

Reunalaskenta

uusien terveydenhuollon
palveluiden mahdollistajana



Terveyden 5G/6G sovellukset –
pohjoisesta puhalttaa

24.11.2022

Erkki Harjula

erkki.harjula@oulu.fi



Erkki Harjula



- ◇ **Apulaisprofessori (Tenure track)**
- ◇ CWC-NS, TST, Oulun yliopisto
- ◇ Tutkimusaihe: Tulevaisuuden terveydenhuollon langattomat järjestelmäarkkitehtuurit
- ◇ Keskeiset teknologiat:
 - Reunalaskenta
 - Reuna- ja pilvilaskennan jatkumo
 - Asioiden Internet (IoT)
 - Tekoäly ja koneoppiminen
 - Zero-trust

◇ Tutkijat:



Dr. Tanesh Kumar



M.Sc. Johirul Islam



M.Sc. Bilgehan Akdemir



M.Sc. Hafiz Shahid

◇ Opiskelijat:



M.Sc. Ivana
Kovacevic

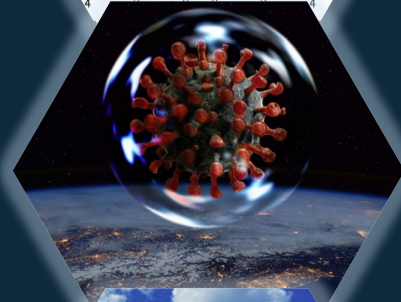
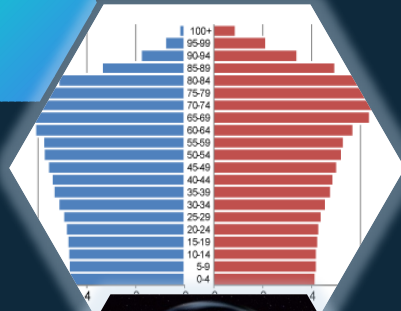


M.Sc. Muneeb Ejaz



Kazi Haque

Terveysthuollon geneerisiä haasteita



- ◇ Väestön ikääntyminen
- ◇ Työvoimapula
- ◇ Krooniset- ja elämäntapa-sairaudet
- ◇ Pandemiat ja muut uudet uhkat
- ◇ Kasvavat kustannukset



Terveysthuollon teknologiahaasteita

- ◇ Integraation puute (siiloutuminen)
- ◇ Teknologian käytettävyys / kompleksisuus
- ◇ Tietoturva/yksityisyydensuoja
- ◇ Regulaatio-/lainsäädäntö-rajoitukset
- ◇ Resurssitehottomuus



Teknologiatrendejä



◇ Kehittyvä instrumentaatio

- Laajempi, tarkempi ja ajantasaisempi potilasdata
- Parempi integraatio palveluinfrastruktuuriin



◇ Kehittyvät käyttöliittymät

- Virtuaali- ja laajennettu todellisuus (VR/AR)



◇ Tekoäly ja koneoppiminen

- Kuvantaminen
- Monilähteinen biosignaalianalyysi
- Järjestelmäoptimointi ja tiedolla johtaminen

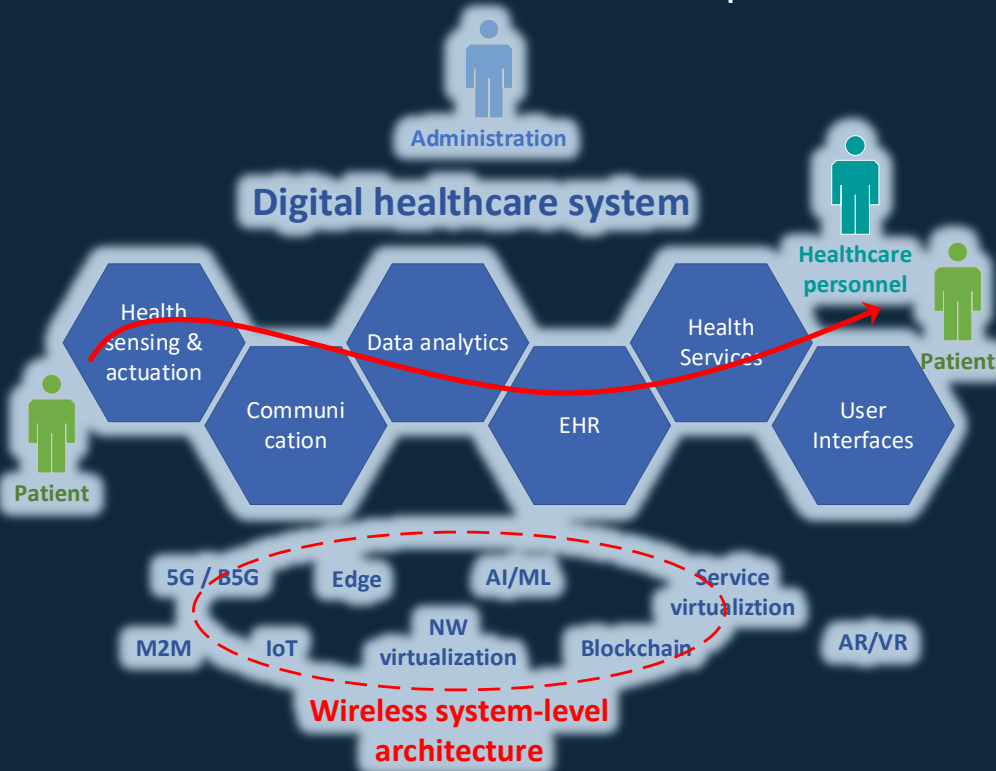
◇ Hajauttaminen

- Reunalaskenta
- Hajautettu luottamuksenhallinta (nollaluottamus)



Digitaalinen datapolku

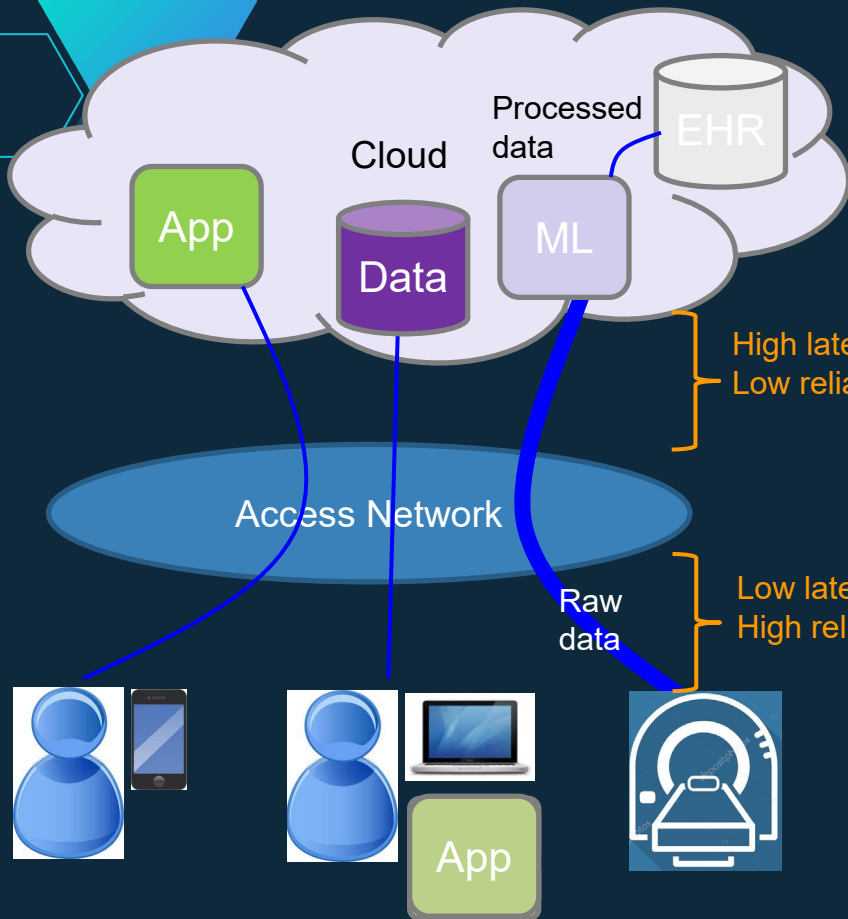
- ◇ Datapolku potilaan ja terveydenhuollon järjestelmien välillä vaatii lukuisten toiminnallisten komponenttien saumatonta yhteistyötä



- ◇ Keskeisiä teknisiä vaatimuksia :

- Reaaliaikainen kommunikaatio (mikäli sovellus vaatii)
- Korkea luotettavuus
- Komponenttien ja järjestelmien välinen yhteensopivuus (avoimet rajapinnat)
- Resurssi- ja energiatehokkuus
- Skaalautuvuus
- Korkea tietoturva ja yksityisyysdensuoja

Pilvilaskenta



◇ Toiminnot keskitetty datakeskuksiin

=>Globaali saavutettavuus, laskennan resurssitehokkuus, skaalautuvuus, helppo ylläpito ja päivitettävyyys, integroitavuus toisiin pilvipalveluihin, kevyet päätelaitevaatimukset, jne.

=>Tämän päivän vakioratkaisu

◇ Haasteita:

- Pitkät vasteajat

=> ei sovi reaaliaikasovelluksille

- Alttius verkkohäiriöille

=> epäluotettavuus

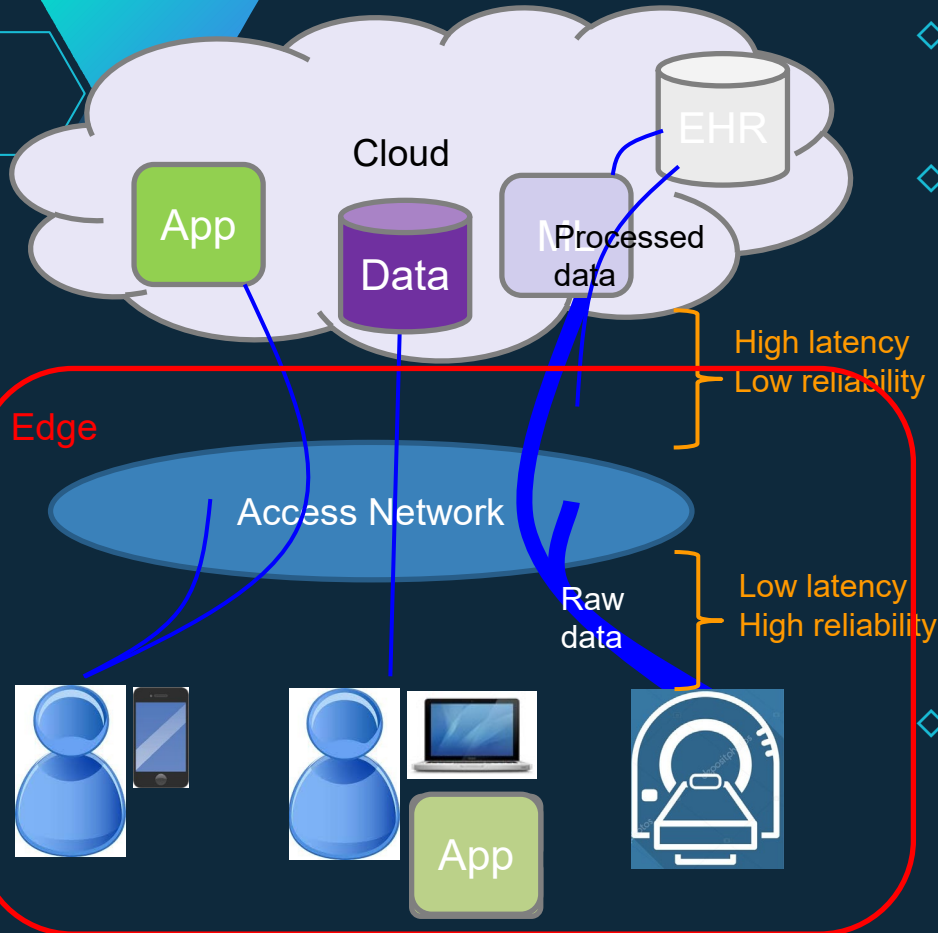
- Tiedonsiirtoyhteyksien kuormitus

=>tiedonsiirron resurssitehottomuus

- Kaikki data siirtyy julkisille palvelimille

=> altistuminen tietoturvahyökkäyksille

Reunalaskenta



- ◇ Tuo (pilvi)laskentakapasiteettia päätelaitteiden ja datalähteiden läheisyyteen
- ◇ Ratkaisee pilvilaskennan haasteita:
 - Lyhentää vasteaikoja
=> mahdollistaa (ultra)reaaliaikasovellukset
 - Vähentää alttiutta verkkohäiriöille
=> luotettavuus paranee
 - Tiedonsiirtoyhteysien kuormitus pienenee
=> tiedonsiirron resurssitehokkuus kasvaa
 - Datan leviämistä voidaan rajoittaa
=> datan vähäisempi altistuminen hyökkäyksille
- ◇ Ei kuitenkaan korvaa pilvilaskentaa, vaan laajentaa sitä
=> Pilven tuomat edut säilyvät

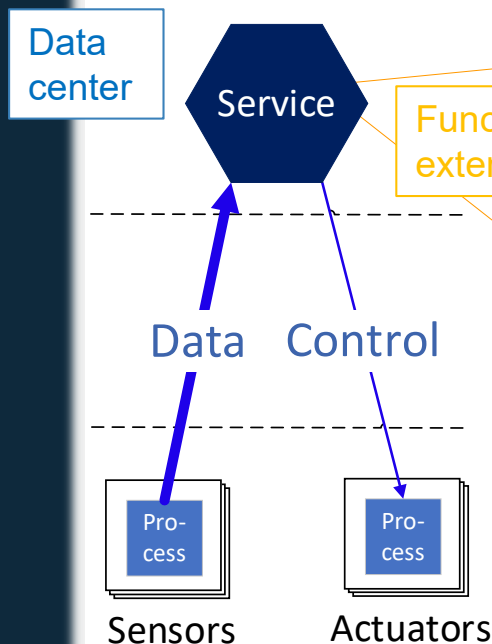
IoT-laskenta-arkkitehtuurin ja mobiiliverkkojen evoluutio

"4G architecture"

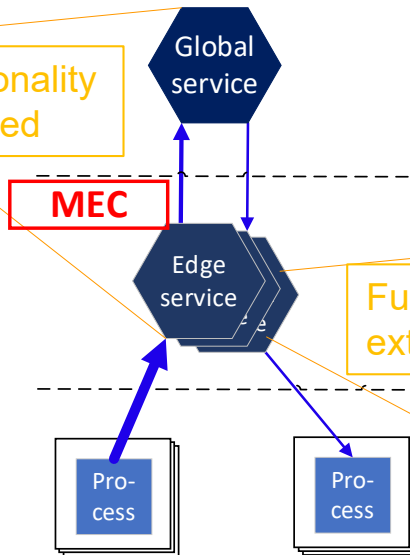
"5G architecture"

"6G architecture"

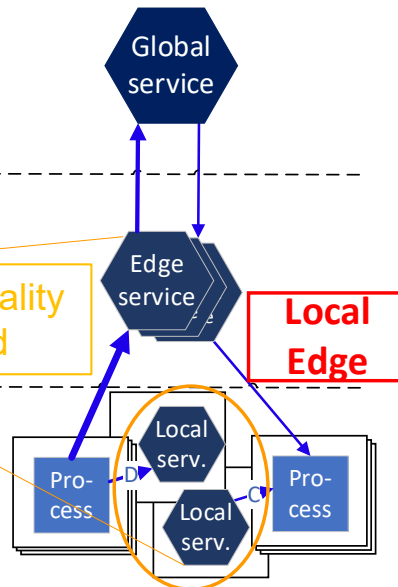
A) Traditional Cloud IoT



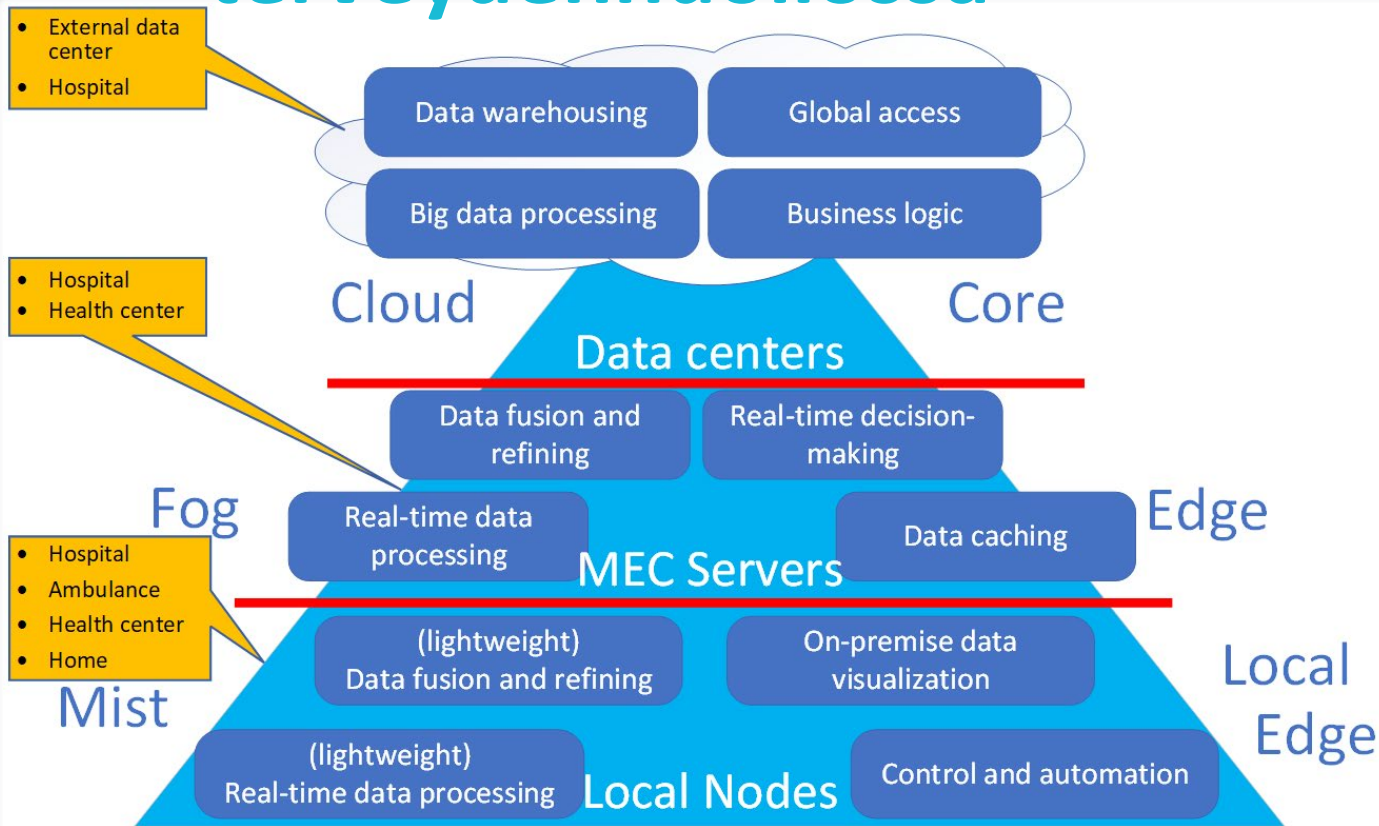
B) 2-tier Edge IoT



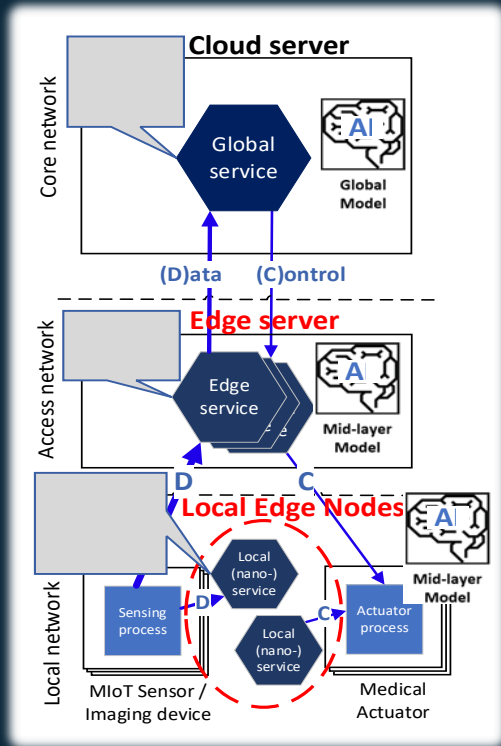
C) 3-tier Edge IoT



Reunapilvi-arkkitehtuuri terveydenhuollossa



Tutkimusaiheita



◇ Palvelimeton paikallinen reunalaskenta

- Paikallisten laitteiden hajautettu käyttö reunalaskenta-alustana

◇ Reunaäly (Edge Intelligence)

= reunalaskenta + tekoäly

- Edge for AI: Reunalaskenta AI/ML-algoritmien laskenta-alustana
- AI for Edge: AI/ML-algoritmien hyödyntäminen laskenta-alustan optimoinnissa

◇ Hajautettu luottamus ja tietoturva

- Nollaluottamus (zero-trust) - varmistetaan:
 - Järjestelmäkomponenttien oikea toiminta
 - Datatietoturva ja eheys
 - Regulaation noudattaminen datankäsittelyssä, jne.



Esimerkkiskenaario: Ensivastetehtävä



- ◇ Potilaan seuranta ja hoito onnettomuuspaikalta sairaalaan
- ◇ Pilvipohjainen järjestelmä integroituu hyvin sairaalajärjestelmään
- ◇ Potilaan sensoridata reaaliajassa sairaalan henkilökunnalle
- ◇ Kriittiset toiminnot voidaan turvata reunalaskennan avulla
 - Esim. kommunikaatiokatkosten aikana



Esimerkkiskenaario: Kuvantaminen



- ◇ Laskennan joustava sijoittaminen joko reunalle tai datakeskukseen
- ◇ Vakiotilanteessa kuvan rekonstruointi reunalla
 - => Verkon kautta siirrettävän datan määrä laskee (verrattuna laskentaan datakeskuksessa)
 - => Kevyemmät laitteistovaatimukset (verrattuna laskentaan kuvantamislaitteessa)
- ◇ Tarpeen mukaan rekonstruoinnin siirto datakeskukseen
 - Esim. kuormituspiikki usealta kuvantamislaitteelta
- ◇ Diagnostiset toiminnot tyypillisesti datakeskuksessa



Esimerkkiskenaario: Tietokoneavusteinen kirurgia



- ◇ Esim. etäkirurgia tai kirurginen navigaatio
 - Avainsanat: Reaaliaikaisuus ja korkea luotettavuus
- ◇ Reunalaskenta mahdollistaa pilvipohjaisen järjestelmän käytön
- ◇ Korkeaa luotettavuutta ja reaaliaikaisuutta vaativat osat reunalla, esim:
 - Leikkausrobottien etäohjaus
 - AR-pohjainen käyttöliittymä





Kiitos!



erkki.harjula@oulu.fi

