

Software – Defined Mobile Networks

Department of Electrical Engineering
Sharif University of Technology
Winter 1401

اهداف درس شبکه های موبایل نرم افزار محور

- ارایه اکوسیستم‌های Advanced 4G و 5G برای درک عمیق ساختار و قابلیت‌های سیستم‌های نوین مخابراتی موبایل شامل:
 - شبکه های ابری
 - SDN/NFV
 - مدیریت هوشمند شبکه
- قابلیت شناسایی گزینه های فناوری و کاربردهای نوین جهت پیاده سازی در 4G/5G اپراتورهای موبایل
- ارایه تجربه عملی با برنامه نویسی ساختارهای نوین شبکه موبایل با استفاده از ابزارهای نوین Open source

مطالب درس شبکه های موبایل نرم افزار محور

■ تحول شبکه های موبایل به شبکه های نرم افزار محور

● مبانی مجازی سازی المانهای شبکه بر مبنای ساختار SDN/NFV

● مدلهای توالی VNF ها و بهینه سازی آنها

● openflow و Open vSwitch

■ ساختار شبکه های ابری موبایل

● مبانی مجازی سازی شبکه

● ساختار شبکه سرویس محور

● شبکه ابری مخابراتی بر مبنای Container

● ساختارهای Platform as a Service

■ آشنایی با میکروسرویسها

■ مروری بر سیستم های LTE

■ آشنایی با ساختار های جدید موبایل

● ایده های نوین در 4G و شبکه های پس از آن

● اتوماسیون و هوشمندی در شبکه های 5G

References

- 5GPP Architecture Working Group, "View on 5G Architecture", July 2016.
- P. March, et al., 5G System Design: Architectural and Functional Considerations and Long Term Research, *John Wiley & Sons*, 1st Edition, 2018.
- P. Rost, et al., "Mobile Network Architecture Evolution Toward 5G", *IEEE Comm. Mag.*, Vol. 54, No. 5, May 2016.
- M. Liynage, A. Gurtov, M. Ylianttila, "Software Defined Mobile Networks, Beyond LTE Network Architecture", *John Wiley & Sons*, 1st Edition, 2015.
- I. Afolabi, et al., "Network Slicing and Softwarization: A Survey on Principles, Enabling Technologies, and Solutions", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 20, Issue 3, 2018.
- N. Abbas, et al., "Mobile Edge Computing: A Survey", *IEEE IoT Journal*, Vol. 5, Issue 1, Feb. 2018.
- B. Burns, et al., "Kubernetes: Up and Running: Dive into the Future of Infrastructure", 2nd Edition

Grade Distribution

- HWs/Project 40-60%
- Final Exam 40-60%

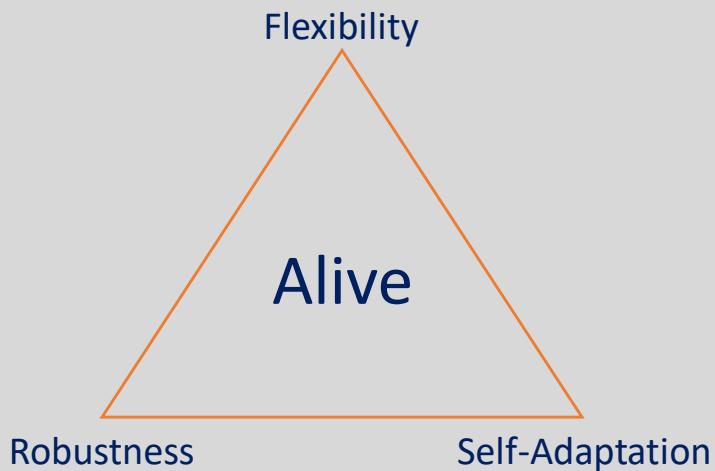
Key Disruptive Changes in Telecom Industry

- Circuit vs. Packet Switching
 - Voice vs. Data
- Moving from HW boxes to SW Virtual Machines:
 - Network Function Virtualization (NFV)
 - Separate RF from Processing (RRH + BBU)
 - Software Defined Radios (SDR)
- Addition of “Cloud Computing”
- Making Networks “Smart”:
 - Software Defined Networking (SDN): Smart network-wide routing and resource allocation
 - Automation and AI in 5G

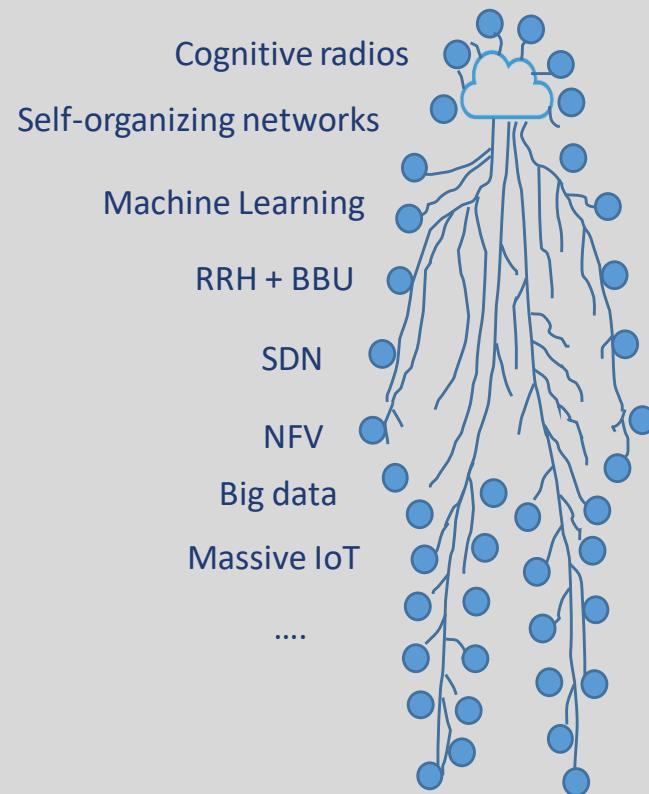
One real example: Sharif fully SW-based 5G Mobile Lab



Networks of 5G and Beyond



RF/Antennas/Fiber: Sensing and Actuation
Fog/Cloud Processing: Brain-power
Communication pathways
(CT + IT + Control)



Old Situation



Current Situation

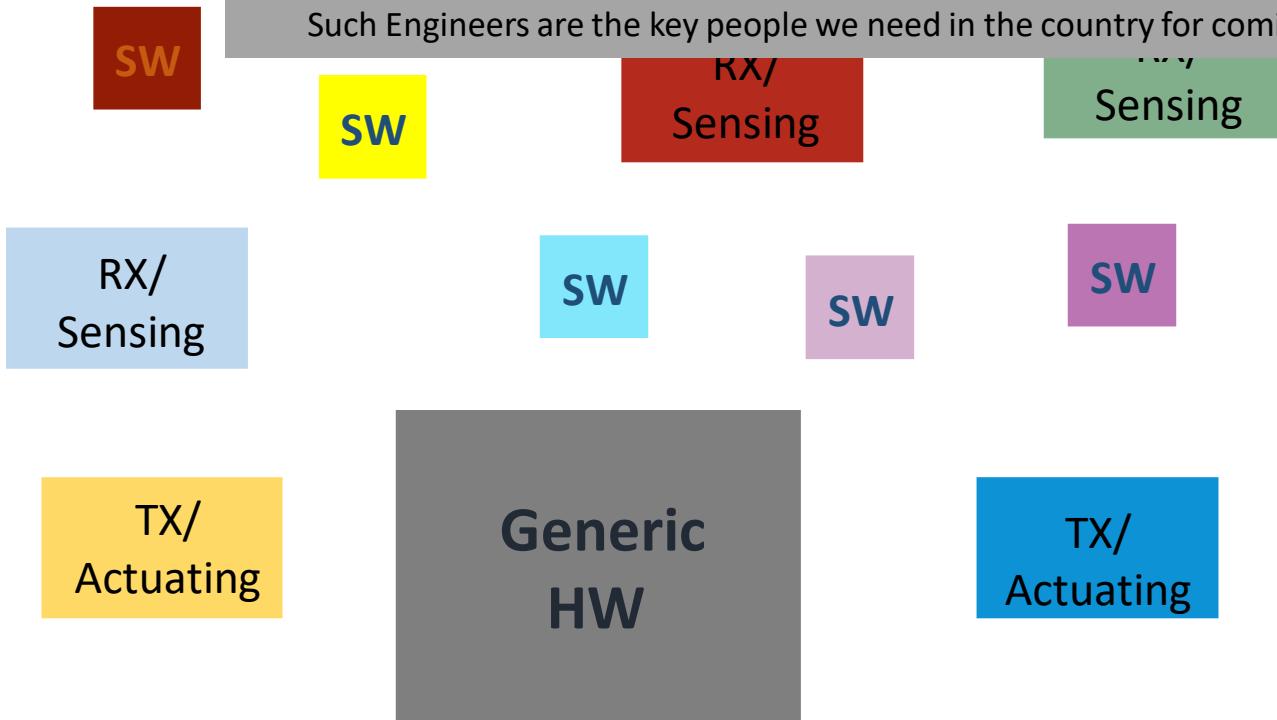


Opportunities for future

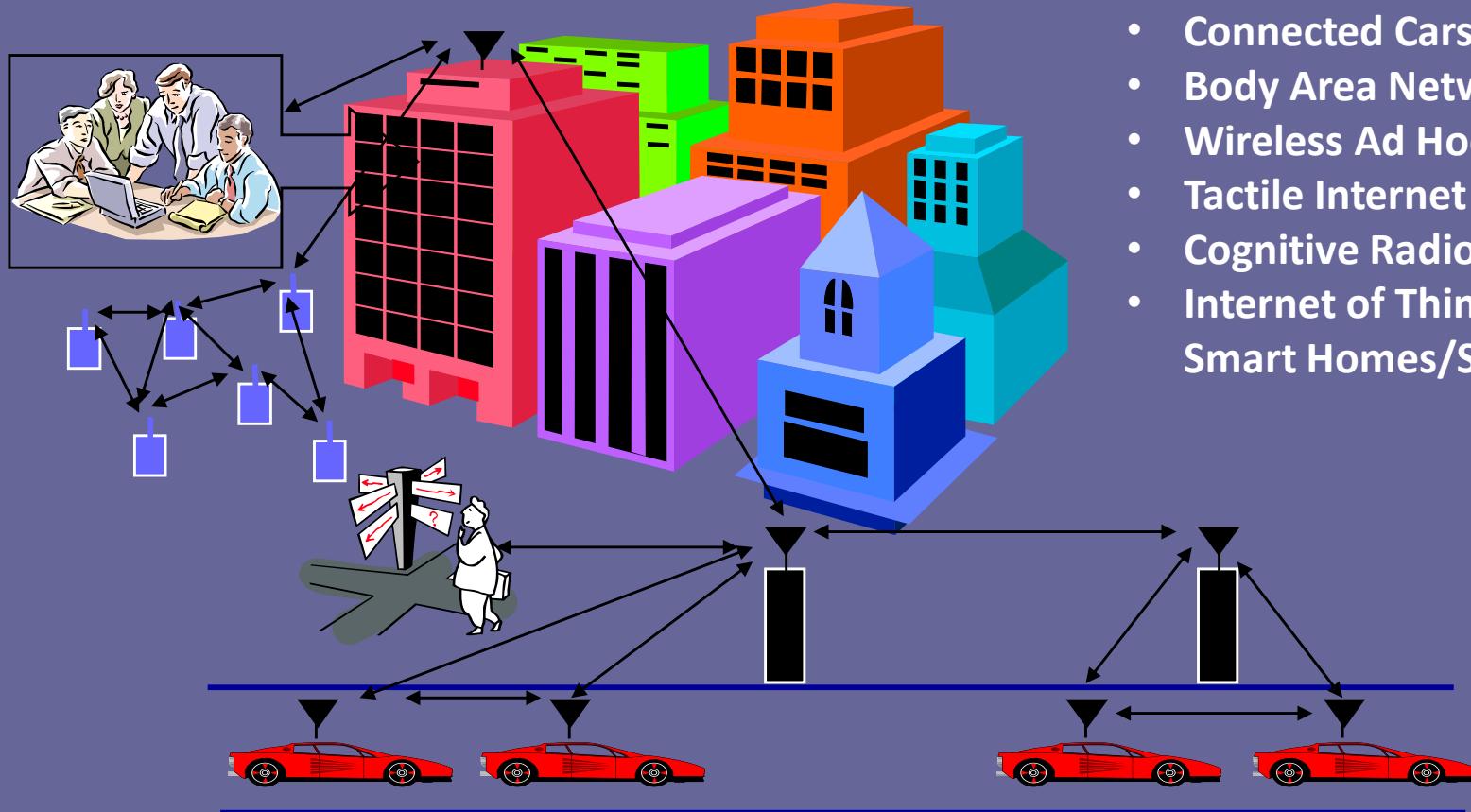
Important to Note:

- 1.TX/RX blocks are key innovative HW Communication parts to be designed and built.
2. The SW blocks **are not** IT software that are implemented by SW Engineers.
3. The SW is **TELCO SW** handled by **Telecom Engineers** who also know software tools.

Such Engineers are the key people we need in the country for coming years!



Other new directions?



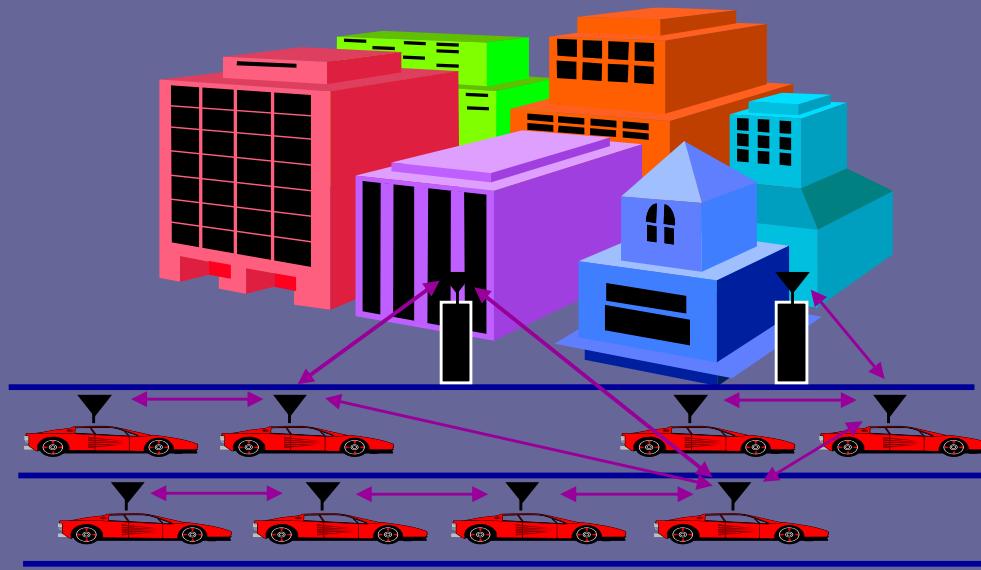
- Smart Factory
- Connected Cars
- Body Area Networks
- Wireless Ad Hoc Networks
- Tactile Internet
- Cognitive Radios
- Internet of Things and Smart Homes/Spaces

Internet of Things (IoT) and Machine Type Communication (MTC)

- Machine-to-Machine (M2M) communication:
 - A new communication scenario where a huge number of devices are interacting with one another
- Examples:
 - Smart metering
 - Road security
 - Consumer electronics

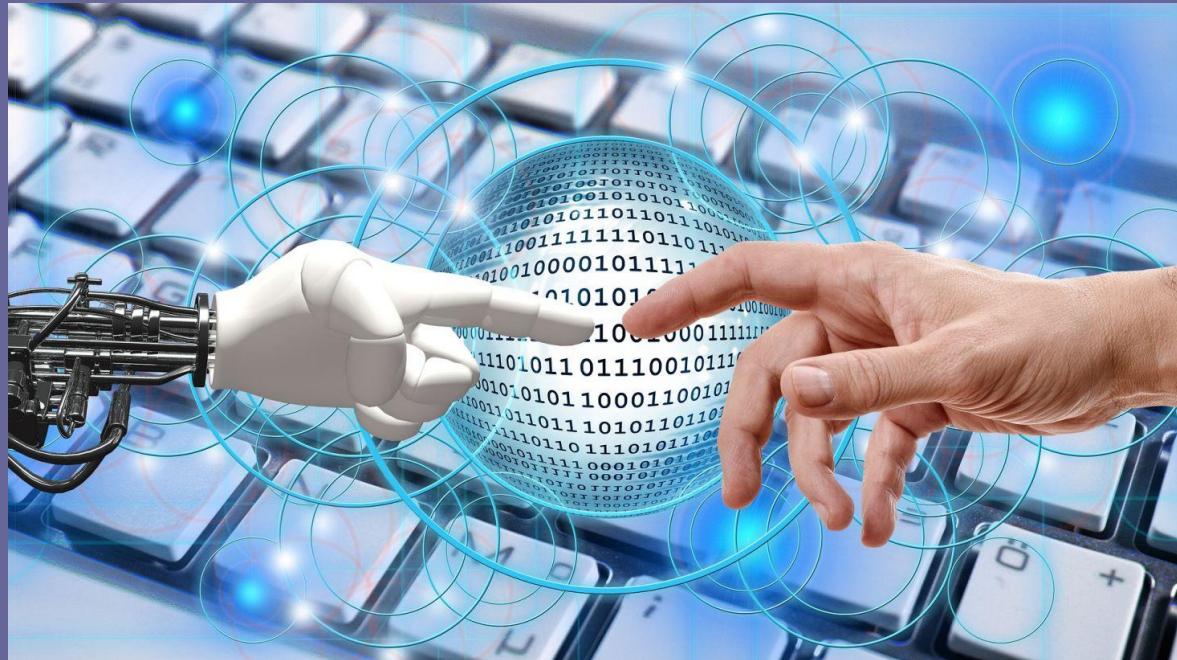


Distributed Control over Wireless Links



- Connected and Automated Cars
- Packet loss and/or delays impacts controller performance.
- Controller design should be robust to network faults.
- Interesting ideas in packet-based communication and file transfer

Tactile Internet



Order of magnitude of human reaction times¹



1s



100ms

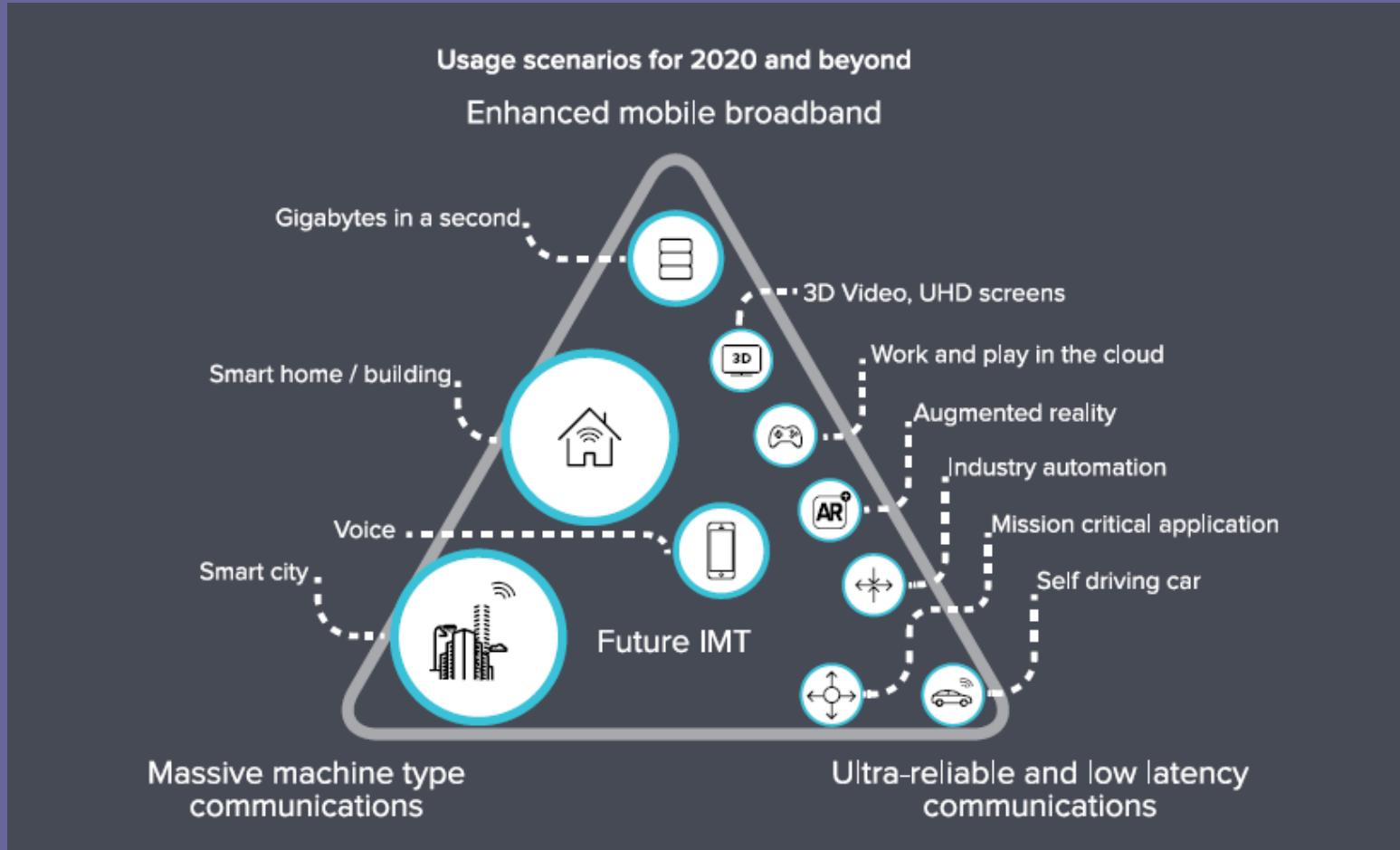


10ms

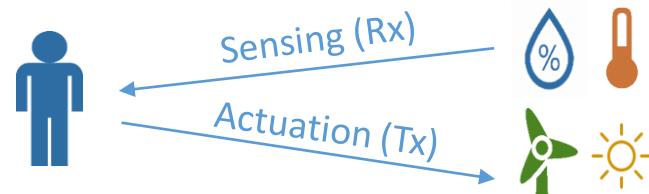


1ms

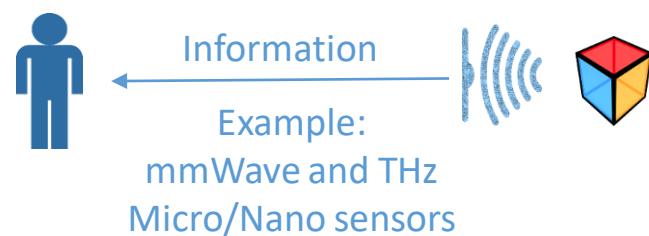
سرویس های نسل آینده شبکه موبایل



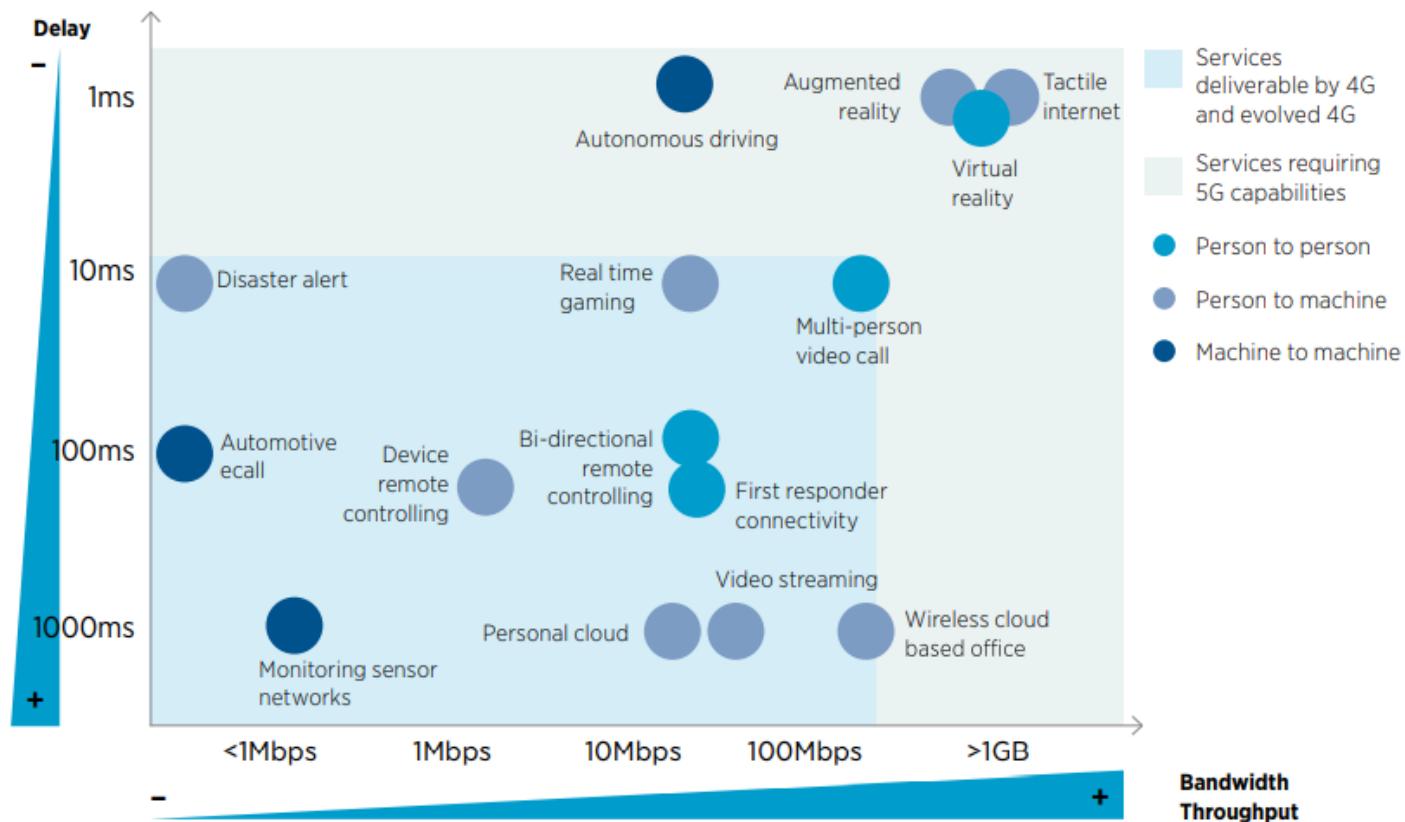
Metaverse needs 5G



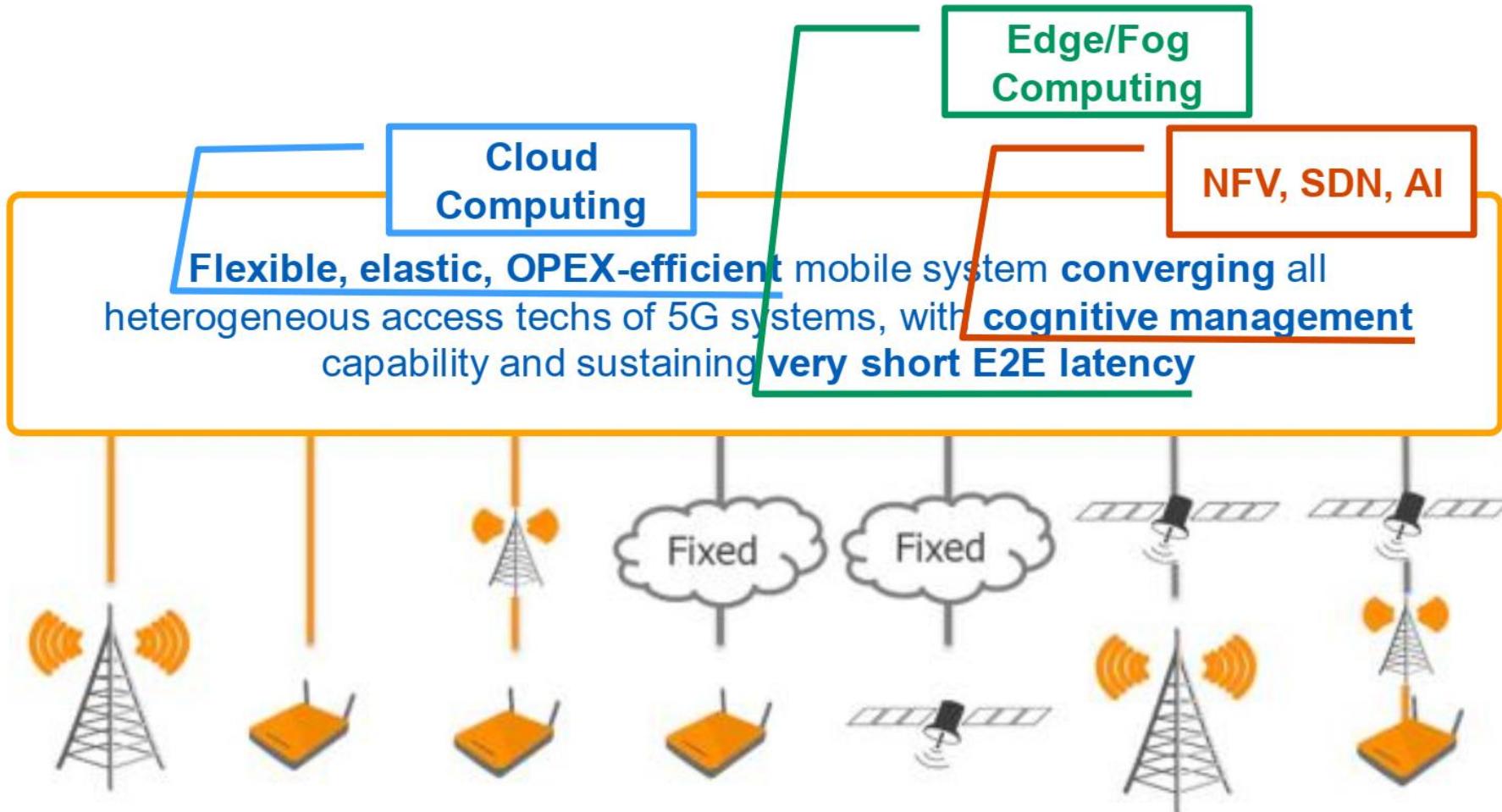
Real-time Interaction



5G WILL SUPPORT LOW LATENCY AND HIGH THROUGHPUT SERVICES



Towards an Innovative 5G Mobile System



Macro-cell
Private BH

Small Cell
Private BH

Small Cell
Macro BH

Small Cell
Fixed BH

Sat-beam
Fixed BH

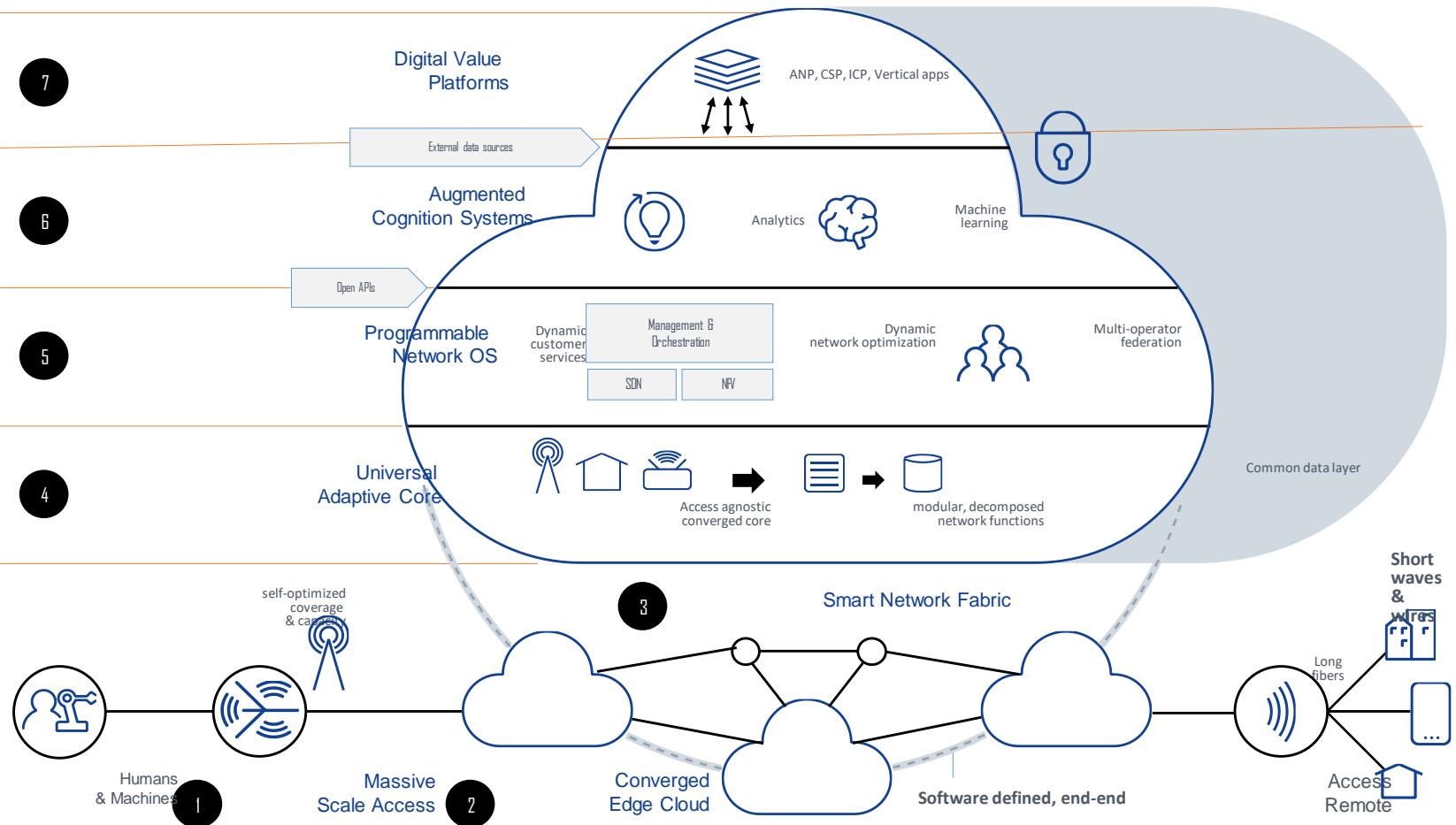
Macro-cell
Sat BH

Small-cell
Macro/Sat BH

Importance of Software in Telecom

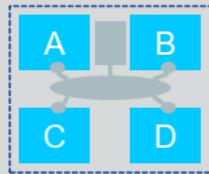
- Need to become experts on coding with C and Object oriented languages
- Basic understanding of Operating Systems, especially Real-time and Open source OS
- Covered in SDMN course..

The Intelligent Network

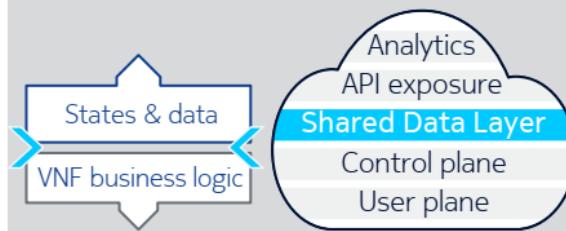


Cloud-Native 5G Core

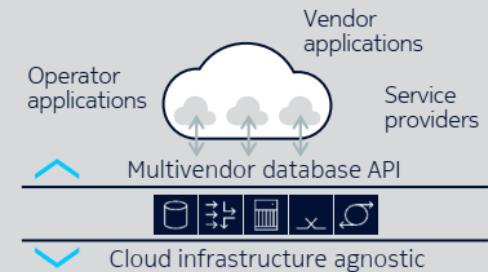
Service Based Architecture



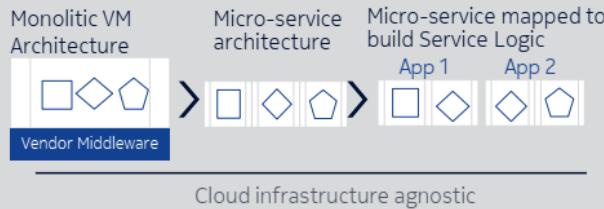
Stateless VNFs using SDL



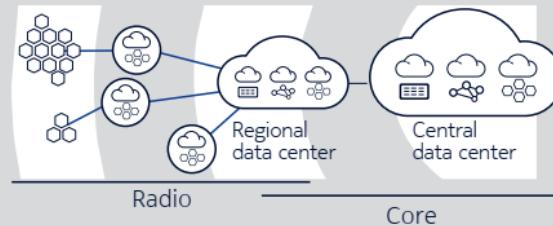
Programmable open ecosystem



Micro-service architecture



Distributed cloud deployment



Network Slicing



SDN and Automation

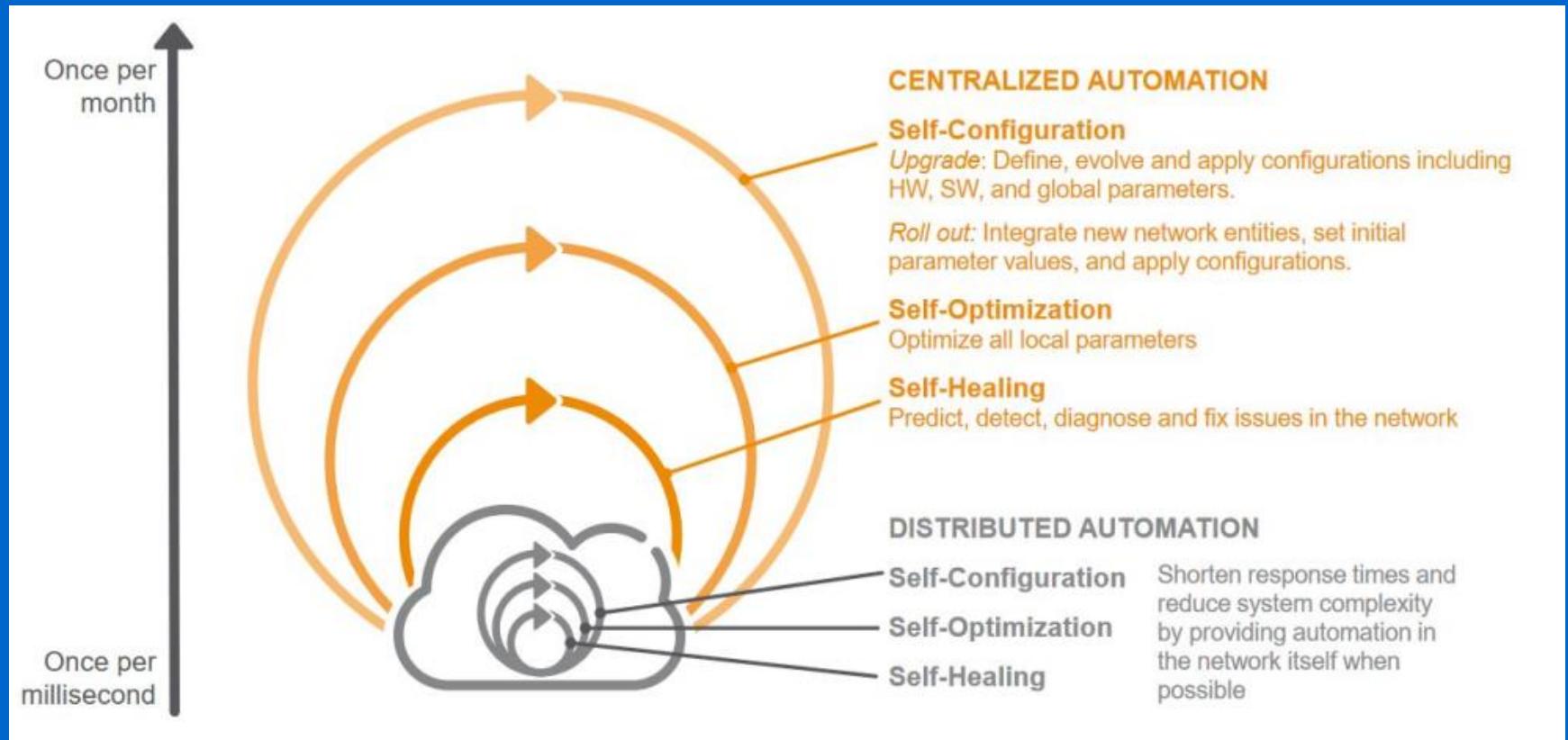
**Enabling the Wireless Cloud through
Software-Defined Networking**

Andrea Goldsmith

Stanford University
Accelera, Inc.



RAN Automation

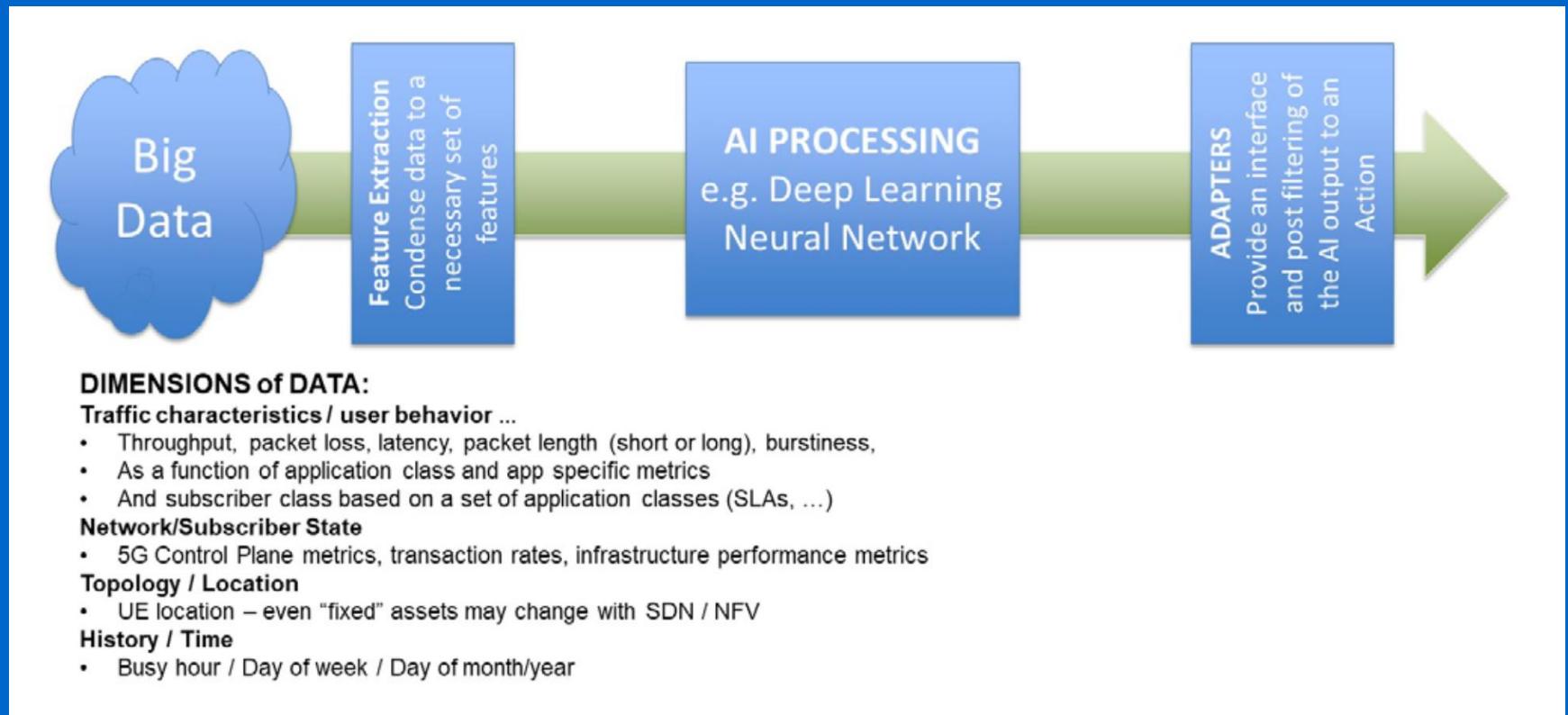


5G + AI deliver enhanced services and experiences

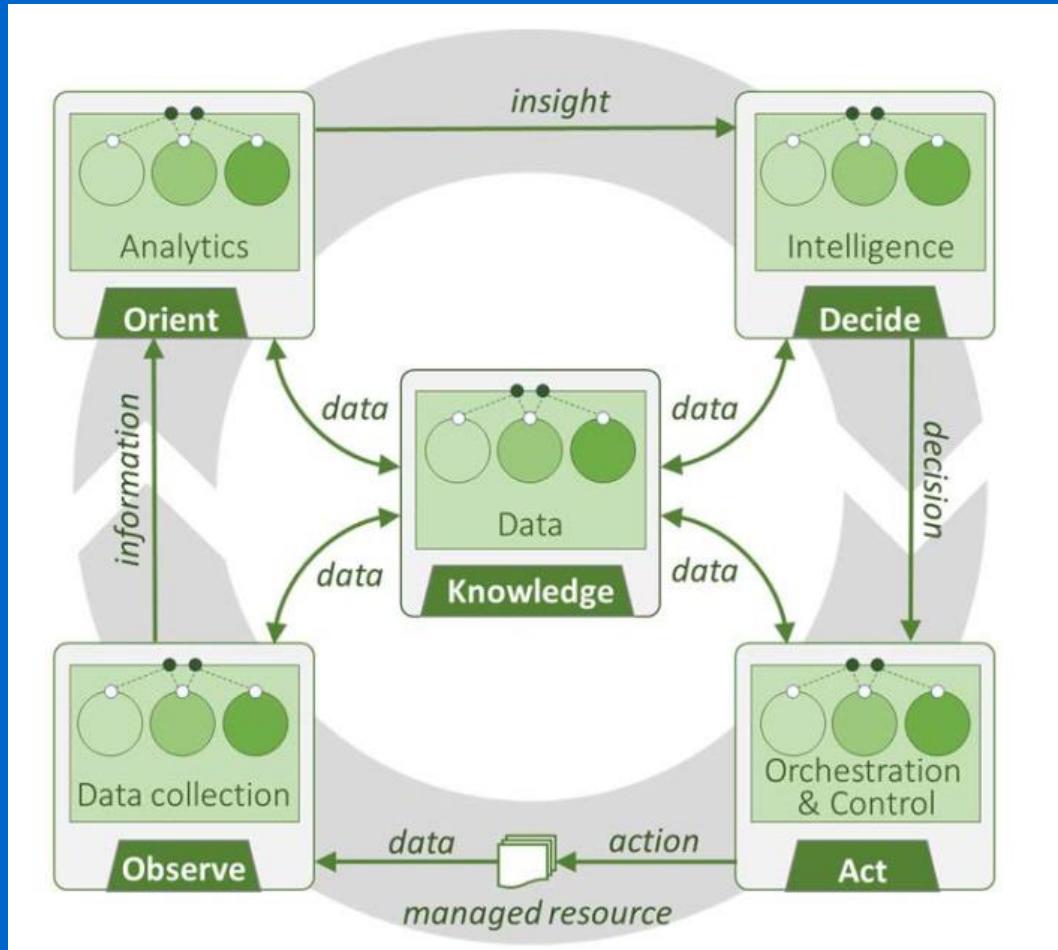
Distribute AI processing between the device and cloud over wireless



Network Based AI



Closed Loop Interactions



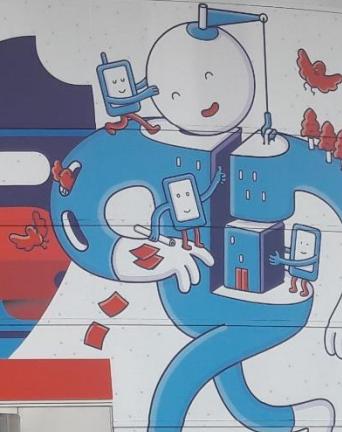
SAMSUNG

Introducing the
Galaxy S9 | S9+

The Camera.
Reimagined.



GSMA
MOBILE WORLD CONGRESS



Entrance to Halls



AN EVENT
OF MOBILE
WORLD
CONGRESS

SAMSUNG



Department of Electrical Engineering
Sharif University of Technology



Department of Electrical Engineering
Sharif University of Technology

کنفرانس های ملی حوزه 5G

The poster features a large stylized '5G' logo in the center. Above it, the text 'SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY' and 'MUITS 2017' is displayed, along with the date '6 - 9 March / ۱۶ تا ۱۹ اسفند'. The background shows a geometric pattern of blue and grey lines. On the left, there is a diagonal banner for the '2nd International Conference on Modern Wireless Telecommunication Systems'. Below the main title, there are several small portrait photos of speakers, each with their name and affiliation. A section titled 'Guests' lists more speakers. To the right, there is a 'Register Now!' button, a QR code, and logos for various sponsors including IEEE, Ericsson, and ITRC.



3rd International Conference on
Modern Wireless Telecom Systems

17 - 18 April

Sharif University of Technology
mwts2018.sharif.edu
@mwts2018

Erman Tanin
Ericsson Middle East

Dr. Sohizadeh
Accenture

Alain Bureau
Founder of Sister

Dr. Razavizadeh
IUST

Dr. Parsaeifard
ITRC

MWTS 2018

Smart City

Mobile Broadband

Teleoperation

Internet of Things

Blockchain

Automotive Industry

Smart Grid

eBanking

eHealth

HIWEB

ERICSSON

Department of Electrical Engineering
Sharif University of Technology



پلتفرم مشترک دانشکده برق
دانشگاه صنعتی شریف و همراه اول



openstack.



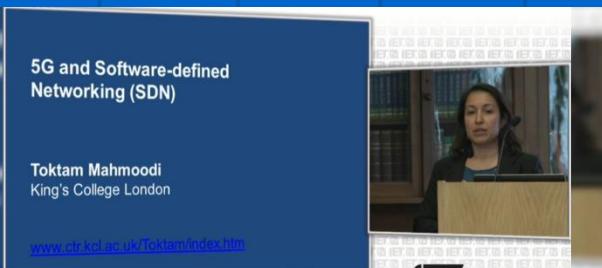
اولین و کاملترین پلتفرم حرکت به سمت 5G در کشور بر مبنای
Multiconnectivity پتنت بین المللی در حوزه

هدفگزاری پروژه‌های Sharif 5G-Lab در ۵ سال اخیر

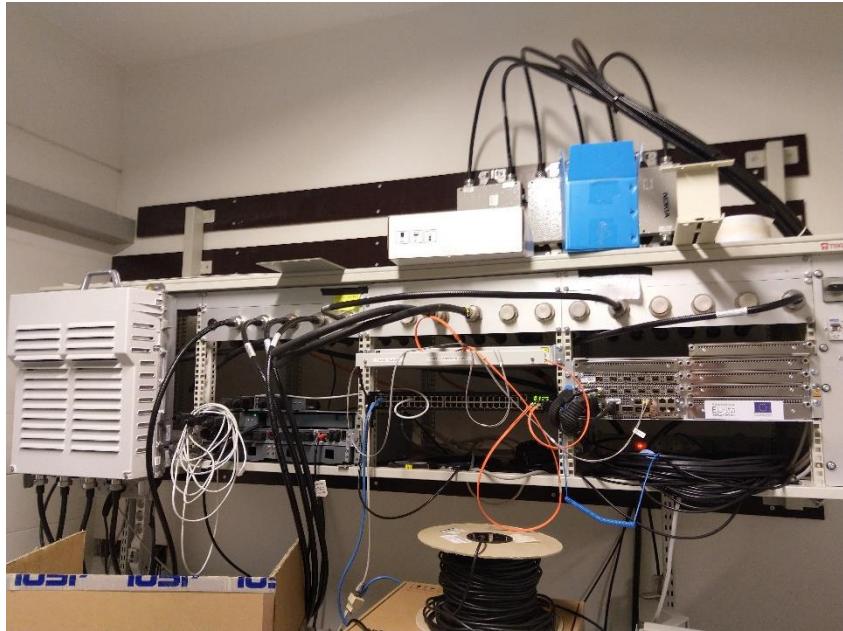
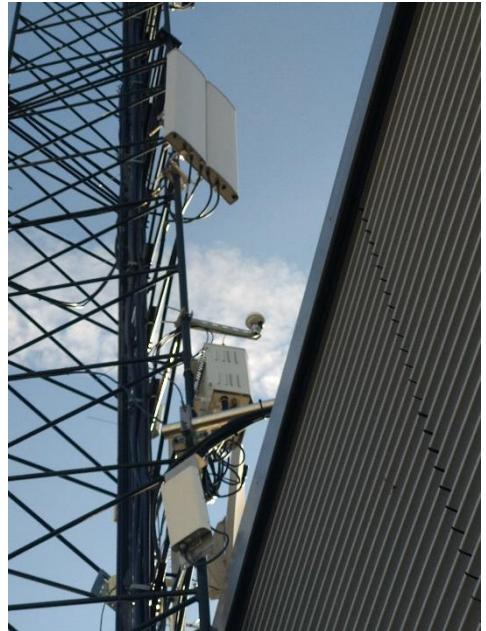
- ▶ لایه دسترسی انعطاف پذیر (Flexible RAN): پیاده سازی مفهوم لایه دسترسی در ابر مرکزی (C-RAN) و یا در لبه شبکه (D-RAN) با تکیه بر تکنیک های 5G Fronthaul/Backhaul در
- ▶ تکنیک های مجازی سازی و نرم افزار - محور (SDN/NFV): توسعه بستر مجازی جهت اجرای توابع مجازی با کارکرد مخابراتی در راستای تحقق مفهوم Telco-cloud
- ▶ تکنیک برش دهی پویا (Dynamic E2E Network Slicing) و همگام سازی سرویس به صورت انتها-به-انتها برای شبکه 5G
- ▶ دسترسی چندگانه (Multi-connectivity): ابداع و پیاده سازی راهکارهای نوین جهت دسترسی همزمان از یک طرف به شبکه های موبایل شامل LTE و 5G و از طرفی به شبکه WiFi برای کاربری های با نرخ بالای ارسال دیتا
- ▶ ارائه راه حل های نوین و خدمات - محور در شبکه های نسل چهارم و پنجم موبایل از جمله همکاری با شرکت همراه اول در قالب تدوین نقشه راه مهاجرت از شبکه فعلی موبایل به شبکه مجازی ابری و بهبود کیفیت سرویس QoS
- ▶ پروژه پیاده سازی پایلوت 5G
- ▶ طراحی و پیاده سازی دموهای اثبات مفهوم (PoC) در نمایشگاه های بین المللی مخابرات در سال های اخیر

ارتباط تنگاتنگ با بازیگران اصلی در سطح جهانی

- ارتباط با اپراتورهای بین المللی:
 - همکارانی در اپراتورهای Orange و SFR
- ارتباط با مراکز تحقیقاتی تاثیرگزار
 - ارتباط تنگاتنگ با موسسه Eurecom در فرانسه
- ارتباط با موسسات استاندارد:
 - شرکت در سمینارهای کلیدی ETSI و Horizon 2020 (5G-PPP)
 - شرکت در نمایشگاهها و کنفرانسها کلیدی:
 - EUCNC و Mobile World Congress
- ارتباط با مراکز دانشگاهی همکار در پروژه های اروپایی:
 - دانشگاه های درسدن و برلین آلمان
 - دانشگاه اولو فنلاند
 - دانشگاه Kings College انگلستان



Oulu 5G Platform



Oulu 5G Platform



Eurecom and ETSI Platforms



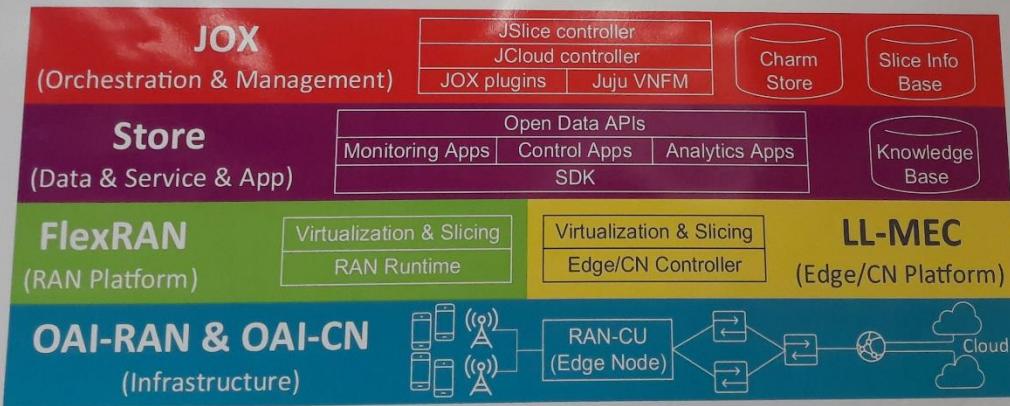


Mosaic5G
Agile and Flexible
Service Platforms
for 5G Reseau



Mosaic5G Ecosystem

Mosaic5G is a non-profit initiative that aims to develop, promote, and share an ecosystem of open-source platforms and use-cases for 5G system research and platform leveraging SDN, NFV, and MEC technology enablers



Orange Platform



هدفگزاری پروژه‌های Sharif B5G-Lab در ۵ سال آینده

- ▶ ارائه راه حل‌های نوین و خدمات - محور در شبکه‌های نسل پنجم و فراتر، در قالب همکاری با اپراتورهای موبایل
- ▶ راه اندازی Use Case‌های کلیدی مورد نظر اپراتورها
- ▶ فراهم آوردن پلتفرم‌های نوین E2E بر مبنای راه حل‌های هوشمند و اتوماسیون‌های لازم بررسی روش‌های نوین امنیت بخصوص در کاربردهای Enterprise
- ▶ همکاری تنگاتنگ با نیروهای دانشکده‌های مهندسی کامپیوتر، ریاضی، مدیریت و اقتصاد برای پروژه‌های جامع و میان حوزه‌ای
- ▶ فعالیت در راستای مرکز جدید "سیستم‌های اطلاعات و علوم داده شریف"

So what are the KEY areas in years to come?

- A “generic” processing hardware can be used to implement a large set of functionalities (virtual machines)
- A better understanding of SW and Operating Systems is needed: SDN/NFV
- New hardware in sensing and actuation is the key:
 - Electronics and Electromagnetics will be the key
 - mmWave, Massive MIMO,...
 - Body area Networks and Internet of Things: Large number of interacting nodes around the world with many new challenges
- Interactions between Cloud Computing, Storage, and Blockchains
- Control and Feedback: Always a key element in Life and now in everyday Networks!
- And more intelligence in the network: Learning – Big Data Analytics – Artificial Intelligence (AI)

Much more opportunities in a much more **Open Ecosystem**

پتانسیلهای این حوزه

1. ارایه سرویس در سطح شبکه به اپراتورها (Network Services)
 - بهینه سازی شبکه، Automation، امنیت،...
2. ارایه سرویس به ایندکس (E2E Services to Verticals) Verticals
3. ارایه سرویس به شرکتها (Enterprise Solutions)
4. ارایه سرویس مستقیم به کاربران End Customer Solutions
5. طراحی، ساخت و پیاده سازی اجزای شبکه (System Components(HW and SW))
 - RAN
 - Transport
 - Core

حوزه های تخصصی و بازار

- نیازهای کشور: سندیکای مخابرات ایران (شرکتهای فعال این حوزه)
- مشتریان:
 - اپراتورها
 - سازمان تنظیم مقررات
 - شرکتهای خصوصی
- تخصصها:
 - شبکه های مخابراتی
 - شبکه های ابری
 - امنیت در شبکه
- هوش مصنوعی و علوم داده در لایه شبکه
- هوش مصنوعی و علوم داده در لایه Application (پردازش صوت، NLP، تصویر، ...)
- تحلیل های آماری

حوزه کاری بسیار کلیدی و پراز هیجان در ۱۰ سال آینده!