



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Ανάπτυξη Λογισμικού για Δίκτυα και Τηλεπικοινωνίες Χειμερινό 2021 - 2022

Το πλαίσιο ανάπτυξης των δικτύων νέας γενιάς

- Ανάπτυξη ποιοτικών, αξιόπιστων και ασφαλών υποδομών, δικτύων και υποδομών, αξιοποιώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις προς όφελος των πολιτών
- Ψηφιοποίηση, διασύνδεση των πολιτών, προστασία του περιβάλλοντος, προστασία των πολιτών από φυσικές καταστροφές, δημιουργία νέων επιχειρησιακών μοντέλων κ.ά.
- Διαλειτουργικό πλαίσιο 4G/5G και πλατφόρμας «Δικτύου των Πραγμάτων»



Ψηφιακή μετάβαση με τα δίκτυα νέας γενιάς



A⁴ - Access to data:

- Anytime
- Anywhere
- Any Volume
- Any Thing (M2M/IoT)

Connectivity

- ✓ Ubiquitous
- ✓ Resilient
- ✓ Secure

Cloud native services,
big data, AI

Ψηφιακή Μετάβαση – Ψηφιακή και Βιώσιμη Οικονομία



- GDP increase 1%↑ for every 20% ↑ in ICT investment
- Productivity: 20%↑ by 2025
- Connected devices: 100 Billion by 2025
- Relationship between broadband speed & new skills development, increase reach, etc
- ICT innovation drives inclusive growth and sustainable development

Κατηγορίες υπηρεσιών: service categories, use cases, ...

- A **service category** is a **set of services that share some common characteristics in terms of connectivity**
 - Three categories defined by ITU: **eMBB (enhanced Mobile Broadband)**, **mMTC (massive Machine type Communications)** and **URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communications)**
 - Services within each category may not have the same KPIs, but at least they share some basic parameters
- A **use case** is a **real-life application** that can cover **one or more service categories (eMBB, mMTC, URLLC)**
 - A given use case can support different services, belonging to one or more service categories
- A **service** can be provided **within a use case and scenario**, with particular characteristics in terms of KPIs (Key performance indicators)
 - E.g. UR/VR applications, UHD video, factory control, etc.
 - Each service should have clearly identified KPIs

Tidal waves of

IoT expansion

will touch virtually all aspects of our lives

Over 43 billion connected devices by 2023¹

Επέκταση IoT μέσω πλαισίου κατανεμημένης νοημοσύνης - Efficiently expanding the IoT requires a new distributed intelligence paradigm

Current

Cloud-centric intelligence

IoT services depends on the central cloud to extract value



Latency could be over 100s ms today

Future

Distributed intelligence

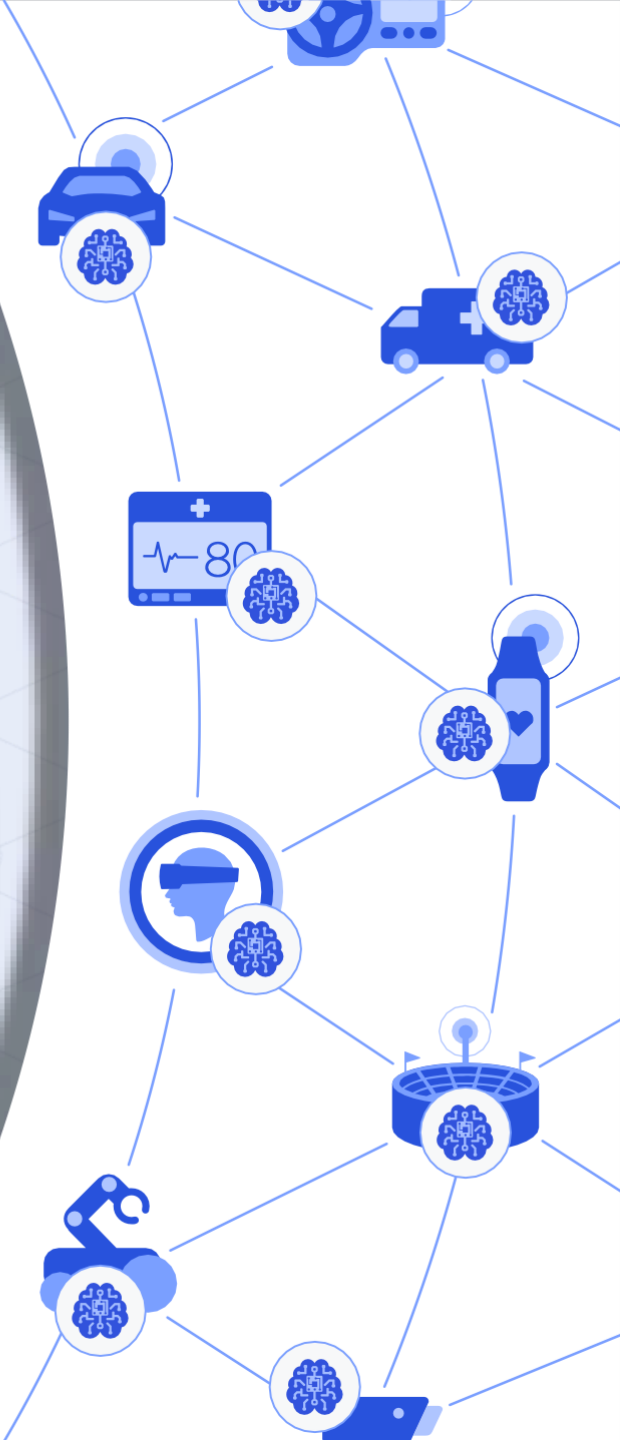
Based on economic and performance tradeoffs for IoT use cases



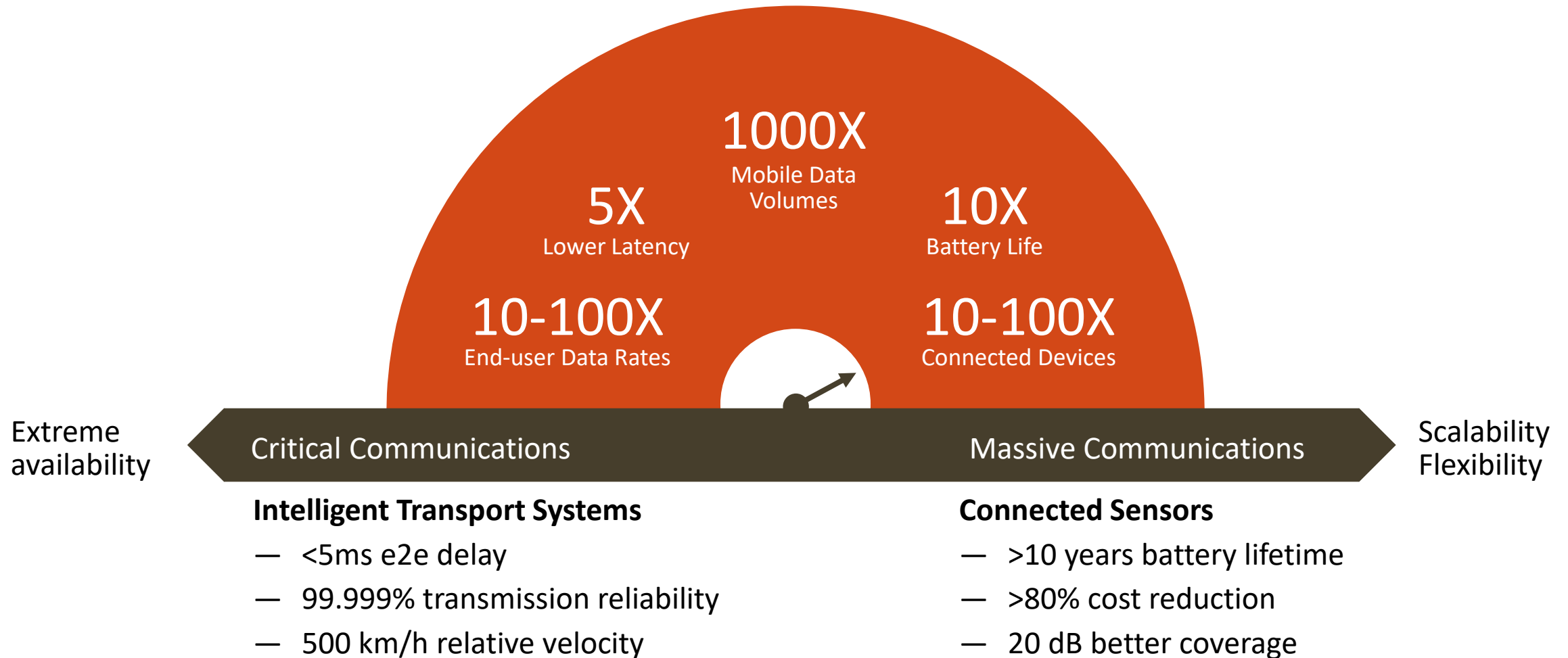
Distribute functions to meet diverse system requirements, e.g., latency, privacy



Latency as low as 1 ms



5G : προδιαγραφές



Enriched user experiences, new use case, new verticals

Distributed functionality

5G



Longer latency
Big data/aggregated value
Content/storage/AI/processing



5G low latency
Customized/local value
Content/storage/AI/processing



On-device
Compute, vision, sensing
AI powered use cases
Internal AI optimizations



On-premise control for
ultra-low latency



On-device intelligence
assisted by cloud



Distributed processing,
like boundless XR



New services



Cloud computing, storage,
instant access



Low-latency gaming



Real time assisted
services like voice UI

Delivering on the 5G vision

Where virtually everyone and everything is intelligently connected



Fixed wireless access

Indoor enterprise

Private networks

Extreme Broadband

Massive IoT

Public networks

Smart transportation

Factory

XR



5G: Επέκταση της ασύρματης δικτύωσης σε κάθετα υποσυστήματα και δραστηριότητες

Powering the digital economy

\$13.2 Trillion
in global economic value by 2035*



Precision agriculture

\$389B



Construction and mining

\$1,061B



Digitized education

\$258B



Connected healthcare

\$1,056B



Richer mobile experiences

\$2,291B



Smart manufacturing

\$4,687B



Intelligent retail

\$1,198B



Smart city

\$2,242B

5G is rapidly evolving to meet diverse IoT requirements

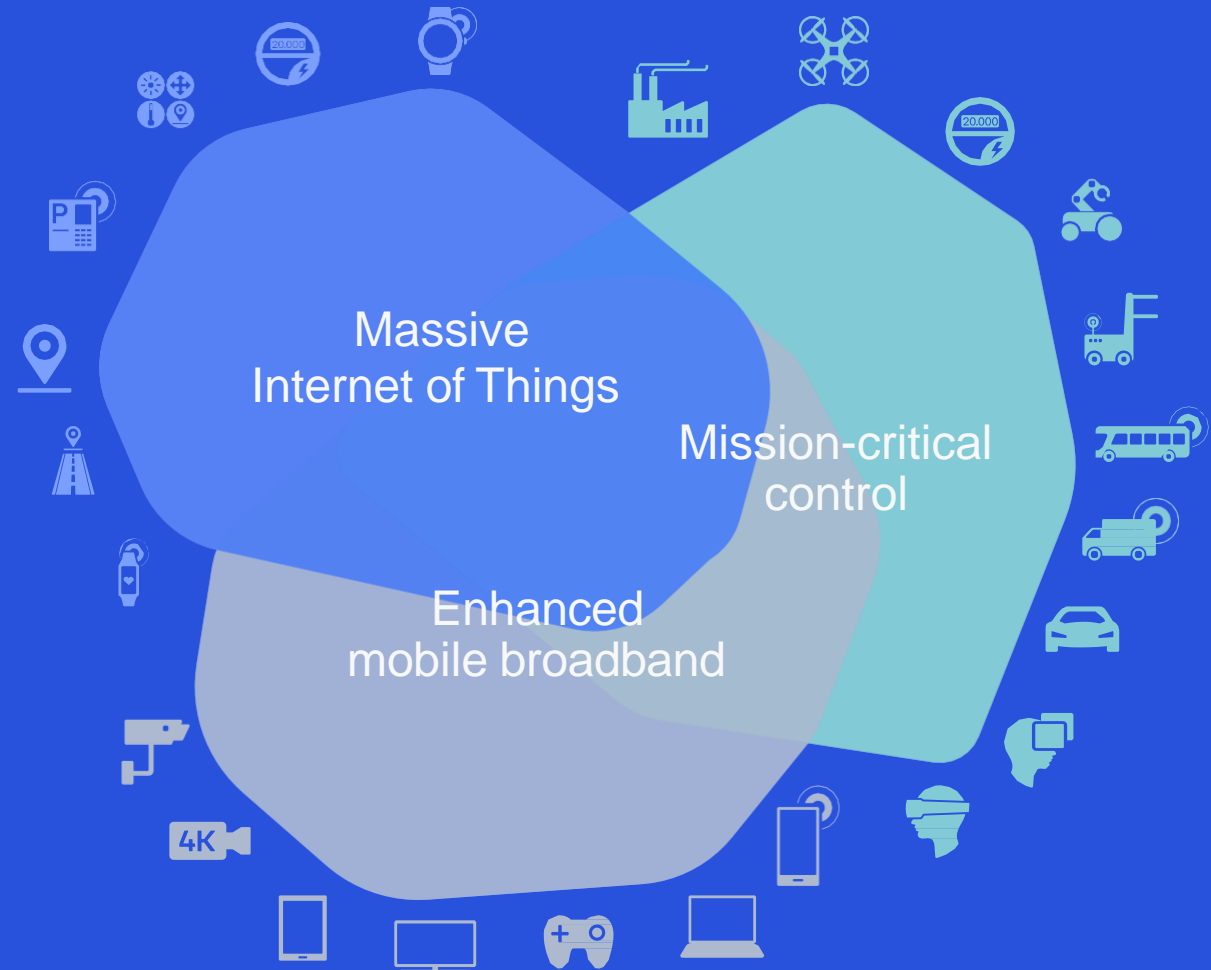
A unified innovation platform for this decade and beyond



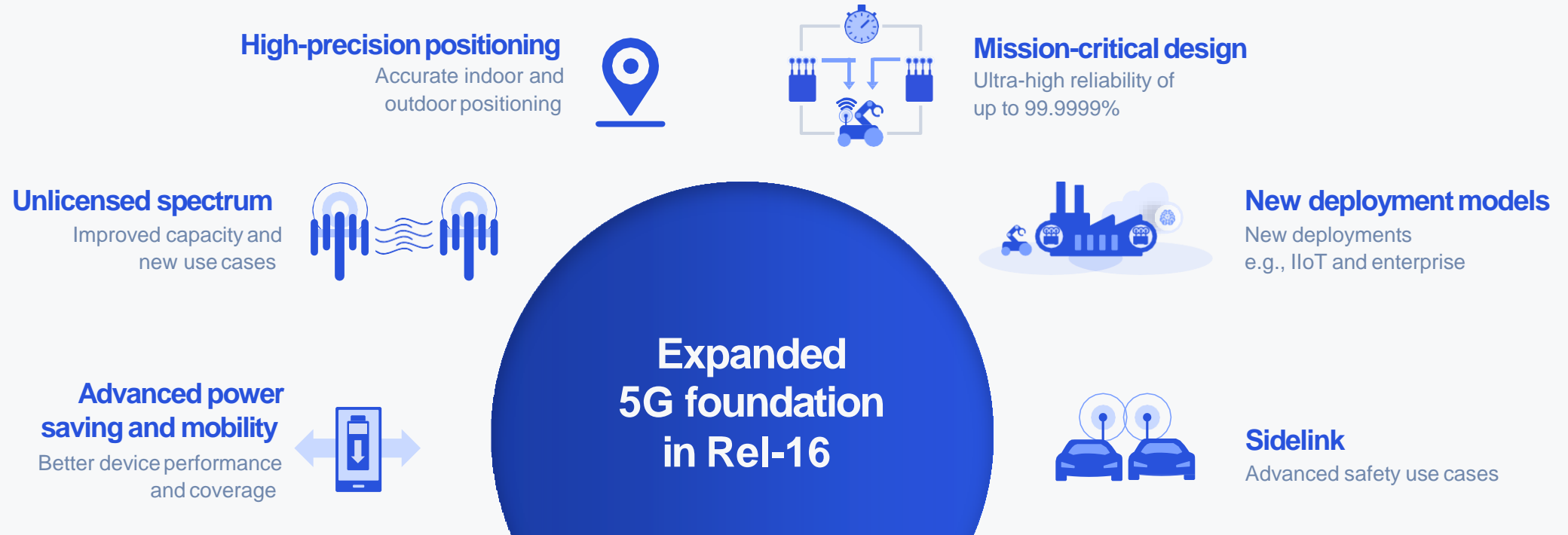
5G is the common connectivity platform

for the IoT

Broad set of devices and services
For all spectrum bands¹ and types²
Public and private networks



Building on the 5G NR foundation for expanding into the IoT



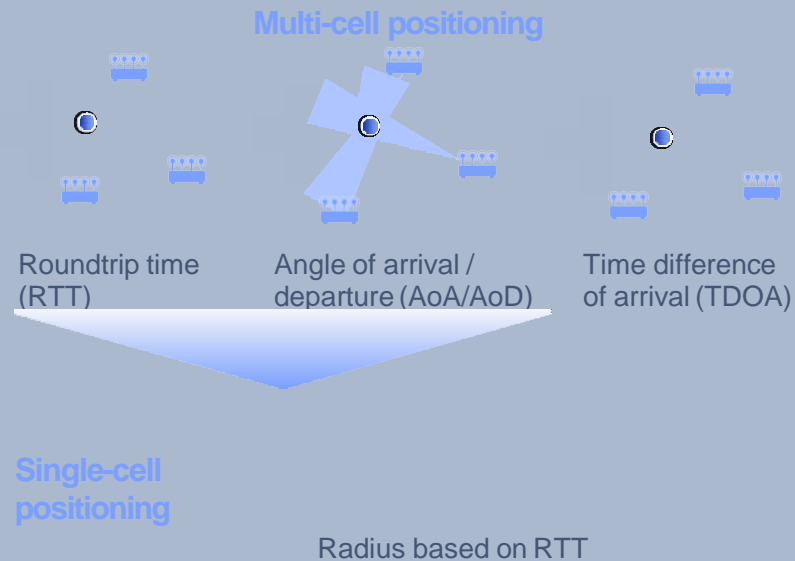
5G NR Rel-15 technology foundation



5G positioning supports a wide range of IoT use cases

Release 16

Meeting initial accuracy requirements of 3m (indoor) to 10m (outdoors) for 80% of time



Release 17

Enhancing capability and performance for a wide range of use cases



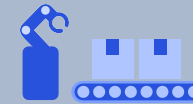
New evaluation scenarios

Supporting new channel models for industrial IoT environment



Centimeter level accuracy

Meeting absolute accuracy requirements¹ of down to 0.2m



Lower latency

Reducing positioning latency to as low as 10ms



Higher capacity

Scaling to millions of simultaneous devices (e.g., IoT, automotive)

¹ 5G positioning requirements defined in TS 22.261; ² Such as GNSS, beacons, sensors, Wi-Fi/Bluetooth

For indoor and outdoor applications

Targets various accuracy and latency requirements

Complements existing positioning technologies²

Optimizing 5G NR for Boundless XR experiences



Edge Cloud



5G NR



Use cases in scope

Distributed computing | Split rendering | Cloud gaming
Viewpoint dependent streaming | Conversational XR



Edge processing framework

Defining a standardized system architecture / interface (e.g., APIs) for XR split processing over 5G NR



Traffic awareness

Optimizing XR traffic scheduling¹ in the network to improve user experience and network efficiency



System enhancements

Additional improvements tailoring to the XR use case and device limitations (e.g., formfactor, power)

¹ For example, using File Error Rate (FER) and File Delay Budget (FDB) that are used by the app function vs. Packet Error Rate (PER) and Packet Delay Budget (PDB)



Narrower bandwidths
Fewer receive antennas
Half duplex



Lower device complexity



Reduced power consumption



Increased network efficiency



Coverage optimization

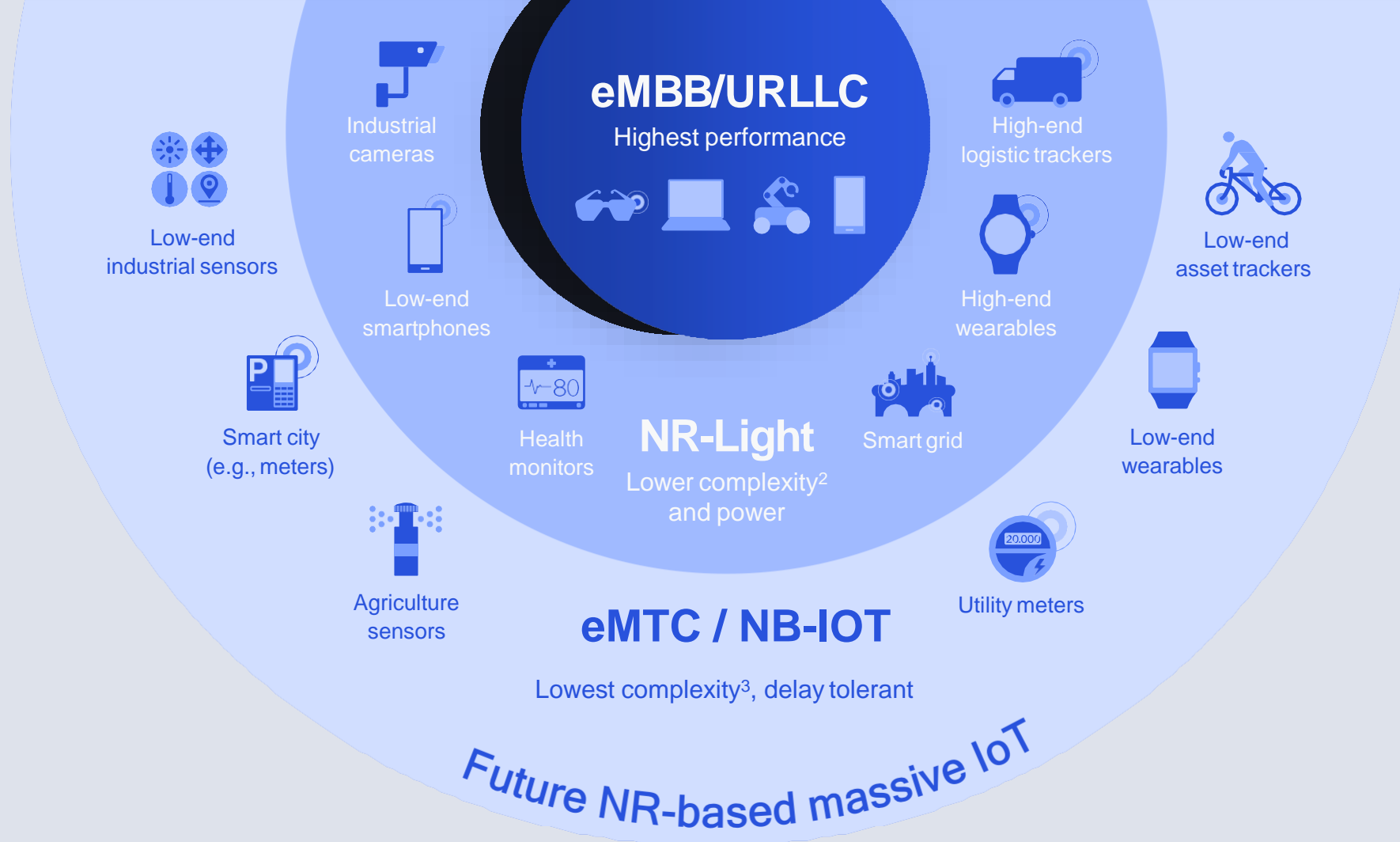
Repetition and bundling
Lower order modulation
Sidelink or relays

Lower transmit power
Enhanced power saving modes
Limited mobility and handovers

Reduced signaling overhead
Simplified core network
Better resource management



Scaling down 5G for lower complexity IoT devices



5G NR: A unified, scalable air interface allowing coexistence of a wide range of 5G device classes

¹ Also including satellite access; ² Data rate of 150 Mbps DL / 50 Mbps UL, latency of 10-30 ms, 10-3 to 10-5 reliability, coverage MCL of 143 dB; ³ Data rate of 1Mbps, MCL of 155.7 dB (eMTC) and 164 dB (NB-IoT)

5G NR-Light brings new efficiencies for the IoT



Lower device complexity



Narrowband operation (down to 10 MHz), single/dual receiver antenna, half-duplex operation

Optimized power consumption



Enhanced low-power modes (PSM and eDRX), lower output power (e.g., 23/20 dBm)

Network enhancements



Coexistence of half- and full-duplex devices, reduced control signaling, small data transmissions

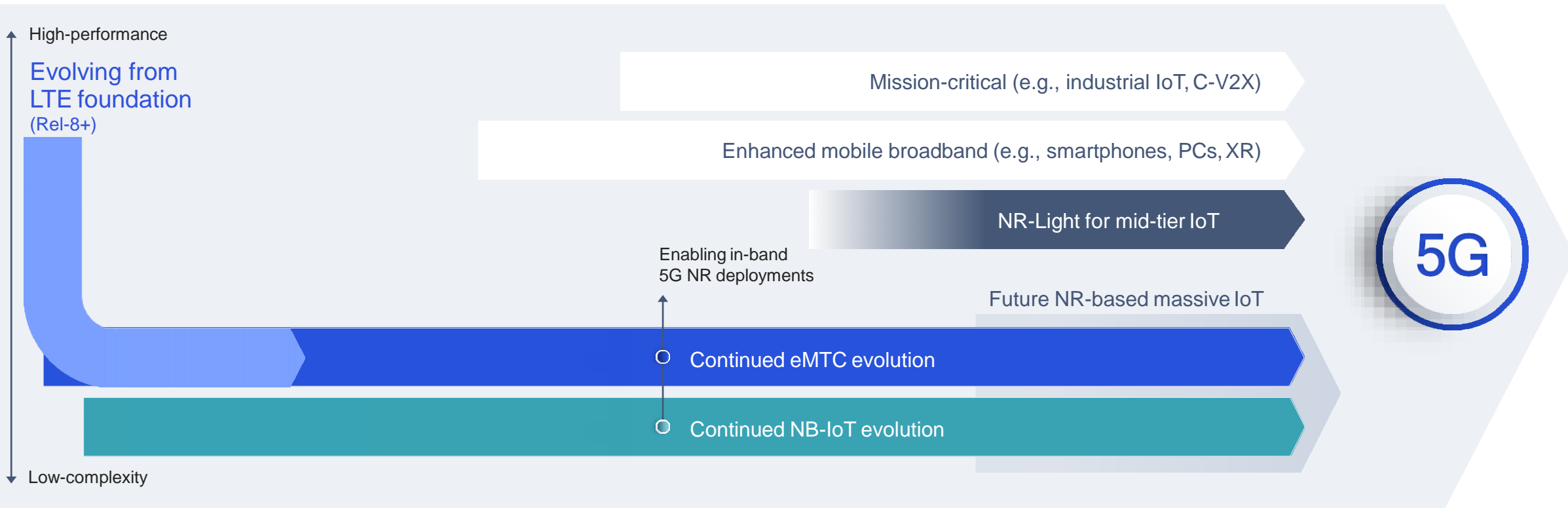
Coverage recovery



Repetition and bundling of small payloads, frequency hopping, also use of relay and/or sidelink

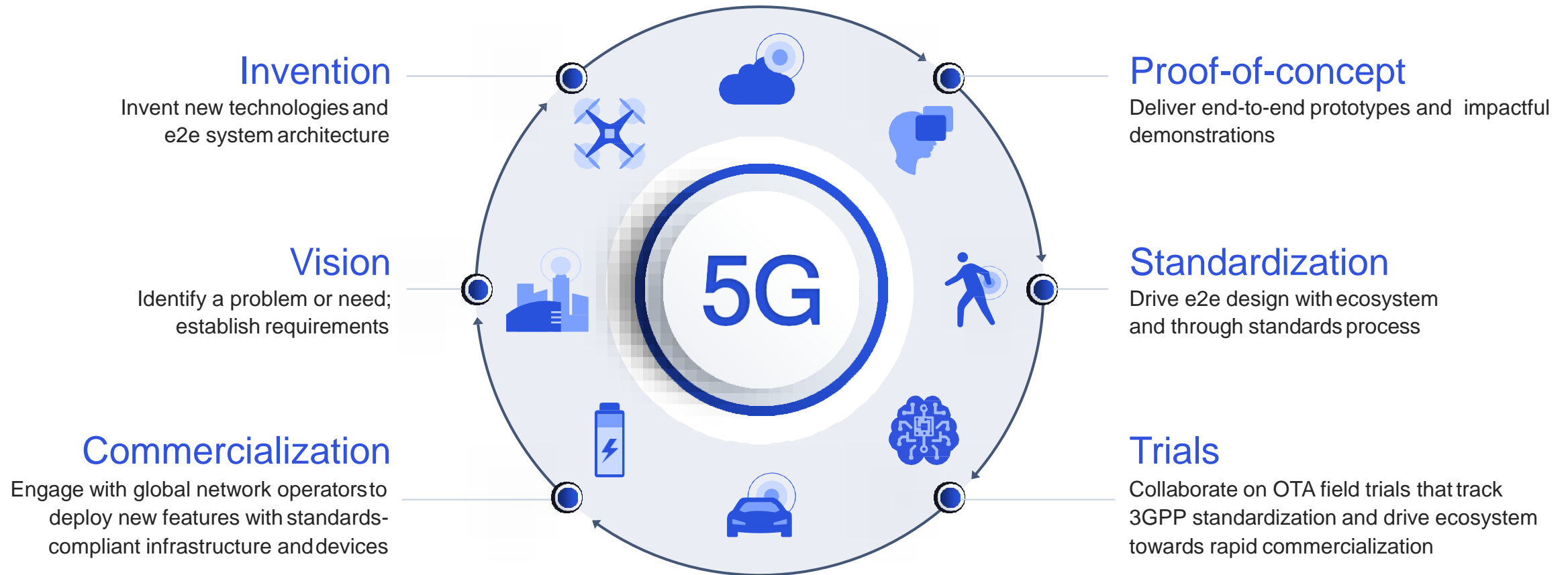
Continue to drive IoT expansion as part of 3GPP Release 17

Continued 5G evolution to meet all future IoT needs



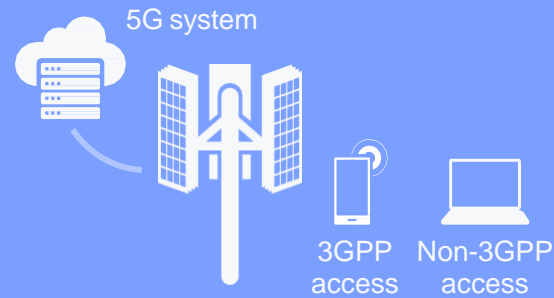
Foundation to 5G leadership is technology leadership

Early R&D and technology inventions essential to leading ecosystem forward



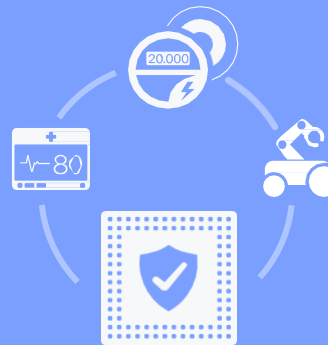
5G system brings enhanced security and privacy

Building on the proven, solid security foundation of 4G LTE



To support new devices, use cases, and deployments

- Unified authentication for 3GPP/non-3GPP devices
- Security anchor function
- Network slicing



Tighter security

To expand protection and increase flexibility

- User-plane integrity protection
- Lower trust in serving networks
- Subscription credentials in secure HW element



Enhanced privacy

To eliminate communication of unprotected device-specific info

- Ciphered user and device specific information

Data ownership

Establish ownership structure for devices and associated data

Local/remote management of devices
Proof of data ownership by device



Data provenance

Establish a single version of the facts

Immutable record of the data origin
and authenticity



Data governance

Control the management and
access of data

Policy control and enforcement
Audit trail of transactions on the data



End-to-end data management for 5G use cases

Establishing an audit
chain of control and
access to private data
on top of 5G security

Εφαρμογές σε κάθετα υποσυστήματα

3

2

FACTORIES OF THE FUTURE

- 1 Time-critical process control
- 2 Non time-critical factory automation
- 3 Remote control
- 4 Intra/Inter-enterprise communication
- 5 Connected goods

+ Transport and Logistics

ENERGY

- 1 Grid access
- 2 Grid backhaul
- 3 Grid backbone

+ Smart Cities

e-HEALTH

- 1 Assets and interventions management in Hospital
- 2 Robotics
- 3 Remote monitoring
- 4 Smarter medication

+ Wellness

4

1

AUTOMOTIVE

- 1 Automated driving
- 2 Share My View

MEDIA & ENTERTAINMENT

- 1 Ultra High Fidelity Media
- 2 On-site Live Event Experience
- 3 User/Machine Generated Content
- 4 Immersive and Integrated Media
- 5 Cooperative Media Production
- 6 Collaborative Gaming

+ eOffices

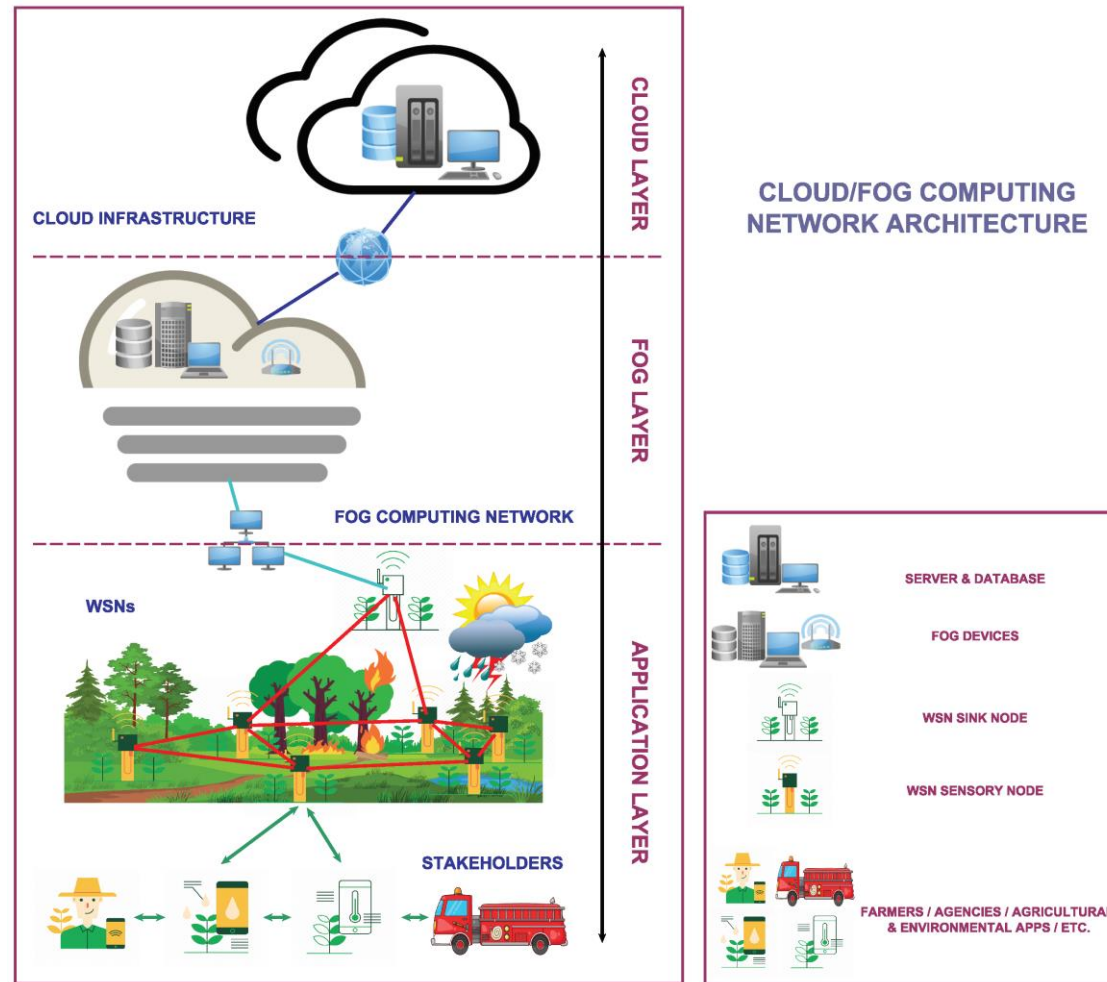
5

- 3 Bird's Eye View
- 4 Digitalization of Transport and Logistics
- 5 Information Society on the road

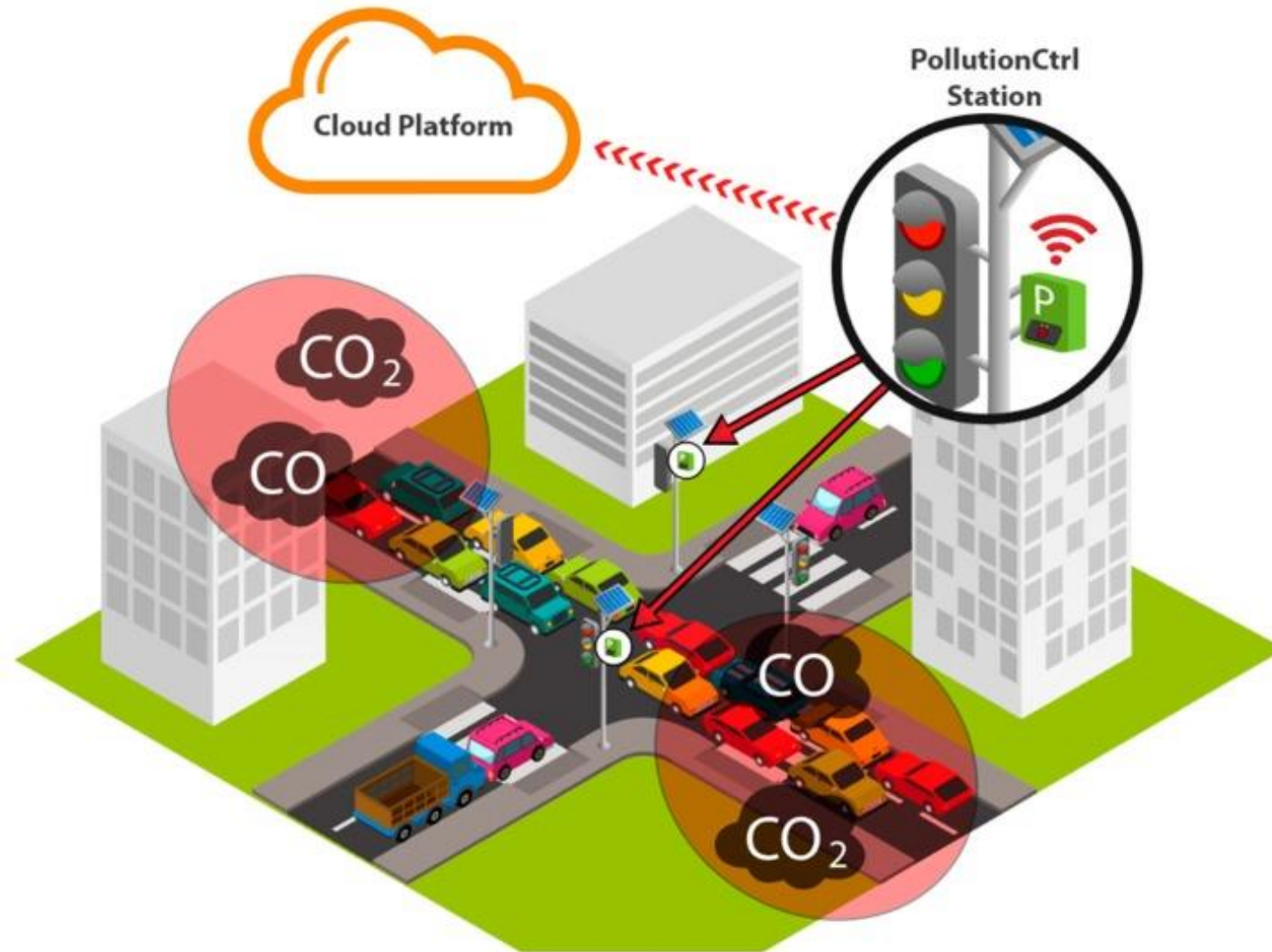
+ 6 Agriculture

+ 7 Disasters & Public Safety

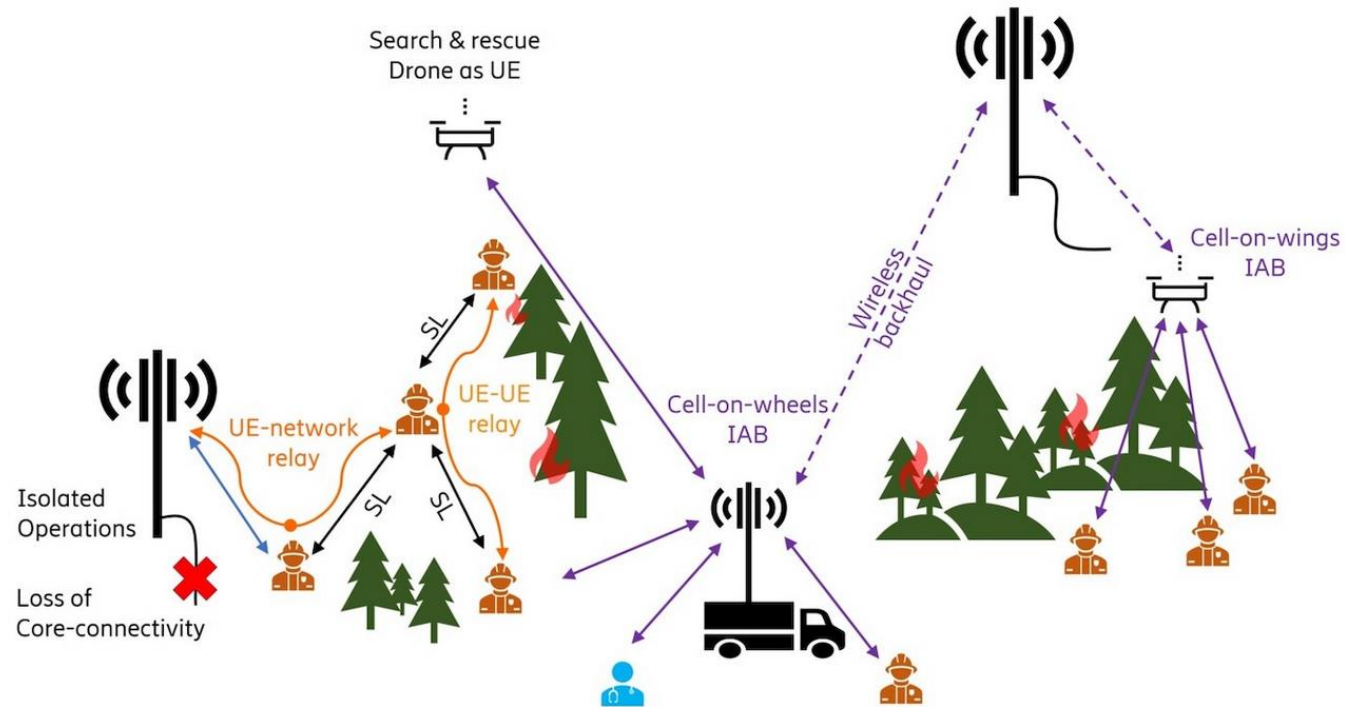
Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων



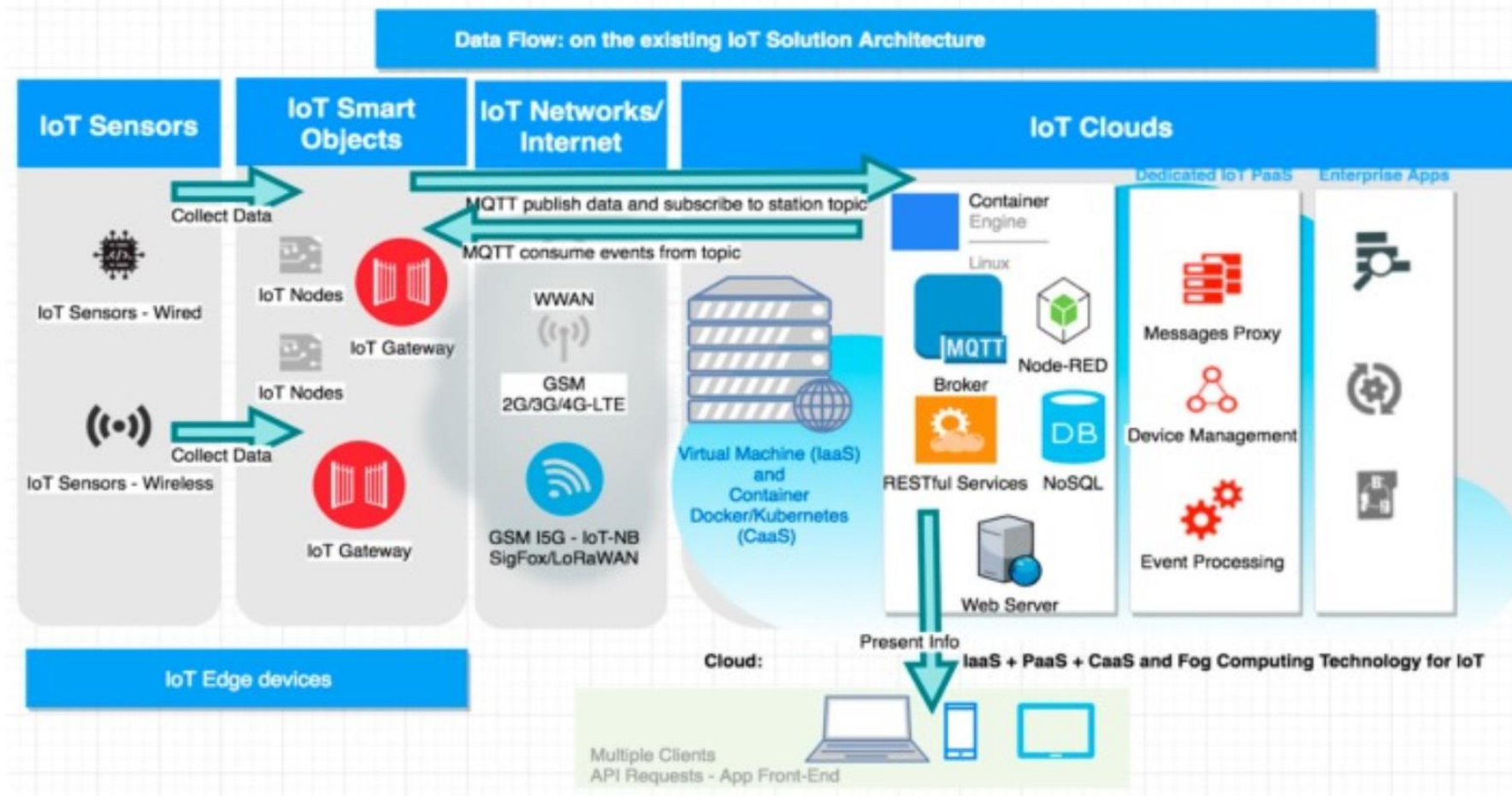
Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων



Εξυπνα δίκτυα και εφαρμογές για την Πολιτική Προστασία



Αρχιτεκτονική για συλλογή δεδομένων απο ΙΟΤ



IoT PLATFORM for Monitoring Smart Cities' Pollution

- The Internet of Things platform for monitoring smart cities' pollution contains the following components:
 - Wired and wireless sensors for various metrics measurements;
 - IoT gateway(s)/node(s) for data collection
 - IoT communication middleware with security features for sending data to IoT clouds.
 - IoT cloud solution for mathematical, statistics, and artificial intelligence (AI) models for data analytics and data science techniques

IoT PLATFORM for Monitoring Smart Cities' Pollution

IoT Edge Devices

- IoT wired (Inter Integrated Circuit (I2C), Serial Peripheral Interface (SPI), and Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)) and wireless sensors (ZigBee/Z-Wave) used to collect the following data using 5 s sample rates:
 - Temperature (°C), pressure (hPa), altitude (m), relative humidity level (%), carbon dioxide (CO₂ ppm), carbon monoxide (CO ppm), ammonium (NH₄ ppm), methane (CH₄ pbm), detected Wi-Fi networks, and their signal strength in decibels.
- IoT Smart Objects
 - IoT nodes—in production industrial/outdoor MCUs (micro computing units) are used.
 - IoT gateways—e.g., development boards (e.g., Raspberry Pi 3 and Nitrogen iMX6) are adequate for pilots, while in production, real IoT gateways, such as HMS Netbiter or Eurotech or equivalents, should be used.
- IoT networks/internet—communications to the Internet/IoT cloud are important and need to be reliable and secure, ensuring at a minimum coverage across the city. The following network communications may be used: 3G/4G-LTE/5G—IoT-NB, SigFox, LoRaWAN, and Wi-Fi.

IoT PLATFORM for Monitoring Smart Cities' Pollution

Solution clouds:

- IaaS/CaaS (Amazon EC2 with containers as Docker and Kubernetes)—a virtual machine with a Docker/Kubernetes container where it is deployed: The webserver (Apache Tomcat 9.0) with RESTful services, the MQTT broker (Mosquitto), node.js 9+ and Node-RED frameworks, and the non Structured Query Language (NoSQL) database (MongoDB).
- IoT PaaS-dedicated cloud (such as Google IoT, Amazon Web Services IoT, IBM Bluemix IoT, and Oracle IoT) can be used or any cloud provider. These clouds are used for dedicated IoT time series analytics. The data processed in this section is transferred to either the enterprise systems for business intelligence, reports, and forms, or to the front-end consumers that allow data management and reporting.

Enterprise Systems

- Business intelligence (BI), artificial intelligence (AI) and data analytics clouds or enterprise systems may be used to provide a strong interpretation of the process data. This part is in progress within the research project of the authors.

Front-end devices for management and reporting (e.g., smart city pollution map creation).

- IoT gateway pollution monitoring stations are MQTT-subscribed to the broker topics: “/stations” and “/stations/ {identifier station}”, where {station_identifier} represents the Media Access Control (MAC) address of the station network interface card if Wi-Fi/Ethernet/GSM networks are used. In these topics, they are waiting for configuration messages. After initialization, the stations collect data from the sensors at a specific interval and publish an MQTT message to the Mosquitto broker hosted on the AWS EC2 side.
- The Node-RED component persists the data through the MQTT protocol. It launches a stream that listens to messages posted on the topic/sessions, takes over their payload, validates it, and then stores it in MongoDB.
- The cloud/backend component provides RESTful services for interacting with the MongoDB database (CRUD operations) and with the MQTT broker. The messages, which are published in the above broker topics, modify the configuration parameters of a station—enable/disable, interval, where data is retrieved/sent.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

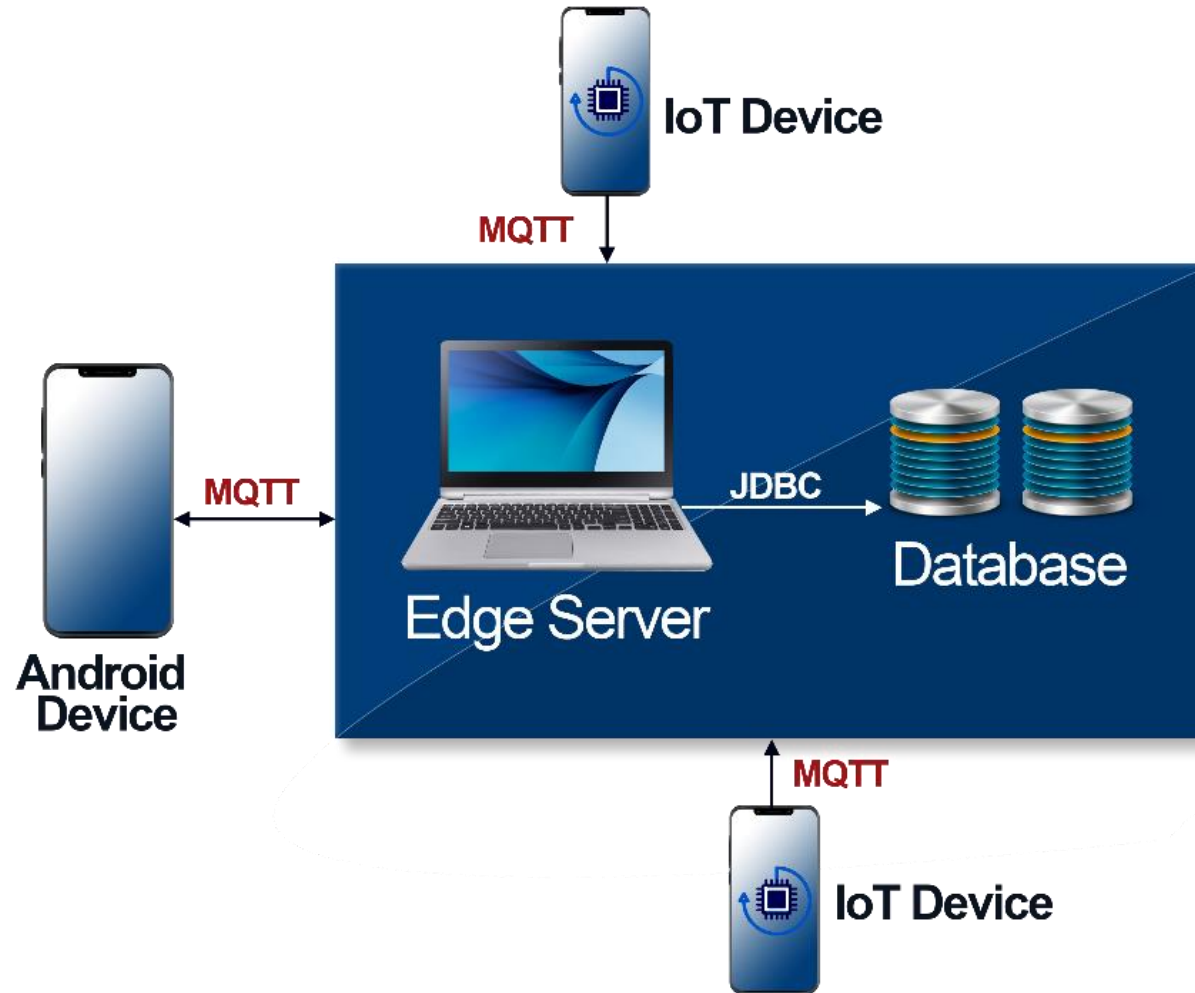
Παρουσίαση Εργασίας στο μάθημα της Ανάπτυξη Λογισμικού για Δίκτυα και Τηλεπικοινωνίες Χειμερινό 2021 - 2022



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Εφαρμογή Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σχετική με την ασφάλεια των πολιτών σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

Αρχιτεκτονική της εφαρμογής





Βασική Περιγραφή της Εργασίας (1/3)

Τα βασικά δομικά στοιχεία της εργασίας είναι τα εξής:

🧠 **Android συσκευές.** Κινητές συσκευές που βρίσκονται στα χέρια πολιτών και έχουν απώτερο σκοπό την ενημέρωσή τους σε περίπτωση ανίχνευσης κινδύνου μέσω οπτικοακουστικών ειδοποιήσεων. Επικοινωνούν αμφίδρομα με το Edge Server μέσω MQTT πρωτοκόλλου.



Βασική Περιγραφή της Εργασίας (2/3)

🧠 **IoT Συσκευες.** Στατικές συσκευές τοποθετημένες στο περιβάλλον με σκοπό την αποστολή μετρήσεων που θα συλλέγουν μέσω μίας σειράς ενσωματωμένων αισθητήρων που θα κληθείτε να υλοποιήσετε. Επικοινωνούν μονόδρομα με τον Edge Server μέσω MQTT. Αυτοί οι αισθητήρες είναι οι εξής:

- Αισθητήρας Καπνού – Smoke Sensor
- Αισθητήρας Αερίων - Gas Sensor
- Αισθητήρας Θερμοκρασίας – Temperature Sensor
- Αισθητήρας Υπεριώδους ακτινοβολίας – UV Sensor



Βασική Περιγραφή της Εργασίας (3/3)

- 🔊 **Edge Server (ES).** Ένα από τα πιο βασικά δομικά στοιχεία της εφαρμογής. Είναι υπεύθυνος για την συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες, για την επεξεργασία μέσω μίας **threshold-based** λογικής τους καθώς και για τις αποφάσεις σχετικά με την ύπαρξη κινδύνου. Επιπρόσθετα, ο **ES** θα μπορεί να εμποπτεύει όλες τις συσκευές με τις οποίες διασυνδέεται μέσω μία γραφικής διεπαφής.
- 🔊 **MySQL Database.** Το τελευταίο δομικό στοιχείο της εργασίας είναι η MySQL βάση δεδομένων, στην οποία θα διατηρούνται όλες οι ανιχνεύσεις κινδύνου που εντοπίζονται από τον ES για λόγους διατήρησης ιστορικού.



Τεχνολογίες

- GNU/Linux distribution (Λειτουργικό Σύστημα)
- Java Oracle SE 8
- Android Studio (<https://developer.android.com/studio/index.html>)
- MQTT (<http://mqtt.org/>)
- Mosquitto MQTT broker (<https://mosquitto.org/>)
- Git



Εκτέλεση εργασίας

- Δημιουργούνται ομάδες έως 5 ατόμων, οι οποίες θα πρέπει να μπορούν να δουλέψουν σε τουλάχιστον **3** android τερματικά και **1** laptop/server.
- Απαραίτητη είναι η εγγραφή κάθε ομάδας στο gitlab (<https://anapgit.scanlab.gr/>). Θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα νέο gitlab group ανά ομάδα, το οποίο θα φέρει το όνομά της.
- Απαραίτητη είναι και η εγγραφή σας στο μάθημα στο eclass



Παραδοτέα

Στο gitlab group της κάθε ομάδας χρειάζεται να παραδοθούν τα εξής:

- 🧠 Πηγαίος κώδικας των android εφαρμογών
- 🧠 Πηγαίος κώδικας java εξυπηρετητή



Σελίδα Μαθήματος - eclass.uoa.gr/courses/DI292/

Ανάπτυξη Λογισμικού για Δίκτυα και Τηλεπικοινωνίες (Δικτυακός Προγραμματισμός) (Κ23-Β) (Κ23Β)

Nancy Alonistioti



Περιγραφή 



Το μάθημα **Κ23Β** "Ανάπτυξη Λογισμικού Τηλεπικοινωνιών - Δικτυακός Προγραμματισμός" συνίσταται σε μια εκτεταμένη υλοποίηση δικτυακών λειτουργιών, πρωτοκόλλων και εφαρμογών. Η προσέγγιση στοχεύει στην σταδιακή εξοικείωση στον προγραμματισμό σε διαφορετικά δικτυακά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνει προγραμματισμό για σταθερά και κινητά δίκτυα και εφαρμογές Μελλοντικού Διαδικτύου, κινητών και ασύρματων συστημάτων. Οι εφαρμογές και οι υλοποιήσεις αφορούν επίσης γνωσιακά και αναδιαμορφώσιμα περιβάλλοντα κινητών και ασύρματων επικοινωνιών (με χρήση π.χ. J2ME, Android). Τέλος η ανάπτυξη θα επεκταθεί με χρήση τεχνικών διαδικτυακού προγραμματισμού με στόχο τη διαχείριση των κινητών συσκευών (σε προκαθορισμένο περιβάλλον προσομοίωσης).

> Πληροφορίες +



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Κατάθεση & Εξέταση

🧠 Καταληκτική ημερομηνία υποβολής: **16/01/2022**

🧠 Προβλεπόμενη ημερομηνία εξέτασης: **20/01 - 20/02/2022**



Βοηθοί Μαθήματος

- ❑ Κοντόπουλος Παναγιώτης (pkontopoulos@di.uoa.gr)
- ❑ Κουρσιουμπάς Νικόλας (nkoursioubas@di.uoa.gr)
- ❑ Μαγουλά Λίνα (lina-magoula@di.uoa.gr)