



# EDGE COMPUTING

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΥΠΟΔΟΜΗ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Κυριαζής Ιωάννης

Παπαδόπουλος Παναγιώτης

Μαμουλέλλης Απόστολος



# Εισαγωγή

- Ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός των συνδεδεμένων έξυπνων συσκευών (smart devices) και η εξέλιξη του Ίντερνετ των Πραγμάτων (IoT) οδηγεί σε μια νέα πρόκληση, του χειρισμού ενός τεράστιου όγκου ακατέργαστων δεδομένων.
- Αδιαμφισβήτητα, η τεχνολογία του σύννεφου (cloud) είναι ασυναγώνιστη στην ικανότητά της να υπολογίζει και να αποθηκεύει δεδομένα, ωστόσο η ανταλλαγή αυτών των δεδομένων από τα φυσικά μέσα περιορίζεται από την ταχύτητα του φωτός και το μέγεθος των διασυνδέσεων («σωληνώσεων») του διαδικτύου.
- Την λύση στο πρόβλημα έρχεται να δώσει η τεχνολογία του edge-computing.

# Τι είναι το Edge Computing ;

- Το Edge-computing είναι η «υπολογιστική άκρη» που υπάρχει μέσα σε ένα δίκτυο, με την «άκρη» να ορίζεται ως το μέρος όπου οι τελικές έξυπνες συσκευές έχουν πρόσβαση στο υπόλοιπο δίκτυο , όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι αισθητήρες και τα βιομηχανικά ρομπότ.
- Η «άκρη» είναι ένα μέρος όπου αυτές οι συσκευές συνδέονται, ώστε να μπορούν να παραδίδουν δεδομένα, να λαμβάνουν οδηγίες και ενημερώσεις λογισμικού από ένα κεντρικό διακομιστή δεδομένων (server) που βρίσκεται σε άλλη κεντρική τοποθεσία ή από το σύννεφο (cloud).

# Τεχνολογίες του Edge Computing (1/3)

## Internet of Things (IoT)

- Οι συσκευές IoT συγκεντρώνουν τόσα πολλά δεδομένα που ο όγκος τους απαιτεί μεγαλύτερες και ακριβότερες συνδέσεις με τους κεντρικούς διακομιστές και το νέφος.
- Ο τεράστιος όγκος δεδομένων που προέρχεται από κατανεμημένες συσκευές IoT μπορεί να αντιμετωπιστεί μερικώς από την υπάρχουσα πλατφόρμα του σύννεφου (cloud) ανεξαιρέτως της τεράστιας χωρητικότητας και αποθήκευσης που διαθέτει. Επομένως, λόγω του κεντρικού και συγκεντρωτικού τρόπου λειτουργίας του και της σχετικής καθυστέρησης (latency), χρειάζεται βελτίωση για τη λειτουργία του σε πραγματικό χρόνο.
- Γενικότερα, η «άκρη» βοηθά στη μείωση του λανθάνοντος χρόνου από άκρο σε άκρο, στην εξοικονόμηση πόρων εύρους ζώνης και στην μείωση των υπολογιστικών επιβαρύνσεων στους διακομιστές cloud μέσω κάποιων ειδικών τεχνολογιών.

# Τεχνολογίες του Edge Computing (2/4)

## Mobile Edge Computing (MEC) (1/3)

- Το MEC είναι πλέον η νέα τεχνολογία που παρέχει ένα περιβάλλον υπηρεσιών πληροφορικής και δυνατότητες υπολογιστικού νέφους στην άκρη του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, εντός του Radio Access Network (RAN) και σε κοντινή απόσταση από τους συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας.
- Οι βασικές τεχνολογίες του MEC, συμπεριλαμβάνουν την εκφόρτωση υπολογισμού από το νέφος και την διαχείριση κινητικότητας των δεδομένων.

# Τεχνολογίες του Edge Computing (3/4)

## Mobile Edge Computing (MEC) (2/3)

- Η εκφόρτωση υπολογισμού είναι μια διαδικασία που μεταφέρει υπολογισμούς υψηλού όγκου πόρων από ένα κινητό τηλέφωνο στη γειτονική υποδομή, συνήθως ένα διακομιστή δεδομένων που είναι πλούσιος σε πόρους.
- Παρόλο που οι κινητές συσκευές περιορίζονται από τις δυνατότητες των υπολογιστών ή των επεξεργαστών τους, τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και την απαγωγή θερμότητας, το MEC επιτρέπει την εκτέλεση των νέων εξελιγμένων εφαρμογών στο User Equipment (UE), εκφορτώνοντας υπολογισμούς που καταναλώνουν την ενέργεια των εφαρμογών στον διακομιστή MEC.

# Τεχνολογίες του Edge Computing (4/4)

## Mobile Edge Computing (MEC) (3/3)

- Η απόφαση εκφόρτωσης εξαρτάται από το μοντέλο εφαρμογής, το οποίο μπορεί να ταξινομηθεί σύμφωνα με τρία κριτήρια.
- Το πρώτο κριτήριο είναι εάν η εφαρμογή περιέχει μη-εκφορτώσιμα μέρη.
- Δεύτερον, δεν υπάρχει τρόπος να εκτιμηθεί η ποσότητα των δεδομένων που θα υποβληθούν σε επεξεργασία για εφαρμογές με συνεχή εκτέλεση.
- Το τρίτο κριτήριο είναι η αμοιβαία ανεξαρτησία μεμονωμένων τμημάτων προς επεξεργασία.
- Σε γενικές γραμμές, το User Equipment (UE) πρέπει να αποτελείται από έναν προγραμματιστικό κώδικα, ένα προφίλ συστήματος και μια μηχανή λήψης αποφάσεων για τη διαδικασία εκφόρτωσης.

# Υποδομή (1/3)

- Η μετακίνηση του cloud computing στην άκρη του κινητού δικτύου δημιουργεί πολλά οφέλη που μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα σημεία:
  - Παρέχει έναν αποτελεσματικό τρόπο για την εκφόρτωση δεδομένων που παραδίδονται στο κεντρικό δίκτυο
  - Παρέχει υψηλό εύρος ζώνης.
  - Εισάγει νέες υπηρεσίες και εφαρμογές με πρόσβαση στις πληροφορίες περιβάλλοντος δικτύου.
  - Μειώνει την καθυστέρηση μετ' επιστροφής των κοινοποιημένων δεδομένων.



## Υποδομή (2/3)

- Η μετάβαση από τα μεγάλα, τεράστια και ακριβά κέντρα δεδομένων σε μικρές κατανεμημένες μονάδες cloud που βασίζονται σε μια μικρή πλατφόρμα υλικού θα ανοίξει το δρόμο για την επίτευξη του απαιτούμενου περιορισμού καθυστέρησης για την απτική πραγματοποίηση.
- Μόνο ένας ή δύο λυκίσκοι επικοινωνίας (communication hops) μακριά από το κινητό θα είναι αποτελεσματικοί για την επίτευξη του λανθάνοντος χρόνου 1 ms.

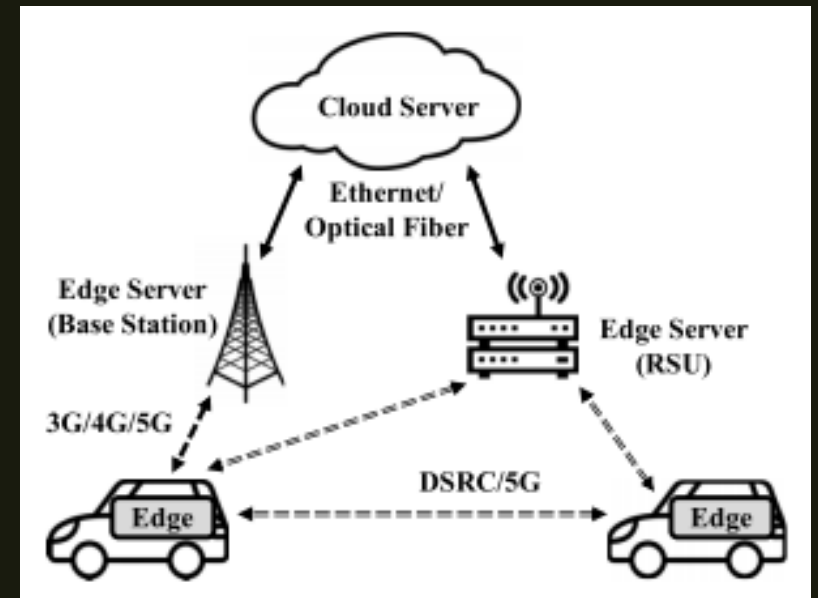
# Υποδομή (3/3)

- Με βάση την έκθεση ETSI για υπολογιστές αιχμής, υπάρχουν πολλά σενάρια για τον τρόπο υπηρεσίας των μονάδων υπολογιστικού νέφους.
  - Οι διακομιστές Cloud είναι συνδεδεμένοι στο σταθμό βάσης μακροεντολών LTE (eNB).
  - Η μονάδα cloud μπορεί να τοποθετηθεί στον ελεγκτή ραδιοφωνικού δικτύου 3G / 4G (RNC).
  - Η μονάδα Cloud μπορεί να συνδεθεί σε πολλαπλούς ιστότοπους (πολλαπλά eNB).
  - Η μονάδα Cloud ενδέχεται να βρίσκεται στην άκρη του κεντρικού δικτύου.

# Εφαρμογές Edge Computing (1/3)

## Αυτόνομα Οχήματα

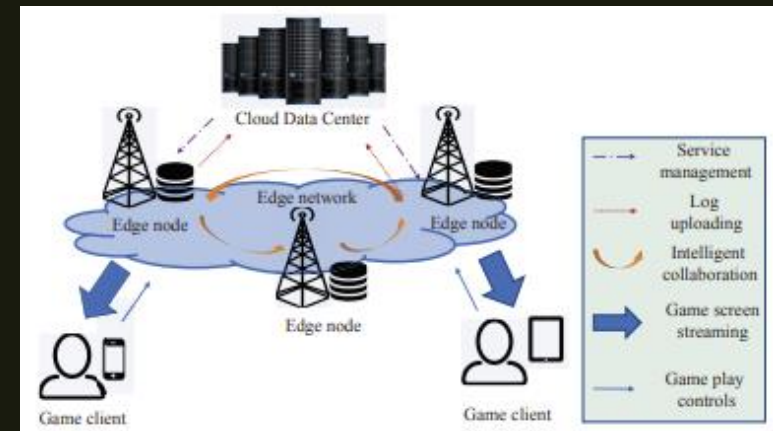
- Κάθε αυτόνομο όχημα είναι εξοπλισμένο με ένα edge computing system, το οποίο ενσωματώνει όλες τις λειτουργικές μονάδες σε πραγματικό χρόνο, όπως εντοπισμό, αντίληψη, σχεδιασμό και έλεγχο, και ούτω καθεξής.
- Κάθε όχημα επικοινωνεί με διακομιστές αιχμής, και τελικά με το κεντρικό cloud, μέσω των υφιστάμενων δικτύων επικοινωνίας 3G / 4G / 5G.
- Τα οχήματα μπορούν να επικοινωνούν με τις πλευρικές μονάδες του δρόμου (Road Side Units - RSU) είτε μέσω των δικτύων 5G είτε με τα ειδικά δίκτυα επικοινωνίας μικρής εμβέλειας (Dedicated Short-Range Communications - DSRC).



# Εφαρμογές Edge Computing (2/3)

## Cloud Gaming

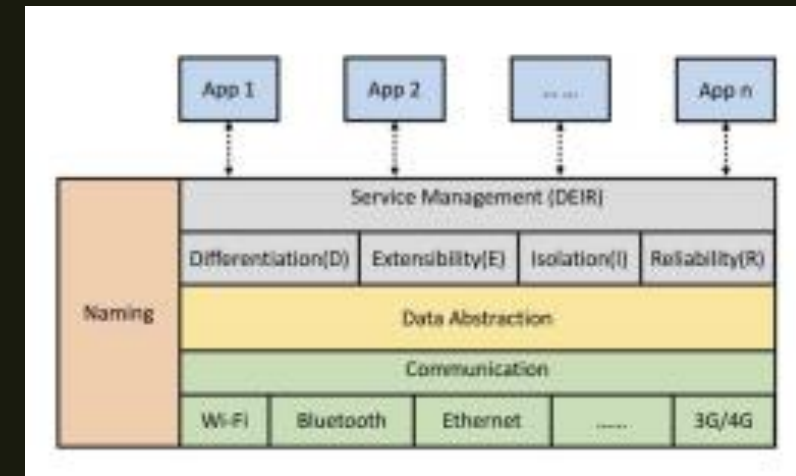
- Η απόδοση GPU υψηλής έντασης υπολογισμού τοποθετείται στον κόμβο άκρου, ο οποίος μεταδίδει τις σκηνές ως ακολουθία βίντεο στον πελάτη παιχνιδιού, ενώ ο πελάτης παιχνιδιού είναι υπεύθυνος για την προβολή του βίντεο καθώς και για τη συλλογή των εντολών του παίκτη και στέλνοντας τις αλληλεπιδράσεις πίσω στους edge nodes (Κόμβοι Άκρου).
- Οι edge nodes θα συνεργαστούν μεταξύ τους για να βελτιώσουν το Quality of Experience (QoE) των παικτών.
- Οι κόμβοι άκρου ανεβάζουν το αρχείο καταγραφής παιχνιδιών στο κέντρο δεδομένων cloud σε περίπτωση που το παιχνίδι πρέπει να συνεχιστεί ή να αναπαραχθεί.



# Εφαρμογές Edge Computing (3/3)

## Smart Home

- Το EdgeOS (εξειδικευμένο λειτουργικό σύστημα άκρης) πρέπει να συλλέγει δεδομένα από κινητές συσκευές και όλα τα είδη πραγμάτων μέσω πολλαπλών μεθόδων επικοινωνίας, όπως Wi-Fi, BlueTooth, ZigBee ή ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.
- Τα δεδομένα από διαφορετικές πηγές πρέπει να συντηχθούν και να μαζευτούν στο επίπεδο αφαίρεσης δεδομένων.
- Πάνω από το επίπεδο αφαίρεσης δεδομένων βρίσκεται το επίπεδο διαχείρισης υπηρεσιών. Απαιτήσεις που περιλαμβάνουν διαφοροποίηση, επεκτασιμότητα, απομόνωση και αξιοπιστία θα υποστηρίζονται σε αυτό το επίπεδο.



# Ευχαριστούμε για τον χρόνο σας!

Κυριαζής Ιωάννης  
Παπαδόπουλος Παναγιώτης  
Μαμουλέλλης Απόστολος