



Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ 5G

321/2018107 - ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Το 5G είναι μία τεχνολογία η οποία εξυπηρετεί ένα ευρύτερο φάσμα υπηρεσιών και εφαρμογών σχετικά με τις Κινητές και Ασύρματες Επικοινωνίες.
- Αυτές είναι η enhanced Mobile BroadBand (eMBB) που είναι ουσιαστικά μια επέκταση και βελτίωση σε αυτήν που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για δεδομένα κινητής τηλεφωνίας, η Ultra-Reliable and Low-Latency Communications (URLLC) που προσφέρει αξιόπιστη και χαμηλής καθυστέρησης επικοινωνία και η massive Machine-Type Communications (mMTC) που χρησιμοποιείται για την σύνδεση μεγάλου αριθμού συσκευών.
- Ο τεμαχισμός του δικτύου (network slicing) μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες διαφορετικών βιομηχανιών αλλά και η ενσωμάτωση της ασφάλειας στην συνολική αρχιτεκτονική, θα παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία κρίσιμων περιπτώσεων χρήσης.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ 5G, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΗΣΗΣ

- Πολλές από τις διαθέσιμες περιπτώσεις χρήσης είναι παραλλαγές ενός μικρού συνόλου βασικών κατηγοριών υπηρεσιών του 5G οι οποίες έχουν ενοποιηθεί. Αυτές είναι: (α) enhanced Mobile BroadBand (eMBB), (β) η Ultra-Reliable and Low-Latency Communications (URLLC) και (γ) η massive Machine-Type Communications (mMTC).
- Η αστική συμφόρηση, η ευρυζωνική σύνδεση με ταχύτητες 50+ Mbps παντού, τα συνδεδεμένα οχήματα, τα μελλοντικά έξυπνα γραφεία, οι IoT συσκευές με χαμηλό εύρος ζώνης και το απτικό διαδίκτυο.
- Επίσης, υπάρχει ομαδοποίηση και όσον αφορά την εμπειρία εξυπηρέτησης του πελάτη. Αυτές οι ομάδες είναι η πυκνότητα των συσκευών, η κινητικότητα, η υποδομή που σχετίζεται με την τοπολογία, ο τύπος κυκλοφορίας, ο ρυθμός δεδομένων, η καθυστέρηση, η αξιοπιστία, η διαθεσιμότητα που σχετίζεται με την κάλυψη δικτύου και το είδος της 5G υπηρεσίας (eMBB, URLLC, mMTC).
- Από άποψη ανάπτυξης και λειτουργίας του δικτύου προσδιορίζονται κι άλλες περιπτώσεις χρήσης όπως ο τεμαχισμός δικτύου (end-to-end τμήματα στην ίδια υποδομή για ετερογενείς υπηρεσίες), το multi-tenancy (τρόπος λειτουργίας του λογισμικού όπου πολλαπλές ανεξάρτητες παρουσίες μιας ή πολλαπλών εφαρμογών λειτουργούν σε κοινό περιβάλλον) και η ευελιξία (δυναμική διαμόρφωση δικτύων ανάλογα με προβλεπόμενα ή απρόβλεπτα γεγονότα).

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ/ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ – NETWORK SLICING

[1/2]

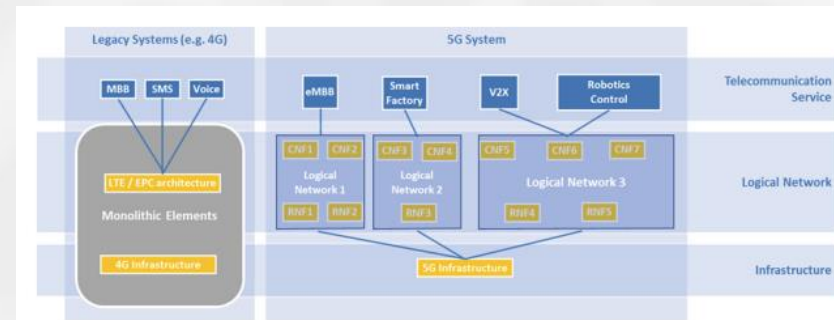
- Το Network Slicing καλύπτει όλα τα τμήματα δικτύου συμπεριλαμβανομένων των ασύρματων δικτύων, των ενσύρματων δικτύων και των δικτύων πυρήνα, μεταφοράς και αιχμής (edge). Επιτρέπει την ανάπτυξη πολλαπλών ανεξάρτητων δικτύων σε μία ενιαία πλατφόρμα υποδομής.
- Ως slice ορίζεται ένας συνδυασμός από όλους τους πόρους, τις λειτουργίες και τις δυνατότητες που απαιτούνται για την παροχή μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας. Με τον τεμαχισμό δικτύου καταφέρνουμε να λογισμικοποιήσουμε, να απομονώσουμε, να αφαιρέσουμε και να διαχωρίσουμε τα λογικά στοιχεία του δικτύου από τους φυσικούς πόρους.
- Τα Λειτουργικά Επίπεδα του 5G είναι: Επίπεδο Υπηρεσίας, Επίπεδο Διαχείρισης και Ενορχήστρωσης, Επίπεδο Ελέγχου, Εγκαταστάσεις Multi-Domain Λειτουργικού Συστήματος Δικτύου και Επίπεδο Δεδομένων.
- Οι δύο κύριες υπηρεσίες τεμαχισμού του δικτύου είναι η διάθεση Εικονικών Υποδομών (VI) οι οποίες ελέγχονται από τους tenants και η διάθεση Υπηρεσιών Δικτύου (NS) οι οποίες ανήκουν στον tenant.
- Το NS (α) εγγυάται απομόνωση στο επίπεδο δεδομένων, ελέγχου, διαχείρισης, υπηρεσίας αφού επιτυγχάνει ασφαλή και αποτελεσματική τμηματοποίηση με την βοήθεια ενεργοποιητών, (β) διαθέτει μεθόδους για την ενεργοποίηση διαφορετικών απαιτήσεων υπηρεσίας, (γ) διαθέτει αναδρομή που επιτρέπει ιεραρχία της τμηματοποίησης του δικτύου με σχέσεις γονέα-παιδιού, (δ) διαθέτει μεθόδους και πολιτικές για την αντιστάθμιση της ευελιξίας με την αποτελεσματικότητα κατά τον τεμαχισμό, (ε) επιτυγχάνει την σωστή και αυτόματη επιλογή πόρων και λειτουργιών, (στ) έχει την ικανότητα να παρακολουθεί την όλη λειτουργία του NS, (ζ) μπορεί να κάνει χρήση APIs για τον καθορισμό και την αλληλεπίδραση των τμημάτων και (η) μπορεί να προγραμματίζει και να ελέγχει τα NS.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ/ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ – NETWORK SLICING

[2/2]

- Εκτός από δυνατότητες, το NS μπορεί να (α) διαχειριστεί τα τμήματα (δημιουργία, ενεργοποίηση/απενεργοποίηση, προστασία κ.α.), (β) εκτελεί αυτόνομη διαχείριση τμημάτων (αυτό-διαμόρφωση, αυτό-παρακολούθηση κ.α.), (γ) εκτελεί σύνθεση τμημάτων διαθέτοντας ενεργοποιητές, (δ) ενορχηστρώνει τα τμήματα δικτύου σε end-to-end, (ε) εκτελεί δυναμική και αυτόματη αντιστοίχιση υπηρεσιών σε τμήματα του δικτύου και (στ) ενοποιεί όλων των παραπάνω λειτουργιών και δυνατοτήτων.
- Ο διαμοιρασμός των πόρων βοηθάει στην εκτέλεση πολλαπλών διεργασιών, στην εικονικοποίηση και στην πολυπλεξία που, με την σειρά τους, επιτυγχάνουν κοινή χρήση πόρων μεταξύ πολλών χρηστών με την απο-σύζευξη της λειτουργικότητας από τους πόρους που απαιτούνται για την εκτέλεση αυτής της λειτουργικότητας και με την κατανομή των πόρων σε απομονωμένα περιβάλλοντα εκτέλεσης. Με βάση τα παραπάνω, έπρεπε να δημιουργηθούν υπερεπόπτες (hypervisors) οι οποίοι διαχειρίζονται πόρους στο κεντρικό cloud και στο edge cloud του δικτύου, πολυπλέκτες (multiplexers) και μηχανισμοί εκτέλεσης πολλαπλών διεργασιών οι οποίοι πραγματοποιούν εκτέλεση της ίδιας εργασίας για άλλα στοιχεία του δικτύου.
- Ο τεμαχισμός του δικτύου μπορεί να υλοποιηθεί με διαφορετικές λειτουργίες του Δικτύου Ασύρματης Πρόσβασης (Radio Access Network - RAN) και, εν συνεχεία, διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης μπορούν να χρησιμοποιούν τους ίδιους συνδυασμούς λειτουργιών του RAN. Όλη αυτή την διαδικασία την ονομάζουμε ως Λειτουργία Διαμόρφωσης RAN (RCM).



ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

- Τα δίκτυα 5G χαρακτηρίζονται από την ευελιξία τους, την προγραμματιστική του ικανότητα καθώς και την «εξυπνάδα» τους αφού έχουν επίγνωση των εφαρμογών, των υπηρεσιών που προσφέρουν αλλά και του χρόνου εξυπηρέτησης. Προκειμένου να επιτευχθούν όλα τα παραπάνω, υπάρχουν ενεργοποιητές και η λογισμικοποίηση του δικτύου τα οποία μπορούν να λειτουργούν ως υλικολογισμικό ανεξάρτητα από το hardware.
- Ο προγραμματισμός σε ενεργοποιητές και δίκτυα προσφέρουν δυναμικό προγραμματισμό σε συσκευές όπως δρομολογητές, μεταγωγείς και άλλες καθιστώντας εύκολη, ευέλικτη και δυναμική την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών αφού αυτές λειτουργούν ως συνδυασμός πολλών εικονικών μηχανών.
- Ο δυναμικός προγραμματισμός βασίζεται σε αξιόπιστους χρήστες του δικτύου, παρόχους υπηρεσιών και άλλους φορείς αφού μπορεί να επιτρέψει την εισαγωγή υπηρεσιών σε μορφή κώδικα από αυτούς.
- Με αυτόν τον τρόπο, οι πόροι του δικτύου μπορούν να βελτιστοποιηθούν ως προς την «συμπεριφορά» τους και να προσαρμοστούν σε συγκεκριμένες λειτουργίες με σκοπό την βέλτιστη λειτουργία του δικτύου και των υπηρεσιών που προσφέρει.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

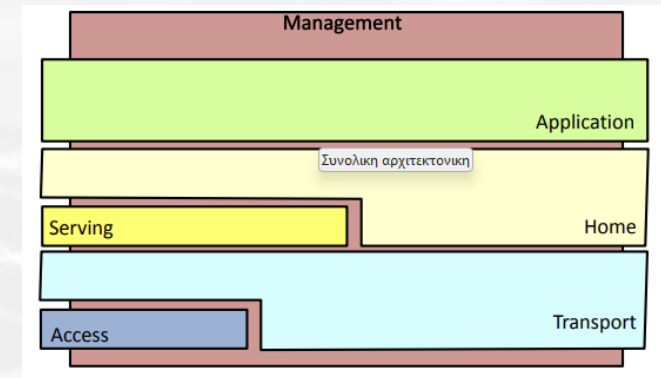
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΝΟΡΧΗΣΤΡΩΣΗ

- Σε μία συγκεκριμένη φυσική υποδομή, ο χειριστής του εκάστοτε δικτύου μπορεί με προγραμματισμό να δημιουργεί εικονικές αρχιτεκτονικές δικτύου μετασχηματίζοντας την στατική αρχιτεκτονική του γνωστού έως τώρα LTE σε πολύπλοκες σχεδιαστικά αρχιτεκτονικές που παρέχονται δυναμικά. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να δημιουργηθούν κατάλληλες διεπαφές στις εικονικές υποδομές προκειμένου να κατορθωθεί ευελιξία και έλεγχος. Αφού δημιουργηθεί αυτή η υποδομή, πρέπει να υπάρχουν μέρη τα οποία να διαχειρίζονται και να ενορχηστρώνουν τους πόρους χρησιμοποιώντας προγραμματισμό.
- Μία αρχιτεκτονική προς ανάλυση είναι η ETSI NFV MANO. Στο χαμηλότερο επίπεδο περιλαμβάνει τις οντότητες διαχείρισης και ενορχήστρωσης για έναν συγκεκριμένο τομέα (domain). Το αμέσως επόμενο υψηλότερο επίπεδο επιτυγχάνεται συνδυασμός των οντοτήτων διαχείρισης και ενορχήστρωσης έτσι ώστε να δημιουργηθεί μία οντότητα διαχείρισης και ενορχήστρωσης πολλών τομέων που συντονίζει την end-to-end υπηρεσία για την δημιουργία τμημάτων δικτύου. Σε κάθε επίπεδο υπάρχει ένα επίπεδο αφαίρεσης (abstraction layer) που περιλαμβάνει ένα σύνολο από διεπαφές το οποίο καλύπτει συγκεκριμένες τεχνικές λεπτομέρειες και λεπτομέρειες υλοποίησης.
- Όταν ο χειριστής λάβει αίτημα υπηρεσίας, το σύστημα διαχείρισης και ενορχήστρωσης, είναι σημαντικό οι λειτουργίες του δικτύου ή τμήμα του που απαρτίζουν την υπηρεσία να τοποθετηθούν σωστά και να διατεθούν οι πόροι που απαιτούνται για την εκτέλεσή της. Αυτός είναι ένας τύπος αλγορίθμων που ονομάζουμε αλγόριθμοι τοποθέτησης ή ενσωμάτωσης (placement or embedding algorithms). Μόλις παρέχεται η υπηρεσία πρέπει να παρακολουθείται για τη συμμόρφωση με τις συμφωνίες σε επίπεδο υπηρεσιών (SLA).
- Λόγω της τμηματοποίησης του δικτύου, εξετάσθηκε η αυτοματοποίηση της διαχείρισης για την απλούστευση της υπερφόρτωσής της. Αυτό μπορεί να γίνει με την χρήση μακροπρόθεσμης μηχανικής. Η ενορχήστρωση ανακατανέμει διαχειριζόμενους πόρους δικτύου, όπως VNF, ως απόκριση στις αλλαγές των πολιτικών.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΟΥ 5G

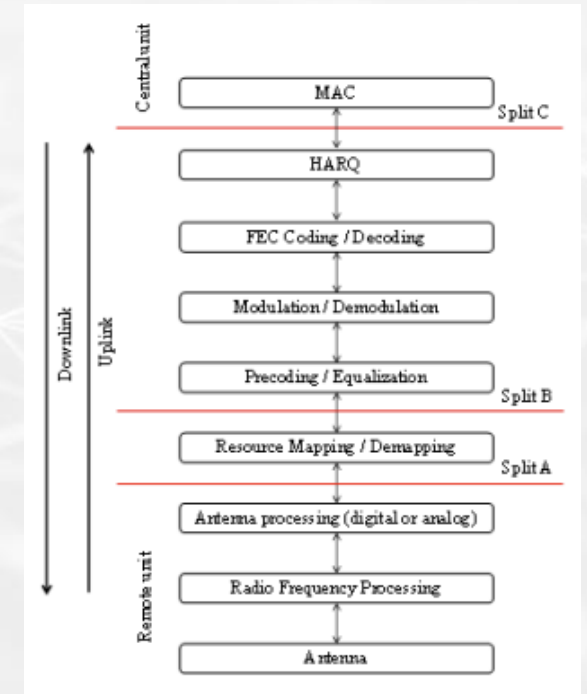
- Η ανάπτυξη τεχνολογιών τμηματοποίησης δικτύου και Mobile Edge Computing θα επιτρέψει να προσφερθούν διαφορετικοί τύποι υπηρεσιών σε διαφορετικούς tenants πιο δυναμικά. Τα Δίκτυα καθορισμένα από Λογισμικό (SDN – Software Defined Networks) επιτρέπουν την αναδιαμόρφωση της υποδομής ενός δικτύου σε μεγάλη κλίμακα, κάτι που θα επιτρέψει μεγαλύτερη ευελιξία και δυναμική λειτουργία. Σε ένα περιβάλλον με πολλούς διαφορετικούς παράγοντες που διαχειρίζονται ανεξάρτητα τους δικούς τους πόρους, η ασφάλεια αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για όλες τις δραστηριότητες διαχείρισης.
- Οι βασικές έννοιες στην αρχιτεκτονική ασφαλείας είναι:
 - ο τομέας/domain (διάφορες οντότητες δικτύου που σχετίζονται φυσικά ή λογικά με το δίκτυο).
 - το stratum (ένα σύνολο πρωτοκόλλων, δεδομένων και λειτουργιών που σχετίζονται με τις υπηρεσίες που παρέχονται από έναν ή περισσότερους τομείς/domains).
 - η Κλάση Ελέγχου Ασφαλείας/SCC (ένα σύνολο μέτρων ασφαλείας για την προστασία των δικτύων 5G, ιδίως των δικτύων υποδομής, των υπηρεσιών τους, του εξοπλισμού χρηστών και τα δεδομένα).
 - ένα Πεδίο Ασφαλείας/SR (καταγράφει τις ανάγκες ασφαλείας ενός ή περισσότερων επιπέδων ή τομέων).



ΦΥΣΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΦΥΣΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

- Αναπτύχθηκε το Multi-access Edge Computing (MEC), παλαιότερα ονομαζόταν Mobile Edge Computing, το οποίο παρέχει δυνατότητες cloud computing και υπηρεσιών πληροφορικής στο edge (στην άκρη) του δικτύου κινητής τηλεφωνίας.
- Η Λειτουργία Αποφόρτισης της Κυκλοφορίας (TOF – Traffic Offloading Function) του MEC συμβάλλει στη βελτίωση της υποδομής, ώστε η κυκλοφορία να μπορεί να δρομολογηθεί τοπικά, αντί για συνολικά. Διαθέτει μία διεπαφή ελέγχου και τρεις επιπέδου δεδομένων, το Base Band Unit (BBU – εικονική ασύρματη πρόσβαση), το Serving GW (πλαίσιο το οποίο παρέχει και δεδομένα και φωνή – Evolved Packet Core) και το Apps (πραγματοποιείται στο edge cloud και απαιτεί πρόσβαση στο επίπεδο δεδομένων).
- Οι τρεις αυτές διαπαφές πρέπει να θεωρούνται ως προσαρμογείς του δικτύου. Ο τρόπος με τον οποίο αναπτύσσεται ή διαιρείται το RAN μεταξύ της Απομακρυσμένης Μονάδας και της Κεντρικής Μονάδας, γνωστό και ως EDGE cloud, καθορίζει πόσο στενά σχετίζονται το MEC και το RAN. Ο λειτουργικός διαχωρισμός, ή αλλιώς ο καταμερισμός των εργασιών μεταξύ της ασύρματης μονάδας (RU) και της κεντρικής μονάδας (CU), έχει σημαντική επιρροή στο δίκτυο μεταφοράς, στις απαιτήσεις NGFI (Next Generation Fronthaul Interface) για τη διεκπεραίωση δεδομένων, στην καθυστέρηση και στον συγχρονισμό, καθώς και στις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στο MEC. Θεωρητικά, οποιοδήποτε από τα μπλοκ που εμφανίζονται μπορεί να αντιπροσωπεύει τον διαχωρισμό μεταξύ RU και CU.



ΦΥΣΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

ΔΙΚΤΥΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

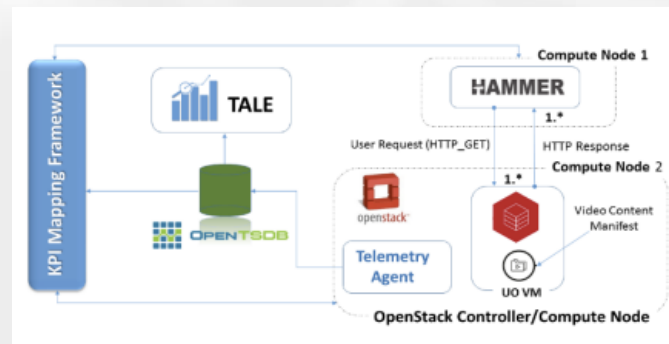
[1/2]

- Στην αρχιτεκτονική του επιπέδου δεδομένων, το σημαντικότερο στοιχείο είναι το XFE (μεταγωγέας πολλαπλών επιπέδων που αποτελείται από δυο μεταγωγείς, τον XPFE-μεταγωγέας πακέτων, και τον XCSE-μεταγωγέας κυκλώματος).
- Η διαδρομή μεταγωγής κυκλώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορα προφίλ κυκλοφορίας που δεν είναι κατάλληλα για μεταφορά πακέτων ή απλώς για αποφόρτιση χωρητικότητας. Η διαδρομή μεταγωγής πακέτων είναι η τέλεια επιλογή για την πλειονότητα της κίνησης fronthaul (FH) και backhaul (BH) με ανοχή σε καθυστέρηση.
- Στον μεταγωγέα μπορούν να προστεθούν και να αφαιρεθούν επίπεδα κάτι που βοηθά στην υποστήριξη multi-tenancy λόγω της χρήσης διαφορετικών σεναρίων ανάπτυξης με διαχωρισμό της κυκλοφορίας. Ο έλεγχος προώθησης πακέτων (ποιο πλαίσιο προωθείται από ένα XPFE-στοιχείο προώθησης πακέτων, με ποιον τρόπο) γίνεται στον SDN Controller.
- Προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα των ροών δεδομένων, οι ασύρματες μονάδες ενδέχεται να κάνουν κάποια συγκέντρωση πριν αλληλεπιδράσουν με το XFE. Μία αλληλουχία RRH (Remote Radio Head – περιέχει το κύκλωμα ραδιοσυχνοτήτων του σταθμού βάσης συν μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό ή ψηφιακό σε αναλογικό και μετατροπείς up/down) που προσθέτει και πολυπλέκει την κυκλοφορία CPRI χρησιμεύει ως πρώτη απεικόνιση. Σε δεύτερη απεικόνιση, τα σήματα πελάτη πολυπλέκονται σε ένα σύστημα RoF (Radio over Fiber) χρησιμοποιώντας πολλές ραδιοσυχνότητες.
- Οι συγκλινόμενοι τομείς οπτικού και ασύρματου δικτύου που μπορούν να επιτρέψουν τόσο την πρόσβαση όσο και τη μεταφορά αποτελούν ένα βιώσιμο επίπεδο δεδομένων για τη μεταφορά 5G. Μέσω της χρήσης των τεχνολογιών mm-Wave και sub-6, ένα πυκνό στρώμα μικροσκοπικών κυψελών μπορεί να μεταφερθεί σε μακρο-κυψέλες στον ασύρματο τομέα.

ΦΥΣΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Προκειμένου τα δίκτυα 5G να παρέχουν και να εγγυώνται το κατάλληλο επίπεδο απόδοσης υπηρεσιών, η παρακολούθηση της πλατφόρμας και των υπηρεσιών είναι απαραίτητη. Ως προσέγγιση των υπηρεσιών προφίλ που θα αναπτυχθούν σε μια υποδομή 5G και θα βελτιώσουν την απόδοσή τους, παρουσιάστηκε η εμπειρική μεθοδολογία γνωστή ως TALE.
- Η προσέγγιση βασίζεται στην τηλεμετρία πλήρους στοίβας για τη συλλογή μετρήσεων για την απόδοση, τις ανωμαλίες, την καθυστέρηση και την εντροπία σε σχέση με την υπηρεσία που είναι το αντικείμενο της έρευνας και βρίσκεται υπό πίεση από καταστάσεις δυναμικού φορτίου. Η μέθοδος TALE συνδυάζει ανάλυση και οπτικοποίηση με την αυτόματη συλλογή ορισμένων δεδομένων συστήματος.
- Η αντιστοίχιση KPI επιδιώκει να προσδιορίσει, από την άποψη της υποδομής, τις πιο σχετικές μετρήσεις πλατφόρμας που συνδέονται με έναν δείκτη βασικής πλατφόρμας (KPI) για μια υπηρεσία. Αυτό καθιστά δυνατή την παρακολούθηση των περίπλοκων συστημάτων δικτύου πιο γρήγορα και αποτελεσματικά, ενώ παράλληλα μειώνει την ποσότητα της τηλεμετρίας που πρέπει να εξεταστεί για τη διασφάλιση της υπηρεσίας.



ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

[1/2]

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ (MULTI-TENANCY, CLOUD, VIRTUALIZATION, NETWORK PROGRAMMABILITY)

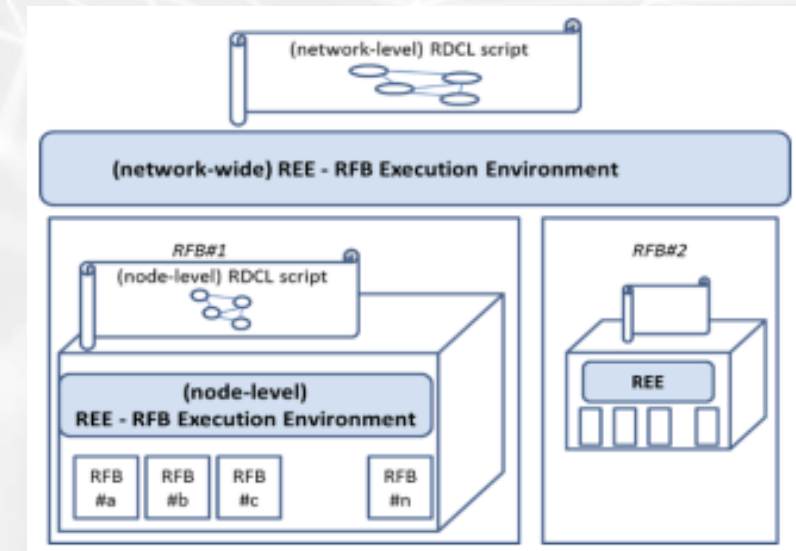
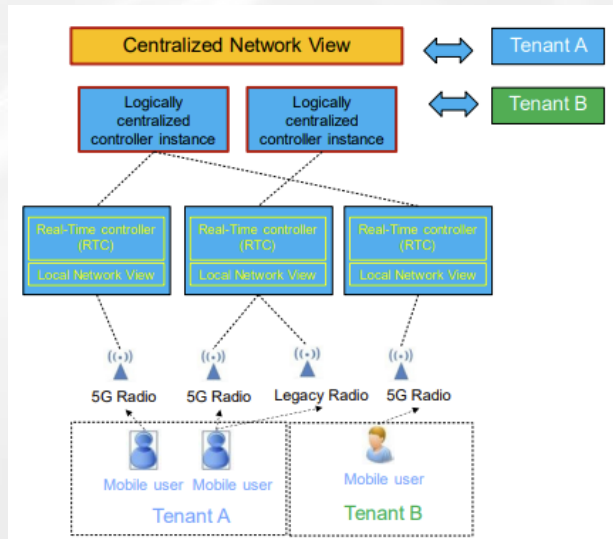
- Για το 5G υπάρχουν ορισμένες πτυχές multi-tenancy όπως (α) η κοινή χρήση υποδομής (εστιάζει στη χρήση μεθόδων τεμαχισμού δικτύου για τη δημιουργία πολλών εικονικών Core Networks που μοιράζονται πολυάριθμοι χειριστές δικτύων και διαθέτουν υπηρεσίες και εφαρμογές ευαίσθητες στο χρόνο), (β) η κοινή χρήση φάσματος (στόχος είναι να εντοπιστούν κανονισμοί που, αντί να πωλούν ξεχωριστές ζώνες συχνοτήτων, εξασφαλίζουν τα υψηλότερα προβλεπόμενα έσοδα), (γ) κοινή χρήση RAN (εξαρτάται από λύσεις που βασίζονται σε Hypervisor για την κατασκευή ενός εικονικού λειτουργικού συστήματος) και (δ) η κοινή χρήση δικτύου (οι εφαρμογές που διαχειρίζονται απλώς κοινόχρηστους πόρους και λειτουργίες δικτύου λειτουργούν στο SDM-X. Τέτοιοι πόροι και λειτουργίες δικτύου μπορούν να μοιράζονται αποτελεσματικά μεταξύ τμημάτων/ενοικιαστών χάρη στη διαχείριση μεταξύ τμημάτων του 5G NORMA. Το SDM-O θα αποφασίσει ποιες λειτουργίες δικτύου μπορούν να χωριστούν σε τμήματα και πού θα τις τοποθετήσουν στο δίκτυο).
- Το NFV, συνοδευόμενο από SDN, θεωρείται επί του παρόντος ως η κύρια τεχνολογία για την ανάπτυξη τμημάτων δικτύου και για να υλοποιηθεί πρέπει να συνυπάρχουν αρκετές τεχνολογίες εικονοποίησης όπως VM, container-based τεχνολογίες και unikernels. Το ετερογενές υλικό και η ετερογενής πλατφόρμα που γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα στην ανάπτυξη 5G μπορούν να αφαιρεθούν χάρη στις έννοιες RFB/REE. Το επαναχρησιμοποιούμενο λειτουργικό μπλοκ (RFB) είναι μια γενίκευση του VNF και το RFB Execution Environment (REE) αναφέρεται στο περιβάλλον που μπορεί να επιτρέψει την εκτέλεση μιας υπηρεσίας. Το REE μπορεί να είναι ένθετο.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

[2/2]

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ (MULTI-TENANCY, CLOUD, VIRTUALIZATION, NETWORK PROGRAMMABILITY)

- Μια κρίσιμη τεχνολογία ενεργοποίησης για δυναμική λειτουργία της υπηρεσίας 5G και της αρχιτεκτονικής τμημάτων είναι η δυνατότητα προγραμματισμού. Προκειμένου να παρέχεται ενορχήστρωση και διαχείριση για συγκεκριμένο τομέα, η εσωτερική αρχιτεκτονική του συστήματος διαχείρισης του χειριστή 5G εξαρτάται από τις διεπαφές που εκτίθενται από τα ειδικά για την τεχνολογία VIM στο VNFM και το NFVO. Μέσω της χρήσης αφαιρέσεων υψηλού επιπέδου, οι δομές προγραμματισμού προσφέρουν τρόπους προβολής και ελέγχου τόσο εικονικών όσο και πραγματικών λειτουργιών δικτύου (NF). Προκειμένου να καταστεί δυνατή η δημιουργία υπηρεσιών και τμημάτων που επεκτείνουν τους τομείς τεχνολογίας και παρόχων, η ενορχήστρωση για συγκεκριμένο τομέα παρέχει επίσης μια northbound διεπαφή στο επίπεδο end-to-end ενορχήστρωσης.



ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΜΟΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

[1/2]

- Η ικανότητα της πλατφόρμας MANO να κάνει πιο ενημερωμένες κρίσεις σχετικά με την αναγκαιότητα μιας υπηρεσίας ή μιας λειτουργίας θα οδηγήσει τελικά σε βελτίωση της ποιότητας της υπηρεσίας. Η προδιαγραφή των Προτύπων Υπηρεσιών Δικτύου αναπτύσσεται από το ETSI NFV με στόχο να επιτρέψει την ανάπτυξη υπηρεσιών ενώ κατανοεί ότι αποτελούνται από έναν αριθμό διασυνδεδεμένων VNF. Τα πρότυπα υπηρεσιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής μιας υπηρεσίας, όχι μόνο για αιτήματα υπηρεσιών. Ο ορισμός του OASIS για το TOSCA δηλώνει ότι είναι μια γλώσσα και μεταμοντέλο για την περιγραφή των υπηρεσιών, των στοιχείων τους, των συνδέσεων και των διαδικασιών διαχείρισης.
- Ένα annotation υποδεικνύει εάν μια υπηρεσία μπορεί να λειτουργήσει για διάφορους χρήστες σε διαφορετικές περιστάσεις. Ένας εντοχιστρωτής παρακολουθεί ποιες VNF/υπο-υπηρεσίες είναι ήδη εγκατεστημένες ή διαθέσιμες, μαζί με εκείνες που είναι προσβάσιμες ως λειτουργίες εικονικού δικτύου (πολλαπλή μίσθωση). Οι υπηρεσίες μπορούν να τροποποιηθούν ή να παραχθούν νέες εκδόσεις υπηρεσίας χρησιμοποιώντας το API του εντοχιστρωτή και το SDK. Τεχνικές γνωστές ως Service Function Chaining (SFC) έχουν χρησιμοποιηθεί για τη χαρτογράφηση τόσο των παραδοσιακών όσο και των σύγχρονων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών σε νέες υποδομές με δυνατότητα Cloud.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΜΟΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

[2/2]

- Η κυκλοφορία επιθέσεων μπορεί να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες εσωτερικού χειριστή λόγω εσφαλμένης διαμόρφωσης του τείχους προστασίας VNF ή μια πύλη εφαρμογής ενδέχεται να τροποποιήσει εσφαλμένα πακέτα, με αποτέλεσμα απώλεια σύνδεσης. Μια εξαιρετικά πολλά υποσχόμενη στρατηγική είναι η χρήση εργαλείων επαλήθευσης επιπέδου δεδομένων δικτύου που βασίζονται σε επίσημες μεθόδους επαλήθευσης λογισμικού. Αυτά τα προγράμματα μιμούνται τα αποτελέσματα της έγχυσης ενός γενικού πακέτου (με πεδία χαρακτήρων μπαλαντέρ) σε μια θύρα δικτύου. Το πλαίσιο πρώτα επαληθεύει ότι το πακέτο προορίζεται για αυτό, στη συνέχεια καθορίζει εάν η θύρα προορισμού πρέπει να προωθηθεί και, εάν ναι, αντικαθιστά τη διεύθυνση προορισμού. Προκειμένου να παραδοθούν πιο δυναμικές λύσεις που χρησιμοποιούν μηχανική εκμάθηση για αποτελεσματική και αυτοματοποιημένη διαχείριση δικτύου, τα δίκτυα 5G πρέπει να κάνουν χρήση αυτών των δυνατοτήτων.
- Η μηχανική εκμάθηση χρησιμοποιείται σε πολλές δημοσιεύσεις για την επίλυση ζητημάτων που σχετίζονται με διάφορες λειτουργίες. Οι θεμελιώδεις υπηρεσίες μηχανικής μάθησης συμπληρώνονται από υπηρεσίες δεδομένων και υπηρεσίες προγραμματισμού. Για την ομαδοποίηση των υπηρεσιών χρησιμοποιούνται (α) Υπηρεσίες Δεδομένων, (β) Υπηρεσίες Διασφάλισης Ποιότητας, (γ) Υπηρεσίες Πρόβλεψης Ζήτησης Δικτύου, (δ) Υπηρεσίες βάσει τοποθεσίας και (ε) Υπηρεσίες Σχεδιασμού.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΝΟΡΧΗΣΤΡΩΣΗ

[1/2]

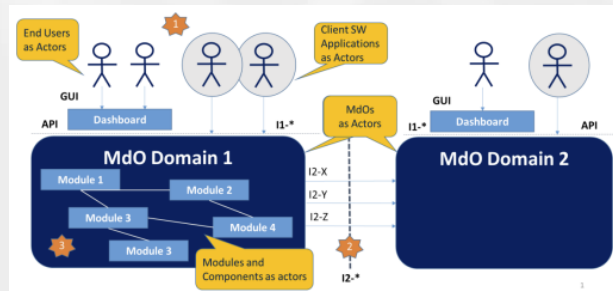
- Η διαχείριση τμημάτων επιτρέπει στους χειριστές να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τους πόρους τους διαχειριζόμενοι τα VNF τους. Ένα άπληστο βήμα ορίζεται από τη μέθοδο ευρετικής χαρτογράφησης ως η συνδυασμένη αντιστοίχιση μιας λειτουργίας δικτύου και μιας σύνδεσης γραφήματος κοντινής υπηρεσίας. Αυτός ο αλγόριθμος αναζητά (δυνητικά πολλές) ενσωματώσεις αλυσίδων υπηρεσιών. Στη συνέχεια, ο ενορχηστρωτής επιλύει διαφορές σχετικά με τους πόρους και, εάν απαιτείται, ενεργεί ως «διαιτητής».
- Ένας αριθμός διασυνδεδεμένων συστημάτων εικονικοποίησης αναμένεται να χρησιμοποιηθεί στην ανάπτυξη του 5G, μερικά από τα οποία περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες λύσεις τηλεμετρίας (παρακολούθησης) ως Celiometer στο OpenStack. Οι πληροφορίες που συλλέγονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για (α) τον εντοπισμό δυνατοτήτων βελτιστοποίησης διαμόρφωσης, (β) να προσδιορίσει τις σχετικές μετρήσεις για την επιχειρησιακή παρακολούθηση και (γ) να καθιερώσει σημεία διακοπής για τις υπηρεσίες και τους υποκείμενους μηχανισμούς αστοχίας τους.
- Το SDN και το NFV συγκεκριμένα θα αποτελέσουν τη βάση για τις τεχνολογίες λογισμικού και εικονικοποίησης του 5G. Μια ολοκληρωμένη διαχείριση αυτών των Apps προσφέρει πλήρως αυτοματοποιημένη παροχή, ρύθμιση, ενημέρωση/τροποποίηση και τερματισμό εφαρμογών NFV και SDN, τυπικές μεθόδους και διαδικασίες κύκλου ζωής για μια ποικιλία εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών ελεγκτή, εφαρμογών SDN, εφαρμογών VNF και εφαρμογών για λειτουργίες φυσικού δικτύου (PNF) και από τον σχεδιασμό, παρέχει ευελιξία και επέκτασιμότητα. Η απόκτηση πόρων υπολογιστή κατ' απαίτηση πολλών χρηστών υποστηρίζεται από το πακέτο λογισμικού MaaS. Ένας νέος πόρος υπολογιστή εντοπίζεται αυτόματα όταν συνδεθεί στην υποδομή για πρώτη φορά.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΝΟΡΧΗΣΤΡΩΣΗ

[2/2]

- Οι φορείς εκμετάλλευσης θα πρέπει να συνεργαστούν για να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον συνεργασίας. Αν και οι χειριστές ανταγωνίζονται μεταξύ τους, συνεργάζονται επίσης για να εξυπηρετήσουν τους κάθετους τελικούς πελάτες τους. Σύμφωνα με την κύρια λειτουργικότητά του, τα μέρη του Multi-domain Orchestrator (MdO) μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη ομάδα είναι υπεύθυνη για την απόκτηση πόρων και ικανοτήτων, ενώ η δεύτερη ομάδα, η οποία είναι ορατή στη μέση του MdO, είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη αιτημάτων υπηρεσίας (για παράδειγμα, ενορχήστρωση). Τα εξαρτήματα που είναι υπεύθυνα για τη διασφάλιση υπηρεσιών και τη διαχείριση SLA ανήκουν στην τρίτη ομάδα.
- Έχουν ληφθεί υπόψη διάφοροι παράγοντες στο μοντέλο εμπιστοσύνης ασφάλειας MdO. Αρχικά, μέσω της διεπαφής I1 (αλληλεπίδραση B2C), οι πελάτες (ενοικιαστές) επικοινωνούν με το Multi Domain Orchestrator (MdO), το οποίο προσφέρει μια σειρά υπηρεσιών για τη χρήση VNF και NS. Δεύτερον, χρησιμοποιώντας υπηρεσίες I2, τα MdO επικοινωνούν μεταξύ τους (αλληλεπίδραση B2B). Τέλος, οι μονάδες SW και τα στοιχεία μιας υλοποίησης MdO είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την ασφάλεια και πρέπει να προστατεύονται μέσα σε μια αξιόπιστη ζώνη του χώρου παροχής που είναι αφιερωμένη στο MdO.



ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

ΑΥΤΟ-ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

[1/2]

- Οι δεξιότητες μηχανικής μάθησης που απαιτούνται για την αυτόνομη διαχείριση δικτύου παρέχονται από το Cognitive Smart Engine (CSE). Αυτό το στοιχείο δέχεται δεδομένα παρακολούθησης από το ελεγχόμενο περιβάλλον ως είσοδο, καθώς και άλλες εισόδους, όπως δεδομένα συμφραζομένων.
- Ο συνδυασμός μοντέλων μηχανικής μάθησης και στρατηγικών διαχείρισης δικτύου επιτρέπει στο CSE να προσαρμόζεται δυναμικά στις αλλαγές, κάτι που είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του. Το CSE καθιστά δυνατή την αυτόνομη διαχείριση δικτύου. Αυτό στοχεύει στη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών αυξάνοντας το άνοιγμα και τη διαφάνεια των υπηρεσιών που παρέχονται από τα δίκτυα 5G.
- Προκειμένου να επισημοποιήσει τις αυτόνομες συμπεριφορές στο πλαίσιο SELFNET και να συνδέσει λογικά μια μηχανή Self-Organising Network (SON), το υποσύστημα παρακολούθησης, τον ενορχηστρωτή, τη διαχείριση εφαρμογών και άλλα σχετικά στοιχεία στην αρχιτεκτονική, το SELFNET έχει αναπτύξει ένα αυτόνομο πλαίσιο διαχείρισης δικτύου βασίζεται σε μια καινοτόμο προδιαγραφή Tactical Autonomic Language (TAL). Η υπάρχουσα ιδέα 4G SON στο φυσικό επίπεδο των δικτύων 4G θα επεκταθεί από τη μηχανή αυτόνομης διαχείρισης SON στο επίπεδο διαχείρισης τόσο των φυσικών όσο και των εικονικών δικτύων σε δίκτυα 5G. Για να ενισχυθούν οι δυνατότητες πρόβλεψης και αυτό-μάθησης του πλαισίου, αναπτύσσονται αλγόριθμοι που βασίζονται στη μηχανική μάθηση.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ 5G

ΑΥΤΟ-ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

[2/2]

- Εάν οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων και οι προγραμματιστές υπηρεσιών θέλουν να ασκήσουν τέτοιους ελέγχους (όπως προαναφέρθηκαν) και να παρέχουν την επιλογή τέτοιου ελέγχου, υπάρχει η επιθυμία να εξισορροπηθεί το επίπεδο ρητού ελέγχου που προσφέρεται και στα δύο μέρη. Εδώ, ο όρος "ρητός έλεγχος" αναφέρεται στην έννοια της λήψης αποφάσεων ελέγχου ρητά γνωστές στον ενοικιαστή σε αντίθεση με τη σιωπηρή λήψη τους στο πλαίσιο μιας συγκεκριμένης λειτουργίας. Αυτό μπορεί να συμβεί σε πολλά επίπεδα.
- Πρέπει να υπάρχει κάποιος συντονισμός μεταξύ των διαφορετικών εργασιών υπηρεσίας, καθώς αυτό μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε ανεπιθύμητη συμπεριφορά ή φυλετικές καταστάσεις. Αυτός ο συντονισμός θα μπορούσε να γίνει με έναν τρόπο που ταιριάζει σε όλους, προσπαθώντας να ελέγξει και να διαχειριστεί όλες τις υπηρεσίες (και τις λειτουργίες που τις απαρτίζουν) με τον ίδιο τρόπο.
- Μια άλλη στρατηγική θα ήταν η προσθήκη τέτοιων δυνατοτήτων αυτόνομης διαχείρισης σε μια πιο παραδοσιακή αρχιτεκτονική MANO, επιτρέποντας στις υπηρεσίες να αυτορυθμίζονται ενώ έχουν πρόσβαση σε σχετικά στοιχεία υποδομής όπως φορτίο, τοπολογία, περιγραφές και ούτω καθεξής. Είναι προφανές ότι για να διατηρηθεί η σταθερή λειτουργία, αυτές οι πληροφορίες πρέπει να ελέγχονται σωστά, οι αλληλεπιδράσεις υπηρεσιών μεταξύ τους πρέπει να αντιμετωπίζονται προσεκτικά και οι ενέργειες ελέγχου των δυνατοτήτων αυτοδιαχείρισης μιας υπηρεσίας πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Αναμφισβήτητα, το 5G με τις αμέτρητες καινοτομίες του, κατάφερε να φέρει την ευκολία, την αξιοπιστία, την σταθερότητα, την realtime επικοινωνία και την μεγάλη ταχύτητα δεδομένων. Όλα αυτά βοήθησαν ιδιώτες και επιχειρήσεις να ξεπεράσουν προβλήματα ετών. Ειδικότερα για τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη στον Βασικό Δείκτη Απόδοσης (KPI – Key Performance Indicator). Αρχικά, μπορεί να γίνει χρήση νέου φάσματος το οποίο περιλαμβάνει και τα millimeter wave. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί σημαντικά η χωρητικότητα της περιοχής κάλυψης λόγω της από κοινού χρήσης συχνοτήτων υψηλού και χαμηλού φάσματος και την διαμόρφωσης της δέσμης, καθώς και να επιτευχθεί ευέλικτη και δυναμική κατανομή πόρων μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών RAN που αποφορτίζουν το δίκτυο σε καταστάσεις υψηλής ζήτησης αυτών.
- Βελτιστοποιημένη χρήση πόρων, συντονισμός των παρεμβολών, ευελιξία του RRM, τεχνικές διαχωρισμού και διαχείρισης της κυκλοφορίας, επεκτασιμότητα και μείωση του φορτίου σήματος σε περιβάλλοντα υψηλής ζήτησης
- Καθώς επεκτείνεται η χρήση του 5G, μπορεί να παρατηρηθεί ότι υπάρχουν τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας προκειμένου να παραμένει σε υψηλά επίπεδα ο Βασικός Δείκτης Απόδοσης. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να υπάρξει μία τεχνική κατά την οποία επιτυγχάνεται μειωμένη κατανάλωση ενέργειας λόγω της ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης των κόμβων μεταφοράς ανάλογα με την κατάσταση (ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση) των ραδιοκόμβων. Τέλος, προτείνεται άλλη μία τεχνική κατά την οποία υπάρχει λειτουργία ενός ικανού αριθμού κόμβων στο δίκτυο με την χρήση κεντρικού προγραμματισμού κίνησης δεδομένων και συντονισμού πολλών κυψελών.



**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ
ΣΑΣ!**

ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
321/2018107
ICSD18107@AEGEAN.GR