

Mellomvare for distribuert multimedia og mobilitet

INF 5040 høst 2005

foreleser: Frank Eliassen

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

1

Litteratur

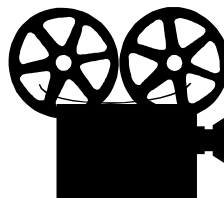
- Tom Fitzpatrick, Gordon S. Blair, Geoff Coulson, Nigel Davies and Philippe Robin, “Supporting Adaptive Multimedia Applications through Open Bindings” (*se kurssiden: Pensum*)
- Blair, Coulson, Robin, Papatomas: “An architecture for next generation middleware” (*se kurssiden: Pensum*)
- Floch, Hallsteinsen, Stav, Eliassen, Gjørven, Lund: ”Beyond design time: using architecture models for runtime adaptability” (*se kurssiden: Pensum*)

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

2

Utfordring fra multimedia og mobilitet til mellomvare

- ❑ Programmeringsmodell og systemstøtte for kontinuerlige media
 - ❑ strømmet (enkle og sammensatte)
- ❑ QoS forvaltning (management)
 - ❑ statisk og dynamisk
- ❑ Kontekstopptilrettehet og adaptivitet



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

3

Betydning for mellomvare

- ❑ Generelle bilde for konvensjonell mellomvare ...
 - ❑ Understøtter IKKE kontinuerlige media
 - ❑ Tillater IKKE forvaltning av tjenestekvalitet
 - ❑ Tillater IKKE sanntidssynkronisering
 - ❑ Ingen eller begrenset støtte for kontekstopptilrettehet og adaptivitet

=> *Behov for forskning på dette området*



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

4

Noen av dagens løsninger for multimedia

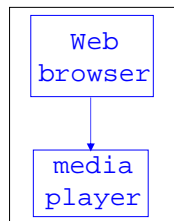
- ❑ Komponentrammeverk
 - ❑ MS DirectShow
 - ❑ Java Media Framework
- ❑ Internet streaming (via nettleser)
 - ❑ QuickTime
 - ❑ RealNetworks
 - ❑ Windows Media Player
- ❑ Fullstendig nedlasting før avspilling
 - ❑ Napster, Freenet

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

5

Streaming via nett-leser

- ❑ Basert på “helper application”: media player
 - ❑ Dekomprimering
 - ❑ Fjerning av jitter
 - ❑ Feilretting (rekonstruksjon av tapte pakker - FEC)

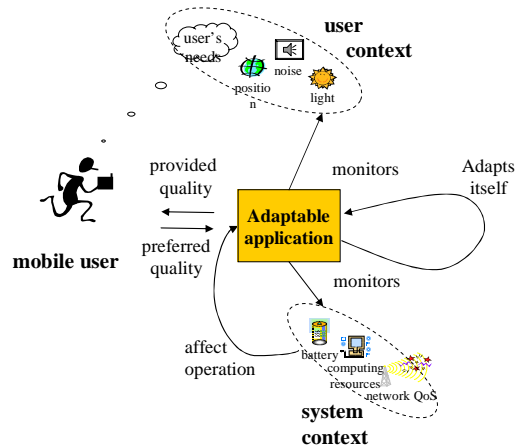


INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

6

Applikasjoner for mobile omgivelser

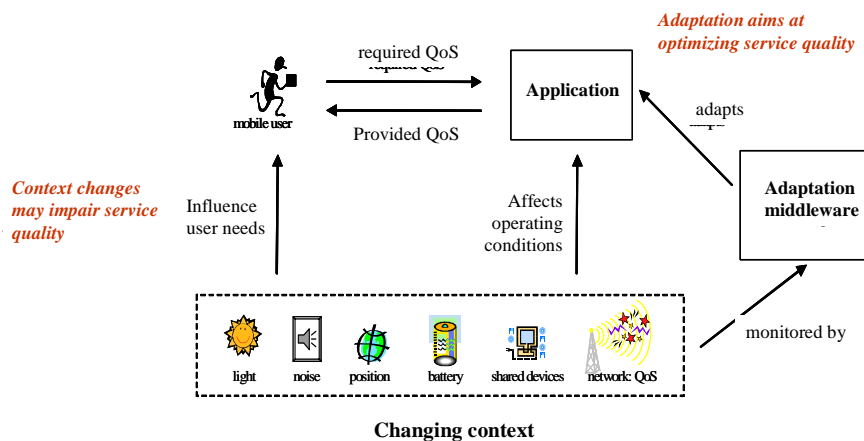
- Mobil data-behandling krever spesielle løsninger på mange områder pga stadig og dynamisk endring i eksekverings-omgivelsene
 - kontekstoppmerk-somme applika-sjoner
 - adaptive applika-sjoner



INF 5040 H05 - Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

7

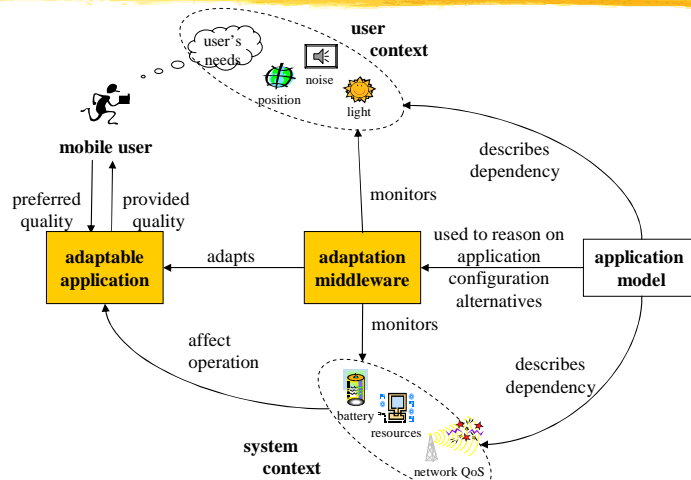
Ekstern adaptasjonskontroll forenkler utvikling av mobile applikasjoner



INF 5040 H05 - Frank Eliassen, SRL & Ifi/UiO

8

Ekstern adaptasjonskontroll krever at mellomvaren har tilgang til en modell av applikasjonen



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

9

Mobil mellomvare krever støtte for heterogene datanett

- ❑ Mobile enheter kan bevege seg mellom ulike teknologidomener med ulike karakteristika mhp bl.a. båndbredde, forsinkelse, og tap
- ❑ Tilpasse seg endring
 - ❑ På operativsystemnivå
 - ❑ I mellomvareplattformen
 - ❑ I applikasjonen



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

10

Betydning for mellomvare

- ❑ Mellomvaren må tilby en åpen arkitektur som tillater at den kan tilpasses dynamisk til endringer i den operasjonelle omgivelse
- ❑ Generelle bilde for konvensjonell mellomvare ...
 - ❑ Tilbyr generelt en svart-boks arkitektur
 - ❑ Begrenset (ad hoc) åpenhet
 - CORBA: Åpenhet i essens kun uttrykt ved IIOP, POA og "interceptors"
 - ❑ Tilbyr ikke *dynamisk* tilpassing

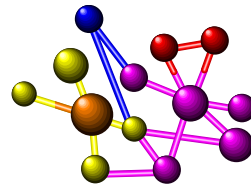


INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

11

Støtte for mobilitet: Løsningen?

- ❑ Konfigurerbar mellomvare og applikasjon
 - ❑ Både mellomvaren og applikasjonen er komponent-baserte
 - jfr DCOM, EJB, CCM
- ❑ Re-konfigurerbar mellomvare og applikasjon
 - ❑ muliggjør inspeksjon av viktige hendelser (monitorering)
 - ❑ muliggjør adaptasjon (tilpassing)
 - Endre adferden til eksisterende komponenter (parameterkonfigurering)
 - legge til nye komponenter, bytte ut komponenter, ...



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

12

Distribusjonstransparens

- ❑ Tradisjonelle rolle til mellomvareplattformer
 - ❑ Filtrere bort problemer i forb. med distribusjon gjennom selektive transparens funksjoner
- ❑ Den nye rollen
 - ❑ mellomvare som en informasjonsleverandør i stedet for informasjonsskjuler
 - ❑ mellomvare som en katalysator for adaptasjon

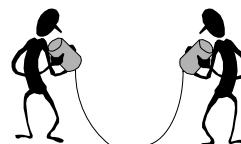


INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

13

Eksempel på adaptasjon: I kommunikasjonssystemet

- ❑ Endre valg av protokoller
 - ❑ Rekonfigurer stakken til å passe nye/endrede betingelser i nettverket
- ❑ Endre protokoll parametre
 - ❑ Endre transmisjonsrate, policy for retransmisjon, buffer allokering, pakkestørrelse, etc.
- ❑ Andre optimaliseringer
 - ❑ optimalisere multicast ved å avbilde til ny nettverksteknologi ...



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

14

Eksempel på adaptasjon: I mellomvare

- ❑ Sett inn nytt filter i datastrømmen
 - ❑ f.eks. MPEG komprimering for multimedia
- ❑ Endre parametre til et filter
 - ❑ f.eks. miks av I-, P- and B-rammer
- ❑ Andre strategier
 - ❑ Bruk “pre-fetching” eller “on-demand” caching
 - ❑ Endre prioritering/ scheduling av data
 - ❑ Sett inn delay-buffer for å redusere jitter



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

15

Eksempel på adaptasjon: På høyere nivå

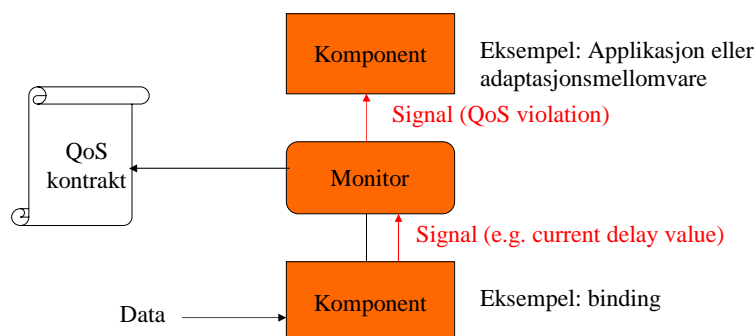
- ❑ Restrukturer applikasjon
 - ❑ Avlast prosessering til fjerne maskiner
 - ❑ Bruk av proxy tjenere/filtre
- ❑ Velge nye tjenester
 - ❑ f.eks. basert på nærhet
- ❑ Endre arbeidsmodus
 - ❑ f.eks. fra RMI til mer asynkron interaksjon

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

16

Beslutning om adaptasjon kan forårsakes av at QoS-kontrakter ikke overholdes

▣ Kontekst/QoS overvåking ved monitorering

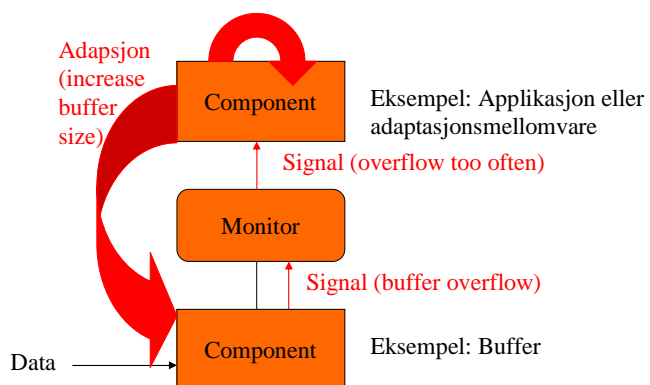


INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

17

Adapsjon pga brudd på QoS kontrakt

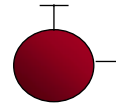
▣ Monitorering og adapsjon (tilpassing)



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

18

Adaptasjonsmellomvare krever åpne implementasjon



- Hva er en åpen implementasjon?
 - Et system/en komponent med en åpen implementasjon tilbyr (minst) to grensesnitt, et basis-nivå grensesnitt til systemets/komponentens funksjonalitet, og et meta-nivågrensesnitt som avdekker aspekter av hvordan basis-nivå grensesnittet er implementert
 - f.eks. i form av komponenter og bindinger mellom dem
- Adaptasjon gjennom åpne implementasjoner
 - Meta-nivågrensesnittet tillater endring av aspekter av implementasjonen under kjøretid
 - F.eks bytte ut komponenter eller endre deres adferd

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

19

Case: ADAPT prosjektet Lancaster University

“The main aim of the Adapt Project is to investigate the development of distributed systems support to manage the differing levels of connectivity a mobile user will experience. More specifically, the Adapt Project will investigate the required support for adaptive multimedia applications which are capable of intelligently adapting to QoS fluctuations (e.g. through QoS re-negotiation, media scaling, etc).”

Tom Fitzpatrick et al,
"Supporting Adaptive Multimedia Applications through Open Bindings"

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO



20

Case: MULTE prosjektet

UiT,UiO

□ Goal:

- develop flexible and adaptable middleware that supports a broad range of Quality-of-Service (QoS) requirements of distributed multimedia applications.
 - continuous media streams, enhanced interoperable stream multicast for heterogeneous environments, flexible connection management, and constrained latency high throughput

□ Approach:

- flexible/(re)configurable protocol system (Da CaPo) as basis for new ORB
- F. Eliassen, T. Plagemann et al: *QoS management in the MULTE-ORB*, IEEE distributed systems online, March 2002, <http://dsonline.computer.org/middleware/articles/dsonline-MULTE-ORB.html>



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

21

ADAPT og MULTE interaksjonsmodell

□ Tre typer interaksjon mellom objekter [RM-ODP]:

- operasjonelle grensesnitt
 - klient objekter anroper operasjoner i grensesnittene til tjener objekt (jfr. RPC & RMI)
- strømgrensesnitt
 - kontinuerlige strømmer av dataflyter mellom produsent og konsument grensesnitt (jfr. multimedia)
- signalgrensesnitt
 - grensesnitt for å produsere eller konsumere sanntidshendelser

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

22



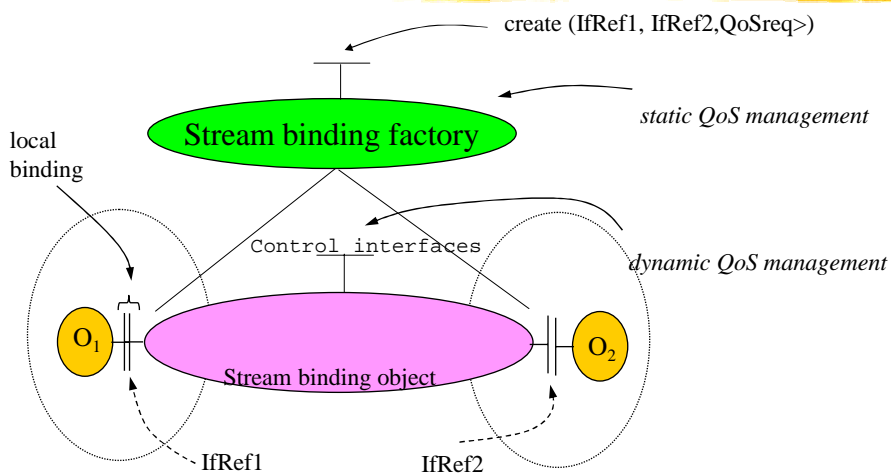
Eksplisitte bindinger i ADAPT og MULTE

- Eksplisitte bindinger i form av bindingsobjekt kan opprettes mellom compatible grensesnitt (i motsetning til CORBA's implisitte bindinger)
 - tre typer bindinger
 - Operasjonelle bindinger mellom operasjonelle grensesnitt
 - Strømbindinger mellom strømgrensesnitt
 - Signalbindinger mellom signalgrensesnitt
 - Statisk QoS forvaltning (forhandling, adgangskontroll og ressursreservering) innkapsles i operasjonen som oppretter bindingsobjektet
 - Dynamisk QoS forvaltning (monitorering, vedlikehold og kontroll, reforhandling) understøttes gjennom bindingsobjektets kontrollgrensesnitt (dets metanivågrensesnitt)

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

23

Etablering av eksplisitt binding



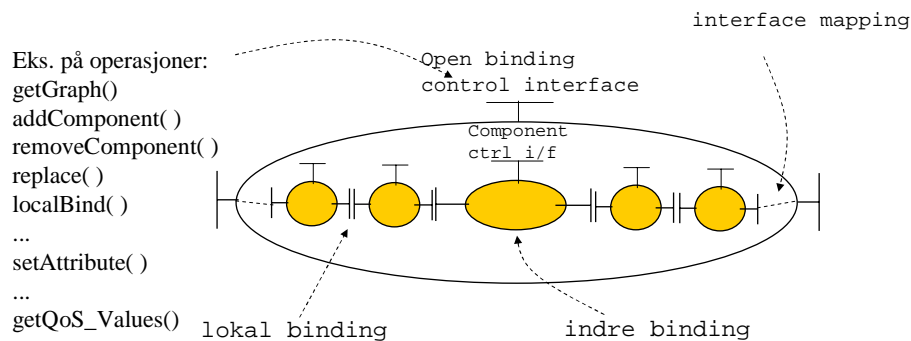
INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

24



Åpne bindinger

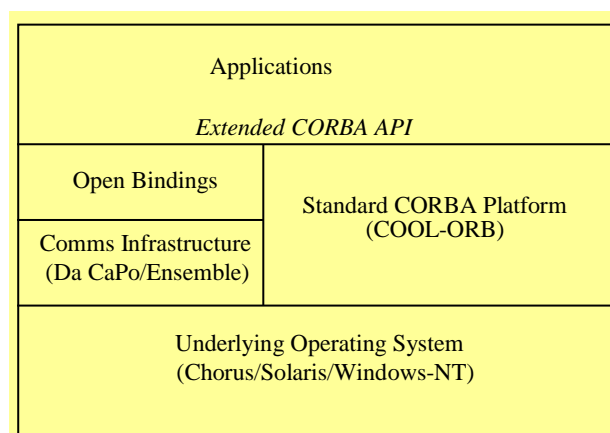
- En binding med en åpen implementasjon. Kontroll-grensesnittet er bindingens metanivågrensesnitt



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
 SRL & Ifi/UiO

25

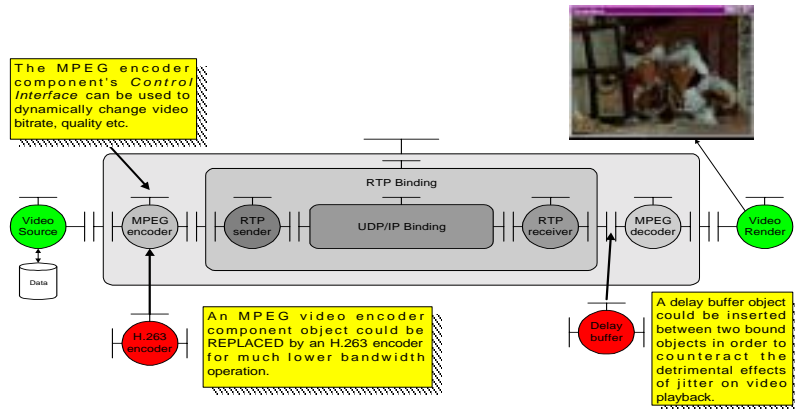
Implementasjon av Adapt og MULTE plattformer



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
 SRL & Ifi/UiO

26

Eksempel åpen binding og adaptasjon



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

27

Begrensing ved adaptasjon gjennom åpne implementasjoner

- ❑ Resonnering omkring adaptasjon (f.eks. inspeksjon av applikasjonen eller systemet) skjer direkte på implementasjon via meta-nivå-grensesnittet
- ❑ Vanskelig å garantere integritet og konsistens når endringen allerede er gjort (mye kan gå galt)
- ❑ En bedre tilnærming synes å være å resonnerer omkring adaptasjon på en *modell* av applikasjonen/systemet og ikke gjennomføre adaptasjonen før de foreslåtte endringene er kontrollert for korrekthet og integritet
- ❑ Refleksivitet synes å kunne tilfredsstillte en slik tilnærming

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

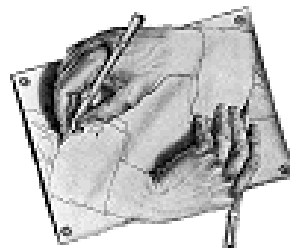
28

Adaptasjon gjennom reflektivitet

- Fra åpen implementasjon til reflektivitet

$$\begin{aligned}
 \text{Reflection} &= \text{Open Implementation} \\
 &+ \text{Causally Connected Self} \\
 &\text{Representation (CCSR)} \\
 &+ \text{Completeness}
 \end{aligned}$$

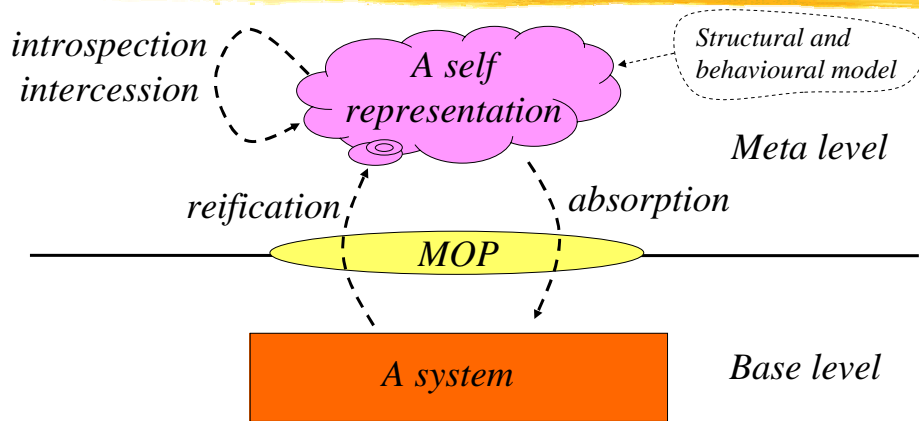
- Grensesnittet til meta-nivået kalles gjerne *meta-objekt protokollen (MOP)*



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UIO

29

Reflektivt system: begrepsmessig model



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UIO

30

Hvorfor refleksivitet?

- ❑ Støtte for introspeksjon (introspection)

- ❑ Muligheten til å inspisere strukturen eller adferden til et system
 - F.eks. dynamisk monitoring eller “accounting”



- ❑ Støtte for adaptasjon (intercession, absorption)

- ❑ Dynamisk re-konfigurering (kort tidshorisont)
 - F.eks. endre protokoll konfigurasjon
 - ❑ Evolusjon (lang tidshorisont)
 - F.eks. legge til ny multimediatjeneste



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

31

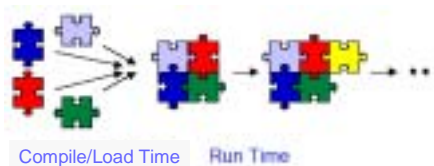
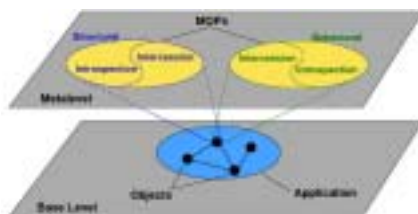
Open-ORBv1 refleksiv mellomvare: kombinerer refleksjon og komponenter

- ❑ Refleksjon

- ❑ Bruk av refleksjon til å aksessere strukturen og adferden til den underliggende mellomvareplattformen

- ❑ Komponenter

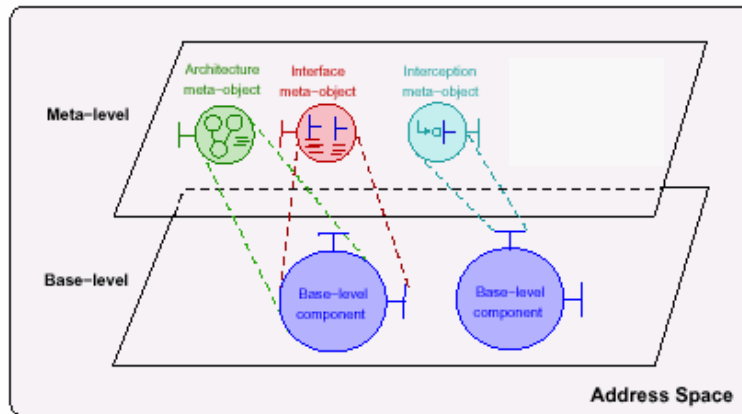
- ❑ Anvender komponent-orientert programmering på basis- og metanivå



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

32

Open-ORBv1 Arkitekturen: En multi-model tilnærming

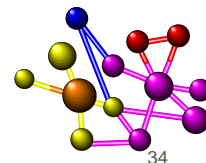


SRL & Ifi/UiO

33

Strukturell (structural) refleksjon i Open-ORBv1

- Interface meta-model
 - støtter *introspeksjon* og *adapsjon* av den eksterne representasjon av en komponent
 - Required/provided interfaces
- Architectural meta-model
 - støtter *introspeksjon* og *adapsjon* av den underliggende programvarearkitektur
 - Programvarearkitektur = komponentgraf + arkitektoniske begrensninger



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

34

Adferdsmessig (behavioural) refleksjon i Open-ORBv1

- Interception meta-model
 - støtter dynamisk innsetting av “interceptors” rundt komponentgrensesnitt
 - Pre-, post- og wrapper- metoder
- Resources meta-model
 - En per adresserom
 - støtter introspeksjon og adaptasjon av allokering av ressurser og relatert ressurs forvaltning
 - basert på begreper som “tasks” og “resources”

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

35

Eksempel på QoS forvaltning i OpenORBv1 [Andersen, 2002]

Monitoring

Event Collector Observe behaviour of underlying functional components and generate relevant QoS events.

Monitor Collect QoS events and report abnormal behaviour to interested parties.

Control

Strategy Selectors Select an appropriate adaptation strategy (i.e. strategy activator) based on feedback from monitors.

Strategy Activators Implement a particular strategy, e.g. by manipulating component graph.

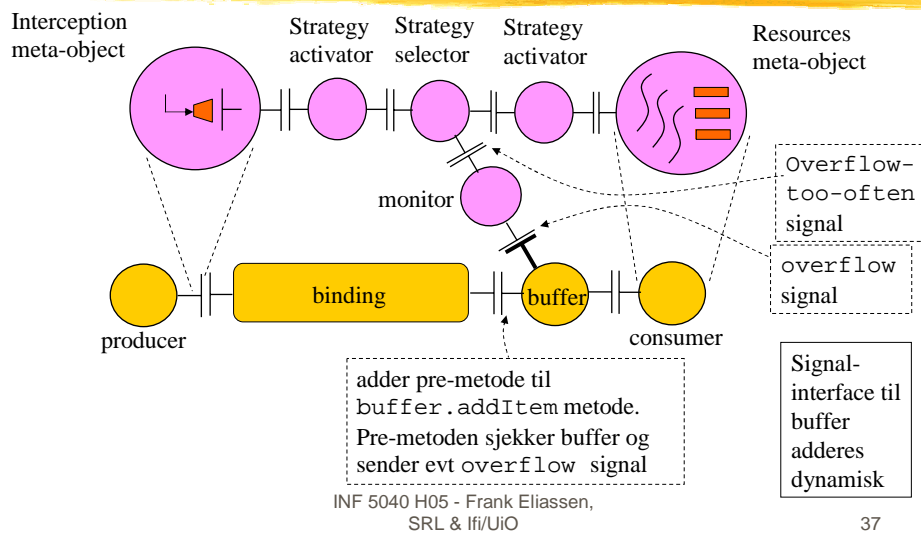
- *Dynamisk innsetting av management komponenter og binding til eksisterende (protokoll)komponenter*
- *Protokollkomponenter adapteres dynamisk til å kunne interagere med management komponenter*

[Andersen,2002] Anders Andersen, “OOPP: A Reflective Middleware Platform including Quality of Service Management”, PhD thesis, University of Tromsø, 2002

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

36

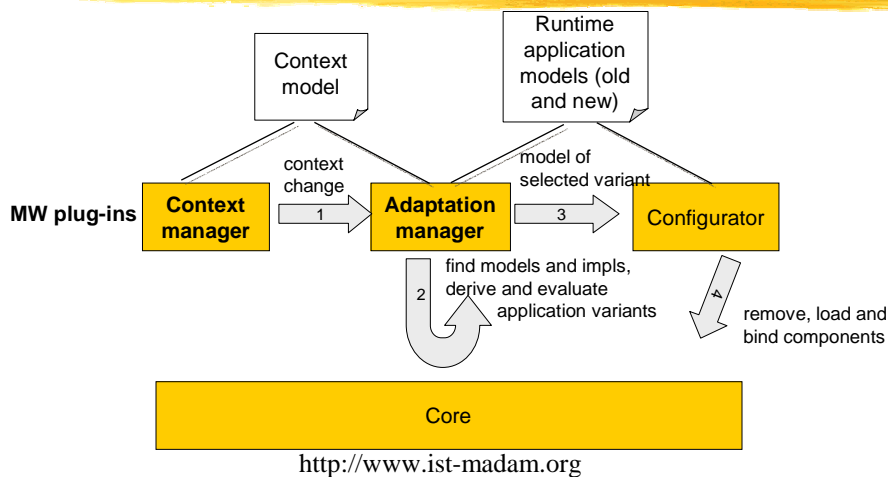
Eksempel på QoS forvaltning i OpenORBv1 (OOPP)



Arkitektur-baserte tilnærminger

- ❑ Basert på ideen om ekstern adaptjonskontrol
 - ❑ Ekstern adaptjonskontrol krever en passende modell av det adaptive systemet for å resonnerer om det dynamiske adferd
- ❑ Bruk av arkitekturmodeller som beskriver et systems overordnede komposisjon av komponenter, forbindelsene mellom dem, og andre egenskaper av interesse
- ❑ Ideen er å gjøre modeller fra design-tid tilgjengelige for mellomvaren under kjøretid
- ❑ Eksempler på "lokale" systemer ved UiO: QuA, MADAM
- ❑ Skiller seg fra reflektive systemer ved at "absorption" ikke utføres automatisk av det reflektive systemet, men av generelle mellomvare-tjenester (QuA: Student-presentasjon)

MADAM: Arkitektur-basert adaptasjonsmellomvare



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

39

Context-aware platform-managed service (re)configuration in MADAM

- ❑ The user requests the type of service needed (specifying logical functionality) and requirements to non-functional properties (such as QoS).
- ❑ Adaptation middleware
 - ❑ discovers and selects the service type implementation that best meets the **end-users requirements** given the current context (initial configuration)
 - ❑ detects context changes, discovers alternative application or service implementations and reconfigures application and service implementations accordingly to maintain **user satisfaction**

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

40

Application and service development in MADAM

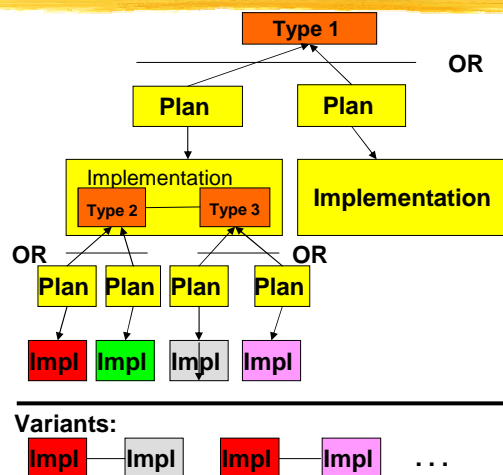
- ❑ Application and service developers publish **Implementation Plans** (or just **Plans**) and components to the middleware platform
- ❑ **A plan:**
 - ❑ Associates a component type and non-functional properties with an implementation
 - ❑ May specify a design (composition of component types) as well as code (an atomic component) as an implementation.
 - ❑ Specifies a property predictor function
 - The properties (may) depend on context (including resource dependencies) and the properties of the constituent components if a composite component
- ❑ Different implementations of the same component type are published as different plans to the middleware platform:
 - ❑ Same functional properties, but different non-functional properties

INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

41

Derivation of MADAM application variants

- ❑ Plans are recursively discovered and selected and the corresponding implementations *configured* by the MADAM middleware during initial configuration and during dynamic reconfiguration
- ❑ An application variant results from recursively resolving each component type to an implementation down to atomic components

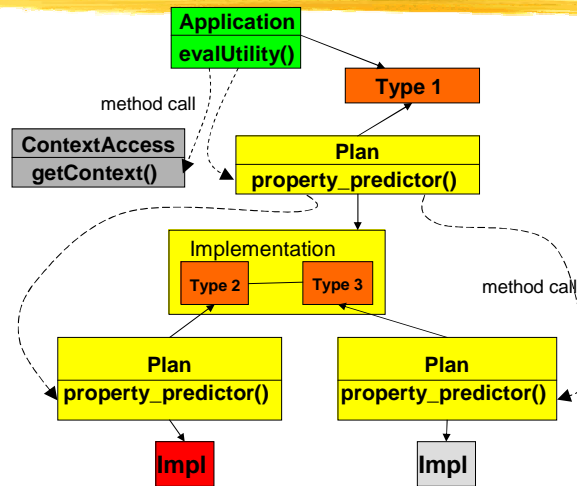


INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

42

MADAM application variant evaluation is based on utility functions

- ❑ Utility
 - ❑ Measure of how well an application variant fits a given context
 - ❑ Generally a function of application properties, **user requirements** and current context
 - ❑ Specified by the developer
- ❑ An application is essentially specified as a service type and utility function



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

43

Oppsummering

- ❑ Behov for effektiv mellomvare som kan understøtte et vidt spekter av krav inklusive multimedia og mobilitet
- ❑ Løsningen ligger i mer åpne og adaptive arkitekturer
 - ❑ Konfigurerbare
 - ❑ Re-konfigurerbare
 - ❑ Eks: ADAPT (& MULTE)
- ❑ En rolle for refleksjon (eks: OpenORB)
 - ❑ Relatert: arkitekturbaserte tilnærminger (eks: MADAM)



INF 5040 H05 - Frank Eliassen,
SRL & Ifi/UiO

44