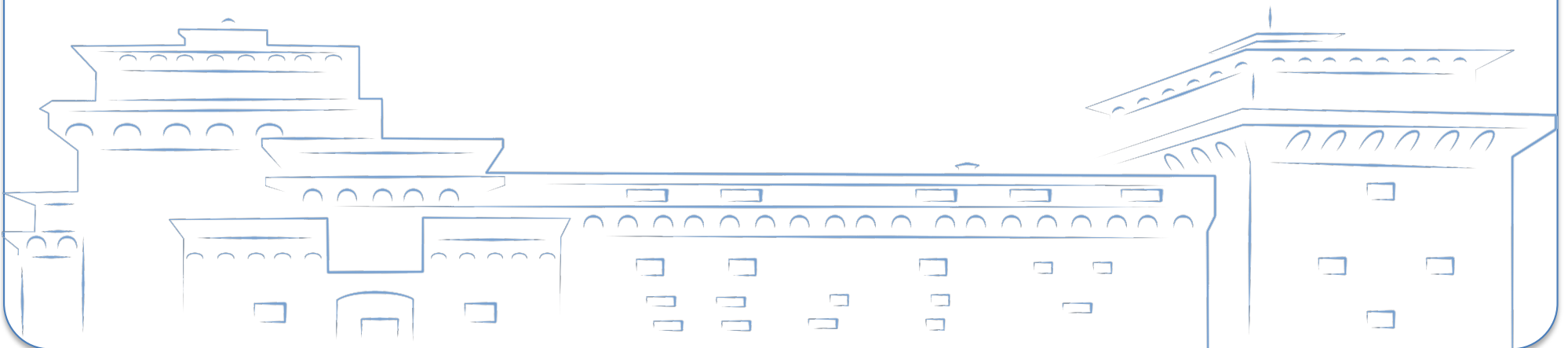


Reti di Telecomunicazioni (e Internet)

Andrea Conti

Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Ferrara



Big data

eHealth

Smart Cities

ICT

Information and Communication Technologies

Autonomous
Vehicles

Safe & Rescue

Internet of Things

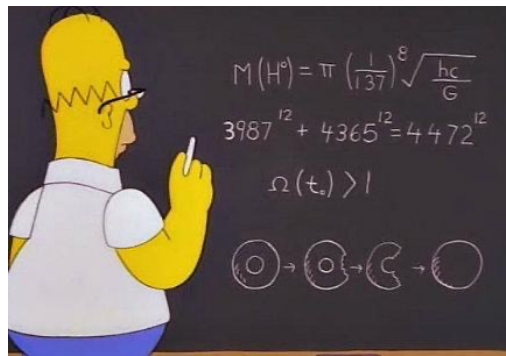
Premessa

- Comunicare è sempre stato un bisogno primario dell'uomo, oggi lo è anche delle cose
- Nessun sistema intelligente può operare senza comunicazione dell'informazione intra e inter nodo (dispositivo o sistema)
- Reti e sistemi \leftrightarrow sistemi e reti
- Le reti di comunicazione sono in continua evoluzione tecnologica e architetturale per soddisfare requisiti sempre più stringenti in diverse dimensioni

Informazioni

- Docente: Andrea Conti
 - Email: andrea.conti@unife.it
 - WEB: www.wcln.unife.it
 - Ufficio: 315 (terzo piano blocco A, Ingegneria)
 - Ricevimento: dopo lezione o su appuntamento

- Modalità d'insegnamento:



- Modalità d'esame:
 - durante il periodo didattico: due o tre classwork per la verifica distribuita dell'apprendimento su tutti gli argomenti del corso.
 - fuori periodo didattico: prova orale con tipicamente tre domande che spaziano sui temi affrontati durante le lezioni
- Testi consigliati:
 - G. Mazzini, "Reti di Telecomunicazioni," Pitagora Editrice Bologna

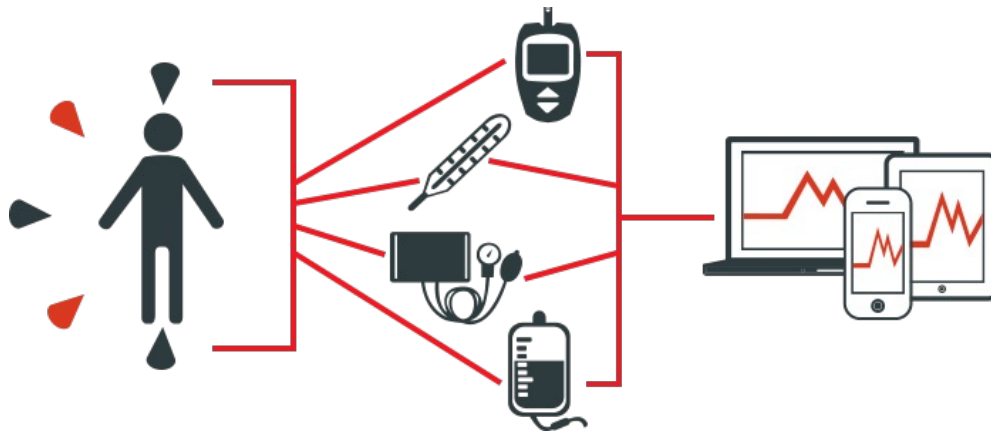
Examples of Network Applications



Drone delivery



Autonomous driving



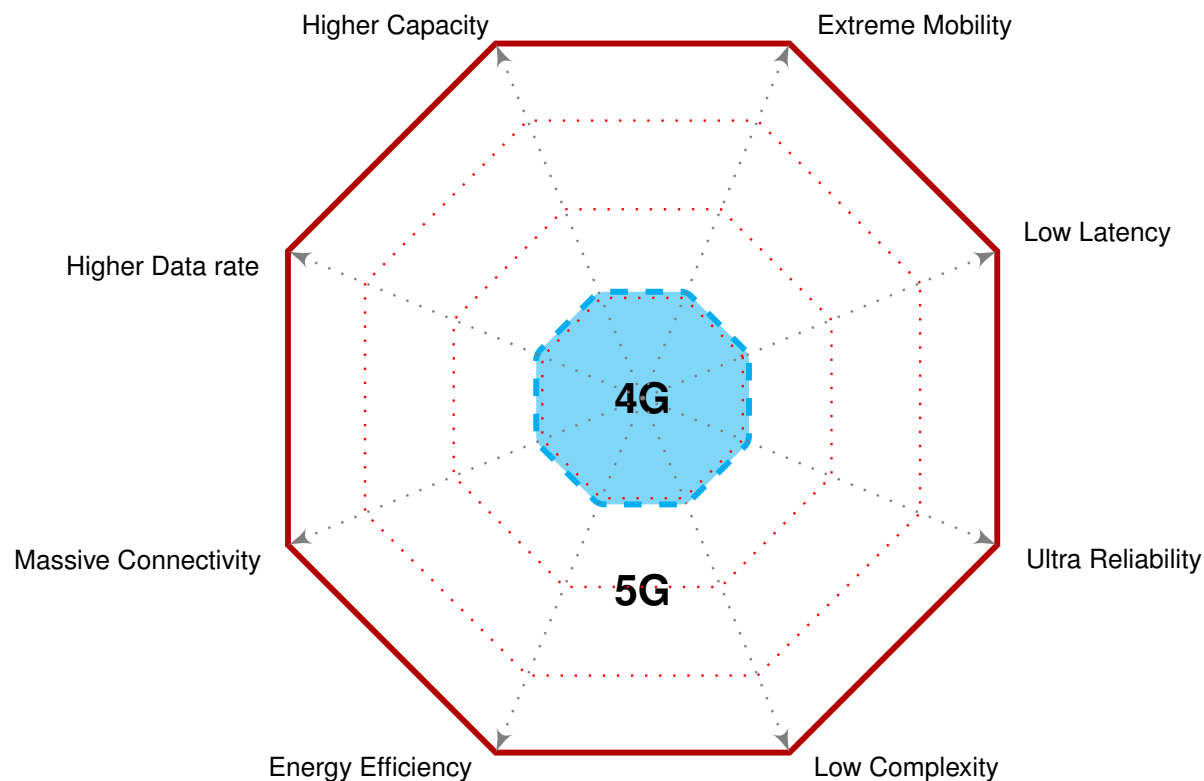
e-health



Industrial automations

4G Limits

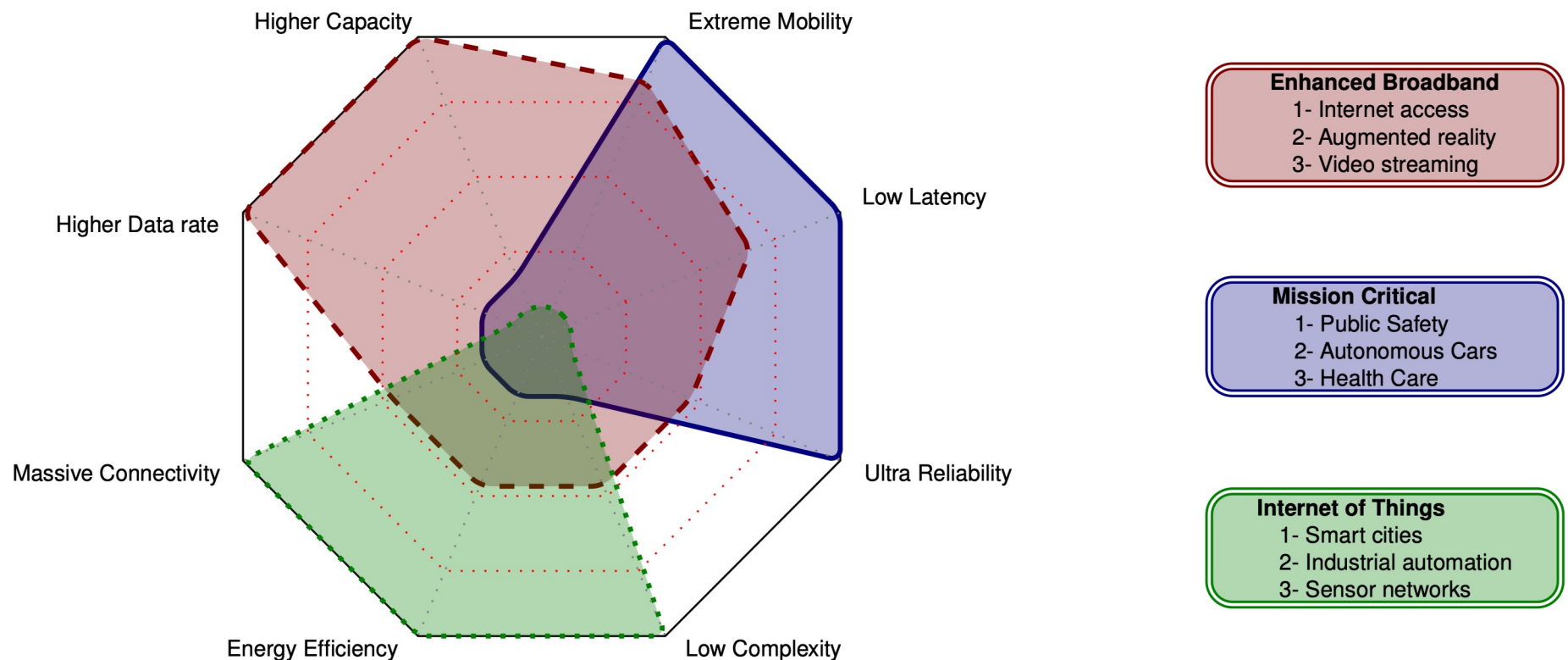
- Designed for human-centric communications
- Delay-tolerant contents
- Reliability in the range of 95% to 99%



We need 5G!
... and beyond

5G Scenarios

- Enhanced mobile broadband (eMBB)
- Ultra-reliable and low latency communications (URLLC)
- Massive machine type communications (mMTC)



5G Scenarios

Enhanced Mobile broadband **eMBB**



Improved consumer experience
More connected devices
Faster connection speeds
Virtual and Augmented Reality

Massive Machine type communications **mMTC**



e-health
Transport & logistics
Environmental monitoring
Smart energy networks
Smart agriculture, smart retail

Ultra-reliable and low latency communications **uRLLC**



Vehicle-to-everything communication
Drone delivery
Autonomous monitoring
Smart manufacturing

- Extremely high node density (50 billion devices worldwide by 2020)
- Sporadic traffic (1 packet every 10 to 100 time slots)

- Reliability > 99.9999 %
- End-to-end latency < 1 to 10 ms

Ricordiamoci che...

- 1837 Morse inventa il telegrafo: accensione di un dispositivo a distanza, alfabeto di linee e punti che minimizza il numero di battute per trasmettere testo inglese, instradamento store&fw
- 1876 Meucci inventa il telefono (brevettato da Bell) che trasmette voce umana tramite fili, garantendo l'immediatezza della comunicazione, un circuito diretto fra ogni coppia di utenti, centri di commutazione e linee di giunzione
- Inizio XX secolo Strowger inventa il selettore elettromeccanico, poi sostituiti da quelli elettronici. Ogni utente ha un numero identificativo, nasce la commutazione automatica e con questa la segnalazione
- 1895 Marconi inventa la radio. La trasmissione dell'informazione diventa su un portante non fisso, il che garantisce mobilità e broadcasting
- 1932 con la televisione inizia la multimedialità
- 1970 con la fibra ottica permette collegamenti molto lunghi e ad elevata velocità

Ricordiamoci che...

- Il mondo delle tlc è stato ed è tutt'ora un traino per altri ambiti (es., per l'elettronica e l'informatica)
 - nel 1907 Fleming realizza il primo dispositivo attivo allo scopo di amplificare i segnali
 - non c'è applicazione, metodo di machine learning, sistema di intelligenza artificiale e piattaforma web che non necessiti di comunicazione
- Comunicazioni digitali
- Oggi diventa cruciale, per molte applicaizoni, la latenza delle reti che è collegata al concetto di *age of information*
- Le reti di tlc si sono evolute coi servizi: multimediali → integrate → anyone-anywhere-anytime → 5G → ... → 6G ... quantum networks