.

Q. Liu, W. Peng, F. Zhang, R. Hu, Y. Li, and W. Yan, "The effectiveness of blended learning in health professions: Systematic review and meta-analysis," *J Med Internet Res*, vol. 18, no. 1, p. e2, Jan 2016. [Online]. Available: <http://www.jmir.org/2016/1/e2/>

Sharma, M. M., Husain, S., & Ali, M. S. (2017). Cloud computing risks and recommendations for security. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 6(1), 52-56.

Shin, M. K., Nam, K. H., & Kim, H. J. (2012, October). Software-defined networking (SDN): A reference architecture and open APIs. In 2012 International Conference on ICT Convergence (ICTC) (pp. 360-361). IEEE.

Siman Fu, Li Zhang, Ting Lu, Dongmei Luo, Qian Zhao, Shanli Zhu. Analysis of the Current Situation of 5G Technology Application in Education [J]. Communication Power Technology, 2020 37 (01): 177-181.

Wu, G., Talwar, S., Johnsson, K., Himayat, N., & Johnson, K. D. (2011). M2M: From mobile to embedded internet. IEEE Communications Magazine, 49(4), 36-43.

Xiangqun Lu, Yu Sun. Research on the Application of Educational Informatization based on 5G Technology [J/OL]. China Engineering Science:1-9[2020-02-14].

Xiaofeng Lin, Kang Xie. The Application and Development Trend of the Fifth Generation Mobile Networks in the Field of Education [J]. Digital Education, 2019, 5 (06): 26-29.

Xiaoping Li, Qingliang Sun. Research on the Application of Network Education Based on the Fifth Generation Mobile Networks [J]. Electrochemical Education Research, 2019, 40 (01): 52-58.

Xuesong Zhai, Yulian Sun, Wenli Chen, Yonghong Shu, Congcong Shi. Educational Application, Challenge and Reflection of 5G Fusion [J]. Open Education Research, 2019, 25 (06): 12-19.

ΓΓΕΤ (2012) Πρόταση ΓΓΕΤ για τη Διαμόρφωση Κατευθύνσεων Αναπτυξιακής Στρατηγικής 2014-2020 (Proposal of GSRT for Defining Directions of Development Strategy 2014-2020)