



Mätning med mobilen – vad är möjligt?

Milan Horemuz
horemuz@kth.se

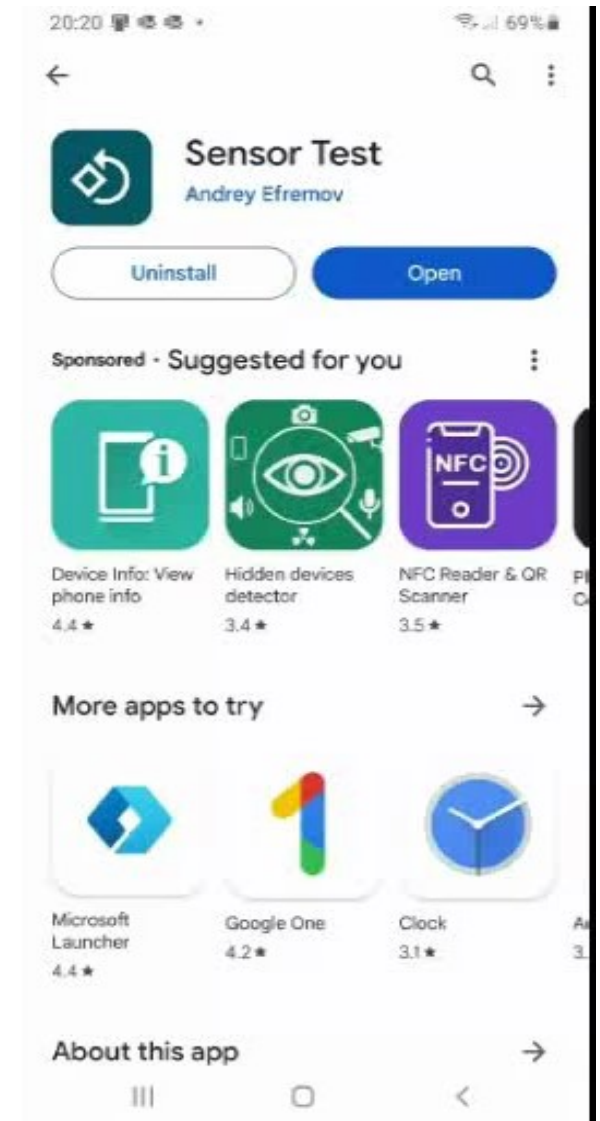


Vad ska jag prata om?

- Sensorer i mobilen
- Metoder för mobilens positionering
- Metoder för kartläggning/mätning av omgivning
- Tillämpningar

Sensorer i mobilen

- GNSS
- Accelerometrar
- Gyroskopen
- Kameror
- Barometer
- Proximity
- Ljus
- NFC – Near Field Communication
- Bluetooth
- Lidar
-



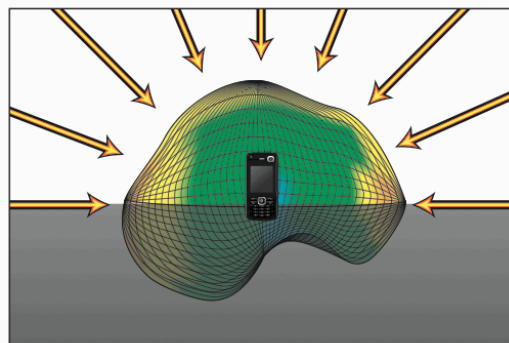


Metoder för bestämning av mobilens position

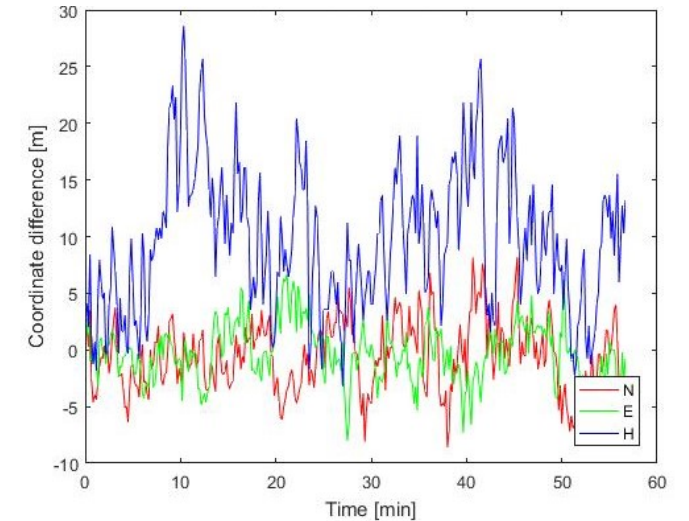
- GNSS (relativ satelliter)
- Radiopositionering
 - Mobila signaler - relativ basstationer
 - Bluetooth - relativ bluetooth taggar
 - Wifi – relativ wifi routrar
 - UWB (Ultra Wide Band)
- Visuell positionering (relativ omgivning)
- Tröghetsnavigering (dead reckoning, positionsändring, orienteringsändring)
- Kombinationer

GNSS

- Absolut positionering – standardosäkerhet på några meter nivå, stora fel kan förekomma
-
- Relativ positionering
 - DGNSS: enbart kodmätningar osäkerhet på dm-nivå under gynnsamma förhållanden, stora fel kan förekomma
 - RTK: kod + fas, osäkerhet på mm-nivå, extern antenn + mottagare krävs
 - Statisk relativ mätning
- Problem: antenn har stor gain i alla riktningar



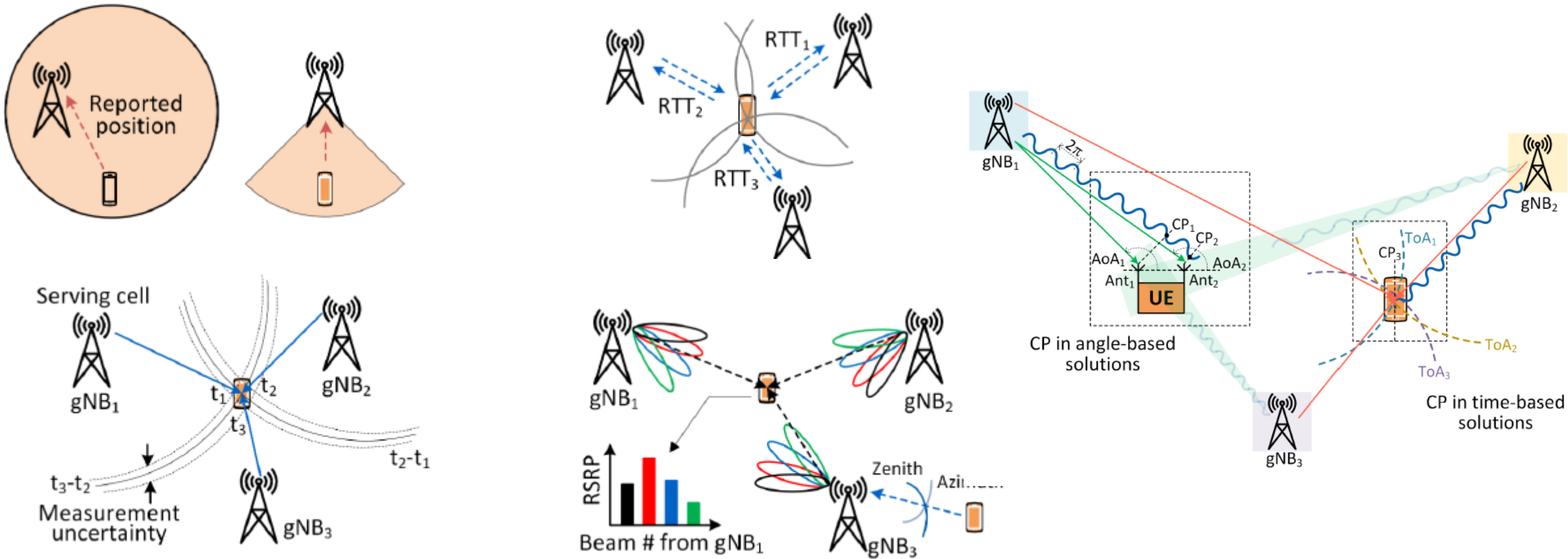
<https://www.antenna-theory.com/design/gps.php>



<https://www.redcatch.at/smartphonertk/>

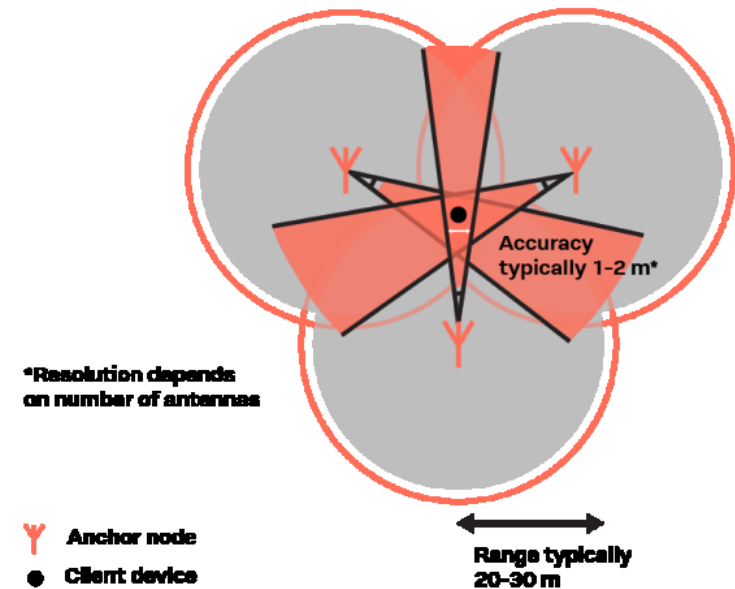
Radiopositionering med mobila signaler

- Tidbaserade och Angle-of arrival metoder, CP = carrier phase, PRS = Positioning Reference Signal (5G)
- RSRP = Reference Signal Received Power



Bluetooth och Wi-Fi positionering

- BLE (Bluetooth Low Energy) sändare eller Wi-Fi routrar/enheter som referenspunkter
- Mottagare mäter signalstyrka som är proportionell till avstånd
- Alternativt, fingerprinting* kan tillämpas
- Osäkerhet:
 - Ca 10 m Wi-Fi
 - Ca 5 m BLE
- Max räckvidd
 - 500 m Wi-Fi (optimal 50 m)
 - 100 m BLE (optimal 25 m)

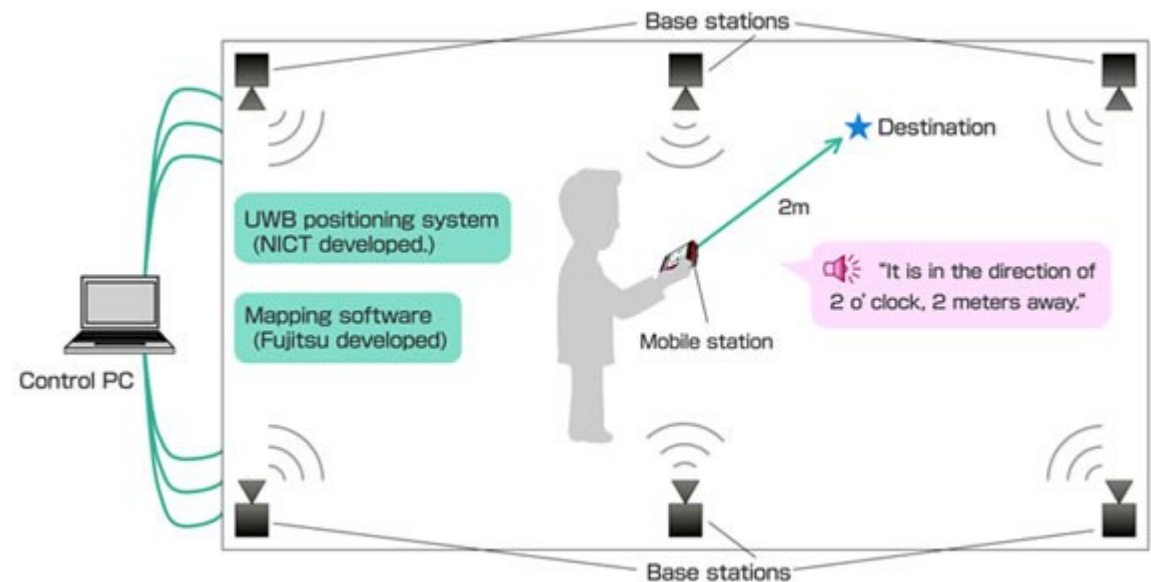


<https://www.u-blox.com/en/technologies/bluetooth-indoor-positioning>

*Fingerprinting: kartläggning av signalstyrka i området

UWB positionering

- UWB är kommunikationskanal som kan användas för positionering
- Den använder TDOA = Time difference of Arrival metod eller ToF = Time of Flight
- Frekvenser: 3.1 – 10.6 GHz
- Lägesosäkerhet: 10 - 40 cm
- Räckvidd: 200 m (optimal 50 m)
- Klient eller server positionering (tracking)
- Dyrare mobiler från Apple, Google, Samsung, ...



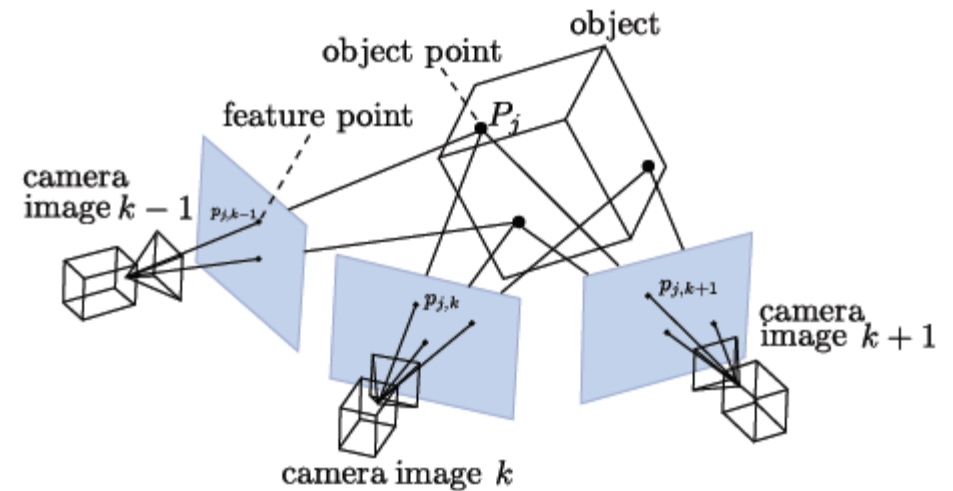
Visuell positionering

- Baserad på fotogrammetri: pixel-koordinater = riktning
- Om omgivningens modell är tillgänglig (Google Street), georefererade koordinater med cm-nivå osäkerhet kan beräknas
- Deep learning algoritmer för att matcha modellen med bilder
- ARCore Geospatial API för Augmented Reality
- Implementerad i Google Maps



Kartläggning av omgivning - fotogrammetri

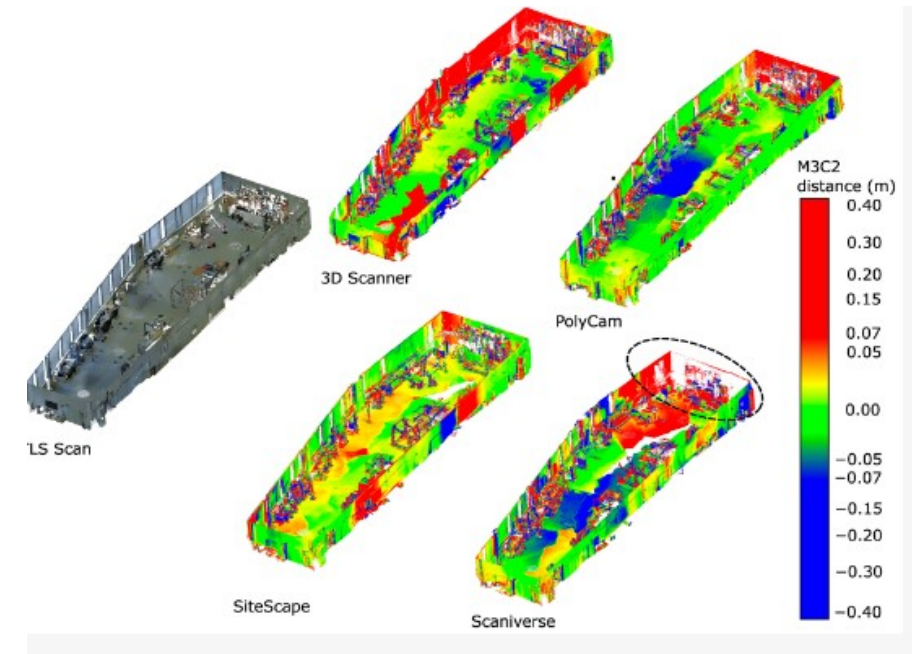
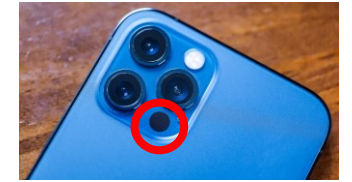
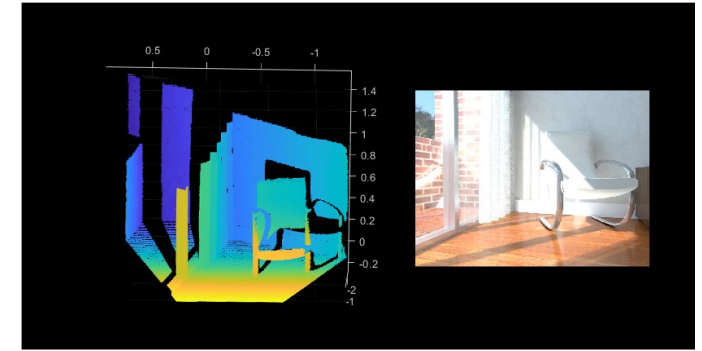
- Baserad på fotogrammetri, Structure from motion
- Minst två bilder från två olika positioner
- Identifiera ett antal motsvarande punkter
- Beräkna relativ position och orientering av kameror
-> s.g. sparse point cloud
- Beräkna objekt-koordinater för varje pixel -> dense point cloud
- Punktmolnet är i ett lokalt koordinatsystem och saknar skala
- Man kan introducera skala genom att använda accelerometrar och gyron för att bestämma ändring i position och orientering mellan bilder eller använda GNSS eller använda koordinatbestämda objekt



openmvg.readthedocs.org/en/latest/_images/structureFromMotion.png

Kartläggning av omgivning: LIDAR

- Time of flight camera: varje pixel mäter avstånd, resultat är punktmoln
- Iphone använder den för att hjälpa fokusera kamera
- Det finns flera appar som använder LIDAR för att framställa punktmoln med hjälp av SLAM-tekniken
- SLAM = Simultaneous Localisation And Mapping
- Räckvidd: 5 m
- Osäkerhet i avståndsmätning: 1 – 3 cm



Slutsatser

- Mobil = dator + sensorer, kan användas även som telefon 😊
- Kan användas i många mät-tillämpningar med lägre krav på mätosäkerhet
- Typisk positionering lägesosäkerhet dm – m nivå, i speciella fall cm-nivå
- Osäkerhet vid kartläggning/skanning: cm – dm nivå
- Kan användas som fältdator med externa sensorer
- Några exempel
 - Dokumentation av mindre byggnader/lokaler
 - Bestämning av areor, volymer
 - Kontroller och inspektioner på byggplatser (AR)
 - Insamling av geografiska data

