



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ

ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

**MULTICAST ΜΕΤΑΔΟΣΕΙΣ ΣΕ
ΔΙΚΤΥΑ 5G**

ΣΤΑΜΟΥΛΑΚΑΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

A.M 6355

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 :ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 5G ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΤΟΥ 4G LTE	5
1.2 ΚΙΝΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: MULTICASTING	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ MBMS	10
3.1 ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ MBMS	10
3.2 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ MBMS ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ 5G	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:5G MULTICAST ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	14
4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ	14
4.2 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΜΙΚΡΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:ΕΠΙΛΟΓΟΣ- 21 -

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....- 22 -

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

- **ICT - Information and communication technology**
- **IoT – Internet of Things**
- **LTE - 3GPP Long Term Evolution**
- **MTC - Machine Type Communications**
- **MBMS - Multimedia Broadcast Multicast Services**
- **3GPP - 3rd Generation Partnership Project**
- **BM-SC - Broadcast Multicast Service Centre**
- **eNBs - evolved NodeBs**
- **MME - mobility management entity**
- **UE - user equipment**
- **MCE- Multicell/multicast coordination entity**
- **UHD - ultra high definition**
- **HeNB - Home eNodeB**
- **S-eNBs - satellite-eNodeB**
- **SCS - service capability server**

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Σε μια εποχή που ο αριθμός και η ποικιλία των εφαρμογών κινητής πολυεκπομπής αυξάνονται ραγδαία, οι πάροχοι κινητών δικτύων βρίσκονται μπροστά σε μια δραματική αύξηση του φορτίου κίνησης πολλαπλών μεταδόσεων. Η ανάπτυξη αυτή θα συνεχιστεί στα δίκτυα 5ης γενιάς και η επιτυχία τους θα εξαρτάται από την ικανότητα παροχής νέων, ιδιαίτερα απαιτητικών πολυμεσικών υπηρεσιών. Η κίνηση πολλαπλής διανομής δε στοχεύει μόνο σε ομάδες ανθρωποκεντρικών συσκευών αλλά περιλαμβάνει επίσης και MTC για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT). Το παρόν έγγραφο παρουσιάζει τις προκλήσεις που προβλέπεται να αντιμετωπίσει το 5G με σκοπό την αποτελεσματική διαχείριση τους ώστε να είναι επιτρεπτή η εφαρμογή πολυεκπομπής σε μελλοντικά σενάρια 5G.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 5G συνέχεια του 4G LTE

Το 5G αναμένεται να κάνει την εμφάνιση του και να αντικαταστήσει το σημερινό ευρέως διαδεδομένο πρότυπο 4G LTE στη βιομηχανία ασύρματου δικτύου το 2020. Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ICT) θεωρούνται ως βασικά συστατικά για την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη, διότι έχουν δημιουργήσει νέα οφέλη και πλεονεκτήματα. Δεδομένου ότι εισήχθησαν 4G υπηρεσίες ασύρματου δικτύου, οι άνθρωποι έχουν τη δυνατότητα να βιώνουν ευρυζωνικές υπηρεσίες με τις κινητές τους συσκευές (π.χ. smartphones και tablet PCs) και η εμπειρία του τελικού χρήστη να είναι σχεδόν ισοδύναμη με αυτή των ενσύρματων συνδέσεων. Παρά τις προηγμένες τεχνολογίες ασύρματων δικτύων 4G LTE, είναι δύσκολο να παραχθούν κινητές υπηρεσίες που απαιτούν υψηλή ταχύτητα, ταχεία απόκριση, υψηλή αξιοπιστία και ενεργειακή απόδοση. Ως εκ τούτου, αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν βασικές απαιτήσεις για μελλοντικές υπηρεσίες στην εποχή 5G.

Το 4G LTE δεν έχει την ικανότητα να προσφέρει στιγμιαίες υπηρεσίες cloud, απτικό Internet, eV2X, IoT και επικοινωνία με drones και ρομπότ, ενώ ταυτόχρονα να παρέχει την ποιότητα της εμπειρίας σε χρήστες κινητής τηλεφωνίας. Επιπλέον, τα δίκτυα LTE μπορούν να παρέχουν βίντεο υψηλής ποιότητας σε ένα μόνο περιορισμένο αριθμό χρηστών κινητής τηλεφωνίας ταυτόχρονα.

Οι υπηρεσίες 5G εισάγοντας νέα περιεχόμενα, όπως βίντεο και ολογράμματα 360 μοιρών, καθώς και νέες έννοιες υπηρεσιών, όπως οι έξυπνες μεταφορές και MTC, μπορούν να αναπτυχθούν σε διάφορες κατευθύνσεις όπως η απεριόριστη μετάδοση δεδομένων, ένας μεγάλος αριθμός ενεργών συνδέσεων και νέοι τύποι κινητών συσκευών, ειδικά αισθητήρων, που τροφοδοτούνται από βιώσιμες πηγές ενέργειας.

Το πεδίο εφαρμογής των υπηρεσιών 5G δεν περιορίζεται στις προσωπικές επικοινωνίες, αλλά επεκτείνεται και στους τομείς των κοινωνιών ,κινητά τηλέφωνα, φορητές συσκευές, αισθητήρες, ενεργοποιητές, οχήματα, ρομπότ και ούτω καθεξής.

1.2 Κινηση Δεδομένων

Καθώς τα περιεχόμενα κινητών πολυμέσων και τα κοινωνικά δίκτυα έχουν γίνει πιο δημοφιλή, η ζήτηση για κινητές συνδέσεις αυξάνεται συνεχώς. Επιπλέον, έχουν προκύψει νέοι τύποι υπηρεσιών πολυμέσων όπως επαυξημένη πραγματικότητα, εικονική πραγματικότητα και ολογράμματα, τα οποία απαιτούν όλα τεράστιες κυκλοφοριακές ποσότητες. Η άνευ προηγουμένου παγκόσμια ανάπτυξη της κίνησης δεδομένων κινητής τηλεφωνίας, η οποία αναμένεται να συνεχιστεί με ετήσιο ρυθμό 45% τα επόμενα χρόνια, φθάνοντας τα (30,6 exabytes permonth, 1 EB = 1,000,000 TB) έως το 2020 θα είναι 8,3 φορές υψηλότερη από το 2015 (3,7 exabytes ανά μήνα). Εκτός από τον όγκο της κινητής τηλεφωνίας, έχει αυξηθεί εκθετικά και ο αριθμός των κινητών συσκευών με την εισαγωγή νέων τύπων συσκευών όπως φορητές συσκευές, αισθητήρες, οχήματα, drones και ρομπότ. Ειδικότερα, η τάση αυτή επιταχύνθηκε επειδή πολλά μηχανήματα με αισθητήρες ή / και ενεργοποιητές συνδέθηκαν σε δίκτυα επικοινωνιών για υπηρεσίες διαδικτύου. Σε παγκόσμιο επίπεδο αναμένεται ότι η αγορά κινητών συσκευών και άλλων συσκευών διαδικτύου που συνδέονται με το Διαδίκτυο ενδέχεται να αυξηθεί από 7,9 δισ. Δολάρια το 2015 σε 11,6 δισ. Δολάρια το 2020.

Τα μελλοντικά δίκτυα αναμένεται να έχουν μεγαλύτερη συμφόρηση λόγω του αυξανόμενου αριθμού συσκευών και κυκλοφορίας δεδομένων. Συνεπώς, αυτό αυξάνει την καθυστέρηση του δικτύου και μπορεί να παρεμποδίσει τη συνδεσιμότητα με το mobile cloud. Η χρήση κινητών υπολογιστών ακριβείας είναι πρακτικά ικανή

να μειώσει την καθυστέρηση του δικτύου και να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα όταν χρησιμοποιεί πόρους δικτύου

Για να αντιμετωπιστεί αυτό το "τσουνάμι δεδομένων", τα αναδυόμενα συστήματα 5ης γενιάς (5G) πρέπει να βελτιώσουν τις επιδόσεις του δικτύου όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, τη διαθεσιμότητα και την καθυστέρηση που βιώνει ο χρήστης και ταυτόχρονα να αξιοποιήσουν καλύτερα τους πόρους του δικτύου όπως το ασύρματο εύρος ζώνης και η δυνατότητα σύνδεσης του backhaul. Μια υποψήφια λύση είναι η πολυεκπομπή (multicast). Το παρόν έγγραφο παρουσιάζει τις προκλήσεις που θα αντιμετωπίσει το 5G δίκτυο με σκοπό την αποτελεσματική διαχείριση τους ώστε να είναι επιτρεπτή η εφαρμογή πολυεκπομπής σε μελλοντικά σενάρια 5G.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: MULTICASTING

Η πολυεκπομπή είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την επικοινωνία όπου ένα κομμάτι πληροφοριών αποστέλλεται από ένα ή περισσότερα σημεία σε ένα σύνολο άλλων σημείων. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να υπάρχει ένας ή περισσότεροι αποστολείς και οι πληροφορίες διανέμονται σε ένα σύνολο δεκτών.

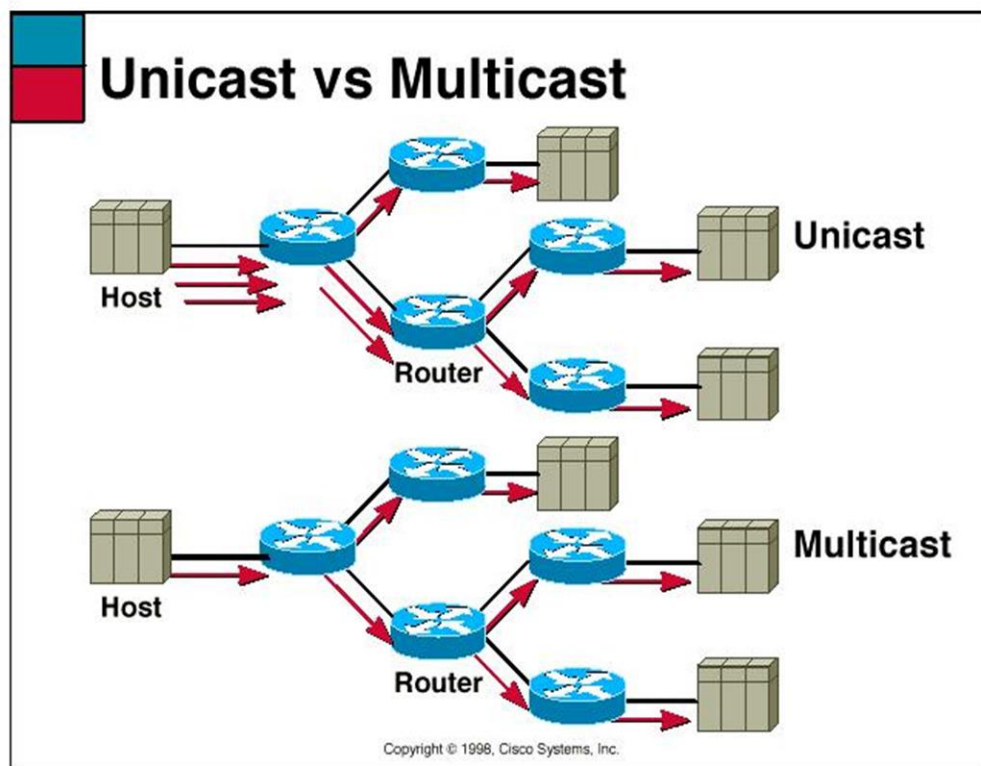
Η πολυεκπομπή θα πρέπει να είναι αποτελεσματική όταν υπάρχει μεγάλος συγχρονισμός στην πρόσβαση πληροφοριών μεταξύ των χρηστών. δηλαδή πολλοί χρήστες να παράγουν ταυτόχρονα αιτήματα για το ίδιο αρχείο περιεχομένου. Αυτά τα σενάρια είναι πιο συνηθισμένα κατά τη διάρκεια πολλών γεγονότων με μεγάλο αριθμό συνεργατών που ενδιαφέρονται για το ίδιο περιεχόμενο, π.χ. κατά τη διάρκεια αθλητικών παιχνιδιών, συναυλιών και δημόσιων διαδηλώσεων με συχνά δεκάδες χιλιάδες συμμετέχοντες. Στην επόμενη γενιά συστημάτων 5G, όπου η ζήτηση για κινητά δεδομένα είναι συχνά τεράστια, και μια ποικιλία νέων υπηρεσιών, όπως οι πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης και οι υπηρεσίες ειδήσεων, χρησιμοποιούν το παράδειγμα επικοινωνίας ενός προς πολλά, π.χ., ενημερώσεις στο Twitter, το Facebook κ.λπ. αναμένεται ότι η πολυεκπομπή θα εφαρμοστεί συχνότερα.

Από την άλλη πλευρά, η πολυεκπομπή χρησιμοποιείται για να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας και εύρους ζώνης, εξυπηρετώντας ταυτόχρονες αιτήσεις χρηστών για το ίδιο περιεχόμενο μέσω μίας μετάδοσης σημείων προς πολλαπλά σημεία αντί για πολλές μεταδόσεις σημείου-προς-σημείο (unicast).

Πολλοί φορείς εκμετάλλευσης επωφελούνται από την πολυεκπομπή για να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά το διαθέσιμο εύρος ζώνης των δικτύων τους παρέχοντας το ίδιο περιεχόμενο σε πολλαπλούς δέκτες. Για παράδειγμα, η υπηρεσία πολλαπλής διανομής χρησιμοποιείται συχνά για την προβολή διαφημιστικού περιεχομένου, π.χ. διαφημίσεις για κινητά σε ορισμένες τοποθεσίες, λήψη ειδήσεων, αναφορές χρηματιστηριακών αγορών, ενημέρωση καιρού και αθλητικές ενημερώσεις.

Σε σύγκριση με την επικοινωνία unicast, η πολυεκπομπή προκαλεί λιγότερη κίνηση, καθώς το ζητούμενο αρχείο μεταδίδεται στους χρήστες μόνο μία φορά, παρά με πολλές μεταδόσεις από σημείο σε σημείο.

Πλέον, η πολυεκπομπή έχει ενσωματωθεί στις προδιαγραφές 3GPP στις οποίες η προτεινόμενη τεχνολογία για το LTE αποκαλείται Evolved Multimedia Broadcast και Multicast Services (eMBMS). Εμπορικά παραδείγματα του eMBMS είναι οι λύσεις Ericsson και Qualcomm LTE Broadcast.



1.1 Unicast μετάδοση vs Multicast μετάδοση(<http://courses.ischool.berkeley.edu>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ MBMS

3.1 Τρέχουσα αρχιτεκτονική MBMS

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο το τρέχον δίκτυο 4G LTE χρησιμοποιεί αρχιτεκτονική MBMS. Η MBMS αντιπροσωπεύει την βασική αρχιτεκτονική για την παροχή υπηρεσιών πολλαπλής διανομής και εκπομπής σε κυψελοειδή συστήματα. Προσδιορίζει τις οντότητες δικτύου και τις σχετικές διεπαφές καθώς και τις διαδικασίες για την υποστήριξη υπηρεσιών πολυεκπομπής μέσω δικτύων 3GPP. Η αρχιτεκτονική MBMS περιλαμβάνει:

- Κέντρο μετάδοσης πολλαπλών αποκωδικοποιητών (BM-SC), δηλαδή η πηγή περιεχομένου πολυεκπομπής που εξουσιοδοτεί και εκκινεί τις υπηρεσίες του φορέα MBMS και παρέχει δεδομένα MBMS.
- Πύλη MBMS (MBMS-GW), η οποία επιτυγχάνει την προώθηση περιεχομένου δεδομένων στα eNode-Bs (eNBs) που συμμετέχουν στη συνεδρία MBMS.
- Οντότητα συντονισμού Multicell / multicast (MCE), η οποία είναι υπεύθυνη για τη σηματοδότηση ελέγχου των συνεδριάσεων προς τα εμπλεκόμενα eNB

Συγκεκριμένα, η BM-SC είναι υπεύθυνη για την παροχή συνδρομής, για την ιδιότητα μέλους, τη σύνοδο και μετάδοση, την ανακοίνωση υπηρεσιών και τις λειτουργίες ασφαλείας που διαχειρίζονται τις άδειες για συνδρομητές MBMS. Η BM-SC λειτουργία συνόδου και μετάδοσης προγραμματίζει MBMS συνόδους μετάδοσης και αναμετάδοσης και αποστέλλει δεδομένα MBMS. Μέσω της λειτουργίας αναγγελίας υπηρεσίας, το BM-SC είναι σε θέση να παρέχει τον εξοπλισμό χρήστη (UE) με περιγραφές μέσων, καθορίζοντας τα μέσα που θα παραδοθούν ως μέρος μιας υπηρεσίας χρήστη MBMS. Η λειτουργία ασφάλειας MBMS χρησιμοποιείται για τη

διανομή πλήκτρων MBMS (λειτουργία διανομής πλήκτρων) σε εξουσιοδοτημένες μονάδες UE.

Το MBMS-GW βρίσκεται μεταξύ του BMSC και του eNBs και η κύρια λειτουργία του είναι η αποστολή / μετάδοση πακέτων MBMS σε κάθε eNB που μεταδίδει την υπηρεσία. Διαθέτει τη διεύθυνση IP multicast στα eNB που συμμετέχουν στην παράδοση της MBMS και υλοποιεί τη σηματοδότηση ελέγχου της συνόδου MBMS (start session / update/stop) προς το E-UTRAN μέσω της οντότητας διαχείρισης κινητικότητας (MME)).

Το MCE είναι μια λογική οντότητα που έχει καθήκοντα ελέγχου εισόδου και κατανομής ραδιοφωνικών πόρων σε όλα τα eNB, να αποφασίσει την αναστολή των συνεδριάσεων του MBMS, να αποφασίσει να μην δημιουργήσει τους ραδιοφωνικούς φορείς της νέας υπηρεσίας MBMS εάν οι ραδιοφωνικοί πόροι δεν επαρκούν για τις αντίστοιχες υπηρεσίες MBMS. Το MCE ασχολείται με τη σηματοδότηση ελέγχου συμβολοσειρών MBMS. Επιπλέον, ένα eNB εξυπηρετείται από ένα μόνο MCE.

3.2 Τροποποίηση της αρχιτεκτονικής MBMS για το δίκτυο 5G

Το μελλοντικό σενάριο των υπηρεσιών πολυεκπομπής 5G θα αποτελείται από ετερογενή περιβάλλοντα, τα οποία χαρακτηρίζονται από ανόμοιες περιοχές επικοινωνίας και δυνατότητες, όπου ένα εξελιγμένο MBMS διαχειρίζεται διαφορετικές τεχνολογίες ασύρματης πρόσβασης και μετάδοσης. Αυτό σημαίνει ότι, η ευρεία κάλυψη προσφέρεται μέσω γεωστατικών δορυφόρων, που διαχειρίζεται το δορυφορικό eNodeB (S-eNB) που βρίσκεται στο επίγειο στοιχείο, ενώ τα μακροσκοπικά eNB παρέχουν ομαδικές υπηρεσίες σε αστικές / προαστιακές περιοχές. Τέλος, οι μικρές κυψέλες (π.χ. φεμτοκύτταρα, οικιακά-eNBs) και οι συνδέσεις μικρής εμβέλειας (είτε 3GPP είτε non-3GPP) ενισχύουν τη συνδεσιμότητα για εσωτερικές οικιακές / βιομηχανικές υπηρεσίες και επεκτείνουν την κάλυψη των παραδοσιακών μακροκυττάρων. Οι κύριες αρχιτεκτονικές αλλαγές στο σύστημα MBMS είναι απαραίτητες για τη διαχείριση του MTC multicast.

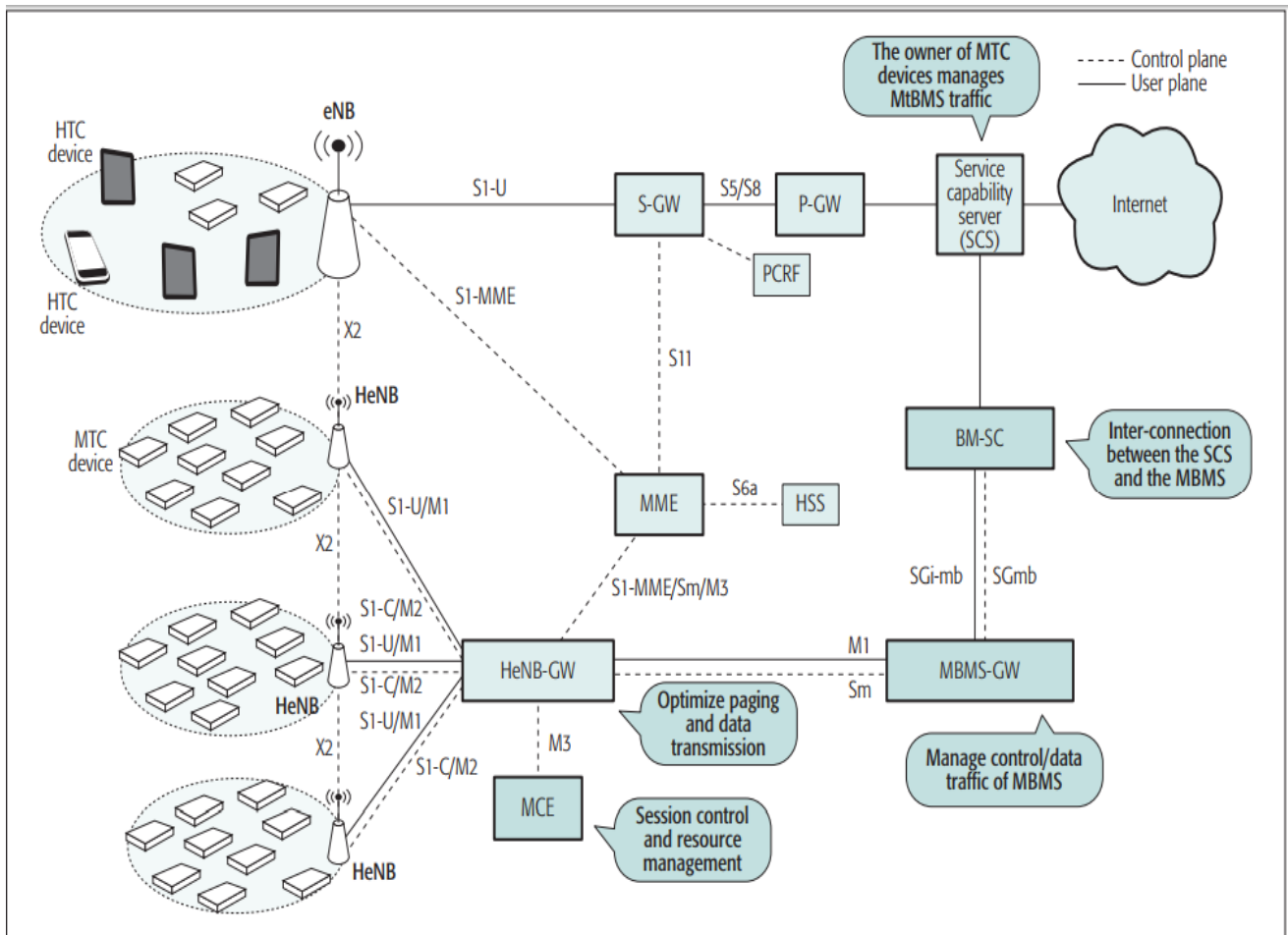
Η παρακάτω εικόνα δείχνει μια εκτεταμένη αρχιτεκτονική δικτύου που αξιοποιεί ορισμένες βελτιώσεις στο MBMS για να υποστηρίξει MTC με γνώμονα την ομάδα μέσω μικρών κελιών. Το BM-SC πρέπει να ενισχυθεί για να προσφέρει υπηρεσίες ομαδικών προσανατολισμένων προς τον πελάτη, παράλληλα με τις παραδοσιακές (ανθρώπινες) υπηρεσίες που αναλαμβάνονται από παρόχους δικτύων. Στην περίπτωση MTC, μάλιστα, μόνο ένα σύνολο συσκευών MTC / IoT που ανήκουν στην ίδια υπηρεσία και ελέγχεται μέσω του δικού τους εξυπηρετητή ικανότητας υπηρεσιών (SCS), θα μπορούσε να ενδιαφέρεται για τη λήψη δεδομένων.

Αυτό συνεπάγεται ότι οι λειτουργίες αναγγελίας υπηρεσίας και λειτουργιών συμμετοχής πρέπει να προσαρμόζονται ώστε να αντιμετωπίζουν έναν προκαθορισμένο κατάλογο συσκευών που παρέχεται από το SCS. Ο λόγος είναι ότι οι μηχανές δεν μπορούν αυτομάτως να αποφασίσουν να συμμετάσχουν σε μια ομάδα πολυεκπομπής. Επομένως, η ιδιότητα του μέλους πρέπει να είναι καθοδηγούμενη από τον πελάτη, αντί του παρόχου υπηρεσιών, καθώς μόνο ο ιδιοκτήτης των υπηρεσιών γνωρίζει ποια τερματικά ανήκουν στην υπηρεσία MTC / MBMS. Το BM-SC θα πρέπει επίσης να είναι υπεύθυνο για την ενημέρωση των συσκευών που εμπλέκονται στην ομαδοποιημένη κυκλοφορία τύπου μηχανής, ενεργοποιώντας μια διαδικασία τηλεειδοποίησης για να επιτρέψει σε συσκευές MTC / IoT σε κατάσταση αδράνειας να λαμβάνουν δεδομένα.

Η MBMS-GW θα πρέπει να διαχειρίζεται ετερογενείς τύπους eNB που εμπλέκονται στη σύνοδο MBMS, δηλαδή ENB (s) / HeNB (s) / S-eNBs. Τα θέματα που σχετίζονται με αυτό το χαρακτηριστικό ενισχύονται σε περιβάλλοντα 5G, όπου ο αριθμός των εμπλεκόμενων σταθμών βάσης μπορεί να είναι μεγάλος, ειδικά όταν εξετάζονται τα μικρά κύτταρα. Η σηματοδότηση προς το δίκτυο κινητού πυρήνα θα μπορούσε να είναι υπερφορτωμένη, λόγω του τεράστιου αριθμού εμπλεκόμενων ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ταυτόχρονα, το MCE χρειάζεται να εφαρμόσει πιο πολύπλοκες διαδικασίες σηματοδότησης ελέγχου για να συμπεριλάβει τόσο τις υπηρεσίες του ομίλου που σχετίζονται με τον άνθρωπο όσο και με το μηχάνημα, όπου οι πρώτοι εξυπηρετούνται με παλαιότερες διαδικασίες ελέγχου MBMS ενώ οι τελευταίοι ζητούν βελτιωμένες διαδικασίες ελέγχου για την υποστήριξη της συμμετοχής και της τηλεειδοποίησης λειτουργίας. Η τρέχουσα αρχιτεκτονική MBMS δεν παρέχει κανέναν μηχανισμό για

συντονισμό τηλεειδοποίησης μεταξύ διαφορετικών τύπων σταθμών βάσης, κάτι που αποτελεί ζήτημα που προκαλείται από ετερογενή δίκτυα 5G.



3.2 τροποποιημένη αρχιτεκτονική MBMS για υποστήριξη επικοινωνιών MTC 5G.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: 5G MULTICAST

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

4.1 Εφαρμογές με έμφαση στον άνθρωπο

Οι εφαρμογές με έμφαση στον άνθρωπο αντιπροσωπεύουν την τρέχουσα τάση των υπηρεσιών πολυεκπομπής. Η εξέλιξη των εφαρμογών 4G στη μελλοντική αγορά κινητών τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών πολλαπλής διανομής μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τις ακόλουθες κατηγορίες υπηρεσιών.

- **Κινητό βίντεο:** Τα τελευταία χρόνια έγινε πολύ δημοφιλής η λήψη βίντεο, η ζωντανή μετάδοση βίντεο, οι διασκέψεις με βίντεο, οι αθλητικές εκδηλώσεις, οι συναυλίες και οι όπερες, κατά συνέπεια, αναμένεται να διαδραματίσει βασικό ρόλο η προσανατολισμένη για ομάδες κινητή τηλεόραση καθώς και τα βίντεο κατ'απαίτηση (video on-demand) σε συστήματα 5G. Αυτές οι κατηγορίες εφαρμογών θα μεταδίδονται μέσω συστημάτων 5G σε ποιότητα εξαιρετικά υψηλής ευκρίνειας (UHD) και ταυτόχρονα με βελτιωμένες δυνατότητες 3D βίντεο. Η εμπορική επιτυχία τέτοιων εφαρμογών που βασίζονται σε bandwidth συνδέεται στενά με την ανάπτυξη αποτελεσματικών λύσεων για την κατανομή των πόρων και τη διαχείριση της συνύπαρξης με άλλες (unicast και broadcast) υπηρεσίες. Αυτό το είδος εφαρμογής απαιτεί υψηλά ποσοστά δεδομένων, χαμηλό jitter και συνδεσιμότητα παντού, ανά πάσα στιγμή, ειδικά στην κινητικότητα. Ο συγχρονισμός συγχρονισμού εντός της ομάδας πολλαπλών μεταδόσεων πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη.
- **Υπηρεσίες υψηλής ποιότητας:** Η βελτίωση της QoE των χρηστών είναι ένα θέμα που απασχολεί έντονα, και αυτό θα είναι πιο σημαντικό σε πολλά

σενάρια πολλαπλής διανομής 5G. Για παράδειγμα, οι ειδήσεις και οι διαφημιστικές εφαρμογές μπορούν να βελτιωθούν επιτρέποντας σε μια ομάδα χρηστών να λαμβάνουν προσαρμοσμένες πληροφορίες ανάλογα με τα προφίλ τους (π.χ. ενδιαφέροντα, χόμπι, προτιμήσεις). Οι εφαρμογές που βασίζονται σε τοποθεσίες είναι μια ειδική κατηγορία εφαρμογών υψηλής ποιότητας που υποδηλώνουν λήψη υπηρεσίας βασισμένη στη θέση του χρήστη. Αυτό συνεπάγεται την ιδέα του 5G να θεωρείται ότι οι χρήστες έχουν πλήρη σύνδεση με το περιβάλλον. Ένα πρώτο παράδειγμα εφαρμογών που βασίζονται σε τοποθεσίες είναι οι εφαρμογές πολλαπλής διανομής της πραγματικότητας, ειδικά σχεδιασμένες για εμπορικές ή τουριστικές υπηρεσίες. Επιτρέπουν στους χρήστες να λαμβάνουν πρόσθετες πληροφορίες από το περιβάλλον (π.χ. οι επισκέπτες σε μια πόλη / μουσείο σχηματίζουν μια ομάδα πολυεκπομπής και λαμβάνουν διαδραστικό περιεχόμενο σχετικό με τα έργα τέχνης / δωμάτια που παρατηρούν εκείνη τη στιγμή). Ένα άλλο στοχευόμενο σενάριο για εφαρμογές πολυεκπομπής βασισμένες σε τοποθεσίες υψηλής ευκρίνειας είναι η δημόσια ασφάλεια για ανάκαμψη μετά από καταστροφή. Σε περίπτωση καταστροφών (π.χ. σεισμός, πυρκαγιά, έκρηξη), μια ομάδα χρηστών (τόσο θύματα όσο και διασώστες) λαμβάνει πληροφορίες κοινής ωφέλειας για να αντιδράσει σωστά στην κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Οι κατηγορίες αιτήσεων που συζητήθηκαν παραπάνω δημιουργούν περαιτέρω προκλήσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση της θέσης και των προφίλ των χρηστών. Αυτό απαιτεί λεπτομερείς μηχανισμούς παρακολούθησης χρηστών καθώς και αποτελεσματικές διαδικασίες για τη σύσταση / ένωση ομάδων και την ανακοίνωση υπηρεσίας. Προκειμένου να συμπεριληφθούν αυτά τα νέα χαρακτηριστικά, η τρέχουσα αρχιτεκτονική MBMS πρέπει να αναβαθμιστεί. Επιπλέον, οι εφαρμογές αναβαθμισμένου-QoE πολυεκπομπής απαιτούν πολύ χαμηλή μετάδοση δεδομένων, υψηλή αξιοπιστία και εκτεταμένη κάλυψη ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής ποιότητα και στα τερματικά που βρίσκονται σε μειονεκτούσες θέσεις.

4.2 Μηχανικές εφαρμογές

Όταν εξετάζουμε τον πρωτοφανή τεράστιο αριθμό των συνδεδεμένων αισθητήρων / μηχανών που αναμένονται για τα συστήματα 5G παρατηρούμε τις θετικές επιδράσεις της πολυεκπομπής. Μια διασπαστική καινοτομία που εισάγεται από το MTC με γνώμονα την ομάδα είναι ότι ο ιδιοκτήτης των συσκευών (δηλ. Ένας πελάτης που πληρώνει για την κυψελοειδή συνδεσιμότητα όλων των εξοπλισμών / συσκευών) μπορεί να αποφασίσει ποια συσκευή ή ομάδα συσκευών θα συμμετάσχει στην επικοινωνία.

Η δυνατότητα διαχείρισης ταυτόχρονων πολλαπλών συσκευών MTC υποστηρίζει την παράδοση διαφορετικών μηχανικών εφαρμογών όπως:

- Έξυπνα περιβάλλοντα: Η ανάπτυξη έξυπνων περιβαλλόντων αποτελεί βασικό στόχο των πλατφορμών 5G / MTC που στοχεύουν στην υποστήριξη των ενδιαφερομένων και των χρηστών να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, με στόχο τη σημαντική μείωση του κόστους, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, τη βελτιστοποίηση των βιομηχανικών διαδικασιών, κ.λπ. Σε αυτό το πλαίσιο, οι εφαρμογές MTC πολλαπλής διανομής μπορούν να είναι επωφελείς για έξυπνα σπίτια / γραφεία / καταστήματα, όταν, για παράδειγμα, οι χρήστες έξω από τα σπίτια τους στέλνουν μηνύματα σε μια ομάδα ενεργοποιητών για την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση ηλεκτρονικών συσκευών (π.χ. /σύστημα ψύξης). Μια άλλη περίπτωση είναι η έξυπνη εφαρμογή φωτισμού για σπίτια, γραφεία ή δρόμους. Για παράδειγμα, για να εξοικονομήσετε ενέργεια, τα φώτα σε έναν ορεινό δρόμο μπορούν να ενεργοποιηθούν μόνο όταν πλησιάσει ένα αυτοκίνητο. Έτσι, μια ομάδα φώτων μπορεί να ενεργοποιηθεί / απενεργοποιηθεί ανάλογα με την κίνηση των αυτοκινήτων. Με παρόμοιο τρόπο, τα φώτα στο σπίτι ή σε ένα γραφείο μπορούν να παρακολουθούνται και να διαχειρίζονται ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Επιπλέον, η υπηρεσία πολλαπλής διανομής είναι υποχρεωτική για έξυπνες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατή η αποτελεσματική μετάδοση μηνυμάτων ελέγχου ασφαλείας, προειδοποίησης ή διαχείρισης. Για παράδειγμα, σε περίπτωση προβλήματος στη βιομηχανική αλυσίδα, ολόκληρη η ομάδα συσκευών που ανήκουν στη γραμμή

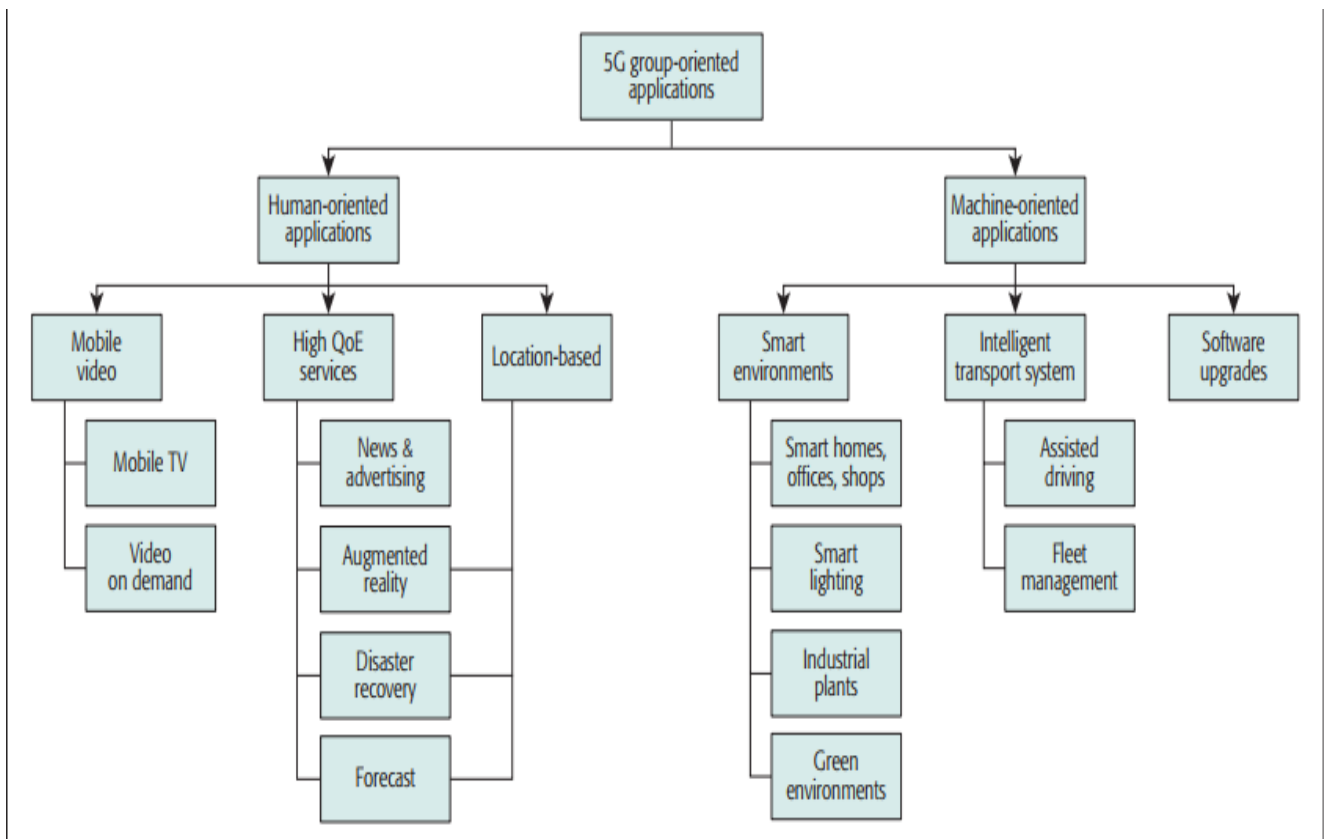
συναρμολόγησης θα μπορούσε να σταματήσει ή να αναδιοργανωθεί για να αντιδράσει στο κρίσιμο συμβάν.

Οι προαναφερόμενες κατηγορίες εφαρμογών μπορούν επίσης να είναι κατάλληλες για πράσινα περιβάλλοντα πολυεκπομπής, όπου η διαχείριση των αισθητήρων / ενεργοποιητών βάσει ομάδας μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας (ένα από τα πιο κρίσιμα ζητήματα των δικτύων 5G), αυξάνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Συμπερασματικά, οι εφαρμογές πολυεκπομπής που σχετίζονται με έξυπνα περιβάλλοντα απαιτούν διαδικασίες μετάδοσης δεδομένων με χαμηλή καθυστέρηση, επικοινωνία χαμηλής ενέργειας και διαδικασίες δημιουργίας ομάδων που βασίζονται σε θέσεις και πελάτες. Αυτές οι απαιτήσεις δημιουργούν δύσκολες προκλήσεις στον αποτελεσματικό και έξυπνο σχηματισμό ομάδων (μερικές κατηγορίες εφαρμογών που βασίζονται σε τοποθεσίες) και στη μείωση της επιβάρυνσης για τη μετάδοση πολυεκπομπής προς τις εμπλεκόμενες συσκευές

- **Ευφή Συστήματα Μεταφορών:** Οι εφαρμογές οχημάτων που αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια ισχυρίζονται ότι υποστηρίζονται αποτελεσματικά μέσω δικτύων 5G. Οι οδοί και τα οχήματα θα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες και ετικέτες για τη λήψη / μετάδοση μηνυμάτων ελέγχου / δεδομένων. Ένα παράδειγμα είναι η υποβοήθηση της οδήγησης, όπου οι τερματικοί σταθμοί που συμμετέχουν στις ίδιες υπηρεσίες (π.χ. διαχείριση της κυκλοφορίας) ή στην ίδια περιοχή (π.χ. αυτοκίνητα κοντά στη θέση ενός ατυχήματος) μπορούν να ομαδοποιηθούν για καλύτερη διάδοση δεδομένων (π.χ. , ταχύτητα) μεταξύ των ενδιαφερομένων οχημάτων. Ομοίως, οι εφαρμογές διαχείρισης στόλου μπορούν να επωφεληθούν από τις μεταδόσεις πολυεκπομπής. Οι μεταδόσεις πολυεκπομπής για έξυπνα συστήματα μεταφορών θέτουν προκλήσεις όσον αφορά τον σχεδιασμό διαδικασιών σχηματισμού / επανακατασκευής ομάδων χαμηλής καθυστέρησης (επίσης βάσει θέσης), οι οποίες καθίστανται πιο πολύπλοκες λόγω της μεγάλης ταχύτητας των εμπλεκόμενων συσκευών.
- **Αναβάθμιση λογισμικού / υλικολογισμικού:** Οι αισθητήρες, τα smartphones και γενικά όλες οι έξυπνες συσκευές χρειάζονται περιοδικές ενημερώσεις λογισμικού / υλικολογισμικού. Οι έξυπνοι υπολογιστές θα μπορούσαν να λαμβάνουν αναβαθμίσεις λογισμικού / υλικολογισμικού είτε σε περίπτωση που είναι διαθέσιμη μια νέα έκδοση είτε για να διορθώσουν σφάλματα και να

προσθέσουν / αλλάξουν λειτουργίες. Επιπλέον, οι αναβαθμίσεις λογισμικού μπορούν επίσης να βασίζονται σε τοποθεσίες όταν, για παράδειγμα, οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε μια δεδομένη περιοχή λαμβάνουν αναβαθμίσεις για την ενίσχυση / ενημέρωση των αισθητήριων δυνατοτήτων τους (π.χ., νέες κατευθύνσεις διαδρομής σε ένα δρόμο). Σε αυτή την περίπτωση, η βασική πρόκληση σχετίζεται με τον σχηματισμό ομάδας, ο οποίος μπορεί να οδηγηθεί από τον ιδιοκτήτη των αισθητήρων (οι οποίοι, για παράδειγμα, θα μπορούσαν να ενδιαφέρονται για την αποστολή δεδομένων μόνο στις δικές τους συσκευές ανάλογα με την τοποθεσία ή τις λειτουργίες / εργασίες τους). Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι ο πάροχος δικτύου, αλλά ο ιδιοκτήτης των αισθητήρων που θα πρέπει να διαχειρίζεται τη δημιουργία ομάδων. Επομένως, ο ορισμός των αποτελεσματικών διαδικασιών δημιουργίας ομάδων με βάση τον πελάτη γίνεται ζήτημα.

4.3 Εφαρμογές πολυεκπομπής σε δίκτυο 5G



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΜΙΚΡΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ

Οι τεχνολογικές βελτιώσεις που αναμένονται στα συστήματα 5G προσφέρουν πρωτοφανείς δυνατότητες για την παροχή εφαρμογών πολυεκπομπής. Εδώ αναφέρονται οι βελτιώσεις επικοινωνίας μικρής εμβέλειας με πολυεκπομπή 5G.

- **Υψηλή ταχύτητα δεδομένων:** Οι επικοινωνίες μικρής εμβέλειας υποστηρίζουν αυξημένους ρυθμούς δεδομένων χάρη στις καλύτερες συνθήκες καναλιών που αντιμετωπίζουν οι συσκευές που βρίσκονται πιο κοντά μεταξύ τους με w.r.t. του σταθμού βάσης. Με παρόμοιο τρόπο, τα μικρά κελιά μπορούν να αξιοποιηθούν για να αυξήσουν τα ποσοστά δεδομένων σε περιοχές hotspot όπως στάδια σε περίπτωση γεγονότων. Επιπλέον, οι ρυθμοί δεδομένων μπορούν να ενισχυθούν μέσω τεχνικών κωδικοποίησης δικτύου, οι οποίες βελτιώνουν την ευρωστία της μετάδοσης δεδομένων. Τέλος, η μορφοποίηση δέσμης μπορεί να αυξήσει τα ποσοστά δεδομένων εκμεταλλευόμενη τις κεραιές οδηγίας, βελτιώνοντας έτσι τα κέρδη του καναλιού λόγω της αύξησης της λαμβανόμενης ισχύος από συσκευές.
- **Παράδοση δεδομένων μικρής χρονικής διάρκειας:** Οι επικοινωνίες μικρής εμβέλειας, η συνεργασία μακρο / μικρών κυψελών, η κωδικοποίηση δικτύου και η μορφοποίηση δέσμης μειώνουν την καθυστέρηση στην παράδοση δεδομένων καθώς βελτιώνουν τους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων από τον σταθμό βάσης στις συσκευές. Ωστόσο, η εκμετάλλευση συνδέσμων μικρής εμβέλειας εισάγει καθυστερήσεις λόγω εργασιών αναμετάδοσης, ενώ η κωδικοποίηση δικτύου εισάγει καθυστερήσεις για την αποκωδικοποίηση των ληφθέντων πακέτων.
- **Δημιουργία ομάδας με βάση την τοποθεσία:** Χρησιμοποιώντας το εγγενές χαρακτηριστικό των τοπικών επικοινωνιών, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν

συνδέσεις μικρής εμβέλειας ή μικρά κελιά για την πραγματοποίηση μιας δημιουργίας ομάδας βάσει τοποθεσίας. Σε αυτό, μόνο οι συσκευές σε μια περιορισμένη περιοχή θα λάβουν τις πληροφορίες ελέγχου για να ενώσουν τη μετάδοση πολυεκπομπής, σε αντίθεση με την περίπτωση που η διαδικασία σύνδεσης πραγματοποιείται μέσω του μακροκυττάρου. Οι υπηρεσίες που βασίζονται στην τοποθεσία θα μπορούσαν να προσφερθούν ενδεχομένως με την εκμετάλλευση της μορφοποίησης ακτίνων με σωστή ανακατανομή δοκών. Παρόλα αυτά, οι προαναφερθείσες πτυχές δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί. Τέλος, από την άποψη της διαχείρισης των συνεδριάσεων, η δημιουργία ομάδων με βάση τη θέση θα μπορούσε να ενεργοποιηθεί επεκτείνοντας τις λειτουργίες του BM-SC, με την κοινή εκμετάλλευση του SCS σε περίπτωση υπηρεσιών τύπου μηχανής.

- Επικοινωνίες χαμηλής κατανάλωσης: Οι επικοινωνίες μικρής εμβέλειας καθώς και η εκμετάλλευση μικρών κυψελών θα μπορούσαν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας των συσκευών κατά τη λήψη δεδομένων λόγω της εγγύτητας αυτών των επικοινωνιών. Από αυτή τη σύντομη σύνθεση, είναι προφανές ότι ένα θέμα που λείπει για την αποτελεσματική παροχή των εφαρμογών προσανατολισμένων προς την ομάδα 5G είναι η κίνηση ελέγχου που απαιτείται για τη διαχείριση των υπηρεσιών πολλαπλής διανομής..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Παρόλο που το τοπίο προς την ασύρματη επικοινωνία 5G είναι προς το παρόν ακόμη ασαφές και, παρά τις προσπάθειες της ακαδημαϊκής κοινότητας και της βιομηχανίας στην ανάπτυξη παραδοσιακών κυψελοειδών δικτύων, η τεχνολογία ενεργοποίησης για το 5G εξακολουθεί να είναι ασαφής. Παρόλα αυτά στο παρόν έγγραφο έγινε μια μικρή επεξήγηση του τι είναι το 5G συγκρινοντάς το με τον προκάτοχο του το 4G LTE. Στη συνέχεια περιγράφηκαν κάποια μελλοντικά σενάρια εφαρμογών πολυεκπομπής με το δίκτυο 5G επισημαίνοντας τις τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν στην τρέχουσα Αρχιτεκτονική MBMS του δικτύου 4G ώστε να ξεπεραστούν οι προκλήσεις που θα εμφανιστούν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημοσιεύσεις:

What is 5G? Emerging 5G Mobile Services and Network Requirements -[Heejung Yu](#) [Howon Lee](#) [Hongbeom Jeon](#)

Multicasting over Emerging 5G Networks: Challenges and Perspectives - Giuseppe Araniti, Massimo Condoluci, Pasquale Scopelliti, Antonella Molinaro, and Antonio Iera

Exploiting Caching and Multicast for 5G Wireless Networks - Konstantinos Poularakis, George Iosifidis, Vasilis Sourlas, Member, IEEE, and Leandros Tassioulas, Fellow, IEEE

- URLs:

<https://5g-ppp.eu/>

www.erg.abdn.ac.uk

https://en.wikipedia.org/wiki/Multimedia_Broadcast_Multicast_Service
