

Mobil og allestedsnærværende databehandling

INF 5040 høst 2005

foreleser: Frank Eliassen

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UIO

1

Motivasjon

- Mobil databehandling handler om å utnytte mobile enheter som kan kommunisere trådløst
- Allestedsnærværende ('ubiquitous') databehandling handler om å utnytte den økende grad av integrasjon av (små) datamaskiner i vår daglige fysiske verden
- Mobil og allestedsnærværende databehandling krever spesielle løsninger på mange områder pga stadig og dynamisk endring i eksekveringsomgivelsene: brukere, enheter, og programvarekomponenter

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UIO

2

Problemområder

- Hvordan kan programvarekomponenter assosiere seg og interagere med hverandres entiteter forflytter seg, feiler eller spontant "dukker opp"?
- Hvordan kan systemer integreres med den fysiske verden gjennom "sansing" og "kontekstoppmerksomhet"?
- Hvordan tilpasse seg til små enheters mangel på beregningsmessige og I/O ressurser?
- Hvordan handtere sikkerhet i sårbare, fysisk integrerte systemer?

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

3

Fokus for forelesningen

- Presentere åpne spørsmål mer enn løsninger
- Seinere forelesning vil se på noen løsningstilnærminger (spesielt løsninger for adaptasjon)

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

4

Delområder og deldelområder

- Mobile computing
- Ubiquitous computing
- Wearable computing
- Context-aware computing

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

5

Flyktige/ustabile ('volatile') systemer

- Felles systemmodell for slike systemer
- Endringer er det normale (i motsetning til andre typer systemer der det antas å være unntaket)
- Former av ustabilitet
 - Enheter og kommunikasjonslinjer feiler
 - Endring i karakteristika til kommunikasjon som båndbredde
 - Oppretting og fjerning av assosiasjoner – logiske kommunikasjonsrelasjoner – mellom programvarekomponenter lokalisert til enhetene

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

6

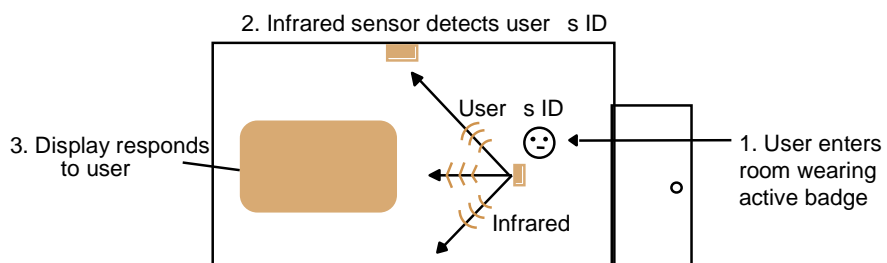
Smarte rom: omgivelser som ustabile systemer eksisterer innen

- En fysisk plass/rom med innbakte ('embedded') tjenester. Tjenestene er tilgjengelige kun (primært) i dette rommet.
- "Bevegelser" i et smartrom:
 - Fysisk mobilitet
 - Logisk mobilitet
 - Tjenesteutvidelser
 - Tjenestereduksjon

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

7

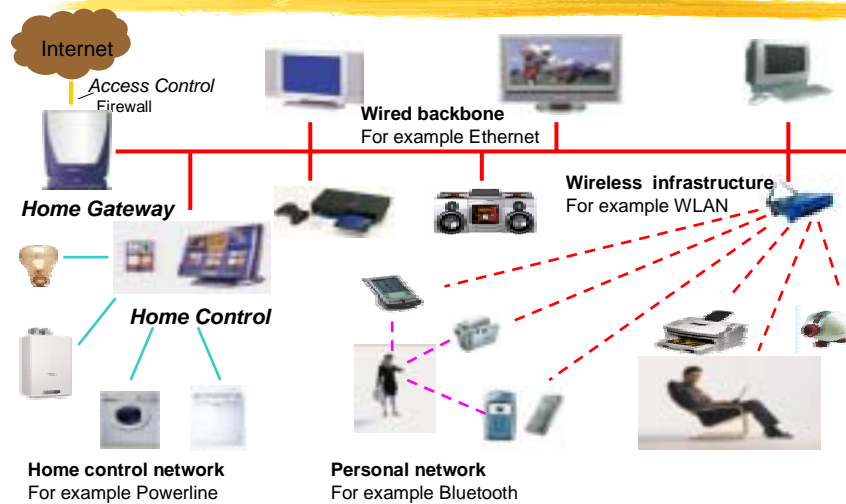
Smartrom som responderer på en bruker med en aktiv 'badge'



Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

8

Smart home: Smartrom hjemme (www.amigo-project.org)



Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

9

4

Enhetsmodel (device model)

- Begrenset energi
- Ressursbegrensninger
- Sensorer og 'actuators'
- Motes (en liten partikkel eller flekk, støv)
- Camera phones

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

10

Ustabil konnektivitet

- Variasjon mellom ulike teknologier (Bluetooth, WiFi, GPRS, etc)
 - Båndbredde, latenstid
 - Energi-kostnader
 - Finansielle kostander (pris fra leverandør)
- 'Disconnection'
 - Mer sannsynlig i trådløse nettverk
- Variabel båndbredde og latenstid
 - Pakketap pga svakt signal.
 - Signalstyrken varierer
 - Vanskelig å bestemme timeout-verdier pga varierende betingelser

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

11

Spontan samhandling

- I flyktige systemer endrer komponenter stadig hvilke komponenter de kommuniserer med
 - Dra fordel av muligheten til å kommunisere med lokale komponenter i et smartrom, evt en enhet kan tilby tjenester til omgivelsen.
- **Assosiasjon**: en logisk relasjon mellom et par av komponenter som oppstår når minst en av dem kommuniserer med den andre over en vel-definert tidsperiode
 - Assosiasjoner kan være pre-konfigurerte, eller spontane.
- **Samvirke (interoperation)**: interaksjon i løpet av en assosiasjon

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

12

Pre-konfigurerte vs spontane assosiasjoner: eksempler

Pre-configured	Spontaneous
Service-driven: <i>email client and server</i>	Human-driven: <i>web browser and web servers</i>
	Data-driven: <i>P2P file-sharing applications</i>
	Physically-driven: <i>mobile and ubiquitous systems</i>

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

13

Assosiasjon

- **Krav:** en enhet som kommer inn i et smartrom må være i stand til å etablere seg selv i smartrommet
 - Nettverksbootstrapping (DHCP-server)
 - Etablere assosiasjoner mellom komponenter på enheten og tjenester i smartrommet
 - Hvordan begrense seg til tjenester i kun det fysiske rommet (f.eks. hotell-rommet)?
 - 'Boundary principle': smartrommet må ha et systemgrenser som tilsvarer nøyaktig til meningsfulle rom som vi normalt definerer dem.
- **Oppdagelses-tjenester:** én tilnærming til assosiasjonsproblemet

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

14

Oppdagelsestjenester

- Engelsk: discovery services
- En katalogtjeneste som brukes til å registrere og finne tjenester i et smartrom (jfr 'trading')
- Krav
 - Tjenesteattributter må kunne bestemmes under kjøretid
 - Tjenesteoppdatering må være mulig i smartrom uten infrastruktur til å kjøre en tjenesteoppdagelsestjener
 - Registrerte tjenester kan spontant forsvinne
 - Protokoller som brukes til tjenesteoppdagning må være sensitive mhp konsum av energi (batteri) og båndbredde (jfr device model)

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

15

Grensensnitt til en oppdagelsestjeneste

Methods for service de/registration	Explanation
<i>lease := register(address, attributes)</i>	Register the service at the given address with the given attributes; a lease is returned
<i>refresh(lease)</i>	Refresh the lease returned at registration
<i>deregister(lease)</i>	Remove the service record registered under the given lease
Method invoked to look up a service	
<i>serviceSet := query(attributeSpecification)</i>	Return a set of registered services whose attributes match the given specification

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

16

Designvalg for oppdagelsestjenester

- Med eller uten tjener
 - Med tjener: klienter utsteder en multicast-forespørsel for å lokalisere den (som i Jini; jfr stud presentasjon)
 - Ikke alle smartrom har fasiliteter for tjener-implementasjoner
 - Uten tjener: de deltagende enheter samarbeider om å implementere en distribuert oppdagelsestjeneste
 - **Push modell:** tjener multicaster sin beskrivelse regelmessig og klienter kjører sine spørringer mot disse
 - **Pull modell:** klienter multicaster sine spørringer regelmessig og klienter med oppdagelsestjenester som passer, svarer
 - Begge tilnærmingene er relativt ressurskrevende (batteri, båndbredde) i sin reineste form

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

17

Samhandling

- Hvordan kan assosierte komponenter bestemme hvilken protokoll de kan benytte for å interagere?
- Hovedproblemet er inkompatibilitet mellom programvaregrensesnitt
- To tilnærminger
 - Tilpasse grensesnitt til hverandre (interface adaptation)
 - Begrense grensesnitt til å være syntaktisk identiske over store klasser av komponenter
 - Eksempel: Unix pipes (read, write)
 - Eksempel: Sett av metoder definert i HTTP (GET, POST, ...)
 - Slike systemer kalles *dataorienterte*
 - Krever tilleggsmekanismer for å beskrive type og verdi til data som utveksles, som tjenerens prosesseringssemantikk (vanskelig!)
- Andre tilnærminger: event-systemer, tuple spaces

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

18

Sansing og kontekstoppmerksomhet

- Hvordan kan systemer integreres med den fysiske verden gjennom "sansing" og "kontekstoppmerksomhet"?
- "Sansing": benytter sensor til å samle inn data om omgivelsen
- Kontekstoppmerksomt system: kan respondere på sine (sansede) fysiske omstendigheter (lokasjon, varme, lysintensitet, orientering, nærvær av et device, m.v.) og konteksten kan bestemme dets (videre) adferd
- **Kontekst** til en entitet (person, sted eller ting): et aspekt ved dens fysiske omstendigheter som er av relevans for systemets adferd

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

19

Sensorer

- Sensorer benyttes som grunnlag for å bestemme kontekstuelle verdier
 - Lokasjon, hastighet, orientering, ...
 - Tempartur, lysintensitet, støy, ...
 - Tilstedeværelse til personer eller ting (f.eks basert på RFID – elektroniske merkelapper - eller Active Badges)
- Et viktig aspekt ved sensorer er deres feilmodeller
 - Noen er enkle (som for termometer), noen er mer komplekse (som for satellittnavigeringsenheter)

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

20

Sensor-arkitekturer

- Applikasjoner opererer normalt på mer abstrakte kontekst-verdier enn det sensorer kan produsere.
- Derfor vanlig å bygge sensor-arkitekturer som hierarkier
 - Noder lavt i hierarkiet gir sensor-data på et lavt abstraksjonsnivå (bredde/lengdegrad til en enhet)
 - Noder høyere i hierarkiet (nærmere roten) gir sensor-data på et høyere abstraksjonsnivå (enheten er i Frank's Cafe)
- Noder på høyere nivå kombinerer sensordata fra lavere nivå både for å abstrahere og for å øke pålitelighet

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

21

Context Toolkit: Eksempel på sensor-arkitekturer

- System-arkitektur for mer generelle kontekst-oppmerksomme applikasjoner
- Basert på 'context-widgets': gjenbrukbare komponenter som abstraherer over noen typer av kontekst-attributter (skjuler lav-nivå sensor-detalljer)
- Eksempel: Grensesnitt til en IdentityPresence widget class

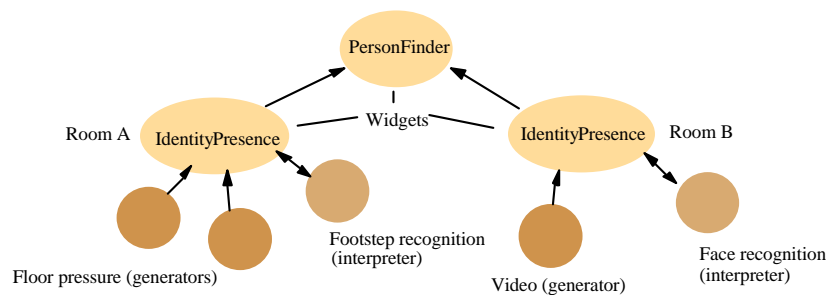
Attributes (accessible by polling)	Explanation
<i>Location</i>	Location the widget is monitoring
<i>Identity</i>	ID of the last user sensed
<i>Timestamp</i>	Time of the last arrival
Callbacks	
<i>PersonArrives(location, identity, timestamp)</i>	Triggered when a user arrives
<i>PersonLeaves(location, identity, timestamp)</i>	Triggered when a user leaves

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

22

Context Toolkit: Eksempel på bruk av IdentityPresence widget

- En *PersonFinder* widget konstruert ved bruk av IdentityPresence widgets...



Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

23

Trådløse sensornettverk

- Nettverk bestående av et (typisk høyt) antall små, lav-kost enheter eller *noder* som er mer eller mindre tilfeldig fysisk arrangert (f.eks. "kastet" ut i stort antall i et bestemt geografisk område for å overvåke det)
- Selv-organiserende (ad-hoc nettverk), fungerer uavhengig av infrastruktur
- Nodene har sanse-og prosesseringskapasitet, kan kommunisere trådløst med begrenset rekkevidde (spare energi), og er rutere for hverandre
- Er flyktige/ustabile systemer fordi noder kan feile (går tom for strøm, eller blir ødelagt på andre måter)

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

24

Tre prinsipper for trådløse sensornettverk

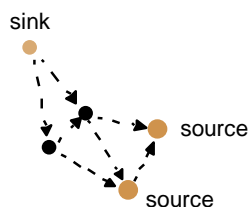
- *In-network processing*: Nodene prosesseringskapabiliteter fordi prosessering er mye mindre energikrevende enn (trådløs) kommunikasjon. Kan benyttes til å redusere behovet for kommunikasjon (bare kommunisere når det er behov for det).
- *Disruption-tolerant networking*: basert på store-and-forward overføring av data (ikke ende-til-ende)
- *Data-orientert programmering av noder*: siden noder kan feile, kan vi ikke basere oss på programmeringsteknikker for dem som refererer til enkelt-noder
 - *Directed diffusion*: vanlig programmeringsteknikk som tar hensyn til prinsippene over

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

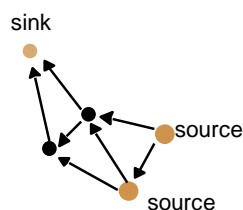
25

Direct diffusion

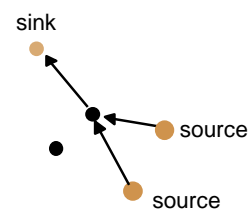
- Noder (sources) har sanse-kapabiliteter (f.eks. kan måle temperatur) og egenskaper (f.eks. lokasjon) som de kan sammenligne med behov for sensorinformasjonen som de mottar (som meldinger)
- Noder som har behov for sensor-informasjon (sinks) erklærer dette i "interessemeldinger" som de sender ut til nabo-noder.



A. Interest propagation



B. Gradients set up



C. Data delivery

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

26

Adapting

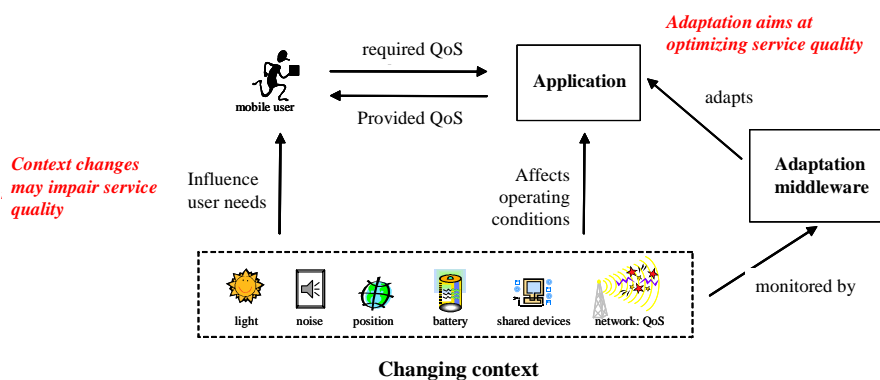
- Tilpasse adferden til en applikasjon til varierende kontekst
 - Varierende kapabiliteter til ulike device
 - Varierende ressurstilgjengelighet
 - Brukerens behov og ønsker
 - Eksempler:
 - Dynamisk tilpasse mediakvalitet (f.eks. video) til tilgjengelig båndbredde og/eller til brukerens preferanser, og/eller til device-kapabiliteter (skalering og/eller transkoding innen samme mediatype eller mellom mediatyper)
 - Dynamisk tilpasse brukergrensesnitt til brukerens situasjon eller enhetens orientering ...
- Medieinnholdsprodusenter kan ikke på forhånd vite om alle ulike innretningen/device som er eller som kommer => krever generelt dynamisk tilnærming til adaptasjon
- Mer om adapting (og mellomvare) neste gang

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

27

Eksempel: MADAM

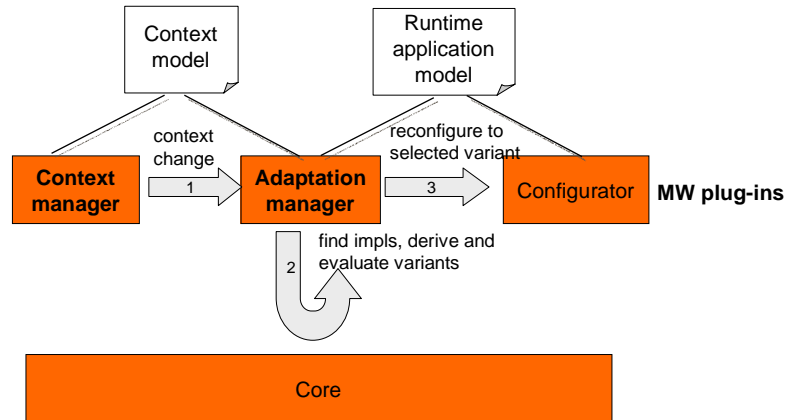
- System som integrerer kontekst og adapting (<http://www.ist-madam.org>)



Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

28

MADAM control flow



Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

29

Oppsummering

- De fleste utfordringer til mobile og allestedsnærværende systemer stammer fra deres flyktige eller ustabile natur
- I slike omgivelser er applikasjoner kontekstoppmerksomme og adaptive
 - Integreert med den fysiske verden gjennom "sensing" og "kontekstoppmerksomhet"?
 - Tilpasser seg endring i de fysiske omstendigheter gjennom adaptasjon
- Det er mange utfordringer, men ennå få løsninger

Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

30