

A close-up photograph of a person's hands typing on a white computer keyboard. The background is slightly blurred, showing what appears to be a monitor screen with some graphical elements. The overall color palette is warm and professional.

Nye muligheter med innendørs posisjonering

Sverre Holm,

Gruppe for digital signalbehandling og bildeanalyse



UNIVERSITY
OF OSLO

Nye muligheter med innendørs posisjonering

- Trenger du innendørs posisjonering?
- Når GPS ikke virker
- Ikke én sensorteknologi



@Sverre_Holm

<http://blogg.uio.no/mn/ifi/innovasjonsteknologi/>

www.kollokvium.no

2



UNIVERSITY
OF OSLO

Industripanel, IPIN 2012 og 2013



- Indoor Positioning and Indoor Navigation Conference
- Nov 2012, Sydney, Australia
- Okt 2013, Monbéliard, France



NOKIA
Connecting People

Google™  Locata.

AeroScout®  **SMART TRACK**
RFID

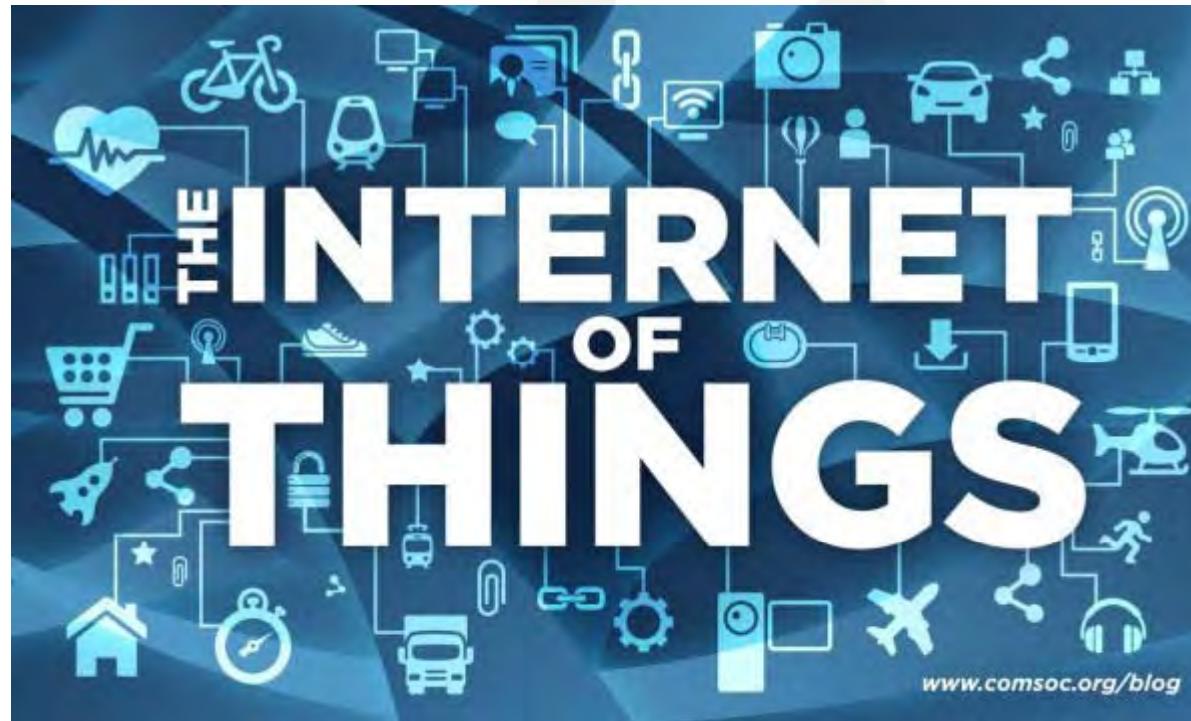
SIEMENS

3



UNIVERSITY
OF OSLO

Tingenes internett trenger også tingenes posisjon



Over dobbelt så mange dinger som det er mennesker på jorden er koblet til internett.

4

Pilot: Ullevål universitetssykehus, 2000



- 200 medisinske mapper



5



UNIVERSITY
OF OSLO

Pilot: Rikshospitalet, 2001



- 31 detektorer, 200 brikker
- August – desember 2001
- Sentral enhet for utstyr
- Verktøy for bedre lokalisering av utlånt utstyr
- Mål: Enklere jobb og mer effektivt



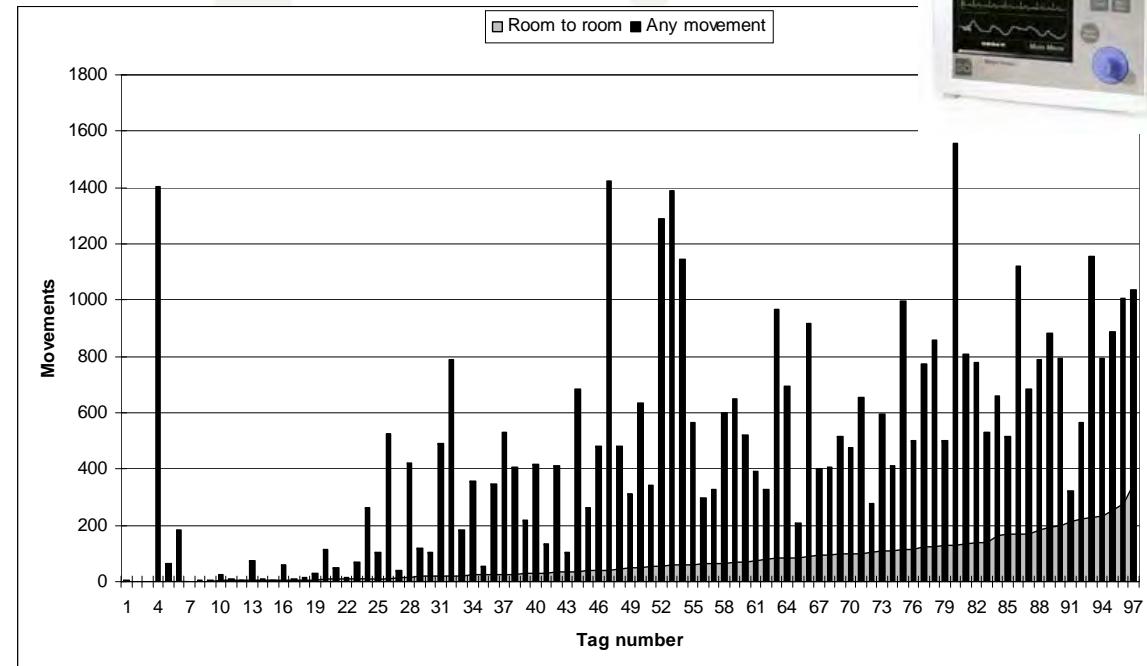
6



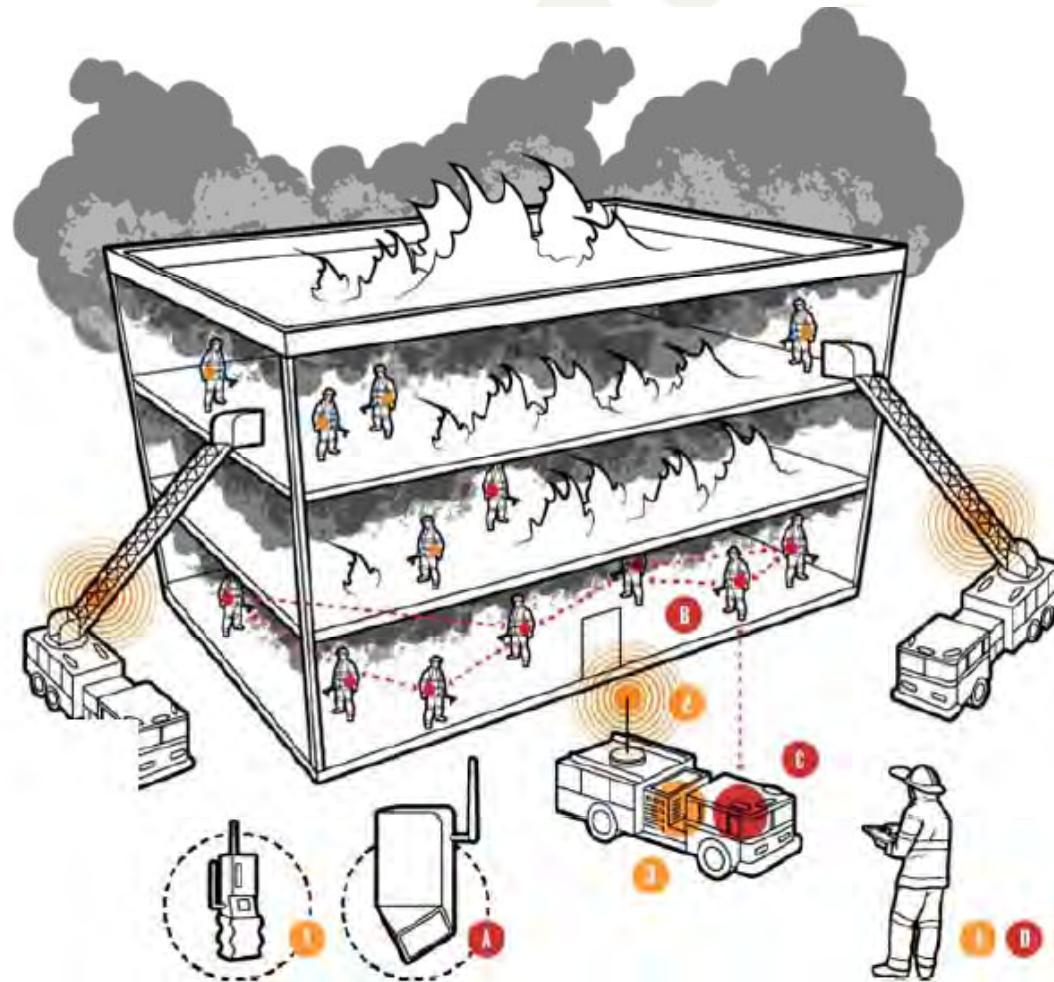
UNIVERSITY
OF OSLO

Identifikasjon av ubrukt utstyr

- Antall bevegelser for hver pasientmonitor
- 14% hadde ti eller færre bevegelser fra rom til rom eller mindre enn 30 bevegelser totalt



Posisjonering i brennende hus



All infra-struktur
er borte

8

Robotposisjonering



Packbot i Fukushima

9

Smarte fabrikker



Ubisense: Ultra Wideband Radio

10

Kontaktløs interaksjon med skjerm

- Elliptic Labs
- Touchless gesturing technology
 - Haakon Bryhni
 - Tobias Dahl



11

Velferdsteknologi: bo lengre hjemme

Bilder fra brukerstudie på
Kampen Omsorg+, eSenior
– Oslo kommune, Rambøll, NFR

- Anita Woll, Tone Bratteteig,
Gruppe for design av
informasjonssystemer
– Foto: Morten Brakestad



12

112/911 posisjonering innendørs

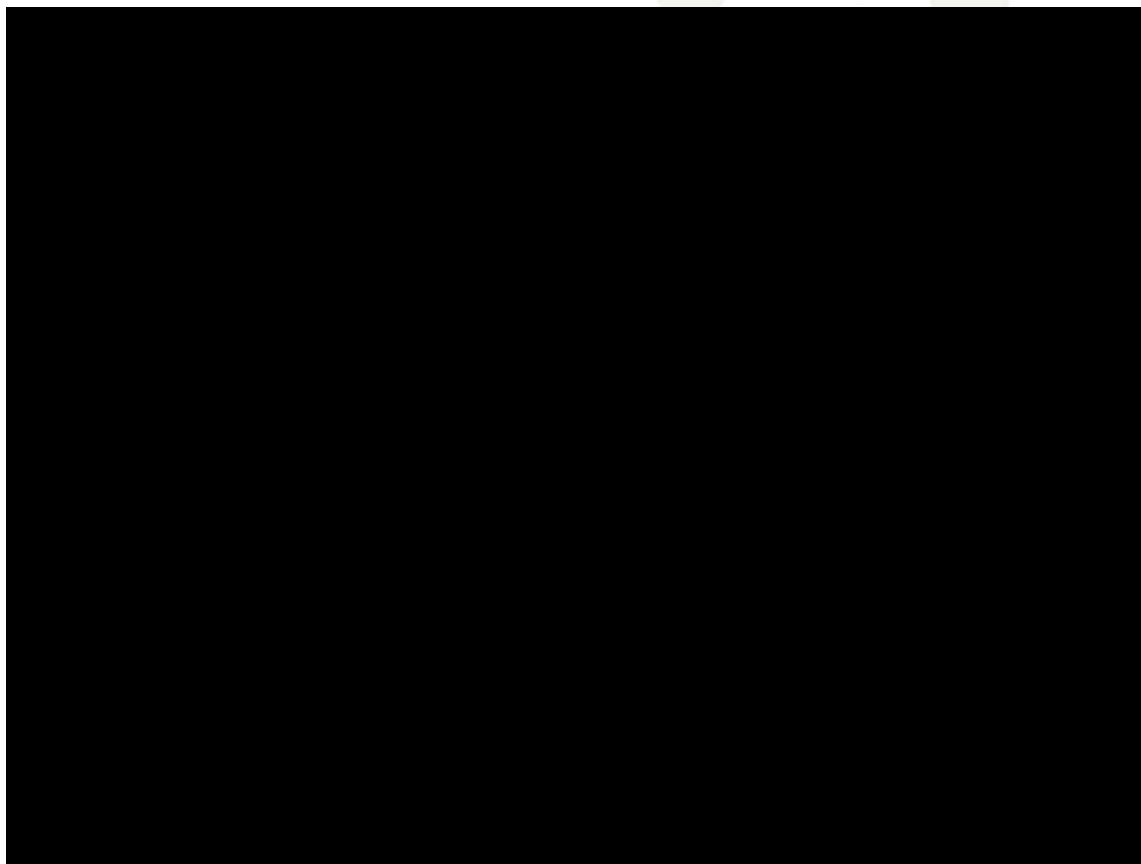
- Ute: GSM, GPS
- Inne: GSM +?



Foto: Junge, Heiko/SCANPIX, TV2

13

“Take Google Maps inside IKEA”



- Chair
- Bedding
- Rug
- Plant
- <http://www.youtube.com/watch?v=kT0KMsfD4d8> (1:17)

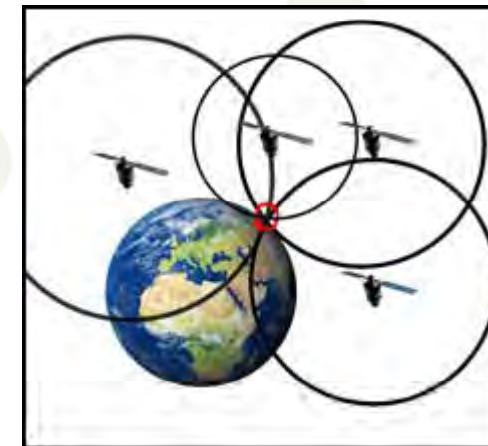
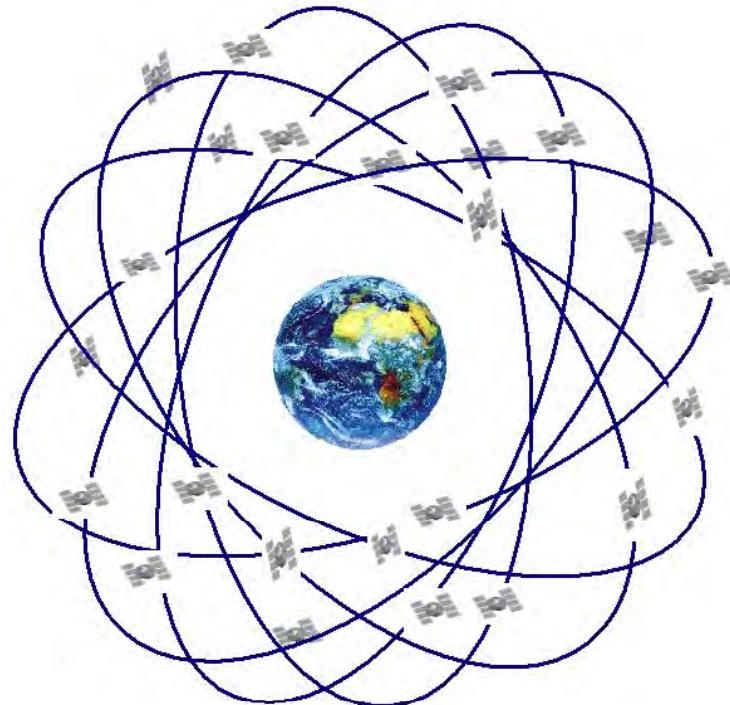
14



UNIVERSITY
OF OSLO



Global Positioning System er nesten enerådende utendørs

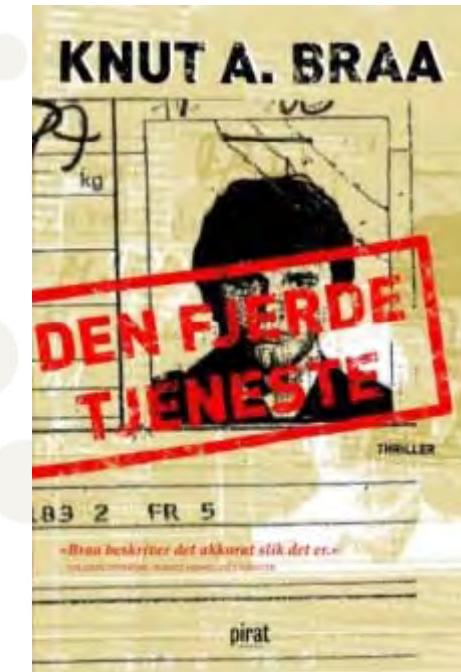


21. oktober 2013

15

GPS kan være vanskelig ...

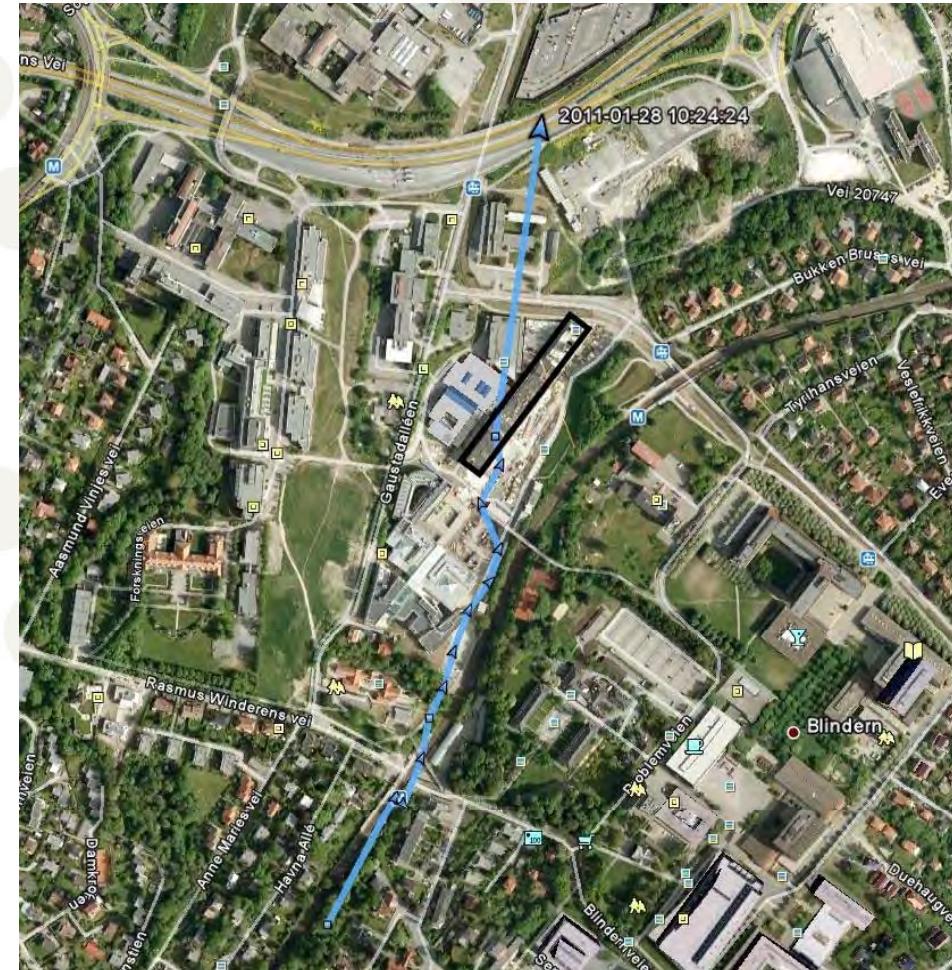
- *GPS-en din er et nyttig verktøy for deg og for overvåkerne dine.*
- *Den registrerer ikke bare veien du plotter inn, men er også en slags sporing av hvor du befinner deg til enhver tid.*
- *Og det spiller ingen rolle om den er påslått eller ikke.*



16

GPS innendørs

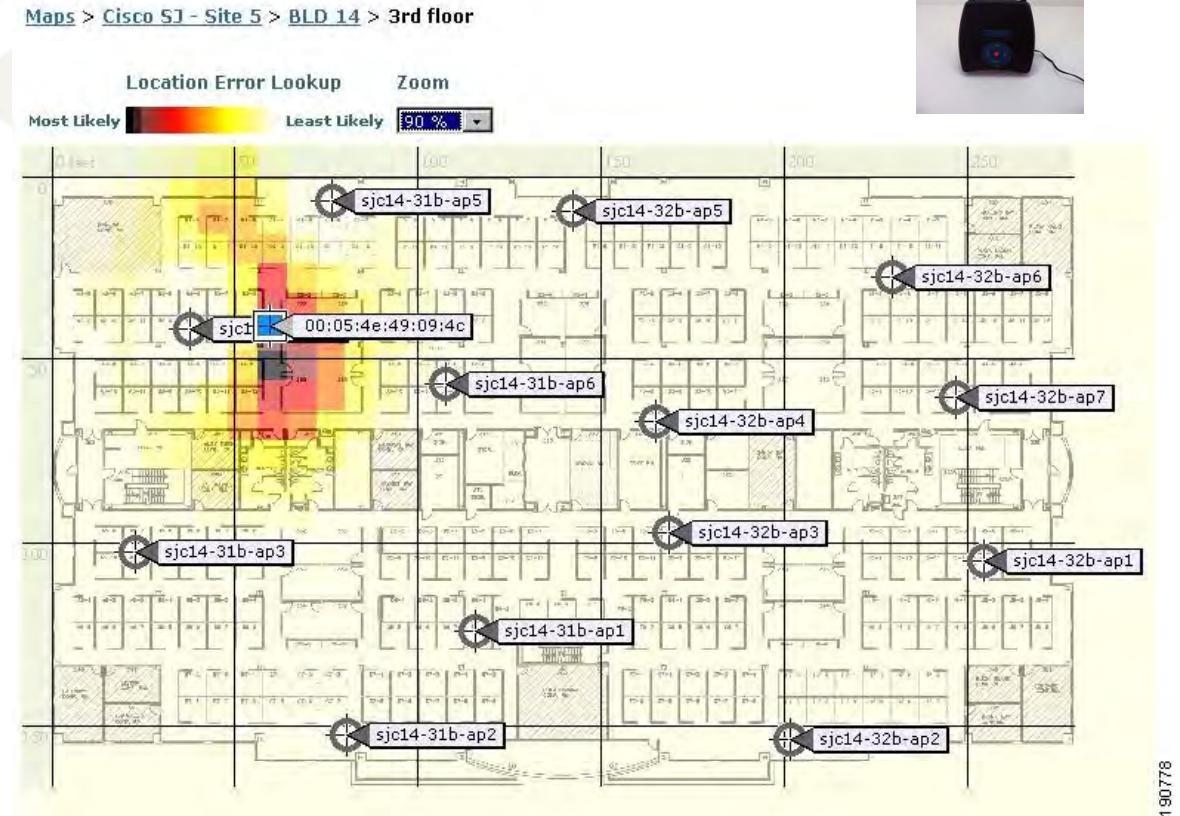
- Svakt signal:
 - virker ikke
- Refleksjoner:
 - gir store feil



17

WiFi

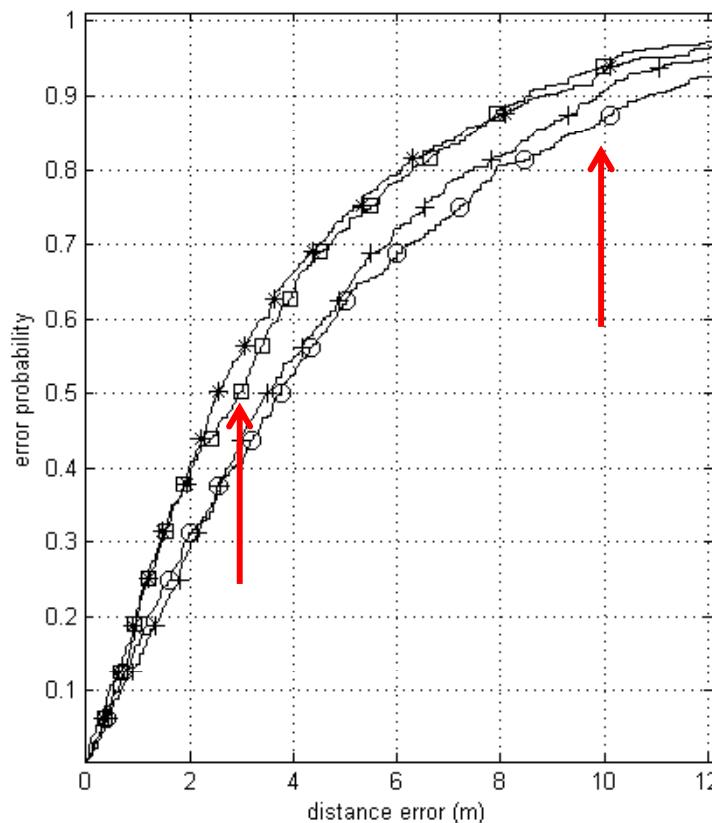
- ”Varme” viser sannsynlig posisjon
- ”Fingerprinting” – signalstyrke fra flere basestasjoner
- Ikke måling av tidsforsinkelse
 - Illustrasjon: Cisco



190778

18

Typisk posisjoneringsfeil med WiFi



- 802.11 teknologi, typisk:
 - Medianfeil: 3 m
 - 97 % persentil: 10 m
- 2004: **Fundamentale begrensninger**
- Trenger modeller av omgivelsene eller mer infrastruktur

E. Elnahrawy, X. Li, R. P. Martin, "The Limits of Localization Using Signal Strength: A Comparative Study" IEEE Sensor and Ad Hoc Comm. and Networks, Oct. 2004

Fig: Narzullaev, Narzullaev, Park, Yool, "Implementation of Hyperbolic Location Estimation Using RSSI in WLANs", Indoor Positioning and Indoor Navigation, 2010

19



UNIVERSITY
OF OSLO



Modell: Adgang til byggetegning



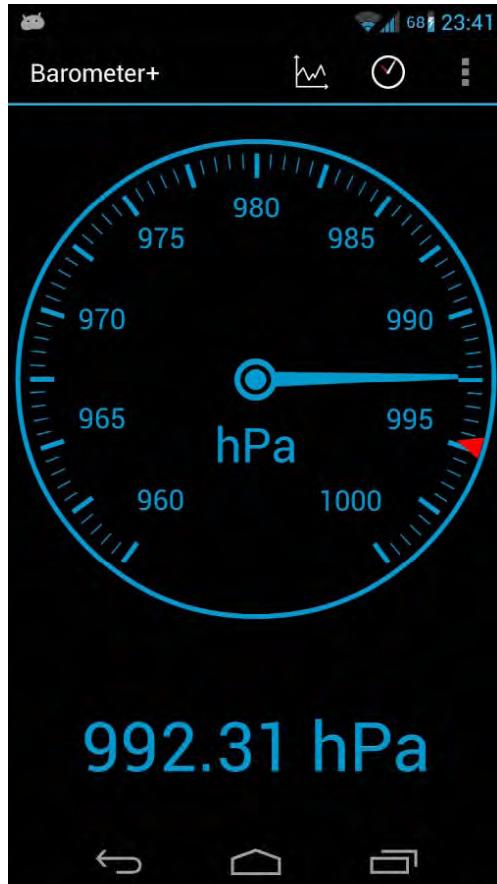
20

Google Map Indoor

- Indoor maps are currently available in selected locations.
- Check back as more locations are added, **or upload a floor plan.**
- Over 10,000 floor plans available from the following countries:
 - Australia
 - Austria
 - Belgium
 - Canada
 - Denmark
 - France
 - Germany
 - Hong Kong
 - Italy
 - Japan
 - Russia
 - Singapore
 - Spain
 - Sweden
 - Switzerland
 - United Kingdom
 - United States

Sensor 1: Barometer

Har jeg byttet etasje?



- Lufttrykket endres med 1 hPa på 8m
- En standard atmosfære = 1013,2 hPa



22

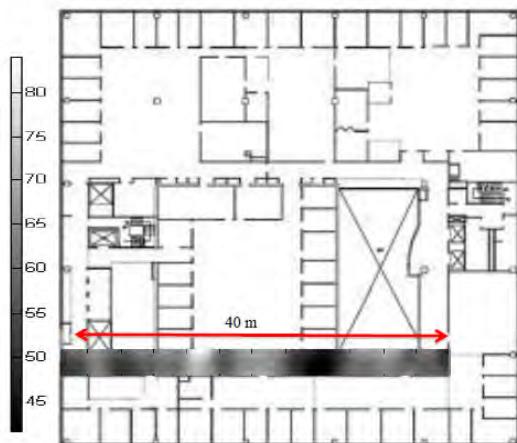


UNIVERSITY
OF OSLO

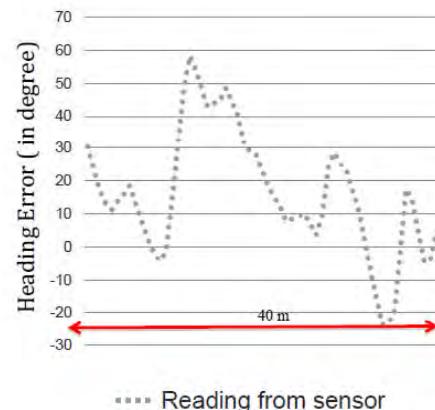


Sensor 2: Kompass

- Retning
- Måle små lokale variasjoner i jordmagnetismen



A magnitude map (in units of μT) of the magnetic field.

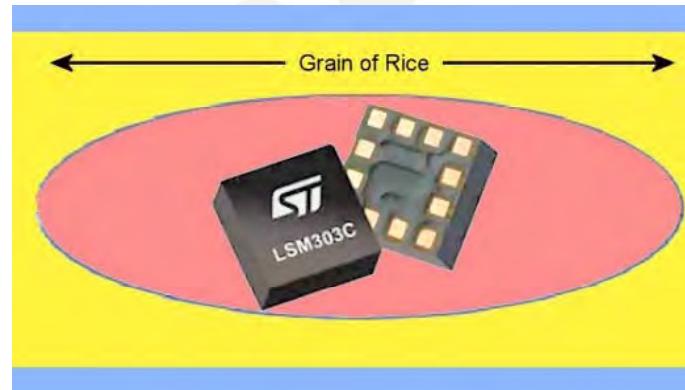


Chung, J., Donahoe, M., Schmandt, C., Kim, I. J., Razavai, P., & Wiseman, M. (2011, June). Indoor location sensing using geo-magnetism. In Proc 9th int conf Mobile systems, applications, and services, ACM

23

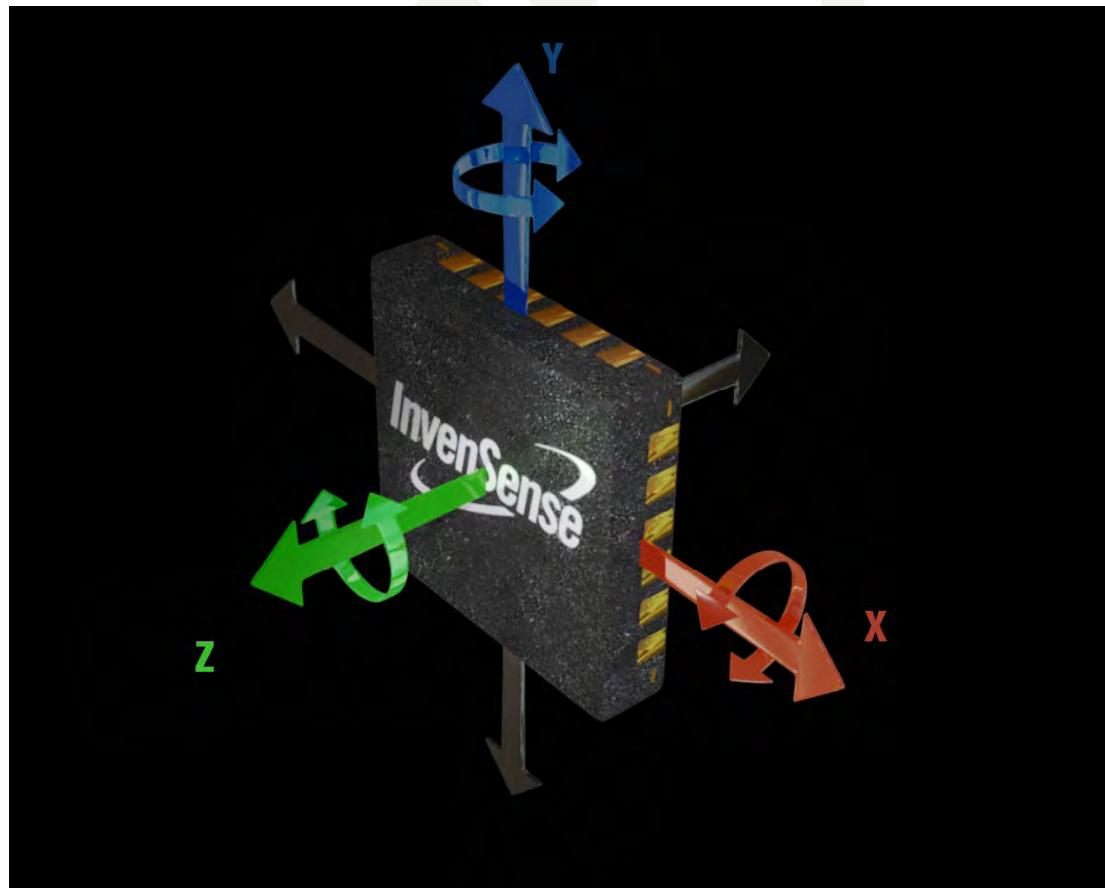
Sensor 3: Akselerometer: Hastighet, grovorientering

- eCompass chip: magnetometer og akselerometer (STMicroelectronics)



- MEMS: Mikroelektromekanisk system

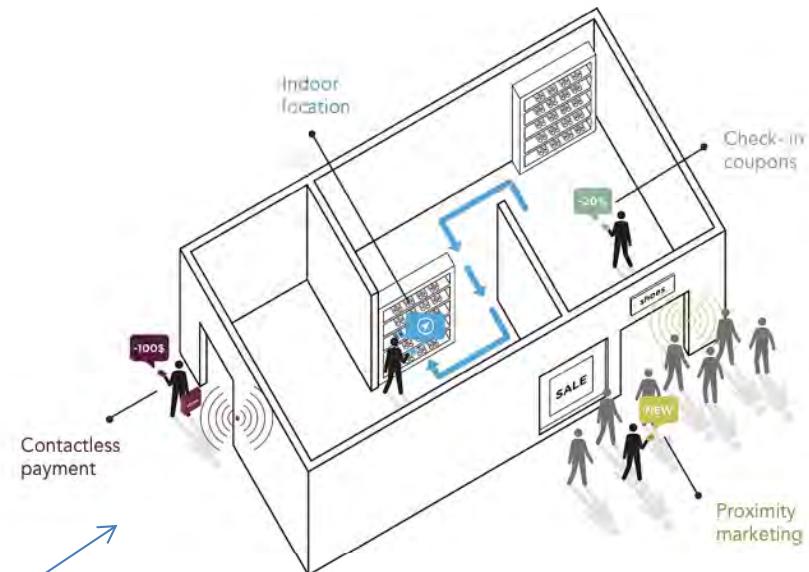
Sensor 4: Gyroskop: orientering, rotasjon



25

Radio utover WiFi

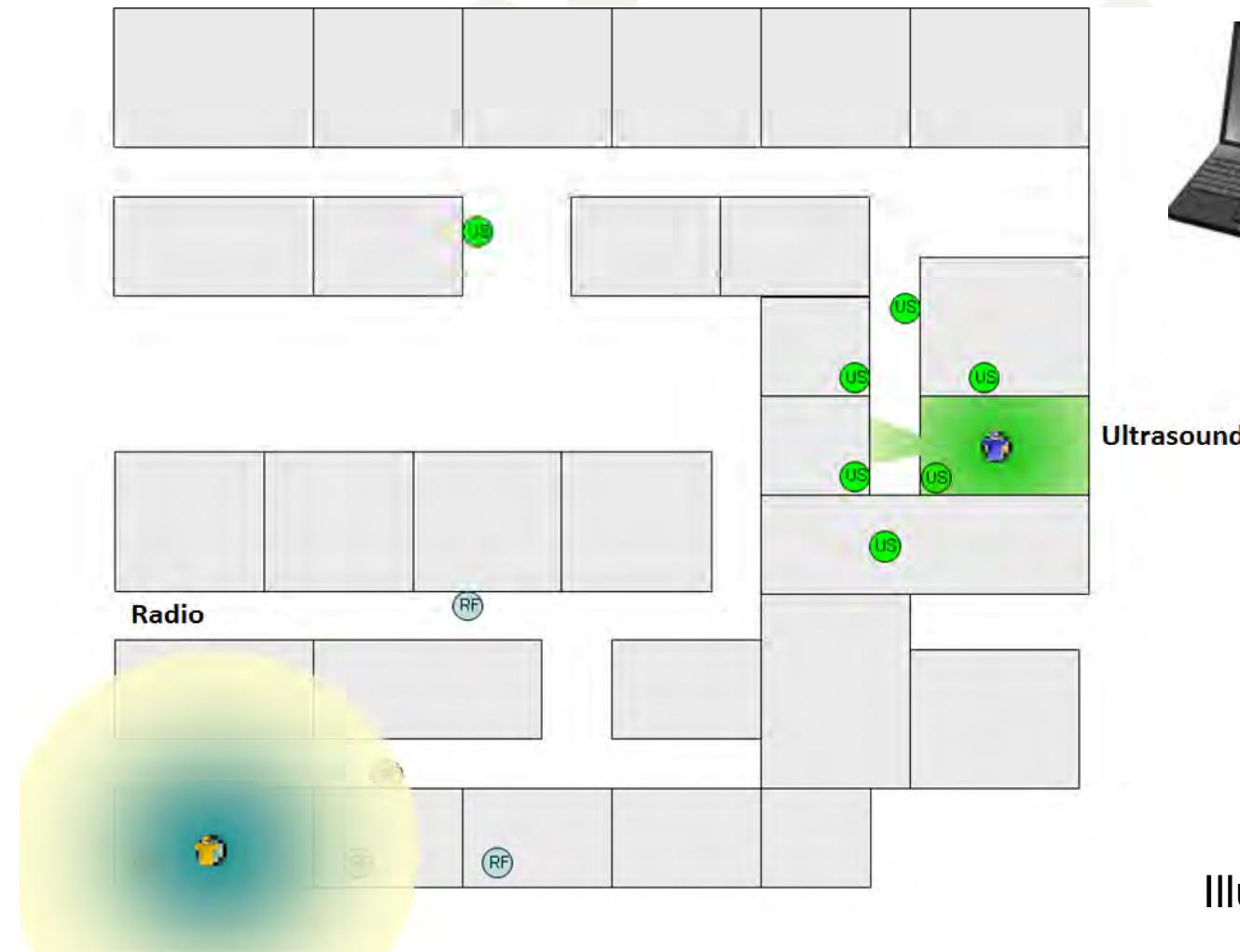
- Nærfelts-kommunikasjon (NFC)
 - Max 10 cm, 13.56 MHz
- Lavfrekvens (Aeroscout)
 - Max 6 m, 125 kHz: dører
- ZigBee
 - Max 100 m, 868 MHz/2.4 GHz
- Lavenergi blåtann (BLE)
 - Bluetooth Smart
 - Max 50 m, 2.4 GHz
 - Apple iBeacon



- Innendørs posisjonering
- Markedsføring basert på nærhet
- Kontaktløs betaling
- Kuponger ved inngangen

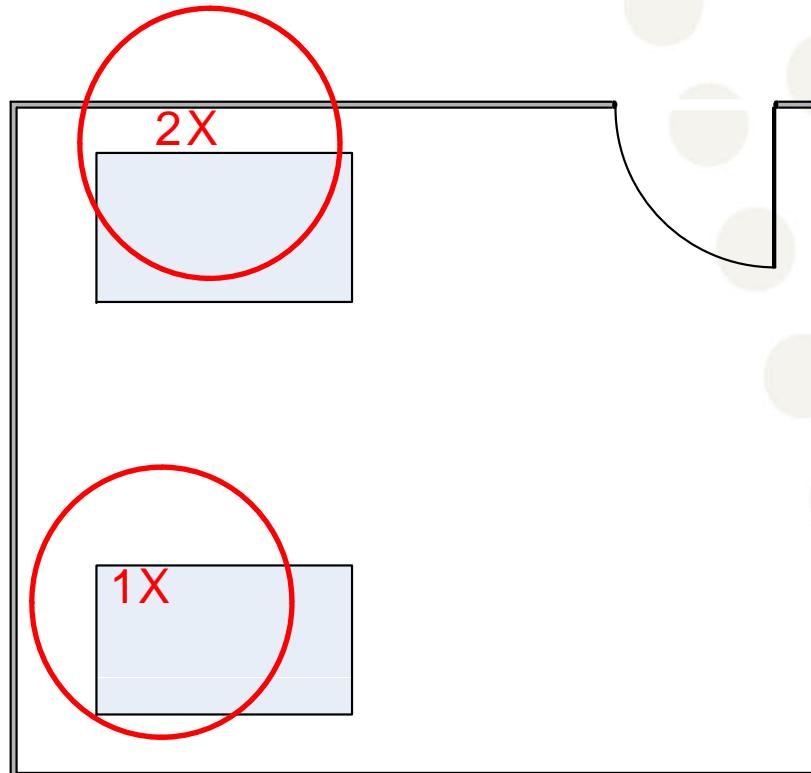
26

Ultralyd vs radio



Illustrasjon Sonitor
27

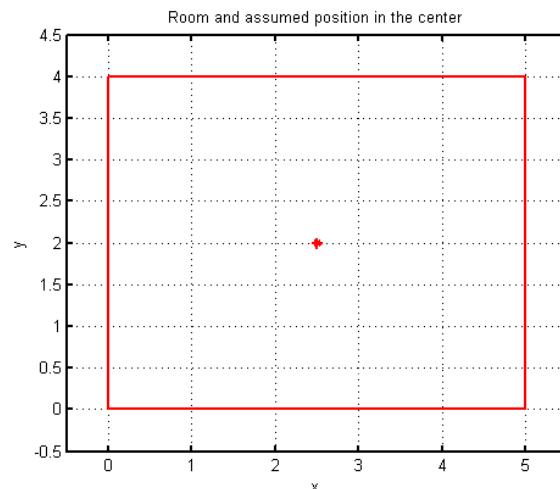
1 m feil \neq 1 m feil



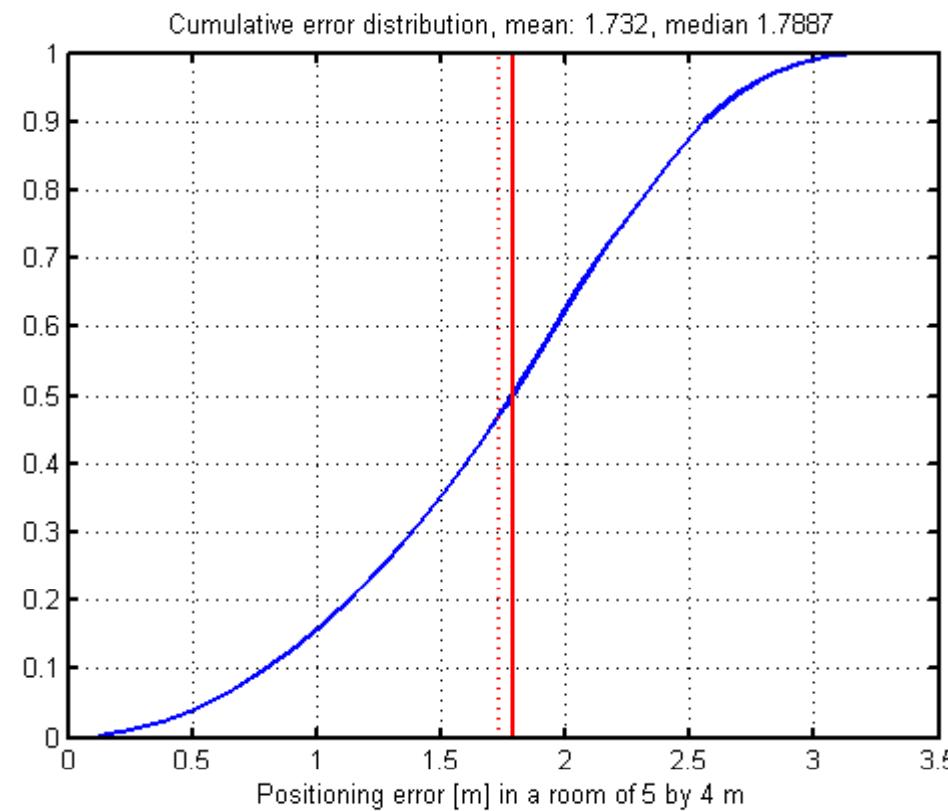
- 2-sengs sykehusrom
- Feil på 1 m radius
- Enhet # 2: Mulighet for å bomme på rommet
- For mennesker er riktig rom oftest viktigere enn meter

28

Posisjonering på romnivå: Bare 1.7 m feil i 4 x 5 m rom



Rom $4 \times 5 \text{ m}$:
Middel 1.73 m
Median: 1.79 m
Maks: 3.20 m



Ide: Waleed Kadous, Google

29

Sonitor – bare ultralyd

- Personell tag, Equipment tag, Staff tag: Receiver:



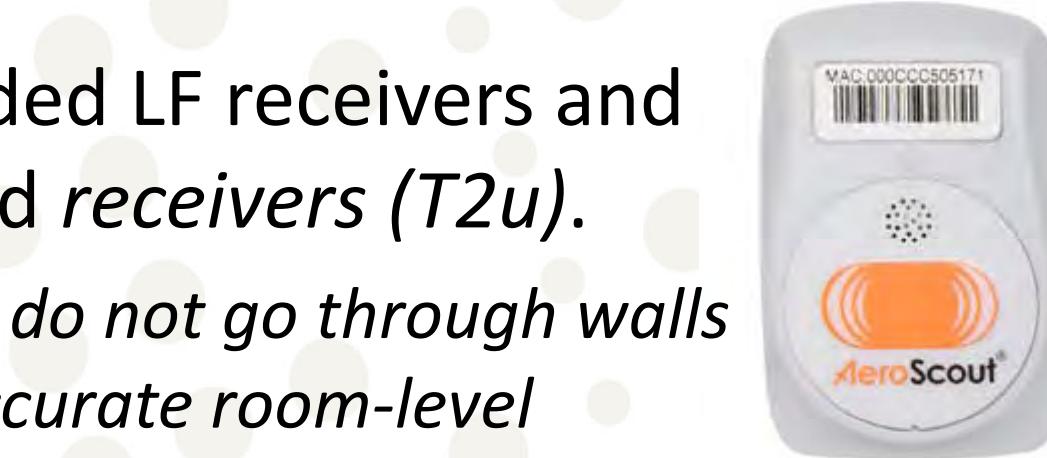
- Equipment Tracking, Patient Tracking, Nurse Call Support, Homecare
- S. Holm, Hovind, Rostad, R. Holm, "Indoor data communications using airborne ultrasound," in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Sign. Proc., Philadelphia, PA, March 2005.
- Clarke and Park, "Active-RFID System Accuracy and Its Implications for Clinical Applications," Proc. 19th IEEE Symp. Computer-Based Medical Systems, Oct. 2006
- Greenemeier, "A Positioning System That Goes Where GPS Can't." Scientific American, Jan. 2008.

30

Aeroscout (Stanley Healthcare)

WiFi+

- T2 Tags w/ embedded LF receivers and optional Ultrasound *receivers* (*T2u*).
 - *Ultrasound signals do not go through walls and thus ensure accurate room-level resolution when and where required.*
- EX4100 – battery Ultrasound Exciters



31



UNIVERSITY
OF OSLO



Ikke ennå: ultralyd og smarttelefon

- Rett over øvre grense for audio ~ 21 kHz



- Borriello, Gaetano, et al. "WALRUS: wireless acoustic location with room-level resolution using ultrasound." Proc. 3rd int. conf. Mobile systems, applications, and services. ACM, 2005.

32

Ultralyddemonstrator fra IFI/UIO



Demonstrator
0:19

inven2
OSLO TECH TRANSFER

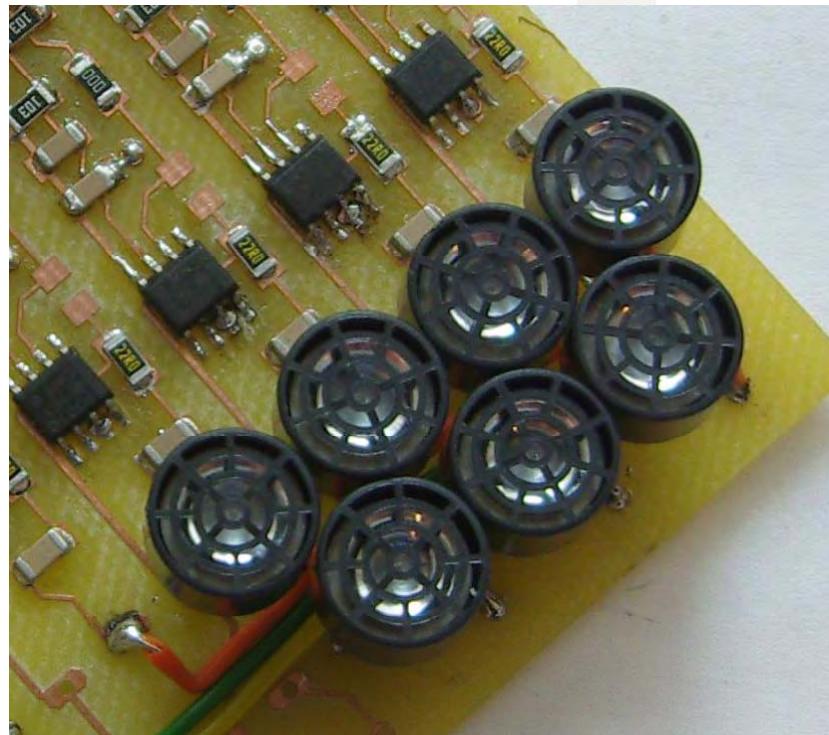
- Kommunikasjon for deteksjon av tilstedeværelse
- Måler også signalnivå og relativ hastighet
- S. Holm, "Hybrid ultrasound-RFID indoor positioning: Combining the best of both worlds," IEEE Int. Conf. RFID, Orlando, FL April 27-28, 2009.
- Patentsøknad:
S. Holm, Ultrasound zone location system with high capacity, WO 2009062956 A3, Nov 13, 2007

33

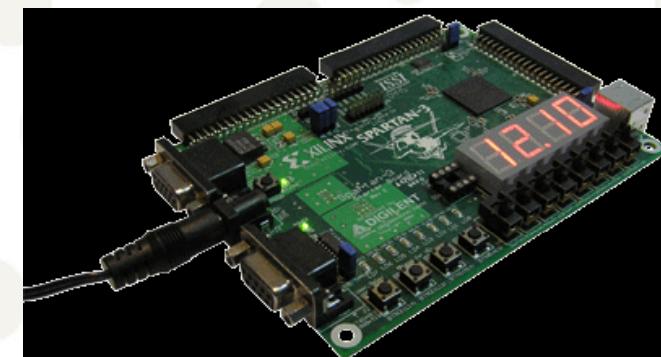
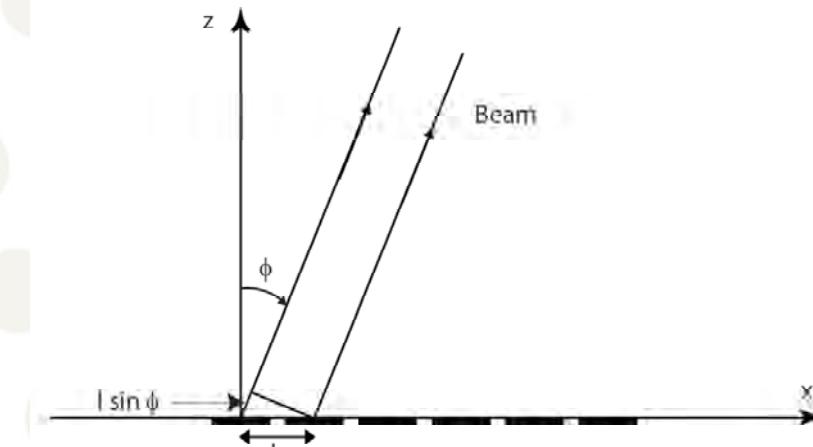


UNIVERSITY
OF OSLO

Styring av ultralydstråler IFI/UiO

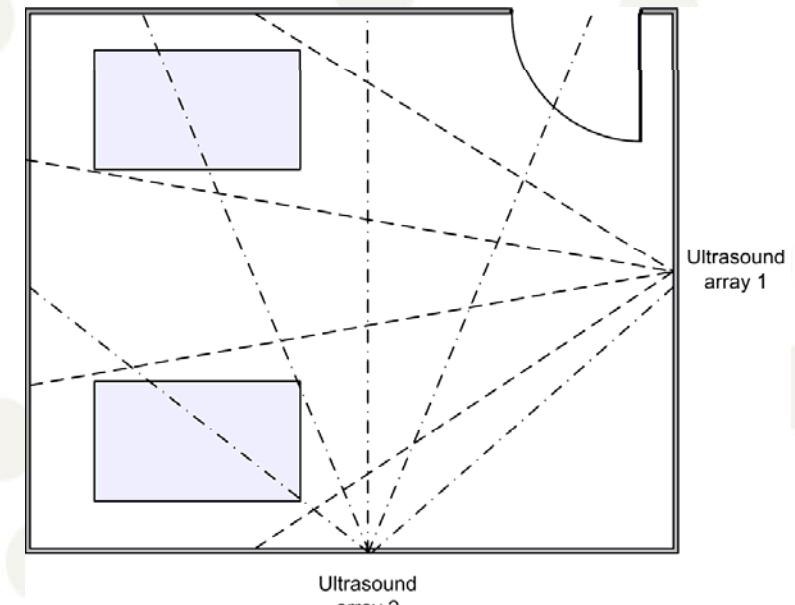
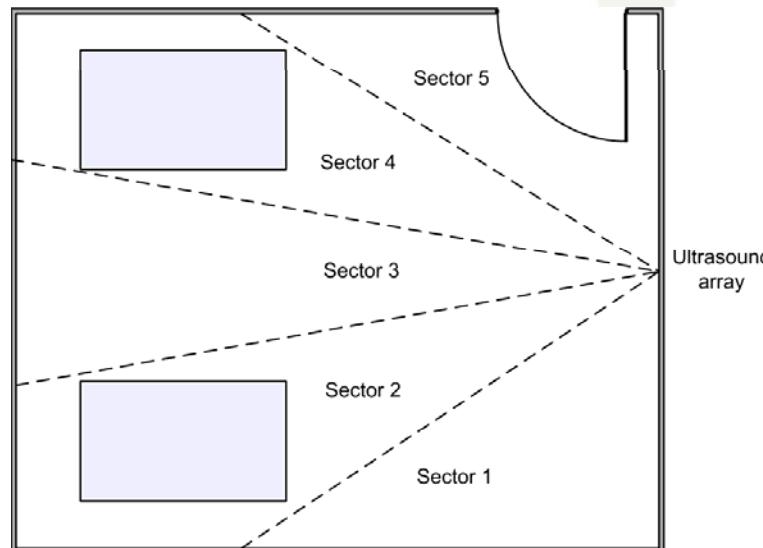


Spartan-3 FPGA development board



34

Ultralydstråler for finposisjonering



S. Holm, C.-I. Nilsen, "Robust ultrasonic indoor positioning using transmitter arrays," in Proc. Int. Conf. on Indoor Positioning and Indoor Navigation, Zurich, Sept.. 2010.

Patentsøknad:

S. Holm, Robust ultrasonic indoor positioning system with high accuracy, WO 2011117739 A2, Mar 23, 2010

inven2
OSLO TECH TRANSFER

35

Ultralydposisjonering basert på signalstyrke



- S. Holm, "Ultrasound positioning based on time-of-flight and signal strength," in Proc. 2012 Int. Conf. Indoor Pos and Indoor Nav, Sydney, Nov. 2012
- C. Medina, S: Holm, J. C: Segura, "Feasibility of ultrasound positioning based on signal strength," in Proc. 2012 Int. Conf. Indoor Pos Indoor Nav, Sydney, Nov. 2012³⁶

SymbioTracker: Autonomous Underwater Cable Locating System

- Offshore power plants: wind, wave
- Unique energy harvesting node
 - Patentsøkt: S. Holm, M. Huseby, Underwater monitoring node with long life time, 8. Feb 2013



37



UNIVERSITY
OF OSLO



Konklusjon

- GPS virker ikke inne
- Hver anvendelse innendørs er unik
- WiFi + hjelpeteknologier:
 - Byggetegning
 - Sensorer: Barometer, kompass, akselerometer, gyroskop
 - Radio: Nærfeltskommunikasjon, LF, Bluetooth, Zigbee
 - Ultralyd, IR
- Fortsatt teknologidrevet, men ikke bare



@Sverre_Holm

<http://blogg.uio.no/mn/ifi/innovasjonsteknologi/>

www.kollokvium.no

38



UNIVERSITY
OF OSLO