

Πιθανές Εφαρμογές του 6G

Ορέστη Μάλα

Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων

Σίνδος, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

orestismala@hotmail.com

Abstract—Η αξιόπιστη σύνδεση μεταξύ συσκευών στην σημερινή κοινωνία έχει γίνει θέμα ζωτικής σημασίας. Η έρευνα στον τομέα της ασύρματης τεχνολογίας θα δώσει καθοριστικά βήματα στην πορεία του κόσμου με τεχνολογίες που θα διευκολύνουν την ζωή όλων και θα αυξήσουν το βιωτικό επίπεδο. Το πέμπτης γενιάς πρότυπο ασύρματων δικτύων κατάφερε να προσφέρει αρκετές τέτοιες διευκολύνσεις. Στο μέλλον όμως, μαζί με τις υπάρχουσες τεχνολογικές προόδους θα χρειαστεί ένας νέος τρόπος ασύρματης σύνδεσης. Εδώ αρχίζει ο λόγος για το 6G το οποίο πραγματεύεται και αυτό το άρθρο. Παρακάτω θα δοθούν μερικές πιθανές εφαρμογές του 6G καθώς και τις τεχνολογίες που θα βοηθήσουν στην πραγματοποίησή του. Επίσης θα παρατεθούν και κάποιοι περιορισμοί που αναμένονται να υπάρξουν.

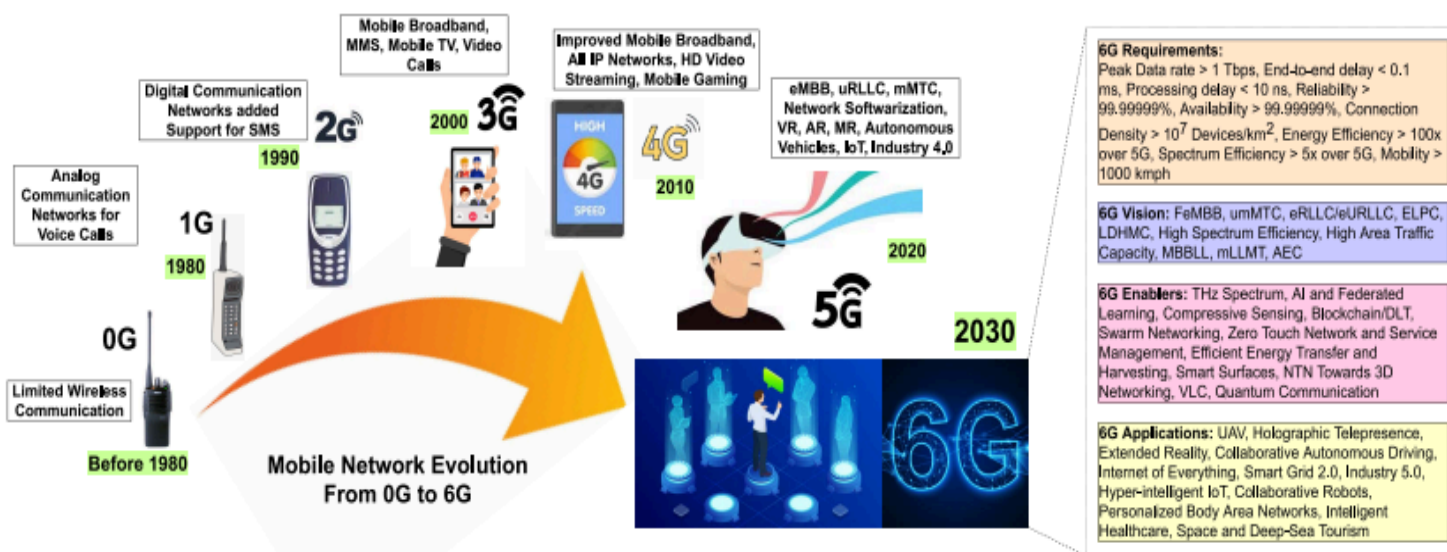
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε έναν κόσμο που εξελίσσεται τεχνολογικά με γεωμετρικούς ρυθμούς, βρισκόμαστε μάρτυρες στις αλλαγές των γενεών τις ασύρματης επικοινωνίας από την 1^η μέχρι και σήμερα, η πρόοδος αυτή φαίνεται και στην ΕΙΚΟΝΑ 1. Η πιο πρόσφατη τέτοια αλλαγή έγινε το 2020 με το 5G να γίνεται εμπορικά διαθέσιμο. Το 5G ήρθε να αλλάξει την εμπειρία του χρήστη με

υψηλής ταχύτητας σύνδεση προσφέροντας βελτιωμένη ευρυζωνική κινητή (eMBB), υπηρεσίες μαζικής επικοινωνίας

ΕΙΚΟΝΑ 1. Η εξέλιξη των κινητών δικτύων από 0G ε

μεταφοράς δεδομένων με νέα υψηλά εύρη συχνοτήτων (mmWave), προχωρημένη χρήση του φάσματος και πλήρη ανασχεδίαση του βασικού δικτύου. Παρ' όλα αυτά, μπορεί τώρα το 5G να θεωρείται η κορυφή της κινητής επικοινωνίας ωστόσο αναμένεται να εκθρονιστεί από το 6G καπου στο 2030[7]. Το 6G όντας ο διάδοχος του 5G στην ασύρματη επικοινωνία, θα λειτουργεί σε αρκετά υψηλότερες συχνότητες σε σχέση με τον προκατόχό του. Αυτές οι συχνότητες ξεκινάνε πάνω από τα 60 GHz και κυμαίνονται από το μη ορατό έως και το ορατό εύρος του φάσματος, δηλαδή τεράστιο φάσμα.[1] Με τις έρευνες να έχουν ήδη ξεκινήσει (έρευνες οι οποίες θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα) για την ανάπτυξη του 6G, αναμένεται αυτό να καλύψει ανάγκες που δεν μπορεί το 5G. Ανάγκες που είναι λογικό να δημιουργηθούν εάν σκεφτούμε πόσο πολύ οι σημερινές κοινωνίες βασίζονται στην αυτοματοποίηση και πόσο βαθιά εξαρτημένες είναι στα δεδομένα. Σε αυτό το κείμενο θα παρουσιαστούν οι πιθανές εφαρμογές του 6G στη σημερινή κοινωνία, τα πλεονεκτήματα, οι πιθανές εφαρμογές, οι



ενεργοποιητικές τεχνολογίες καθώς και οι πιθανές προκλήσεις και περιορισμοί.

II. ΕΡΕΥΝΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΤΟ 6G,ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.

A. ΕΡΕΥΝΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ 6G

Όταν αναφερόμαστε σε κατι τόσο νέο όσο το 6G δύσκολα μπορούμε να βρούμε σχετικές έρευνες. Υπάρχουν όμως χώρες οι οποίες έχουν ανακοινώσει την έναρξη των ερευνών με την Κίνα να φαίνεται να έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά εκδομένων ερευνών. Ωστόσο η πρώτη χώρα που άρχισε τις έρευνες ήταν η Φινλανδία,στο πανεπιστήμιο του Ούλου με το πρόγραμμα «6G FLAGSHIP» το 2018[8]. Ταυτόχρονα και το Ηνωμένο Βασίλειο,η Γερμανία και η Αμερική έχουν αρχίσει την δική τους έρευνα. Η Νότια Κορέα σε ανακοίνωση του Υπουργείου πληροφοριών και επικοινωνιακών τεχνολογιών έχει σκοπό να παρατάξει δίκτυο 6G το 2028. Όμως οι έρευνες αφού βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο,επικεντρώνονται πιο πολύ στις απαιτήσεις και δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής.

B. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Υψηλής ταχύτητας μεταφορά δεδομένων.

Μια απο τις βασικές εξελίξεις της 6G τεχνολογίας είναι η ταχύτητα με την οποία μεταφέρει δεδομένα σε σχέση με τον προκάτοχο του, το 5G. Το 5G μπορεί να προσφέρει να ταχύτητες μέχρι και 10Gbps,ενώ το 6G αναμένεται να μεταφέρει δεδομένα με ταχύτητα έως και 1Tbps. Μπορούμε εύκολα να πούμε πως αυτές οι ταχύτητες θα αλλάξουν πολλούς τομείς, απο την καθημερινότητα μέχρι και σε πιο ειδικευμένες κατηγορίες[8]. Είναι προφανές όμως για να επιτευχθούν αυτές οι ταχύτητες πρέπει να γίνει χρήση

Constraint	5G
Traffic Capacity	10 Mb/s/m ²
Throughput: downlink	20 Gb/s
Throughput: uplink	10 Gb/s
Uniform user experience	50Mb/s, 2D everywhere
Latency (radio interface)	1ms
Latency (end to end)	10ms
Reliability (Block error rate)	1-10-5
Energy/bit	~10mJ/b
Localization precision	10 cm in 2D
Network type	mmWave
Frequency band	3 GHz-100 GHz
Transmission Range	<1Km
Application scenarios	Massive MIMO, Macro/pico cell
Device types	Smart Phones, Sensors, Drones, AR/VR wearable devices
Mobility	200 Km/h – 500 Km/h
Channel Codes	LDPC and Polar codes
Channel Bandwidth	100 MHz
Jitter	~ 100ms

των συχνοτήτων στα στο εύρος των Terahertz(Thz) όπως οι mmWave οι οποίες άλλωστε χρησιμοποιούνται και στο 5G,όμως σε χαμηλότερες συχνότητες [7]. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται Τα mmWaves και Thz και υπο-εύρη που πιθανότατα να μπορούν χρησιμοποιηθούν για το 6G.

2. Χαμηλή καθυστέρηση μεταφοράς δεδομένων.

Η καθυστέρηση μεταφοράς αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται για τα δεδομένα να πάνε απο το σημείο στο άλλο. Αν όμως μιλήσουμε σε επίπεδο ασύρματης επικοινωνίας η καθυστέρηση είναι βασικός παράγοντας στην εμπειρία του χρήστη. Η 6G τεχνολογία προσδοκάται να έχει καθυστέρηση σε βαθμό χαμηλότερου του 1 (ms),νούμερο πολύ μικρό[4]. Αυτό σημαίνει ότι η πρακτικά δεν θα υπάρχει καθυστέρηση στην επικοινωνία συσκευών πράγμα χρήσιμο σε συνομιλίες μεταξύ ανθρώπων,χειρουργία εξ'αποστάσεως. Για να γίνει όμως αυτο πρέπει να μειωθεί ο χρόνος καθυστέρησης διαδόσεως ο οποίος προκαλείται απο το μέσω διάδοσης,τον αέρα. Ο χρόνος αυτός μπορεί μειωθεί αξιοποιώντας προηγμένες τεχνικές διαμόρφωσης δέσμης.[9],

3. Υψηλή αξιοπιστία.

Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας της ασύρματης επικοινωνίας είναι η αξιοπιστία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Πιθανές απαιτήσεις του 6G σε σύγκριση με το 5G όπως παρουσιάζεται στο άρθρο [1].

Η 6G τεχνολογία θα είναι μακράν πιο αξιόπιστη από την 5G λόγω καλύτερης κάλυψης και σταθερότερης συνδεσιμότητας.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση πολλαπλών-εισόδων, πολλαπλών εξόδων (MIMO). MIMO είναι η ενεργοποίηση πολλών κεραιών για την αποστολή και παραλαβή δεδομένων ταυτόχρονα. [6]
Παρακάτω παρατίθεται ο Πίνακας 1 από την το άρθρο [1] και περιγράφει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του 6G και τα συγκρίνει με αυτά του 5G.

III. ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ 6G

Μπορούμε να υποθέσουμε πως εφόσον το 6G είναι μια αρκετά πιο δυνατή αναβάθμιση του 5G, οι δυνατότητες και οι εφαρμογές του θα είναι επαναστατικές σε πάρα πολλούς τομείς όπως, τις Ιατρικές, μεταφορές, ψυχαγωγίας και βιομηχανίας. Μερικές τέτοιες εφαρμογές θα παρατεθούν παρακάτω. Επίσης στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται ένα πιθανό σενάριο αρχιτεκτονικής δικτύου 6G.

A. Έξυπνες πόλεις

Οι έξυπνες πόλεις είναι μια ανερχόμενη έννοια που στοχεύει στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας σε αστικές εγκαταστάσεις όπως μεταφορά, ενέργεια, ύδρευση, διαχείριση αποβλήτων και δημόσια προστασία, έτσι ώστε να βελτιώσει αποδοτικότητα, βιωσιμότητα και σε σύνολο την ποιότητα ζωής. Η υλοποίηση των έξυπνων πόλεων αναμένεται να επιταχυνθεί με την ανάπτυξη του 6G το οποίο μπορεί να ενεργοποιήσει μια πιο γρήγορη, αξιόπιστη και πιο ασφαλή σύνδεση μεταξύ συστημάτων και συσκευών. Το 6G μπορεί να προσφέρει παρακολούθηση και διαχείριση σε αστικές εγκαταστάσεις και υπηρεσίες όπως ροή της κυκλοφορίας στα οδικά συστήματα, ποιότητα αέρα και κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, όπως και θα αναφερθεί σε επόμενη υποκατηγορία, η ανάπτυξη μη-επανδρωμένων αεροχημάτων και αυτόνομων οχημάτων μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια του 6G. Με αυτόν τον τρόπο η επικοινωνία μεταξύ αυτών των συσκευών λόγω των εργαλείων του 6G θα είναι γρήγορη και αξιόπιστη προσφέροντας ασφάλεια μετακινήσεων. Τέλος, το 6G θα ενισχύσει το δημόσια ασφάλεια αξιοποιώντας την

παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και ανάλυση εγκλήματος [3], [9].

B. Βιομηχανία 4.0

Η βιομηχανία 4.0 αναφέρεται στην 4^η βιομηχανική επανάσταση, η οποία χαρακτηρίζεται από την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη, ρομποτική, Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT), κ.α. Σύμφωνα με τον συγγραφέα στο [1], μελλοντικά η αυτοματοποιημένη παραγωγή, λόγω της μεγάλης ζήτησης, θα αυξηθεί. Μαζί με αυτή την αύξηση έρχεται και η απαίτηση για πιο ακριβή αυτόματα συστήματα με χαμηλή καθυστέρηση και καλύτερη επικοινωνία μεταξύ συσκευών. Το 6G με βάση τις προβλέψεις και έρευνες που πραγματοποιούνται, φαίνεται πως θα λύσει αυτά τα προβλήματα και θα φέρει επαναστατικές αλλαγές στον τομέα.

C. Μη επανδρωμένη μεταφορά.

Παρατηρούμε τα τελευταία χρόνια μια άνοδο στις μεταφορές με μη επανδρωμένα οχήματα. Αυτή η άνοδος έφερε στο προσκήνιο απαιτήσεις που δύσκολα ικανοποιούνται με την υπάρχουσα τεχνολογία. Τέτοιες απαιτήσεις είναι η ασφαλής μεταφορά επιβατών, το σώστα οργανωμένο σύστημα κυκλοφορίας επίσης σύμφωνα με το δημοσίευμα [4] υποστηρίζεται πως η αξιοπιστία πρέπει να είναι ποσοστού άνω του 99.99999 τις εκατό και χαμηλή καθυστέρηση, χαμηλότερη του 1 ms. Επίσης η αύξηση των αισθητήρων στα οχήματα καθιστά την επικοινωνία μεταξύ μηχανών, σε υπερμεγέθη ποσότητες δεδομένων (Terabytes), άκρως σημαντική. Το 6G πιστεύεται πως θα χαράξει τον δρόμο σε μια πιο ασφαλή, γρήγορη και αξιόπιστη χρήση μέσων μεταφοράς. Το ίδιο μπορεί εύκολα ειπωθεί και για τα μη-επανδρωμένα αεροχήματα. Αυτά θα μπορούν με μεγαλύτερη ακρίβεια να εκτελούν στρατιωτικές αποστολές, μεταφορές ιατρικών προμηθειών, αγροτικών εργασιών και αστικών χρήσεων. Όλα αυτά χωρίς να διακυνδυνεύουν τις ζωές ανθρώπων.

D. Επικοινωνία με την χρήση Ολογράμματος

Η επικοινωνία μέσω Ολογράμματος αναφέρεται στην τεχνολογία που επιτρέπει σε έναν χρήστη να προβάλει τον εαυτό μέσω μια τρισδιάστατης εικόνας σε απομακρυσμένη περιοχή, δημιουργώντας έτσι την ψευδαίσθηση της παρουσίας του στο συγκεκριμένο σημείο. Η τεχνολογία αυτή απαιτεί υψηλής ταχύτητας δίκτυο για την μεταφορά δεδομένων. Το 6G μπορεί να δώσει την απαιτούμενη για την χρήση της ταχύτητα, αφού όπως προαναφέρθηκε, προσφέρει μηδαμινή καθυστέρηση και υψηλή αξιοπιστία. Επομένως ο συνδυασμός αυτών των δύο τεχνολογιών μπορεί να φέρει επαναστατικές αλλαγές στην εκπαίδευση, ψυχαγωγία και περιθάλψη, όπου ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με σημαντικό τρόπο με το γύρω περιβάλλον [10].

E. Έξυπνη Φροντίδα Υγείας

Στην ανάλυση που πραγματοποιείται στα [1], [3], [8], [9] με τις ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που προσφέρει

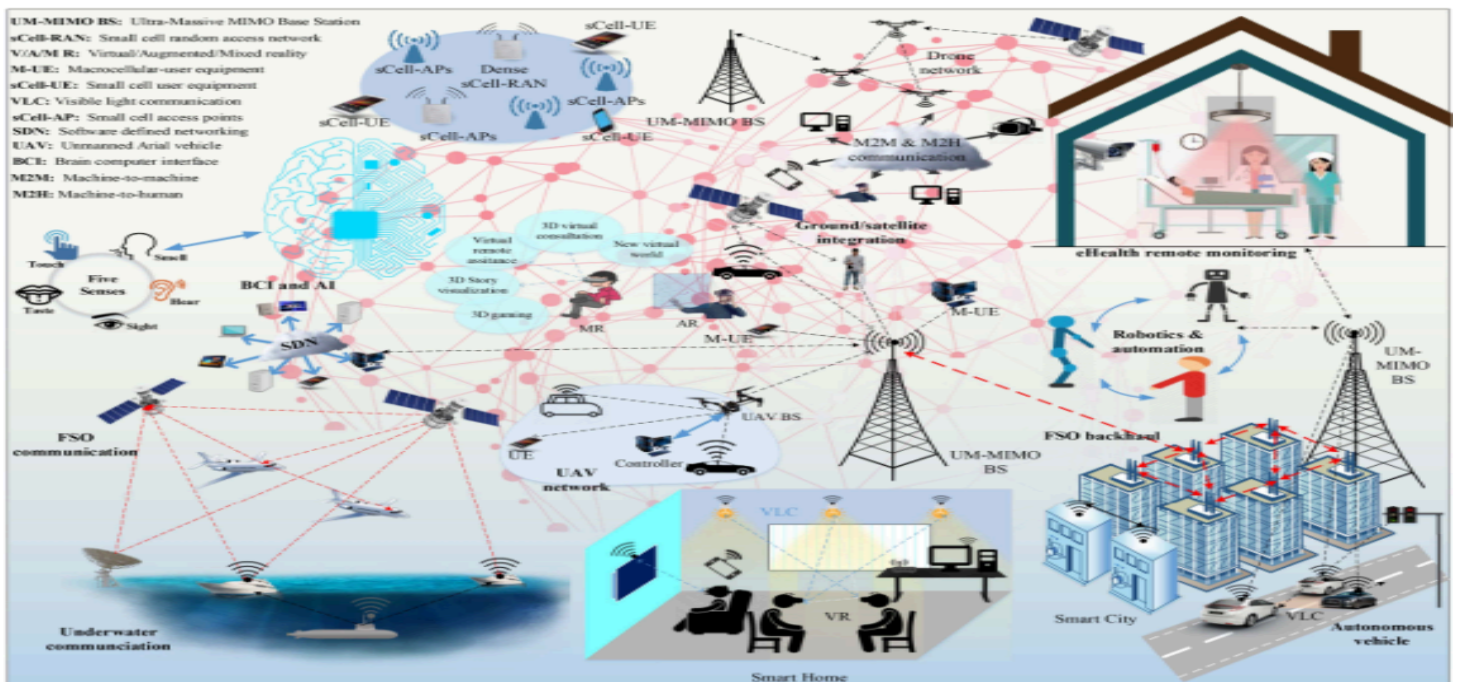
το 6G, διαθέτει την ικανότητα να αλλάξει τον τρόπο που έχουμε συνηθίσει την σύγχρονη ιατρική.

- Έξ'αποστάσεως χειρουργείο: με την τόσο χαμηλή καθυστέρηση που προσφέρει το 6G και με την αξιοποίηση της ρομποτικής, περιοχές απομακρυσμένες, μπορούν να έχουν εύκολη πρόσβαση σε περίθαλψη χωρίς την μεγάλη αναμονή για μεταφορά ασθενών.
- Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να λειτουργήσει και η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο ζωτικών σημείων όπως οι καρδιακοί παλμοί, πίεση αίματος και επίπεδα οξυγόνου. Μια τέτοια τεχνολογία θα είχε μεγάλη χρησιμότητα σε περιπτώσεις πανδημίας.
- Ανακάλυψη φάρμακων: Με την ικανότητα

IV. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Ενεργοποιητικές τεχνολογίες αναφέρονται σε τεχνολογίες που επιτρέπουν την ανάπτυξη και την υποστήριξη άλλων τεχνολογιών και εφαρμογών. Η ανάπτυξη νέων συστημάτων δικτύου κινητής βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στα πλεονεκτήματα προκατόχων προσθέτοντας παραπάνω χαρακτηριστικά έτσι ώστε να καλύψει της ανάγκες της εκάστοτε εποχής. Σε αυτή την ενότητα θα περιγραφούν τέτοιες τεχνολογίες που ενεργοποιούν τις παραπάνω εφαρμογές του 6G.

1. Επικοινωνίες TeraHertz: Τα κύματα Thz διαθέτουν υψηλότερες συχνότητες από τα μικροκύματα και τα χιλιοστομετρικά



ΕΙΚΟΝΑ 2. Πιθανό σενάριο αρχιτεκτονικής δικτύου 6G όπως παρουσιάζεται στο άρθρο[6].

του 6G να χειρίζεται δεδομένα με μεγάλες ταχύτητες οι ερευνητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αλγόριθμους εκμάθησης μηχανής έτσι ώστε να επιταχύνουν την ανακάλυψη νέων φάρμακων.

- Εξατομικευμένη περίθαλψη: Χρησιμοποιώντας τα εργαλεία του 6G, γιατροί μπορούν με την χρήση, όπως και παραπάνω, αλγορίθμων εκμάθησης να αναλύσουν τα δεδομένα ενός ασθενούς και να προσφέρουν πολύ πιο συγκεκριμένη περίθαλψη.

κύματα που χρησιμοποιούνται στα 5G επιτρέποντας έτσι υψηλότερα εύρη ζώνης και πιο γρήγορες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων.

Τεχνητή νοημοσύνη (AI): Η τεχνητή

2. νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιστοποιήσει την απόδοση του δικτύου, να προβλέψει και να αποτρέψει πιθανές αστοχίες, και να βελτιώσει την συνολική απόδοση του δικτύου.
3. Ετερογενή δίκτυα: Τα 6G δίκτυα μπορεί να ενσωματώσουν πολλαπλές τεχνολογίες δικτύων, όπως δορυφορική, κινητή και Wi-Fi,

με αποτέλεσμα την αποφυγή συμφόρησης αλλά και καλύτερη κάλυψη.

4. Κβαντική Υπολογιστική: Αυτή έχει την δυνατότητα σύμφωνα με το δημοσίευμα [6] να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους όπως:

- Βελτιστοποίηση και χρονοδρομολόγηση: Τα 6G δίκτυα θα είναι αρκετά πολύπλοκα με πολλές συσκευές διασυνδεδεμένες. Χρησιμοποιώντας το κβαντική υπολογιστική μπορεί να βελτιστοποιηθεί η χρονοδρομολόγηση των πόρων του δικτύου, μειώνοντας έτσι την καθυστέρηση και μεγιστοποιώντας την αποτελεσματικότητα.
- Ασφάλεια: Κβαντική κρυπτογραφία μπορεί να εφαρμοστεί για να δημιουργηθούν δυνατά κλειδιά κρυπτογράφησης και κβαντική διανομή κλειδιών για να μπορούν να διανεμηθούν αυτά τα κλειδιά στους κόμβους του δικτύου.
- Εκμάθηση μηχανής: Οπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν κβαντική αλγόριθμοι μηχανικής εκμάθησης για πιο ακριβείς και σωστές προβλέψεις κίνησης δικτύου και συμπεριφοράς χρήστη.
- Προτόκολλα επικοινωνίας: Επίσης η κβαντική μηχανική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη νέων πρωτοκόλλων επικοινωνίας που μπορούν να αξιοποιήσουν τις κβαντικές ιδιότητες.

Μία λίστα με περισσότερες τέτοιες τεχνολογίες παρουσιάζεται στην εικόνα

	mmWave part-1		30 - 275 GHz	10 – 1.1 mm	mmWave
THz	mmWave part-2		275 - 300 GHz	1.1 - 1 mm	
	Far IR part-1		0.3 - 3 THz	1-0.1 mm	
	Far IR part-2		3 - 20 THz	0.1-0.015 mm	Infrared
	Thermal IR	Long-wavelength IR	20 - 37.5 THz	0.015-0.008 mm	
		Mid-wavelength IR	37 - 100 THz	0.008-0.003 mm	
	Short-wavelength IR		100 – 214.3 THz	3000000– 1400 nm	
	Near IR		214.3 - 394.7 THz	1400-760 nm	
	Red		394.7 - 491.8 THz	760 - 610 nm	Visible light
	Orange		491.8 - 507.6 THz	610 - 591 nm	
	Yellow		507.6 - 526.3 THz	591 - 570 nm	
	Green		526.3 - 600 THz	570 - 500 nm	
	Blue		600 - 666.7 THz	500 - 450 nm	
	Violet		666.7 - 833.3 THz	450 - 360 nm	
	UVA		750 - 952.4 THz	400 - 315 nm	Ultraviolet
	UVB		952.4 - 1071 THz	315 - 280 nm	
	UVC		1.071 - 3 PHz	280 - 100 nm	
	NUV		0.750 - 1 PHz	400 - 300 nm	
	Middle UV		1 - 1.5 PHz	300 - 200 nm	
	Far UV		1.5 - 2.459 PHz	200 - 122 nm	
	Hydrogen Lyman-alpha		2.459 - 2.479 PHz	122 - 121 nm	
	Extreme UV		2.479 - 30 PHz	121 - 10 nm	
	Vacuum UV		1.5 - 30 PHz	200 - 10 nm	Optical

V. ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ 6G

Καθώς η τεχνολογία του 6G είναι ακόμα σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης, υπάρχουν πάρα πολλοί περιορισμοί αλλά και προκλήσεις που οι ερευνητές και μηχανικοί πρέπει να λάβουν υπ' όψιν τους έτσι ώστε να γίνει πραγματικότητα. Μερικές από τις πιο σημαντικές προκλήσεις και περιορισμούς είναι θα αναλυθούν παρακάτω.

- A. **Περιορισμοί εύρους ζώνης:** Καθώς ολοένα και περισσότερες συσκευές συνδέονται στο δίκτυο, μπορεί να υπάρξουν περιορισμοί στην διαθέσιμη ποσότητα εύρους ζώνης (bandwidth) κάθε συσκευής προκαλώντας πιθανές καθυστερήσεις και χαμηλότερες ταχύτητες [5]
- B. **Παρεμβολές και αλλοίωση σήματος:** Όντας η τεχνολογία 6G βασισμένη υψηλής συχνότητας μπορεί να υπάρξουν παρεμβολές και αλλοίωση του σήματος ειδικά σε αστικές περιοχές όπου υπάρχουν

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Τα mmWaves και THz και υπο-εύρη που πιθανότατα το άθρο [6]

πάρα πολλά εμπόδια. Η αλλοίωση επίσης μπορεί να προκληθεί και από ατμοσφαιρική απορρόφηση και διάχυση. [6]

- C. **Ενεργειακή απόδοση:** Καθώς οι ποσότητες των δεδομένων και οι συνδεδεμένες συσκευές στο δίκτυο 6G αυξάνονται η ενεργειακή απόδοση θα είναι σαμαντική πρόκληση. Η υψηλής ενέργειας κατανάλωση των 6G συστημάτων μπορεί να σταθεί εμπόδιο στην ανάπτυξη του. Ακόμη πιο σημαντικό ζήτημα θα είναι στις συσκευές που τροφοδοτούνται από μπαταρίες. [5]
- D. **Κόστος:** Η ανάπτυξη και έρευνα του 6G θα απαιτήσει μεγάλο αριθμό επενδύσεων, όπως επίσης και η εγκατάσταση. Αυτό το πρόβλημα σίγουρα θα επηρεάσει κράτοι χαμηλού εισοδήματος.
- E. **Ασφάλεια και απόρρητο:** Με την αυξανόμενη αυτή ποσότητα δεδομένων που θα προσφέρει το 6G, είναι πολύ πιθανό τα δεδομένα αυτά να γίνουν στόχοι. Άλλωστε ακόμη και με το ήδη υπάρχον 5G αυτά τα προβλήματα βρίσκονται στο προσκήνιο.

- F. **Δημιουργία προδιαγραφών:** Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα II πολλά έθνη και κυβερνήσεις έχουν ανακοινώσει την έναρξη ερευνών. Όμως καθώς δεν υπάρχει κάποια συμφωνημένη τυποποίηση μπορεί να προκληθεί πρόβλημα διαλειτουργικότητας με αποτέλεσμα να καθυστερήσει η υιοθέτηση του.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναμφίβολα λοιπόν το 5G που αποτελεί ένα ήδη καλό σύστημα το οποίο όμως δημιουργεί ένα χάσμα στις προαναφερθείσες τεχνολογίες. Για αυτό τον λόγο λοιπόν, γίνεται επιτακτική η έρευνα για το νέο 6G, για να μπορούμε να διασφαλίσουμε τις απαιτήσεις των σύγχρονων ασύρματων συστημάτων. Έτσι, σε αυτό το άρθρο αποδόθηκε μια σφαιρική εικόνα των πιθανών εφαρμογών, των οδηγητικών τεχνολογιών και των προκλήσεων του 6 G. Ακόμη όμως, Η τεχνολογίες αυτές είναι σε δοκιμαστικά στάδια και δεν είναι στην αγορά, ευελπιστούμε όμως το 2030 να μπορούν να γίνουν διαθέσιμα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Ambar Bajpi and Arun Balodi "Role of 6G Networks: Use Cases and Research Directions" 2020 IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference(B-HTC), October 2020.
- [2] Mochammad Haldi Widiyanto , Maria Artanta Ginting, and Johan Muliadi Kerta, "Devices Communication: Hindrances Toward 6G Network IoT" , Volume 69 Issue 9, 140-145, September, 2021.

- [3] Zakria Qadir, Khoa N. Le, Nasir Saeed and Hafiz Suliman Munawar "Towards 6G Internet of Things: Recent advances, use cases, and open Challenges", 9 June 2022.
- [4] Marco Giordani, Michele Polese, Marco Mezzavilla, Sundeep Rangan, and Michele Zorzi "Toward 6G Networks: Use Cases and Technologies", IEEE Communications Magazine Volume: 58, Issue: 3, March 2020.
- [5] HARSH TATARIA , MANSOOR SHAFI , ANDREAS F. MOLISCH , MISCHA DOHLER , HENRIK SJÖLAND AND FREDRIK TUFVESSON "6G Wireless Systems: Vision, Requirements, Challenges, Insights, and Opportunities", Proceedings of the IEEE Volume: 109, Issue: 7, July 2021.
- [6] MOSTAFA ZAMAN CHOWDHURY , MD. SHAHJALAL , SHAKIL AHMED , AND YEONG MIN JANG "6G Wireless Communication Systems: Applications, Requirements, Technologies, Challenges, and Research Directions", 20 July 2020.
- [7] Van-Linh Nguyen , Po-Ching Lin , Bo-Chao Cheng , Ren-Hung Hwang , and Ying-Dar Lin, " Security and Privacy for 6G: A Survey on Prospective Technologies and Challenges", IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 23, NO. 4, FOURTH QUARTER 2021
- [8] W. Saad, M. Bennis, and M. Chen, "A vision of 6g wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems," IEEE network, 2019
- [9] CHAMITHA DE ALWIS , ANSHUMAN KALLA , QUOC-VIET PHAM , PARDEEP KUMAR , KAPAL DEV , WON-JOO HWANG , AND MADHUSANKA LIYANAGE " Survey on 6G Frontiers: Trends, Applications, Requirements, Technologies and Future Research" 16-April-2021.
- [10] Chongwen Huang , Sha Hu , George C. Alexandropoulos , Alessio Zappone , Chau Yuen , Rui Zhang , Marco Di Renzo and Merouane Debbah, "Holographic MIMO Surfaces for 6G Wireless Networks: Opportunities, Challenges, and Trends"
- [11] Overview of Millimeter and Terahertz Wave Application Research Naoya Kukutsu† and Yuichi Kado.