TEMI SIGNIFICATIVI

NOMI E SERVIZI

COMUNICAZIONE

SINCRONIZZAZIONE

PROCESSI

FILE SYSTEM

RISORSE

mobilità
protezione

A livello di operatività:

STRUMENTI

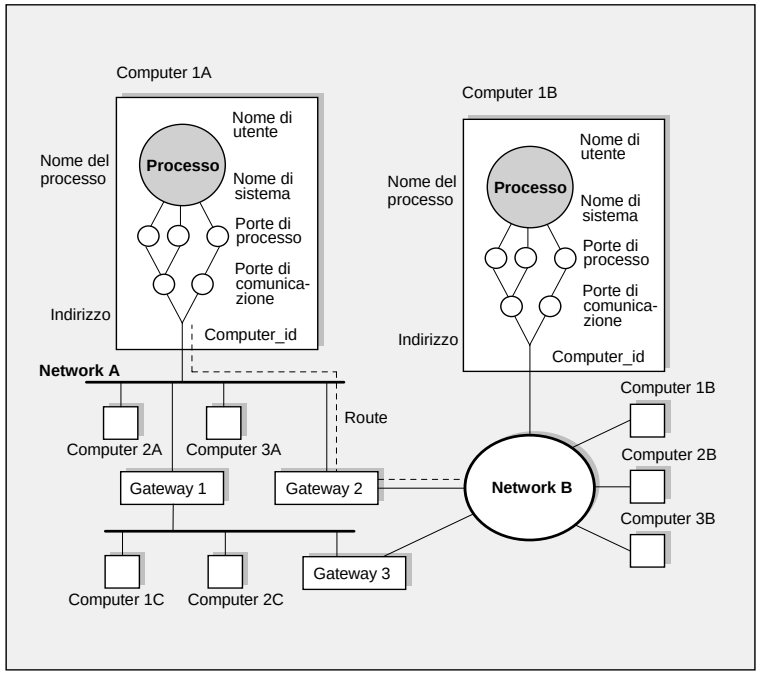
socket
RPC
PMI

SICUREZZA

ESEMPI

SISTEMI di NOMI

- **unicità dei nomi**
  varietà di nomi
- **definizioni multiple in contesti diversi**
  varietà di nomi per lo stesso oggetto con mapping capace di traslare e di trovare
- **distribuibilità**
  uso di direttori partizionati o replicati
  nomi da passare tra contesti diversi
- **user-friendliness**



Presenza di molti livelli di nomi

SISTEMI di NAMING

Problema fondamentale nel **distribuito**
necessità di ritrovare (cioè **identificare**) le altre entità nel **sistema**
Complessità del problema (anche concentrato) e difficoltà di soluzioni generali

entità diverse eterogenee =>
livelli diversi di nomi
più sistemi di naming presenti
più livelli di naming nel sistema

con **contesti di visibilità**
più funzioni di trasformazione da nome all'entità nel sistema

NOMI

identificatore come
- stringa di caratteri o
- numero binario

nomi esterni (nomi di utente)
nomi interni (nomi di sistema)

oggetti

nome di utente (significativi)
nome di sistema

LIVELLI DI NOMI NEL DISTRIBUITO

NOME organizzato(Shock)
in tre possibili livelli

- **nome** LOGICO esterno
- **indirizzo** FISICO
- **route** sistema per la raggiungibilità

nome

specifica *quale oggetto* (entità) si riferisce
denota la entità

indirizzo

specifica *dove* l'oggetto risiede
riferisce dopo un collegamento (**binding**)

route

specifica *come* raggiungere l'oggetto

Funzioni di corrispondenza **MAPPING**
nomi ==> indirizzi
indirizzi ==> route

Indirizzi come tramite tra nomi e route
nomi ==> statici
route ==> dinamici

nomi scelti **dall'utente**
indirizzi assegnati **dal sistema**

Proprietà
NOMI GLOBALI O LOCALI
NON AMBIGUITÀ **nomi unici / multipli**
NOMI STATICI E DINAMICI
NOMI E CARDINALITÀ
nomi specifici / di gruppo

SPAZIO DEI NOMI

piatto (flat)
nessuna struttura
partizionato
gerarchia e **contesti (DNS)**
deis33.cineca.it
descrittivo
con riferimento ad una struttura di **oggetto**
uso di attributi (OSI X.500)
username e password
attributi con liste di valori (rigidi o meno)

NOME oggetto linguistico che distingue un oggetto in una collezione di oggetti (dominio) **denotazione**

Il nome deve anche permettere di ritrovare l'entità che denota
IL NOME DEVE FACILITARE LA RICERCA

Nomi di gruppo
un valore di attributo identifica una lista di nomi

Esempio:
sistema di naming piatto statico e globale ==> **assoluto**

per sistemi con indipendenza dalla comunicazione
si cambiano le **tabelle di indirizzamento**

COMPONENTI DI UN SERVIZIO DI NAMING

- **Comunicazione dei clienti con il name server**
- **Name Server** (anche più di **uno**)
- Gestione **tabelle** e coordinamento
- Gestione dei **nomi** veri e propri (coordinamento)

Ovviamente pensiamo ad un servizio di nomi che possa essere consultato, implicitamente o esplicitamente

I clienti del **name server** sono
- sia i **clienti** che hanno esigenza di **risolvere un nome** per potere riferire una risorsa
- sia le **entità risorse** (server rispetto ai clienti di prima, ossia che devono essere riferiti) che devono rendersi note al servizio e diventano clienti del name server

Comunicazione clienti / name server
si tendono ad ottimizzare le operazioni più frequenti
I clienti propongono la maggiore parte del traffico
Le risorse da registrare fanno operazioni più rare e producono traffico più limitato

Name server
Oggetti con tuple di attributi con operazioni
Query
ricerca un oggetto
AddTuple / DeleteTuple
aggiungi/togli una tupla dal server
ModifYTuple
modifica una tupla
Enumerate
lista tutte le tuple, una alla volta

Realizzazione con

Unico servizio vs. Agenti Multipli

Il servizio può essere centralizzato, distribuito (replicato)

Comunicazione tra Name server

considerata tra servitori/agenti (e tra loro)

- datagrammi
- connessioni
- RPC

Il traffico tra i diversi **Name Server**
che gestiscono le **tabelle** e devono coordinarsi
deve essere mantenuta mentre si continua a fornire il servizio

Il coordinamento dei servitori deve essere minimizzato in tempo ed uso delle risorse tenendo conto anche delle proprietà che si vogliono garantire

In uno spazio piatto, necessità di fare una **partizione dello spazio dei nomi** per liimtare la coordinazione

In uno spazio **partizionato**, i nomi sono usati dalla autorità preposta senza coordinamento

Gestione tabelle e coordinamento

problemi di

- consistenza
- reliability

Replicazione dei gestori

Gestione dei nomi veri e propri

Due temi fondamentali

- **Distribuzione** dei nomi
- **Risoluzione** dei nomi

Nomi

dipendenti dalla locazione

*dipendenti dalla **autorità*** (uso di domini)

*organizzati in **gerarchia***

(uso di un albero unico riconosciuto di domini)

liberi da struttura

uso di un insieme di attributi e del loro valore

Distribuzione dei nomi

I nomi sono mantenuti in oggetti che hanno la responsabilità ==> **autorità**

partizionamento tra i server responsabili

Come dividere la gestione e il mantenimento?

Clustering

Algoritmico	(hash)
Sintattico	(pattern matching)
Basato su Attributi	(tuple)

Risoluzione dei nomi

- trovare la autorità corretta
- verificare le autorizzazioni alla operazione
- eseguire la operazione

Ogni nodo specifica i name server noti

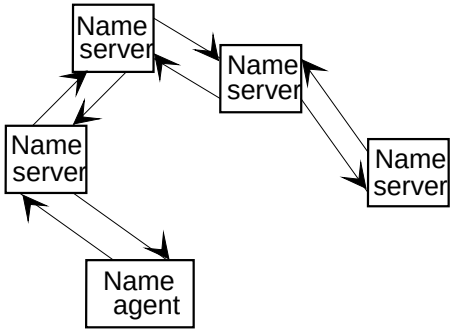
Limitazione delle comunicazioni tra i server

IMPLEMENTAZIONE (VEDI DNS)

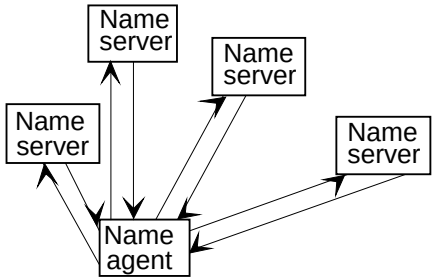
USO DI CONTESTI E LOCALITÀ

Si distribuisce e risolve nel contesto locale
Si ricorre ad altri contesti solo in caso sia necessario

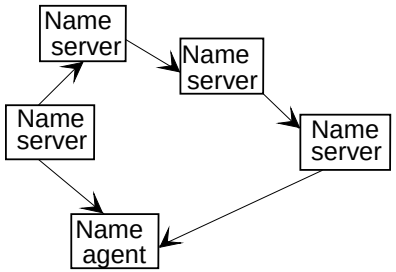
STRATEGIE DI COORDINAMENTO TRA SERVER



Risoluzione ricorsiva



Risoluzione iterativa



Risoluzione transitiva

Altri sistemi di nomi

OSI X.500 - Servizio di Direttorio e di Nomi
partizionato e decentralizzato
standard e omogeneo

CCITT definisce X500 come *"una collezione di sistemi aperti che cooperano per mantenere un database logico di informazioni sugli oggetti del mondo reale. Gli utenti della Directory possono leggere o modificare l'informazione, o parte di essa, solo se hanno i privilegi necessari"*

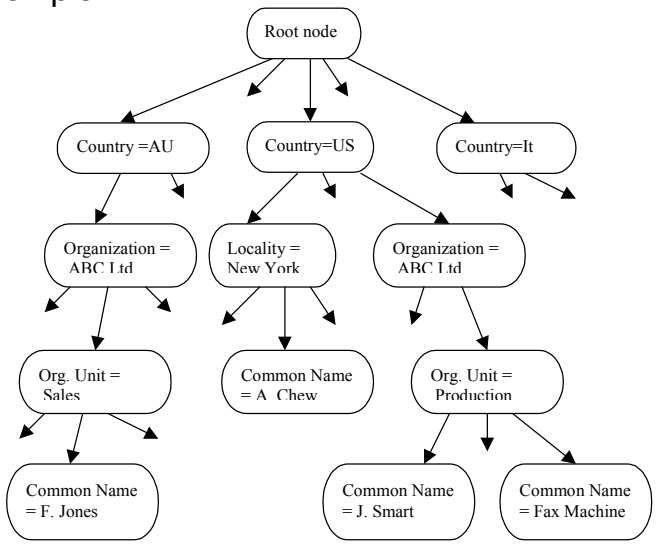
Per superare i limiti di DNS

CCITT	ISO	TITLE
X.500	9594-1	Overview of Concepts, Models and Services
X.501	9594-2	Models
X.509	9594-8	Authentication Framework
X.511	9594-3	Abstract Service Definition
X.518	9594-4	Procedures for Distributed Operation
X.519	9594-5	Protocol Specifications
X.520	9594-6	Selected Attribute Types
X.521	9594-7	Selected Object Classes
X.525	9594-9	Replication

X.500 organizza un albero logico per il Directory Information Base DIB, chiamato Directory Information Tree (DIT)

L'albero è costruito in base al **valore di attributi**
ATTRIBUTI DEL TUTTO LIBERI
ORGANIZZAZIONI BASATE SUL CONTENUTO
RICERCHE ANCHE SU VALORI CONGIUNTI DEGLI ATTRIBUTI

Ad esempio



Ogni entry si ritrova attraverso diverse notazioni

Distinguished Name (DN) che identifica univocamente l'oggetto all'interno del DIT

Relative Distinguished Name (RDN) che definisce univocamente un oggetto all'interno di un contesto

DN fa da chiave per identificare in modo unico un nodo
che può essere pensato come una **tupla di coppie**
attributo = valore
ad esempio
country, organization, organization unit, common name

Le ricerche possono essere fatte
in modo globale o contestuale
per **un DN**
ma anche per **contenuto dei nodi**, in base:
ad un attributo o ad un filtro generalizzato
portando ad un nodo risultato o più nodi

RICERCHE su DIRETTORI X500

I direttori sono sistemi di nomi molto liberi
come struttura e ricerca

I **filtri** sono molto liberi, ad esempio, intesi come
condizione logica sugli attributi

```
CN=Corradi AND C=Italy
```

anche con espressioni regolari

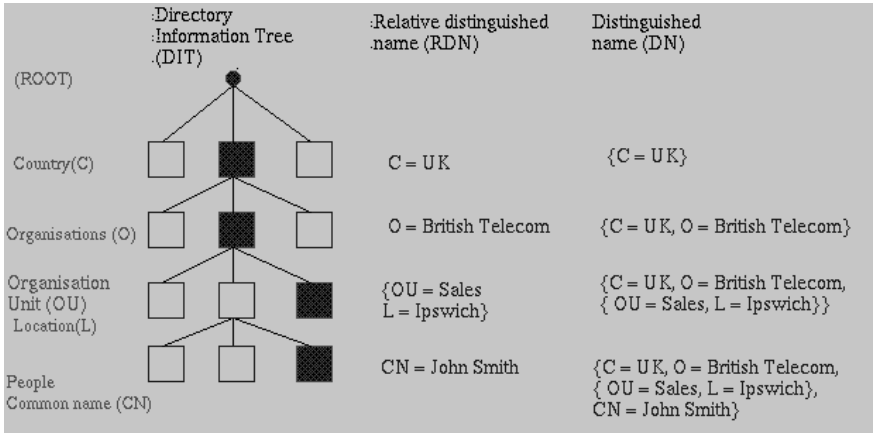
```
email=*hotmail*
```

anche con condizioni aritmetiche

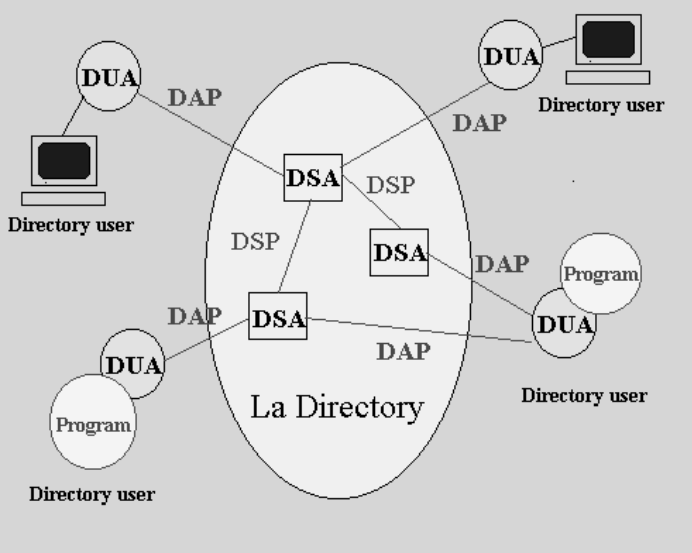
```
(age >18) AND (cookies <10)
```

si possono applicare anche
su scope limitati (contesti o sottoalberi)

Le operazioni consentite sono molte
La prima è il legame (**bind**) con il directory
poi **ricerche** frequenti
e **cambiamenti** molto meno frequenti
La interfaccia con il direttorio **anche molto complessa**
durata delle operazioni



Ricerca sul direttorio (OSI X.500)



La ricerca avviene attraverso agenti:
DUA, directory user agent
tramite per fare richieste
DSA, directory system agent
che mantiene informazioni X.500 di un contesto
DSP, directory system protocol
per scambiare informazioni tra DSA

DAP, Directory Access Protocol
protocollo di accesso al direttorio usato da DUA
si crea una connessione e poi si fanno operazioni di
lettura, confronto, ricerca, lista delle entità
Tecniche di ricerca **ricorsive** ed **iterative**
anche autenticazione reciproca e dei clienti

LDAP, Lightweight Directory Access Protocol
usato per infrastrutture di certificazione e verifiche

SVILUPPO DEI SISTEMI DI NOMI

Due forme di evoluzione
Protocolli di Directory
Protocolli di Discovery

Considerando una entità che possa avere attributi con lente variazioni e attributi con variazioni veloci

Directory
soluzioni di **nomi globali**
servizi **completi** e complessi
costo elevato delle operazioni

Discovery
soluzioni di **nomi locali**
servizi **essenziali** e funzioni limitate
costo limitato adatto a variazioni rapide

Ad esempio: Un utente generico
che si muova in un **sistema globale**
vuole avere accesso a

informazioni globali, come
descrizione dei dispositivi,
delle preferenze proprie del suo profilo,
delle sue firme digitali e PKI
delle sue sorgenti di informazioni, ecc.

informazioni locali, come
descrizione delle risorse locali
dei gestori presenti, ecc.

Protocolli di Directory

Un servizio di **directory**

garantisce le proprietà di **replicazione**, **sicurezza**, **gestione multiserver**, ...

*supporto per memorizzare le informazioni organizzate prevedendo molti **accessi in lettura** e poche **variazioni***

UPnP (Universal Plug-and-Play)
Standard vicino alle architetture Microsoft

Servizi di Nomi basati su variazioni di DAP (o LDAP)
Windows2000 propone **Active Directory** come un servizio di direttori integrato nel e per il sistema operativo

Salutation

Service **L**ocation **P**rotocol (RFC 2165)

- si possono registrare servizi diversi
- i servizi vengono divisi in località distinte
- i servizi vengono protetti in diversi modi
- interfacce compatibili con i browser (Web)
- uso di sistemi di nomi URL

Le **operazioni definite e implementate** permettono di fare ricerche molto evolute sulle informazioni (memorizzate in modo globale) e compatibili con la maggior parte degli strumenti e dei sistemi di nomi più diffusi

<http, research, homepage>
<printer, local, postscript>

Ci sono già implementazioni: Cisco, Apple, Novell
area del **Mobile Computing**

Protocolli di Discovery

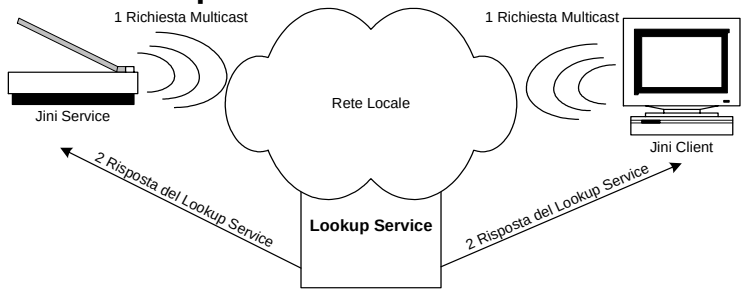
Computazione distribuita e cooperativa in ambito locale

Una unità deve ritrovarne altre, in modo veloce e economico
si prevedono azioni come il broadcast e solleciti periodici

un servizio di **discovery** definisce e standardizza come si **possano ritrovare** altre entità correntemente visibili (**informazioni di località delle risorse**)

JINI (appliances)
protocollo Java per il **discovery**
Si vuole rispondere alle esigenze di chi arriva in un contesto e vuole operare senza conoscenze predefinite

Protocolli di **lookup**



Il server può passare (tramite **lookup**) al cliente:

- anche codice (che si può eseguire localmente)
  integrazione con **codice mobile**
- riferimento al server (da interrogare in remoto - RMI)

il **riferimento (proxy)** ha una **scadenza (lease)**

Start up con **multicast in ambiente locale**
Il **discovery server** verifica la presenza delle **risorse** ad **intervalli opportuni**

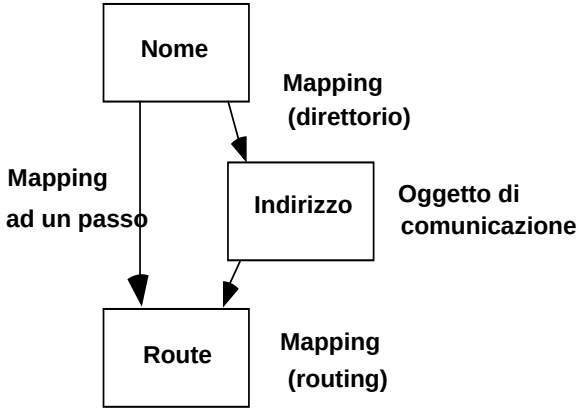
INDIRIZZI (NOMI DI SISTEMA)

forma intermedia tra **nome e route**

NOMI ==> entità

INDIRIZZI ==> orientati alla comunicazione con oggetto
attraverso il **BINDING** usato per generare la route

Quindi, l'indirizzo serve per la comunicazione con l'entità vedi OSI o comunicazione attraverso porte



INDIRIZZI come per i nomi
piatti o partizionati
statici o dinamici
individuali o di gruppo

MAPPING ad un unico passo, a più passi
routing per nome (by name)
routing per indirizzo (by address)

Internet
Nomi di alto livello, convertiti in nomi DNS
Nomi di IP di dominio convertiti in IP
Routing fatto a livello di IP

NOMI DI SISTEMA

Necessità di ottenere, a livello di sistema, dei
nomi che siano **unici** o
nomi che consentano un **accesso protetto**

NOMI UNICI

Identificatori **non strutturati** o strutturati

VANTAGGI DELLA NON STRUTTURAZIONE
- Facilità di memorizzazione
- Nomi assoluti ed uniformi
  (indipendenza dalla allocazione)
- Composizione di oggetti e tipaggio

SVANTAGGI DELLA NON STRUTTURAZIONE
- difficoltà di creare nomi unici globali
- difficoltà per oggetti con versioni e replicazione

NOMI UNICI in un sistema distribuito

ottenuto con
- ***concatenazione gerarchica***
  nome_nodo @ nome_oggetto
  nome_server @ nome_oggetto (**a server**)
  nomi di lunghezza variabile e non trasparenza
- ***approccio uniforme (a priori)***
  partizione dei nomi globali per fornire ogni nodo con i propri identificatori
  scelta locale dei nomi più adatti e riassegnamento
- ***concatenazione***
  ottenuta con il dominio ed il tempo di generazione
  nome nodo | tempo_fisico

NOMI UNICI

PILOT
Un oggetto è identificato da un intero di 64 bit
Nomi unici in spazio e tempo

COM
sistema di nomi per i componenti con identificatori globali
GUID=globally unique identifiers
{32bb8320-b41b-11cf-a6bb-0080c7b2d682}
GUID intero di 128 bit (16 byte) assegnato per garantire l'unicità nello spazio (48 bit) e nel tempo (60 bit)

V-kernel
Un oggetto è identificato da un suo gestore e da un identificatore all'interno del dominio del gestore
{manager_ID, local_object_ID}
Un processo è composto da
{node_ID, local_unique_ID}
Gli identificatori sono indipendenti dalla allocazione

APPROCCIO A SERVER

Processi gestori sono i server
nome_server @ nome_oggetto
Si usano gli ObjectID locali a piacere, anche replicati

Con l'*approccio a server*, è possibile ottenere anche più implementazioni dello stesso servizio
==> ad esempio, usando una porta intermedia a cui il server è agganciato
variazioni in tempo
Il server crea un **dominio di nomi locali**

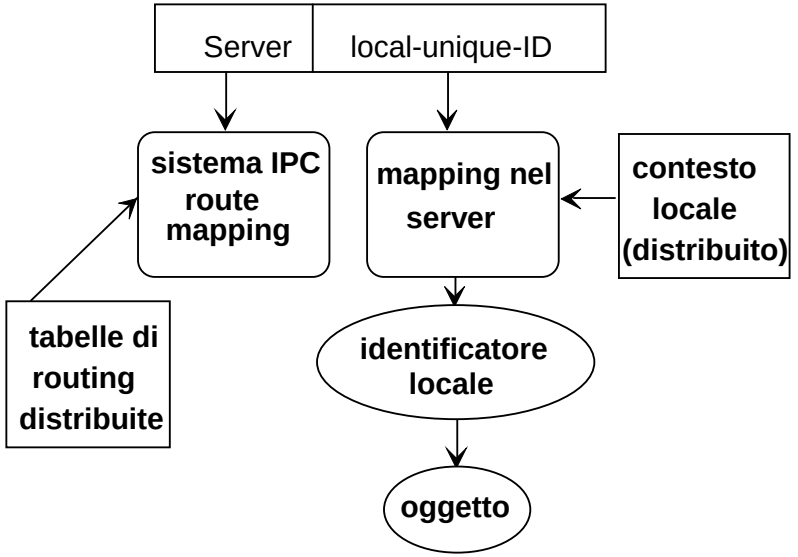
IDENTIFICAZIONE DEL SERVER

Si usano porte per ritrovare il server per ogni oggetto di interesse
{PortAddress, local_unique_ID}

IDENTIFICAZIONE DELL'OGGETTO

Organizzazione in più fasi di ricerca attraverso
binding statico o **name server** o **broadcast**

Prima accesso al server
Poi identificazione dell'oggetto



Uso di **cache**

NOMI DI UTENTE

che vengono mappati in nomi di sistema

PARTI (anche non tutte presenti)

1) **sintattica unica** (anche gerarchica)
2) **con attributi espliciti**
3) **con attributi impliciti** (contesto)

1 e 2 opzionali

LOCUS

completa trasparenza: uso di nomi come in sistema unico di direttorio con aggiunta di direttorio di default
Il nome di file viene espanso in *multiple file container*

PROFILE

oggetti identificati da un insieme di attributi
vedi anche direttorio di X.500 di OSI

ANSA

uso di name server per ritrovare i servizi

V-kernel

uso di tre livelli di nomi:

{stringhe, Obj_ID, Entity_ID}

Un contesto interpreta le stringhe
Ogni contesto usa nomi, che sono resi globali dal nome del gestore
Ogni gestore appartiene ad un gruppo di gestori (con un unico nome)

ROUTE e ROUTING

cammino dal sorgente al destinatario e comprende una lista di nomi intermedi

Necessità di mapping efficiente

ROUTING

uso di algoritmi di routing

proprietà

- correttezza
- semplicità
- robustezza (tolleranza ai guasti e variazioni)
- stabilità della soluzione
- ottimalità
- fairness (giustizia)

ROUTING

GLOBALI /	**LOCALI (ISOLATI)**
STATICI	**/ DINAMICI**
ADATTATIVO /	**NON ADATTATIVO**
non deterministico	deterministico

attributi

- chi prende le decisioni di routing
- chi attua le decisioni di routing
- il tempo delle decisioni di routing
- controllo del routing adattativo

Chi prende le decisioni di routing

decisioni prese:

al sorgente (source)

specifica l'intero cammino

hop-by-hop decisione ad ogni passo

il sorgente non conosce il cammino

broadcast

ogni oggetto riceve (costoso)

Chi attua le decisioni di routing

decisioni attuate da agenti

centralizzato

gestore unico del routing (ottimale)

distribuito

non esiste un unico luogo di controllo

locali (isolati)

con scambio di informazioni

parzialmente distribuito (intermedia)

si propagano solo le decisioni di variazione

Tempo delle decisioni di routing

statico vs dinamico

statico o fisso o deterministico

algoritmo non cambia

dinamico o **adattativo**

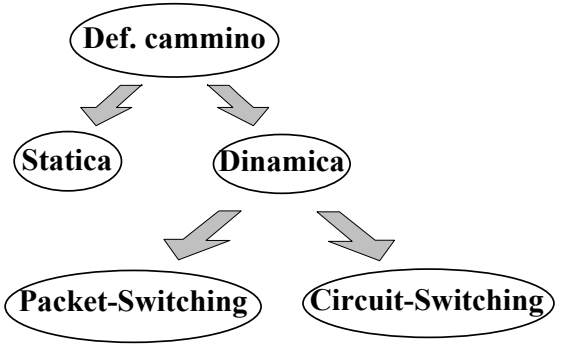
le informazioni di routing sono costantemente adeguate in base allo stato del sistema

Controllo routing adattativo

interazione con le risorse impegnate

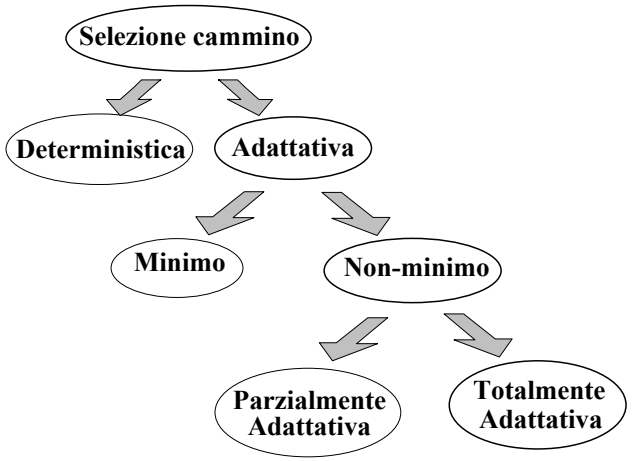
ROUTING

STABILIRE IL CAMMINO DA SEGUIRE

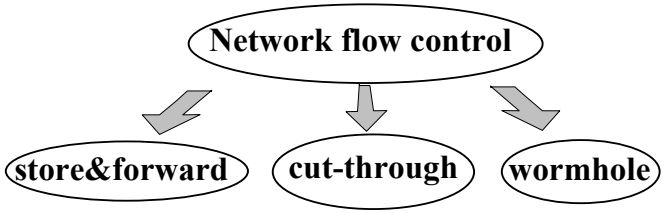


SCEGLIERE IL CAMMINO da seguire tra i possibili cammini

(anche non minimi) MISROUTING



CONTROLLO DI FLUSSO



Tecniche di comunicazione

circuit-switching, packet-switching (**store&forward**)

virtual cut-through (**wormhole**)

TCP/IP

In IP il routing

strategia dinamica e **adattativa**

le informazioni di routing sono adeguate allo stato del sistema e dipendono da questo
limitando la intrusione

decisioni distribuite

router stabiliscono la strategia
senza una luogo di controllo

con scambio di informazioni in caso di variazione

il numero di partecipanti alla decisione viene tenuto limitato da *organizzazione gerarchica*

routing

hop-by-hop
decisione ad ogni router con la tabella locale

broadcast
limitato ad una rete (sottorete)

al sorgente (source route)
in caso di monitoring e per i sistemisti/router

Algoritmi di ROUTING

Statici **non adattativi** **deterministici**
Dinamici **adattativi** **non deterministici**

Algoritmi GLOBALI

in cui si propagano globalmente delle informazioni
(scarsa scalabilità per variazione)

Algoritmo **SHORTEST PATH FIRST** Dijkstra

Ogni nodo costruisce un grafo completo dell'intera interconnessione, stabilendo una metrica di distanza in base a pesi
Con successive iterazioni, si calcolano le distanze minime per ogni nodo

Tutto il traffico di routing segue il cammino più corto determinato

problemi

propagazione tabelle
eventuale uso di tutte le risorse esistenti

Implementazioni

Spanning tree

albero di interconnessione tra tutti i nodi con eliminazione dei cicli

Distance Vector

si mantiene la sola distanza da ogni nodo
problema nella propagazione delle variazioni

Link State (broadcast della variazioni)

CAMMINI MULTIPLI

Algoritmo **MULTIPATH**

Ogni nodo mantiene una tabella propria, con più possibilità per ogni destinazione, considerando **più cammini possibili** per la route tra due nodi

Scelta *random* (probabilistica) del cammino, partendo dai cammini determinati per primi

Bilanciamento del traffico di routing
Reliability in caso di guasti (anche multipli)

Algoritmo **BACKWARD LEARNING**

Ogni messaggio porta l'indicazione del mittente e, quindi, consente di inferire la **distanza** del mittente stesso ad ogni passaggio

I nodi intermedi possono stimare la distanze

Fase di apprendimento dell'algoritmo deve lavorare in base ad una politica, da cui dipendono le stime successive

Conoscenza della topologia della interconnessione completa (globale)
==>

SI POSSONO OTTENERE RISULTATI OTTIMI

non si incorre in cicli o livelock

Algoritmi globali costosi in ambiente dinamico

Dinamicità

Algoritmi isolati ed adattativi

indipendenti dalla topologia di interconnessione
che si basano su informazioni solo locali (isolati)
o solo di vicinato (distribuiti e locali)

MANCANO COSTOSE FASI DI COORDINAMENTO

limitato overhead per variazioni, cammini diversi

PROBLEMI PER LA PERDITA DI VISIBILITÀ

possibili cicli o livelock

Algoritmo **PATATA BOLLENTE**

Un messaggio viene smistato (se non è arrivato) attraverso la coda di uscita **più scarica** del nodo

Non si può predire il numero di passi per arrivare a destinazione e dipende dal traffico

Nel caso si conosca la topologia, si possono sovrapporre anche informazioni di direzione (ad es. mesh)
*Si noti che un **algoritmo isolato adattativo** trova il **ricevente** anche se questo si **muove**!*

Algoritmo **FLOODING**

Un messaggio viene smistato (se non è arrivato) attraverso tutte le code di uscita del nodo (direzione)

Uso di contatori per limitare i passi di un messaggio
Uso di identificatori per evitare generazione senza fine
(per quanto tempo si mantiene lo stato sui nodi?)

Algoritmo **RANDOM**

Ogni messaggio viene smistato, se non a destinazione, usando una coda di uscita scelta a caso, a parte quella di arrivo

teorema per MP-RAM

Algoritmo ottimale in un sistema dinamico con un numero molto elevato di nodi è una combinazione del random (M mittente D destinatario)

si determina in modo random un nodo **R** (diverso da **M** e **D**) e si manda il messaggio in due fasi: la prima fase da M ad R e la seconda da R a D

Naturalmente, in caso molto 'dinamico' in cui il ricevente si sposta, qualunque algoritmo può fallire il proprio obiettivo

In sistemi globali le tabelle dovrebbero essere aggiornate molto velocemente (sistemi con risorse molto molto mobili)

Non avere tabella limita l'overhead e può permettere di raggiungere la risorsa

In sistemi **molto dinamici e a rapida variazione**, ma con **indicazioni di località** per le entità da raggiungere,

si cercano di determinare direzioni di **orientamento o polarizzazione** che possano orientare le decisioni non informate attuate da algoritmi locali
(si veda il caso di IP mobile)

Problemi fondamentali nel routing

Congestione

entità diverse che devono *predisporre risorse*
necessità di controllare gli *asincronismi*

Controllo dei buffer

- si scartano i messaggi successivi
- si inviano indicazioni al mittente (choke)
- si prevede un numero massimo fisso di messaggi circolanti

Deadlock

impegno totale dei buffer con blocco

Soluzioni al deadlock

avoidance

si numerano i buffer in modo statico

prevention

si mantengono buffer per fare scambi in caso di saturazione

recovery

Livelock

messaggi che continuano a permanere nel sistema senza giungere a destinazione

Soluzioni

a priori

si mantiene il percorso e si evitano i loop

a posteriori

si elimina il messaggio oltre un certo numero di passi

COMUNICAZIONE tra ENTITÀ

Assumendo che non sia presente **memoria condivisa**
==> COMUNICAZIONE **Inter Processo**
necessità di ottenere un punto di vista globale per la cooperazione dei processi
Buona performance => **organizzazione a primitive**

a livelli di astrazione diversi
scambio messaggi (message passing)
Remote Procedure Call (**RPC**)
transazioni (consistenza e semantica di raggruppamento)
trend Semantica di comunicazione di gruppo

SCAMBIO DI MESSAGGI

THE Dijkstra
sistema operativo Hansen
Demos e **Thoth**

messaggio
insieme di dati formata da un header (lunghezza fissa) e da un corpo di dimensione variabile
inviato da un mittente ad un destinatario
semantica invio / ricezione
i dati passano dal mittente al destinatario (copia/riferimento)

Caratteristiche dello scambio di messaggi
categorizzazione tenendo conto degli standard

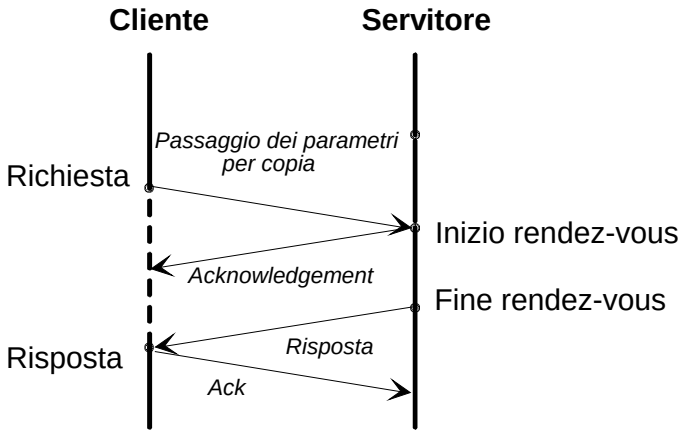
Primitive sincrone (bloccanti)

Rendez-vous vedi **CSP ed occam**

Rendez-vous remoto
cliente/servitore con spazi di indirizzamento diversi
visibilità di interfaccia reciproca
conoscenza dell'identità reciproca

Ancora **semantica di attesa**
Problemi se si vogliono send multiple o receive multiple

Uso di pacchetti di trasmissione a livello di supporto
Necessità di registrazione dei processi ad un gestore dei nomi (name server) per ottenere la conoscenza reciproca



PROPRIETÀ delle PRIMITIVE
MODALITÀ

specifica

simmetrico/asimmetrico
diretto/indiretto
sincrono/asincrono

implementazione

bloccante/non bloccante
bufferizzato/ non
reliable/unreliable

modalità multipla

multicast/broadcast
con semantica diversa

semantica delle azioni

SINRONICITÀ

la azione implica la attesa del completamento e della comunicazione dal pari

In caso **asincrono**, non si ottiene alcuna informazione sul completamento, e, tanto meno, un risultato

PRIMITIVE bloccanti/non bloccanti

caratteristica delle primitive

ritardo nella invocazione della primitive
dovuto a diverse durate della primitiva stessa

non bloccante ==> nessun ritardo

DISTINZIONE a livello locale
nessuna implicazione a livelli di semantica

PRIMITIVE NON BLOCCANTI

*primitive **non bloccanti***

- send termina appena il messaggio è stato accodato (passaggio per riferimento) o è stato copiato (semantica per copia) per la trasmissione (localmente)
- receive segnala la disponibilità a ricevere e mette a disposizione un area di buffer (come trovare valore poi?) *primitiva di accesso collegata all'arrivo del risultato*
- uso di interruzioni per segnalare il completamento della operazione

VANTAGGI

massima flessibilità
durata prevedibile (real time)

SVANTAGGI E PROBLEMI

- **possibilità di accesso multiplo all'area del messaggio (se si passano indirizzi)**
- difficoltà di programmazione: il partner della comunicazione si trova in uno stato impredicibile
- difficoltà di prova dei programmi

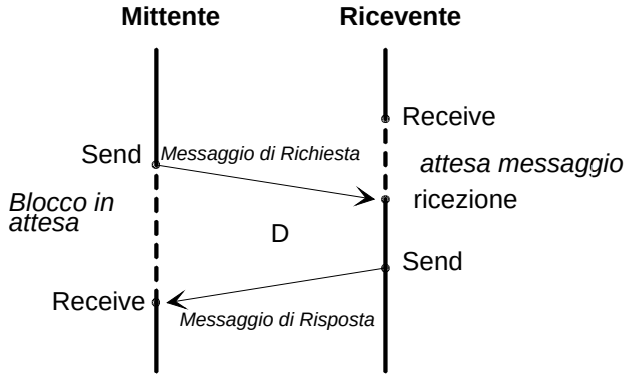
PRIMITIVE BLOCCANTI

si combina **comunicazione** e **sincronizzazione**
con aggancio alla semantica

- **send** non termina fino a quando il messaggio non è stato trasmesso
  (possibilità, in caso di affidabilità, di attendere anche la avvenuta ricezione da parte del destinatario)
- **receive** non termina fino a quando il messaggio è nel buffer del processo ricevente

RECEIVE
bloccante
non-bloccante (spesso detta asincrona)
primitiva di verifica di ricezione

Uso mescolato di primitive dei due tipi non produce conflitto



VANTAGGI
massima sicurezza
durata imprevedibile

SVANTAGGI
limiti al parallelismo

PRIMITIVE bufferizzate e non

buffer ***risorsa di memorizzazione***
rappresenta un'area di accodamento del messaggio tra la trasmissione e la ricezione

DIMENSIONE DEL BUFFER

nessun buffer
vs.
buffer di dimensione infinita

buffer pieno ==>
- send ritardata
- send errore al mittente

buffer vuoto ==>
- receive ritardata
- receive eccezione al ricevente

BUFFER INFINITO ==>
send non ha mai ritardo
send primitiva asincrona

Il mittente può andare oltre il ricevente di un numero qualunque di passi
==>
*il ricevente **non** può fare ipotesi sullo stato del mittente*

NO BUFFER ==>
send e receive sono sincronizzate
primitive sincrone (bloccanti)

BUFFER => IMPEGNO DI MEMORIA

buffer di dimensioni finite ==>

- il ricevente può specificare la dimensione del buffer (porta o mailbox) - tipo sliding window
- il mittente può essere avanti rispetto al partner delle dimensione del buffer al massimo

Sistemi bufferizzati:
- **maggiore complessità**
- **gestione dei nuovi oggetti**

Spesso la gesitone è a carico del protocollo

confronto

SINCRONICITÀ ==> **SEMANTICA**
BLOCCO ==> **DECISIONE LOCALE**

Primitive **sincrone bloccanti** =>
sincronizzazione tra mittente e destinatario

Primitive **sincrone non bloccanti** =>
sincronizzazione nel messaggio
possibile ricupero *(successivo)* del risultato

Primitive **asincrone non bloccanti** =>
Primitive **asincrone bloccanti** =>
non c'è l'idea di un risultato

ATTESA ==> **PER QUANTO TEMPO**
introduzione di time-out nei sistemi reali
specie per il cliente (in caso che il servitore non ci sia)

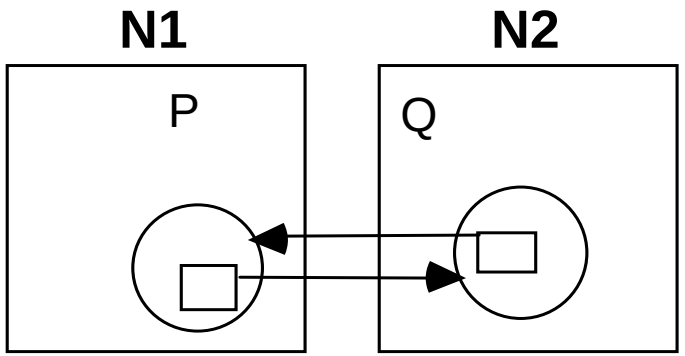
PROBLEMI DI MEMORIA

Supponiamo che P mandi a Q e Q mandi a P

In caso di
- **operazioni sincrone**
- **limiti di memoria**

si noti che ogni livello tende a lavorare per copia, per evitare problemi, ma impegnando risorse addizionali

possibilità di DEADLOCK



Se i nodi non hanno più memoria
i due processi sono obbligati a sospendere ogni attività

naturalmente, *la condizione di* **deadlock** *può derivare da un ciclo non tra due vicini diretti, ma anche a causa di una catena di vicini*

Esempio per T800
In CSTools possibili due modi di comunicare:
- attraverso **canali** (hw o sw): necessità di routing;
- attraverso **transport** come accesso ad una comunicazione non dipendente dalla allocazione si fornisce un routing automatico

TRANSPORT
Ad ogni transport è associato
un ***end-point*** per la ricezione e/o la trasmissione

Primitive di send (csn_tx) e receive (csn_rx)
P1: csn_tx (TX1,sync/async, nomelocaleTXdi2, messaggio, lunghmessaggio)

& parametri di uscita
P2: csn_rx (TX2, &nomelocTXdi1 *(da chi si riceve)***, &messaggio, &lunghmessaggio)**
P2: csn_rxnb (TX2, &messaggio, &lunghmessaggio)

P2: csn_test (TX2, flag *(selezionedell'attesa)***, timeout, &nomeintTXdi1, &areamessaggi, &status)**

BLOCCO ==> il processo si incarica dell'azione
NONBLOCCO ==> si delega un processo CSN

SINCRONO/ASINCRONO => comportamento
o del processo o del processo di comunicazione

Registrazione di transport

Un processo per *ricevere/trasmettere*
deve avere definito e reso noto almeno
un ***transport*** (registrato ad un name server)

I TX di altri processi sono visti attraverso un nome o *identificatore locale* associato (***netid***), ottenuto da un name server, attraverso un accordo su *nomi globali*

Un processo P1 deve definire un ***transport***
csn_open (indice, &Transport)

Registrazione ad un name server
csn_registername (Transport, NomeEsternoUnico)

Il nome ***NomeEsternoUnico*** *è una semplice stringa*

Richiesta ad un name server per ottenere un nome locale per un transport registrato con un nome globale
csn_lookupname (&Netid, NomeEsternoUnico, AttesaoMeno)

NomeEsternoUnico	unico nel sistema
Transport	struttura di CSN per un transport
netid	nome locale per un transport

PRIMITIVE reliable/unreliable

Affidabilità

possibilità di superare problemi/errori come:
- messaggi ricevuti in ordine sbagliato
- perdita di un messaggio in trasmissione
- nodo partner non più raggiungibile

e per fare fronte ai problemi
- duplicazione di messaggi

Unreliable send

nessuna garanzia di consegna, ritrasmissione, terminazione corretta, etc.

Reliable send/receive

messaggi persi ==> ritrasmissione
uso di time-out
e di conferme (acknowledgement)

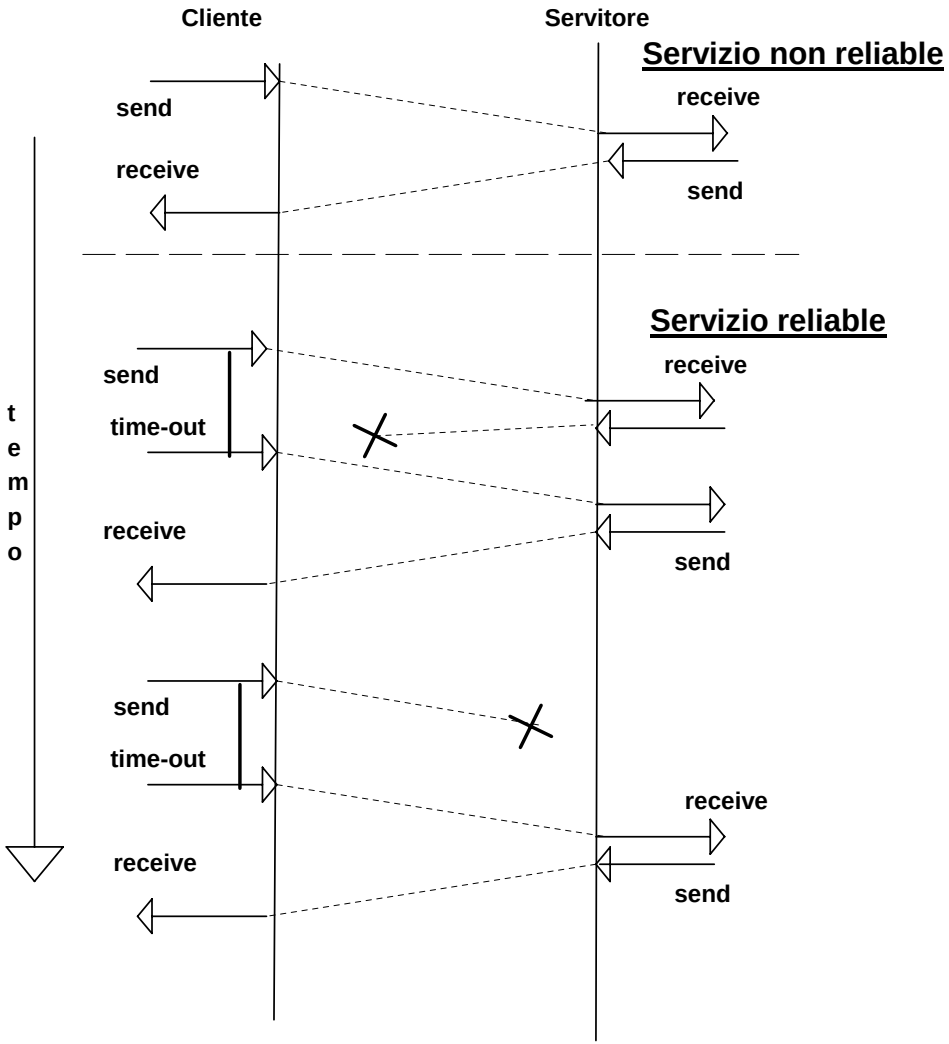
al completamento, il messaggio è stato ricevuto

Quale livello si deve occupare di questo?

basso livello (trasmissione)
confronto con il costo a basso livello
non economicità

recovery a livello di processo
aggancio con le opportune eccezioni a livello applicativo

Affidabilità



Possibilità di
(quante?) ritrasmissione e
(quali?) time-out

SEMANTICA della comunicazione

MAY-BE

il messaggio può arrivare o meno

PROGETTO BEST-EFFORT IP UDP

non si fanno azioni per garantire affidabilità

AT-LEAST-ONCE

il messaggio può arrivare anche **più** volte a causa della duplicazione dei messaggi dovuti a ritrasmissioni

*in caso di insuccesso **nessuna** informazione*

==> semantica

- adatta per azioni **idempotenti** oppure
- può produrre inconsistenza sulle azioni dalla parte del ricevente

PROGETTO RELIABLE (AL MITTENTE)

il cliente fa ritrasmissioni *(quante?, ogni quanto? ...)*

il server non se ne accorge

il cliente si preoccupa della reliability

Si noti la durata della azione

Il cliente decide (in modo unilaterale) la durata massima

In caso le **cose vadano bene**

il messaggio arriva una volta

il messaggio può arrivare anche #ritrasmissioni volte

In caso le **cose vadano male**

il cliente non sa se il servitore ha fatto la azione

il servitore non sa se il cliente sa che ha fatto la azione

AT-MOST-ONCE

i pari lavorano entrambi per ottenere garanzie di reliability

il messaggio, se arriva, arriva **al più** una volta

*in caso di insuccesso **nessuna** informazione*

==> semantica

- che non mette vincoli sulle azioni conseguenti
- adatta per operazioni qualunque
- che può produrre inconsistenza sull'accordo tra mittente e ricevente

PROGETTO RELIABLE TCP stato nei pari

PROGETTO RELIABLE

(al MITTENTE e al RICEVENTE)

il cliente fa ritrasmissioni *(quante?, ogni quanto? ...)*

il server mantiene uno stato

per riconoscere i messaggi già ricevuti e

per non eseguire azioni più di una volta

In caso le **cose vadano bene**

il messaggio arriva una volta e una volta sola viene trattato, riconoscendo i duplicati

In caso le **cose vadano male**

il cliente non sa se il servitore ha fatto la azione

il servitore non sa se il cliente sa che ha fatto la azione

manca un coordinamento tra i due

STATO MANTENUTO PER UN CERTO TEMPO

Si noti la durata della azione delle due parti

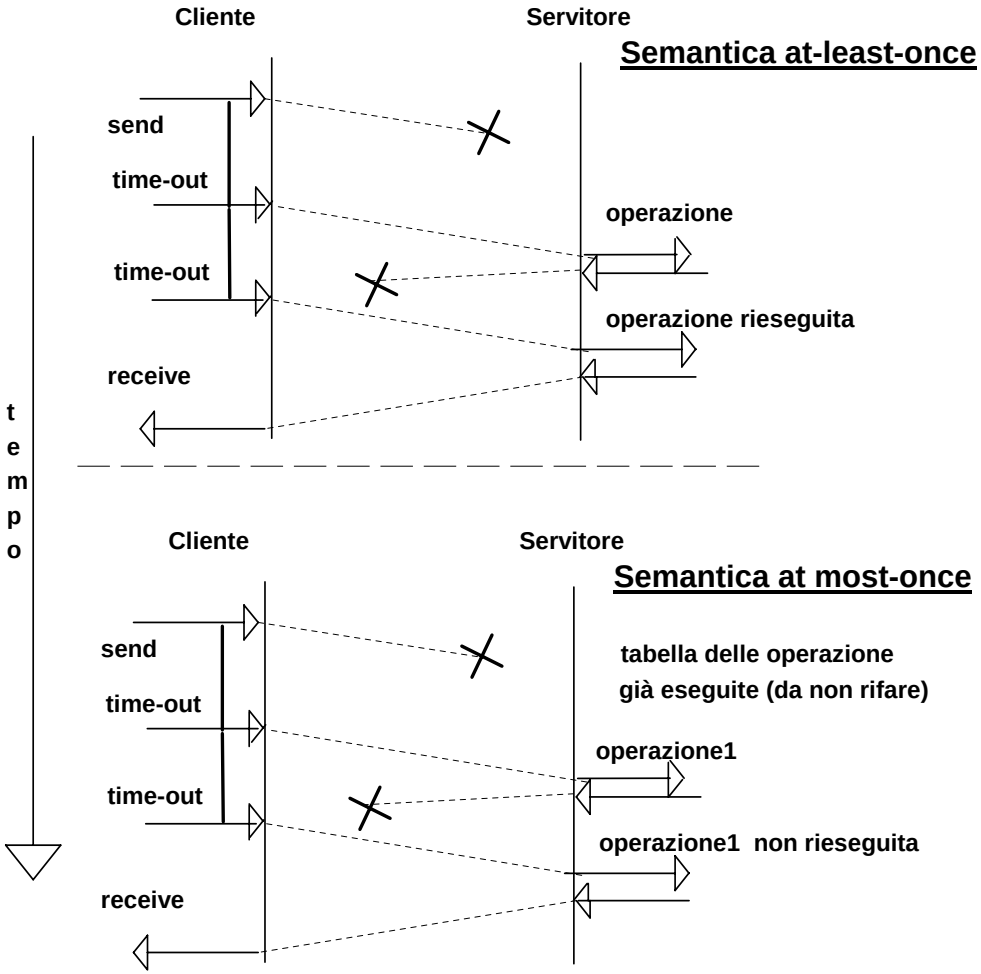
Il cliente decide la durata massima della propria azione

Il server mantiene uno stato per garantire correttezza

Per quanto tempo i pari mantengono lo stato?

E se uno fallisce?

Semantica



exactly-once

Al termine sappiamo se l'operazione è stata fatta o meno da parte di entrambi i partecipanti

EXACTLY-ONCE O ATOMICITÀ

i pari lavorano entrambi per ottenere il massimo dell'accordo e della reliability

il messaggio arriva **una volta sola** oppure
entrambi i pari conoscono lo stato finale dell'altro
accordo completo sulla interazione
il messaggio **non è arrivato** o **non è** stato **considerato** da entrambi

==> **semantica**
con conoscenza concorde dello stato dell'altro
e senza ipotesi di durata massima del protocollo

PROGETTO con completa conoscenza finale
RELIABILITY massima
TUTTO o NIENTE

In caso le **cose vadano bene**
il messaggio arriva una volta e una volta sola viene trattato, riconoscendo i duplicati (tutto)

In caso le **cose vadano male**
il cliente e il servitore sanno se il messaggio è arrivato o se non è arrivato
Se il messaggio non è arrivato, il tutto è stato riportato indietro (niente)

Completo coordinamento delle azioni
Durata delle azioni non predicibile

Se uno dei due fallisce, bisogna aspettare che abbia fatto il recovery (o qualcuno aspetta per lui)
Poi, si può realmente stabilire cosa si decide (tutto o niente)

PRIMITIVE dirette/indirette

Uso di entità intermedie cui inviare i messaggi

Dirette
PRIMITIVE simmetriche

P: send (ProcessQ, message)
Q: receive (ProcessP, message)

Si crea uno ed un solo link bidirezionale tra due processi attraverso cui si scambiano i messaggi

PRIMITIVE asimmetriche

P: send (ProcessQ, message)
Q: receive (AnyProcess, message)

Il modo diretto lascia libertà ai processi
Difficile leggibilità e scarsa modularità

Capacità espressiva limitata
NON si possono avere più clienti
NON modello cliente/servitore

PRIMITIVE Indirette

Uso di ***link***, ***porte***, o qualunque altra entità diversa dai processi partner

LINK (**DEMOS** e **Charlotte**)

Un **link** ==> un *canale di comunicazione unidirezionale per un processo* (utente, di sistema, o del kernel stesso)
Meccanismo ***asimmetrico*** di comunicazione: il cliente conosce il servitore e non viceversa
Un **link** come oggetto protetto gestito da un name server centralizzato (kernel)

send (link, buffer) **receive (link, buffer)**

Ogni processo può generare un link a se stesso e può passarne la conoscenza ad altri
Il kernel mantiene la tabella dei link per ogni processo

Il modello cliente servitore completo:
- il cliente deve avere un link per il servitore;
- il cliente invia un link a se nel messaggio al servitore, che lo usa per la risposta

VANTAGGI
Facilità alla **migrazione** (**dinamicità**)
Possibilità di **trasmissione** anche di aree di dimensioni elevate con ottimizzazioni dell'area usata

SVANTAGGI
Overhead di gestione
Link **dangling**

LINK BIDIREZIONALI

Un **bilink** ==> un canale di comunicazione *bidirezionale*, con bufferizzazione o meno e con blocco o meno tra due processi
Si possono fare azioni di invio/ricezione da parte di entrambi i processi

Buffer
Gestione accurata a livello utente

Non Blocking
un processo può avere più richieste pendenti
(send o receive)
==> modello cliente/servitore multiplo

necessità di avvertire il completamento

Un bilink può anche essere trasferito da un processo ad un altro, cambiandone il processo agganciato, per esempio tramite una primitiva

send (link, buffer, link-da-agganciare)

Overhead

LINK ==>
astrazione di una ***connessione tra due processi***
(anche aggancio dinamico)

PORTE (ACCENT)

Una **mailbox** è un nome globale per la comunicazione indiretta tra qualunque processo

send (mailbox, buffer) **receive (mailbox, buffer)**

Overhead nella implementazione:
- una send deve tenere conto di tutte le possibili receive
- una receive deve estrarre il messaggio per tutti gli altri

Una **porta** (*oggetto protetto di kernel*) consente operazioni di **invio**, **ricezione**, **proprietà**: un solo processo può fare le operazioni di ricezione in un certo istante, in base al valore dei diritti

send (port, buffer) **receive (port, buffer)**
Anche porte bidirezionali

Il processo owner può distribuire i diritti e passare anche la porta
owner legato alla porta stessa: se termina, termina la porta, eccezione per gli altri (all'invio, ricezione)

Il processo owner può anche cedere la ownership

IMPLEMENTAZIONE
la porta è associata ad una coda FIFO, per il processo ricevente

In ACCENT

Ogni comunicazione avviene attraverso le porte

Ogni processo definisce le proprie porte
Anche il Kernel comunica attraverso porte

Tre tipi di processi:
- *di utente*
- *di sistema*
- *kernel vero e proprio*

Il grado di bufferizzazione di una porta è limitato e dipende da quanto specificato alla creazione

AZIONE A BUFFER PIENO

- il processo sospeso fino a che non si trova spazio
  tipico in *comunicazione per processi utente con un server*
- il processo riceve una eccezione (dopo un time-out)
  tipico di *comunicazione non cliente/servitore*
- il processo non riceve indicazioni, ma il messaggio è accodato dal kernel fino a quando l'invio non è possibile
  tipico di *comunicazione per processi servitori*

PER OTTENERE EFFICIENZA SI REALIZZANO POLITICHE E MECCANISMI ANCHE SOFISTICATI DI GESTIONE

MESSAGGI

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

per valore
per riferimento (necessità di ***spazio comune*** o di ***trasmissione***)

In caso di **trasmissione**, interazione con la gestione della memoria e copia della struttura logica

Uso di riferimento e valore **Accent** e **V-system**

I PARAMETRI DEVONO ESSERE IMPACCATI IN UN MESSAGGIO UNICO LINEARIZZAZIONE

(anche per grafi rappresentati da puntatori/indirizzi)

DIMENSIONE DEI MESSAGGI

Fissa programmazione più vincolata, facile supporto
Variabile programmazione facile, supporto più complesso
prima un messaggio di dimensione e poi i dati veri

ECCEZIONI

necessità di fornire una buona gestione delle eccezioni

Crash del receiver
il messaggio non può essere ricevuto

Crash del sender
il messaggio non può essere ricevuto

Il receiver/sender riceve un time-out o terminare

La terminazione attuata dal sistema operativo
le risorse usate trattate secondo strategie opportune

SCHEMI DI COMUNICAZIONE ULTERIORI

Per comunicazione uno a molti

BROADCAST

come invio generalizzato di messaggi a tutti i processi del sistema

NON si può simulare facilmente:

- incapacità espressiva
- tempo ed overhead
- eccesso di reliability

IMPLEMENTAZIONE diretta su LAN

vedi Ethernet o bus comune in generale

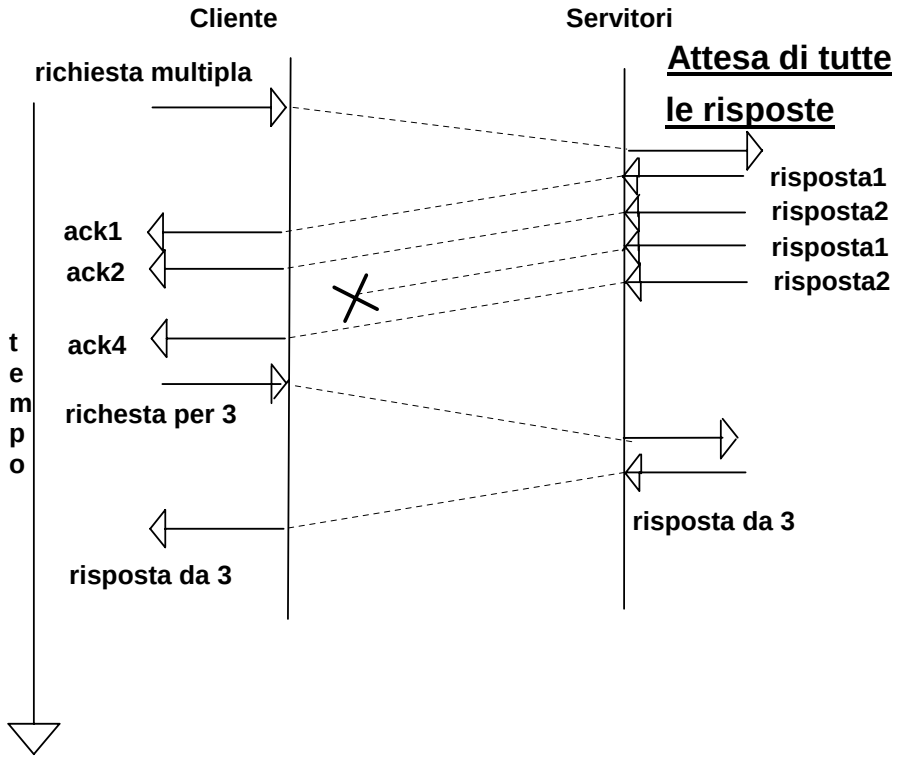
MULTICAST 1:K

come invio generalizzato di messaggi a un sottinsieme di processi nel sistema

Come trattare le risposte?

- **senza attesa**
- attesa di **una sola** risposta
- attesa di **alcune** (quante?) risposte
- attesa di **tutte** le risposte

Come specificare le azioni conseguenti alla rticezione di ogni risposta



Sollecito **selettivo** vs. Sollecito **globale**

Conferma **positiva** **ack** vs. Conferma **negativa** **nack**

Politiche diverse

Si può anche attendere solo una delle risposte

la semantica della primitiva dipende da queste decisioni

Comunicazione di gruppo
implementazione

Per il supporto il multicast può ricorrere a soluzioni:

- **indirizzi di gruppo**

  possiamo approfittare di **indirizzi di gruppo** specifici che consentano di identificare gruppi noti
  (**classe D** in IP)

  possiamo usare il **supporto al broadcast**

  possiamo usare un **punto-a-punto in sequenza**

- **lista di distribuzione**

  possiamo sempre considerare la lista, che viene ad essere parte dei messaggi per il gruppo

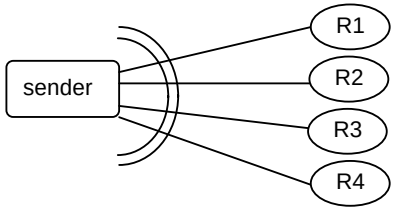
- **uso di attributi**

  possiamo inviare il messaggio con un predicato
  se il predicato è soddisfatto, allora il ricevente ha diritto al messaggio
  (ad esempio, classe B, e hostid pari)

COMUNICAZIONE A GRUPPI

MULTICAST

azione di **multicast** rende atomica l'operazione di invio multiplo



motivazioni

- *localizzazione di oggetti in un sistema*
- *fault tolerance*
- *uso di dati replicati*
- *cambiamenti multipli*

due aspetti semantici

ATOMICITÀ
garanzia di ricezione da parte di tutti i componenti del gruppo

RELIABILITY
reliable => garanzia di consegna
unreliable => 1 solo tentativo (Chorus)

e l'ordinamento dei messaggi in caso di più azioni?

RELIABLE MULTICAST

problemi se:
- omissione di un messaggio
- failure del sender

necessità di **monitoring**
- controllo di ogni comunicazione in atto
- eventuale ritrasmissione
- rimozione dei componenti falliti
- protocollo di rientro nel gruppo

IMPLEMENTAZIONE

- Invio di ogni messaggio a tutto il gruppo ed attesa
  time-out e ritrasmissione

Quis custodiet custodes?
- E se fallisce il controllore?
  controllo da parte degli altri che il protocollo si compia
- Ma quanto si aspetta?
  attesa fino ad un messaggio di completamento

efficienza

hold-back => Non si fornisce il messaggio fino a che non si è sicuri che sia quello giusto
In caso di numerazione, il messaggio è ritardato fino alla comparsa dei precedenti (**no ack**)

negative ack => numerazione dei messaggi;
in piggybacking si invia un contatore usato per indicare eventuali perdite (in modo selettivo)

Ordinamento FIFO (multicast FIFO)

dallo stesso processo allo stesso ricevente
per i messaggi in broadcast successivi

INVIO FIFO: PROBLEMI

A manda una news N_a
B riceve la news e invia una risposta N_b

C riceve prima N_b poi N_a
D riceve prima N_a poi N_b

se vogliamo evitarlo ==>

Ordinamento causale

ordinamento tra eventi di un sistema

INVIO TENENDO CONTO CAUSA/EFFETTO

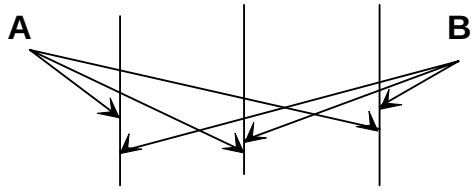
In caso di eventi scorrelati, ma con vincolo
A aggiunge tot lire a tutti i suoi conti
B aggiunge l'interesse ai conti (9%)

C1 riceve prima tot poi 9%
C2 riceve prima 9% poi tot

se vogliamo evitarlo ==>

Ordinamento atomico

ordinamento totale tra eventi di un sistema
ci possono essere molti **ordinamenti totali**



MULTICAST FIFO

multicast con ordinamento solo dallo stesso mittente allo stesso destinatario

i messaggi di uno stesso mittente arrivano e sono consegnati in ordine ai destinatari

(si possono aggiungere e mescolare in modo qualunque con altri)

MULTICAST CAUSALE

multicast con ordinamento causale (logico)

i messaggi arrivano e sono consegnati in un ordine che rispetta le comunicazione per il gruppo

se l'evento **A** viene prima di **B**, i messaggi sono in questo ordine per tutti i componenti del gruppo

ordinamento di Lamport

MULTICAST ATOMICO

nel caso di **atomicità** richiediamo lo stesso ordine (**qualunque sia**) per ogni componente del gruppo

quindi: **multicast con ordinamento totale o globale**

i messaggi arrivano e sono consegnati nello stesso ordine ad ogni componente del gruppo

I due multicast causale ed atomico sono diversi in generale, non si sussumono l'un l'altro

IMPLEMENTAZIONE MULTICAST ATOMICO

Una implementazione possibile **centralizzata**

Un **unico gestore centrale** che riceve le richieste e le ordina tutte secondo una sua logica (tipicamente unfair)

le realizzazione è ***unfair*** per tutti gli utilizzatori e crea un pesante ***collo di bottiglia***

Una implementazione **distribuita**

richiede il coordinamento di un **insieme di gestori** (riceventi) che decidono sull'ordine e delle richieste e le servono **in modo indipendente coordinandosi**

le realizzazione può avere un gestore per ogni richiesta che contratta con gli altri e ottiene tutte le risposte per numerare gli altri (realizzazione a **limitata scalabilità**)

Implementazione efficiente

solo in casi particolari

uso di broadcast a basso livello

per risolvere alcuni problemi

CATOCS

CAusal & **T**otally **O**rdered **C**ommunication operations **S**upport

Ma è sempre necessario avere un coordinamento in ogni istante?

ISIS

sistema basato su ***replicazione attiva***
con decisione **dinamica** del master di ogni operazione

necessità di una visione identica
ai diversi componenti del gruppo

ABCast (Atomic BCast)

uso di una coda per ogni componente del gruppo
messaggi marcati con un time-stamp iniziale e restituiti solo se in ordine giusto

Ogni messaggio arrivato richiede una fase di coordinamento per determinare il time-stamp finale:
consegna avviene con decisione locale in base al time-stamp finale

ordinamento ottenuto tramite un **coordinatore** deciso per ogni azione che centralizza la decisione
il coordinatore riceve il messaggio, lo marca e lo manda algi altri, che gli attibuiscono un timestamp e lo rimandano
il coordinatore marca il messaggio con il timestamp più alto ricevuto e lo rimanda a tutti gli altri per il consumo
problemi: *ritardo* ed *overhead*

Altre implementazioni

uso di un anello logico con un unico token che designa il master; il master decide il time-stamp per ogni messaggio

e i guasti?
per efficienza anche
CBCast (Causal BCast)

MULTICAST SOLO PER ALCUNI EVENTI

possibilità di ordinare solo alcuni degli eventi ordinamento parziale

CBCast (Causal BCast)
questo multicast tende a considerare solo alcuni eventi che sono etichettati come da ordinare
gli altri possono essere ordinati da ogni componente del gruppo in qualunque ordine siano arrivati (limitando così i costi di coordinamento)

In genere il Causal Broadcast richiede un **coordinamento ai mittenti** che devono adeguare un proprio "orologio logico" e fare arrivare la informazione ai riceventi
I componenti del gruppo devono solo rispettare l'ordinamento di questi

CBcast tende a imporre un comportamento aldifuori del gruppo dei riceventi

la relazione causa effetto va rilevata al momento della generazione degli eventi

ABCast tende a non imporre comportamento (costo) aldifuori del gruppo dei riceventi

MULTICAST A GRUPPI DINAMICI

possibilità di definire gruppi di processi
cui si possono inserire e togliere componenti

V-kernel anche stati inconsistenti
messaggio arriva solo ad una parte dei componenti del gruppo

ISIS GBCast (Group Bcast)

il messaggio arriva in uno dei due stati:
- tutti i componenti prima del cambiamento
- tutti i componenti dopo il cambiamento
ordinamento consistente di tutti gli eventi di bcast o prima o dopo queste azioni

monitoring degli eventi di inserimento e di estrazione (failure)

uso di una **tabella** per ogni componente
con le appartenenze al gruppo
la tabella è aggiornata con un GBCast

Il GBCast richiede che un messaggio di questo tipo venga ricevuto solo dopo che lo sono stati tutti i BCast precedenti ancora in atto

*Per **efficienza***
organizzazione gerarchica con membri di un vicinato ed alcuni clienti in numero limitato

IMPLEMENTAZIONE

INTEGRAZIONE IPC E MEMORIA: ACCENT

integrazione tra IPC e gestione della memoria

anche V-kernel, Mach, etc.
integrano **IPC, memoria e file**

Integrazione significa
possibilità di gestire in modo remoto lo spazio di indirizzamento di un altro processo

anche attraverso i **page fault**

Accent
memoria virtuale per ogni processo utente
solo ***memoria locale***
(e per i processi di kernel)

spazio piatto di indirizzamento con indirizzi lineari

Segmenti ***temporanei e permanenti***
temporanei per esigenze locali dei processi

permanenti per trasferimento tra processi

La trasmissione (anche di grossi blocchi) di informazioni rispetta il principio che non si possono condividere dati

TRASMISSIONE DI INFORMAZIONI TRA SPAZI DISTINTI

Distinguiamo in base alle dimensioni

BLOCCHI ordinari

spostati da un processo ad un altro direttamente

Uso di copia da uno spazio ad un altro

Il kernel, dalla parte del **sender** copia il messaggio al proprio interno, lo passa al kernel destinatario, che lo passa al **receiver**

BLOCCHI più grandi

spostati dal mittente al kernel all'invio e acquisiti dal kernel al ricevente solo alla effettiva ricezione

Non si copia immediatamente

spesso se il sender non cambia la informazione e il receiver non ne ha bisogno, si può differire lo spostamento

SOLO una COPIA da uno spazio di indirizzamento ad un altro

NON DUE COPIE IN SPAZI DIVERSI

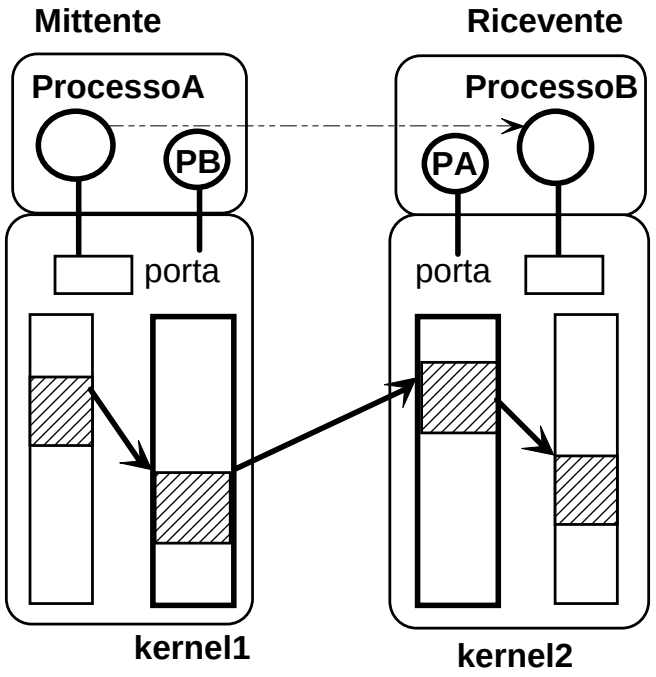
tecnica **copy-on-write**
sia nel sender, sia nel receiver

La pagina può stare nel sender, se non la modifica e fino a che non la modifica

Solo le pagine effettivamente necessarie, e solo al momento del bisogno, sono effettivamente copiate

VANTAGGI della INTEGRAZIONE

- uso della memoria virtuale per migliorare la comunicazione
- memoria virtuale come risorsa di un processo
- uso di **copy-on-reference**, cioè la copia viene fatta solo al momento in cui il server ha bisogno dei dati stessi



Kernel

IMPLEMENTAZIONE

OTTIMIZZAZIONI DELLA COMUNICAZIONE

Molto dell'overhead associato ai messaggi è legato al ritardo conseguito, non solo nel trasporto delle informazioni

tempo di comunicazione
osservato tra mittente e destinatario

$T_C = T_T + T_{LM} + T_{LD}$

T_T tempo di trasmissione
T_L tempo di latenza (mittente o destinatario)

Il tempo di latenza è dovuto all'overhead
della **gestione locale**,
ai **due estremi** e anche agli **intermedi**

Il messaggio è passato tra diversi livelli,
kernel, sistema, driver, fino alla applicazione
interferendo con la esecuzione normale
con la gestione della memoria, processi

ACTIVE MESSAGE

il messaggio porta le informazioni di trattamento e specifica in modo preciso come si possa ottimizzarne il recupero (permettendo
composizione,
trattamento a basso livello, etc.)

REMOTE PROCEDURE CALL (RPC)

estensione del normale meccanismo di chiamata a procedura, adatta per il modello cliente servitore

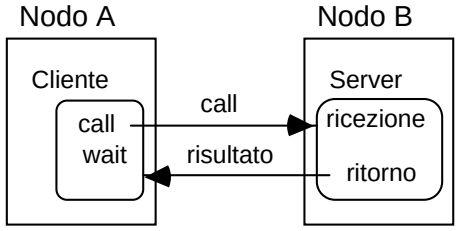
IDEA per uniformare
programmi concentrati e distribuiti

APPROCCIO linguistico:
il cliente invia la richiesta ed attende fino alla risposta del servitore stesso

A differenza della *chiamata a procedura locale*
- i processi **non** condividono lo spazio di indirizzamento
- i processi hanno vita **separata**
- possono accadere **malfunzionamenti**, sia ai nodi, sia alla interconnessione

RPC
consente di considerare anche il **type checking**
da livello di linguaggio del cliente al servitore

trattamento automatico degli argomenti di ingresso e di uscita dal cliente al servitore, e vice versa
marshalling



RPC

Birrel Nelson (1984)
usate in Xerox, Spice, Sun, HP, etc.

PROPRIETÀ

trasparenza approccio locale e remoto
uniformità totale è impossibile (guasti)
type checking e parametrizzazione
lo stesso controllo di tipo e dei parametri
controllo concorrenza e eccezioni
binding distribuito
possibile trattamento degli *orfani*
recovery in caso di fallimento: *orfano* chi resta

RPC come astrazione dello scambio messaggi

CLIENTE	SERVITORE
send <operazione>	**get-request**
wait	**send-reply**

Progetto Athena MIT, ITC CMU, ...

PRIMITIVE

dalla parte del cliente
call servizio (argomenti, risultato)

dalla parte del servitore
due possibilità:
- il servizio svolto da un unico **processo sequenziale**
- il servizio è un **processo indipendente**, generato per ogni richiesta (approccio implicito)

RELIABILITY

Malfunzionamenti
- perdita di messaggio di richiesta o di risposta
- crash del nodo del cliente
- crash del nodo del servitore

In caso di crash del servitore, prima di fornire la risposta il **cliente** può:
- aspettare per sempre;
- **time-out e riportare una eccezione al cliente;**
- **time-out e ritrasmettere (uso identificatori unici);**

Operazioni **idempotenti**
che si possono eseguire un numero qualunque di volte con lo stesso esito

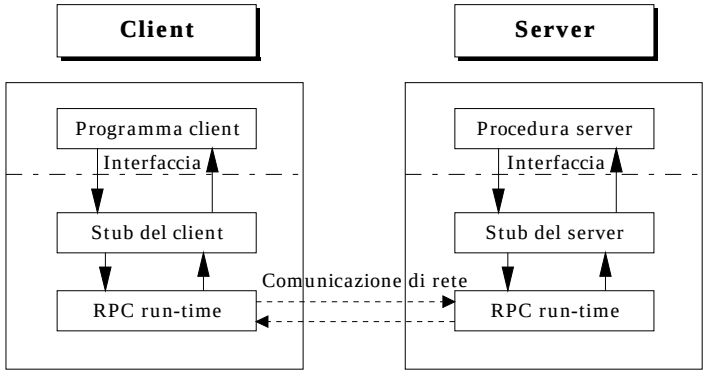
Semantica

may-be	time-out per il cliente
at-least-once	time-out e ritrasmissioni
at-most-once	tabelle delle azioni effettuate
exactly-once	e l'azione fatta fino alla fine

In caso di crash del **cliente**, si devono trattare **orfani**
- ***sterminio***: ogni orfano risultato di un crash viene distrutto
- ***terminazione a tempo***: ogni calcolo ha una scadenza, oltre la quale è automaticamente abortito
- ***reincarnazione (ad epoche)***: tempo diviso in epoche; tutto ciò che è relativo alla epoca precedente è obsoleto

Primo modello con trasparenza

Birrel Nelson: uso di stub
ossia di **interfacce per la trasparenza**
che trasformano la richiesta da locale a remota



Lo sviluppo prevede **trasparenza**

Il **cliente** invoca uno **stub**, che si incarica del trattamento dei parametri e della richiesta al supporto run-time, per il **trasporto** della richiesta

Il **servitore** riceve la richiesta dallo **stub** relativo, che si incarica del trattamento dei parametri dopo avere ricevuto la richiesta pervenuta dal **trasporto**
Al completamento del servizio, lo stub rimanda il risultato al cliente

Lo sviluppo prevede **trasparenza**
gli stub sono prodotti 'automaticamente'
L'UTENTE PROGETTA SOLO LE PARTI APPLICATIVE

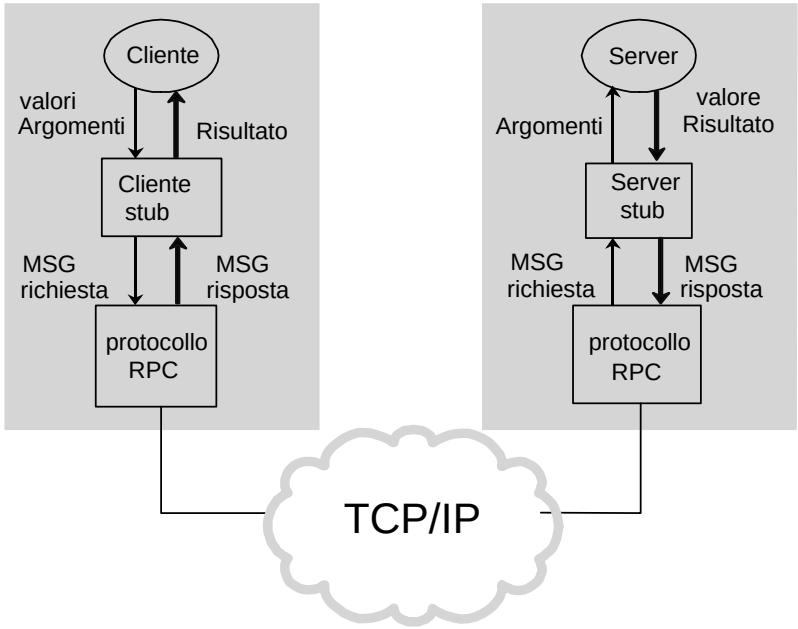
GLI STUB

Quali azioni devono fare?

stub cliente:
< ricerca del **servitore**>
<***marshalling*** argomenti>
<send richiesta>
<receive risposta>
<***unmarshalling*** risultato>
restituisci risultato
fine stub cliente;

stub servitore:
< attesa della richiesta>
<***unmarshalling*** argomenti>
invoca operazione locale
ottieni risultato
<***marshalling*** del risultato>
<send risultato>
fine stub servitore;

In aggiunta, il controllo della **operazione** ed eventuali azioni di **ritrasmissione** (entro un tempo di durata massima)



PASSAGGIO DEI PARAMETRI

passaggio per **valore** e per **riferimento**

Trattamento dei parametri

impaccamento dei parametri e disimpaccamento

marshalling ==> dipende dal linguaggio utilizzato
unmarshalling

nel caso di **valore** ==> trasferimento e visita
nel caso di **riferimento** ==>

uso di oggetti confinati che sono identificati in modo unico nell'intero sistema

Se si vuole passare un **tipo primitivo** o una entità con certi **valori privati**

marshalling e unmarshalling

Ad esempio, una **lista** o un **albero**
si deve muoverla e ricostituirla
per poi spostarla sul nodo iniziale (?)

Se si vuole riferire un **entità del cliente**

si passa il riferimento alla stessa entità
da riferire con RPC da nodi remoti

Ad esempio, un **oggetto** del nodo di partenza che sia già in uso
si deve potere riferirla dal nodo servitore

RPC

si devono trattare gli **eventi anomali**
dovuti alla distribuzione o ai guasti

Integrazione con la gestione locale

In un caso generale, una RPC può:
- può produrre il servizio *con successo*
- può produrre *insuccesso* e determinare una **eccezione**

Exception handling

problemi tipici dipendenti dalla distribuzione e loro gestione inserendola nella gestione locale

In genere, si specifica la azione per il trattamento anomalo in un opportuno **gestore della eccezione**
Si possono prevedere più gestori a secondo dell'evento anomalo.

Si può anche inserire l'eccezione nello scope di linguaggio

CLU (Liskov) a livello di invocazione della RPC
MESA (Cedar) a livello di messaggio

FASI

compilazione
binding
trasporto
controllo
rappresentazione dei dati

problemi in ambiente eterogeneo

Le scelte sono diverse
scelta pessimistica e statica

La compilazione potrebbe risolvere ogni problema e forzare un **binding statico**

scelta ottimistica e dinamica

Il **binding dinamico** consente di ridirigere le richieste sul gestore più scarico o presente in caso di sistema dinamico

L'uso della **comunicazione** è intrinseco

tanto più veloce, tanto meglio

Il **controllo** consente anche di usare gli stessi strumenti per funzioni diverse, con maggiore asincronicità e maggiore complessità

necessità di **traslazione** dei dati

tanto più veloce, tanto meglio

bilanciata con

la ridondanza che viene ritenuta necessaria

TRATTAMENTO DEL BINDING

legame tra cliente e servitore

STATICO vs. DINAMICO

due fasi:

- **servizio (STATICA),** il cliente specifica a chi vuole essere connesso, come nome del servizio (NAMING)
- **indirizzo (DINAMICA),** il cliente deve essere collegato al servitore che fornisce il servizio (ADDRESSING)

NAMING

si può risolvere attraverso un **valore unico associato** staticamente alla **interfaccia** del servizio

ADDRESSING

1) si può risolvere con un multicast o broadcast attendendo solo la prima risposta e non le altre

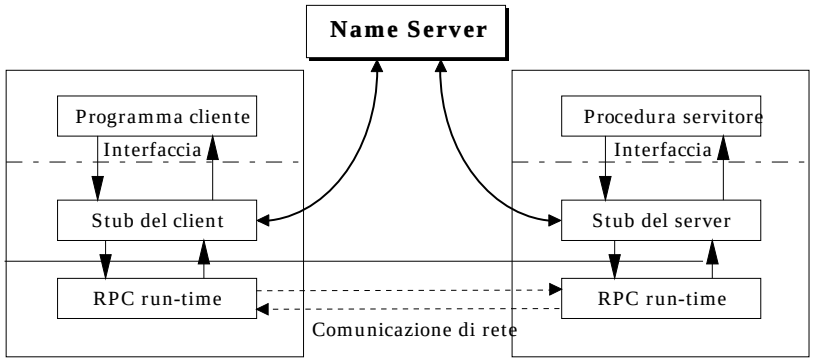
ESPLICITAMENTE eseguito dai processi

2) uso di un ***name server*** che registra tutti i servitori

IMPLICITAMENTE eseguito dall'agente di nome

Azioni sulle tabelle di binding

registrazione, aggiornamento, eliminazione



BINDING DINAMICO PER TROVARE INDIRIZZO DEL SERVER

La chiamata può andare a buon fine dopo un collegamento statico o dinamico

il binding avviene meno frequentemente delle chiamate stesse

in genere, ***si usa lo stesso binding per molte richieste e chiamate allo stesso server***

Binder (Broker, Name Server, etc.)

entità che consente il collegamento
tra **clienti e servitori**
possibilità di tenere conto dei **servizi**

operazioni per un binder
possono consentire anche agganci più liberi

lookup	(servizio, versione, &servitore)
register	(servizio, versione, servitore)
unregister	(servizio, versione, servitore)

Il **nome del servitore** (servitore) può essere dipendente dal nodo di residenza o meno: se dipendente, allora una variazione deve essere comunicata al binder

BINDING come servizio coordinato

Uso di **binder multipli** per limitare overhead
Inizialmente i clienti usano un broadcast per trovare il binder più conveniente
Uso di **cache** ai singoli clienti o ai singoli nodi

Interface Definition Language IDL

Definizione di **linguaggi astratti**
per la specifica del **servizio**

Un servizio deve consentire:
identificazione (unica) del **servizio** tra quelli possibili
uso di ***nome astratto*** del servizio
versioni diverse del servizio
definizione astratta **dei dati** da trasmettere in input ed output
uso di ***un linguaggio astratto*** di definizione dei dati
(uso di interfacce, con operazioni e parametri)

possibili estensioni:
linguaggio con ***ereditarietà***
ambiente con ***binder*** ed altre ***entità***

Dalla definizione del linguaggio IDL

strumenti per lo **sviluppo automatico** di parte dei programmi direttamente dalla **specifica astratta**

OSF	**DCE IDL**
SUN	**XDR**
ANSA	**ANSAware**
HP	**NCS IDL**
CORBA	**IDL**

CORBA **IDL - Esempio**

```
module Stock
{exception Invalid_Stock {};
 exception Invalid_Index {};
 const  length = 100;

  interface Quoter
 { attribute float quote;
  readonly attribute float quotation;
  long get_quote (in string stock_name )
    raises (Invalid_Stock) ;
 };

  interface SpecialQuoter: Quoter
 { attribute float quotehistory [length];
  readonly int index [length];
  long get_next (in string stock_name )
    raises (Invalid_Index) ;
  long get_first (in string stock_name )
    raises (Invalid_Index) ;
 };
}
```

Per ogni attributo si mettono a disposizione le funzioni di accesso

```
attribute float quote;
float   _get_quote ();
void    _set_quote (in float q);
readonly attribute ind index;
float   _get_index ();
```

Per ogni eccezione, lo stato completion_status può fornire informazioni

- **COMPLETED_YES,**
- **COMPLETED_NO,**
- **COMPLETED_MAYBE**

INTERFACE DEFINITION LANGUAGE (IDL)

Per garantire flessibilità nella distribuzione su piattaforme eterogenee

UNIX *vs.* *Windows NT*
C++ *vs.* *Java*

si usano linguaggi dichiarativi

Interface Definition Language

Molti IDL diffusi sono procedurali

- OSI **ASN.1** / **GMDO**
- ONC **XDR** (SUN RPC)
- OMG **IDL**
- Microsoft **ODL**

CORBA IDL

è un linguaggio **object-oriented**
(***derivato dal C++***)

interfacce come insiemi di *metodi* ed *attributi*
distinzione tra *definizione* e *implementazione*
ereditarietà multipla delle interfacce
definizione *eccezioni*
gestione automatica degli *attributi*
mappaggi per linguaggi diversi ed ambienti diversi

Il compilatore può ottenere automaticamente *stub* per clienti/servitori anche usando linguaggi diversi

RPC IMPLEMENTAZIONE

- si invia una richiesta alla volta (**stop & wait**)
- si inviano una serie di richieste alla volta (**burst**)
  e se non sono arrivate
  anche richieste di ripetizione selettive
  (**selective repeat**)

dipendentemente dal vincolo

RPC SEMPLICI E COMPLESSE

protocollo di trasporto differenziato (UDP e TCP)
con dimensioni massime di pacchetto

RPC semplici chiamate frequenti, di breve durata,
argomenti in pacchetti corti
RPC complesse altri casi

RPC semplici

pacchetto di **invocazione** e pacchetto di **ritorno**
con ritrasmissioni e time-out (massimo numero volte)

RPC complesse

per chiamate di **lunga durata** o
per **argomenti** che eccedono un pacchetto

Il messaggio viene diviso su più pacchetti
ricostruiti dalla parte del server
In caso di perdita, o si ritrasmette tutto,
o solo le parti mancanti
Il cliente invia periodicamente dei **probe** *messaggi*
Il server deve mandare un acknowledgement

Confronto RPC e message passing

ci sono casi anche molto simili

V-kernel message passing con **send-reply**
RPC e **rendez-vous**

Ambienti di linguaggi a parte

Message Passing
flessibilità
performance
difficoltà di documentazione

RPC
astrazione
leggibilità
strumenti di generazione automatica di codice stub

Confronto tra
Charlotte (message passing) e **STARMOD** (RPC)
più costoso il message passing

dipendenza dalle scelte di Charlotte:
- linguaggio di implementazione
- protocollo a livelli costoso
- strutture di kernel molto diverse

RPC MOLTI A MOLTI - AZIONI DI GRUPPO

- un servitore può fornire più servizi allo stesso tempo
- un cliente può richiedere più servizi allo stesso tempo

Servitore multiplo

Si prevedono un certo numero predefinito di attività di servizio e questi sono disponibili contemporaneamente

possibilità statica, già presenti

possibilità dinamica, creati quando è il caso

È possibile anche non limitare il numero delle attività

overhead di ogni servizio (creazione attività)
tempo di servizio
tempo di attesa

Cliente multiplo

Uno stesso cliente può richiedere più servizi contemporaneamente

spesso uso di broadcast per la trasmissione

Attesa delle risposte e trattamento delle stesse

si introduce l'idea della replicazione
e del broadcast/multicast della richiesta

USO DELLA REPLICAZIONE

Alcuni dei servizi possono essere coordinati e fornire una astrazione replicata dello stesso servizio

Troupe (Cooper 85)
Replicazione completa

- i servitori possono essere multipli e fornire tutti servizi dello stesso tipo
- i clienti sono tutte copie e richiedono gli stessi servizi a servitori identici

SEMANTICA
exactly-once
su tutti i componenti della troupe

copie tutte attive

replicazione con copie tutte attive
ed in esecuzione
==> coordinamento ad ogni messaggio

Questo modello di replicazione con tutte le copie attive che si devono coordinare ad ogni azione è molto costoso

RPC asincrone

il cliente non si blocca ad aspettare il servitore

Possibilità di modalità asincrone a livello di ambienti di uso (a volte si tratta di modi non bloccanti)

- maggiore parallelismo ottenibile
- processi leggeri per il server

problema fondamentale

==> come ottenere il **risultato**

soluzione possibile

non averlo per niente

due punti di vista di progetto

RPC bassa latenza vs. **RPC alto throughput**

le prime tendono a mandare un messaggio di richiesta ed a trascurare il risultato (***bassa latenza***)

le altre tendono a differire l'invio delle richieste per raggrupparle (***throughput elevato***)

IMPLEMENTAZIONE

si possono usare supporti UDP o TCP

e

si ottengono semantiche diverse

Athena

UDP e bassa latenza
semantica may-be

SUN

invio di una serie di RPC asincrone e di una finale
TCP ed eleva throughput
semantica at-most-once
Batching

in questi casi *non* c'è il *valore di ritorno*

con *valore di ritorno*

Chorus

bassa latenza
uso di una variabile che contiene il valore

Mercury

alto throughput
uso di stream per le richieste tenendo conto di azioni asincrone e sincrone

TRANSAZIONI

Possibilità di computazioni affidabili nel distribuito
mantenere la consistenza globale
con possibilità di
ridondanza delle risorse

Una sola comunicazione non provvede l'intera semantica di interazione necessaria
accesso a dati memorizzati su ***nodi diversi***

necessità di coordinamento con il
sistema di comunicazione

Distributed Transaction
Spector 1986
basate sulla comunicazione

Primitive per le transazioni

nel concentrato
beginTransaction
endTransaction

nel distribuito
richiesta == beginTransaction
risposta == endTransaction

NOME UNICO *della transazione*

TRANSAZIONI

proprietà (ACID)
- **Atomicità** (a fronte di guasti)
- **Consistency** (solo stati corretti)
- **Isolation** effetto come in modo sequenziale (**serializzabilità**)
- **Durability** o permanenza

PRIMITIVE
sendTransRequest (header, argomenti, risultato)
header: sender, receiver, servizio, TID, altro
getTransRequest (sorgente, listaargomenti)
sorgente, controllo di accettazione
lista ottenuta dal messaggio
replyTrans (header, listarisultati)
lista trasferita ai risultati

POSSIBILI errori
- messaggi TransReq o TransReply perduta
- nodo in crash o non più raggiungibile

AZIONI di RECOVERY conseguenti
sender: time-out e ritrasmissioni
receiver: uso di TID per non rifare azioni già fatte

SEMANTICA delle azioni conseguenti

at-least-once == > azioni idempotenti
exactly-once == > azioni non idempotenti

Operazioni IN CASCATA
Transazioni Innestate

innestamento gerarchico
- maggiore concorrenza (allo stesso livello)
- minori legami tra i diversi livelli: un livello può arrivare al commit anche se un livello inferiore fallisce

Decisioni semantiche in caso di azioni innestate
anche ripetizione di transazioni interne
o via alternative

IMPLEMENTAZIONE

Uso di strumenti di comunicazione a basso livello
costrutti privati ai processi
possibilità di canali virtuali o datagrammi
attribuzione dinamica e statica delle socket

su queste primitive e costrutti
==> progetto del protocollo **CCR**
Commitment, Concurrency control & Recovery

Necessità di un protocollo per **non** incorrere in un tempo infinito per il completamento della azione o nella necessità di mantenere informazioni per sempre

CCR Commitment, **C**oncurrency and **R**ecovery
Problemi
- guasto di nodo
- necessità di coordinare più nodi in una azione

CCR implementazione

un **master** e gli **slave** che devono seguire
il protocollo CCR
con possibilità di innestamento

eventi significativi:
- inizio di azione atomica (**C-begin**)
- fase di scambio di messaggi di applicazione
- il master conclude la azione
  esplicitamente invia una **C-prepare**
  implicitamente indica il completamento
- gli slave decidono
  commitment con **C-ready**
  rifiuto con **C-refuse**
- il master ordina con conferma o il completamento o il ritorno allo stato precedente
  commitment con **C-commit**
  disfare (roll-back) con **C-rollback**
- gli slave rispondono ed il master può dimenticare l'azione

Two-phase commit protocol

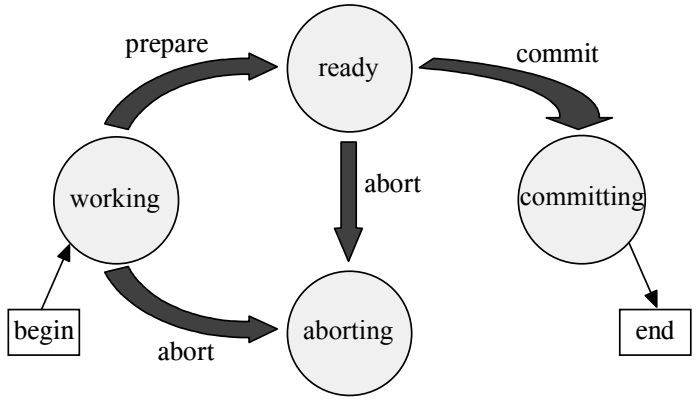
Protocollo

Master	Slave (N altri)
C-begin	
send (request1) send (request2)	receive (request1)
send (requestN)	
C-prepare	**C-prepare** if (OK) { lock degli oggetti; memorizza stato e richiesta; **C-ready** } else **C-refuse**
if (tutti gli slave C-Ready) **C-commit** else **C-rollback**	
attesa delle risposte dagli slave	
	if (**C-commit**) { esegui la azione; sblocca gli oggetti }
C-rollback	else {**abort** dell'azione; libera oggetti; }

Durata del protocollo
Terminazione con insuccesso

Two phase commit protocol

stati del master e slave



Anche altre possibilità di realizzazione del protocollo

Heuristic commitment

uno slave può, dopo un crash, decidere unilateralmente di fare una azione di recovery o di commit

Euristica, nel capire cosa vale la pena di fare,
pagando in inconsistenza la decisione sbagliata
Tutto il protocollo CCR fallisce

CONTROLLO DELL'ACCESSO

Per la proprietà delle transazioni, l'accesso alle informazioni deve essere regolato

- all'estremo **serializzato**
- o con gli ***stessi effetti*** ma ***maggiore concorrenza***

Uso di strategie diverse: **pessimiste ottimiste**

pessimiste

si previene una qualsiasi interferenza impedendo cambiamenti scorretti

ottimiste

si effettuano i cambiamenti fino alla fase finale; sono però attuati solo al termine se non ci sono problemi, altrimenti vengono scartati

LOCK

protocolli a due fasi per gestire lock

proprietà e **granularità** dei lock
con possibilità di distinguere anche tipi di lock diversi:
esclusivi o distinti (read/write)
lock con time-out
gerarchie di lock

Problema del **deadlock** (nel **distribuito**)
prevention
acquisizione di tutte le risorse all'inizio
detection/recovery
si mantengono dei grafi di richieste e disponibilità
da verificare dinamicamente

timestamp

Uso del **tempo** per dirimere i conflitti
tra azioni di accesso

timestamp per ogni transazione
spesso associati all'uso di lock

timestamp
con un tempo definito per ogni transazione
ordinamento deciso all'inizio della transazione
abort immediato in caso di conflitto

lock a due fasi
ordinamento deciso ad ogni possibile punto di conflitto
attesa in caso di conflitto

metodi ottimistici

Kung
scarsa probabilità di conflitto

1) Fase di azione di **tentativo** sulle informazioni
2) Fase di **validazione** delle operazioni
3) Fase di copia dei valori **tentativo** sulle informazioni

In caso di interferenza, si deve ripristinare uno stato di consistenza
definizione di una politica
costo della implementazione

SINCRONIZZAZIONE

vincolo sull'ordine temporale degli eventi di un sistema

necessaria per provvedere una **vista consistente** del sistema alla **globalità** dei processi che comunicano

Comunicazione e sincronizzazione sono correlate
Ad esempio:
- *sincronizzazione sender receiver* di un messaggio
- controllo di attività *cooperanti*
- *serializzazione di accessi* a risorse condivise
  N processi ed una risorsa (concurrency control)

quindi, uso di ***ordinamento degli eventi significativi***

Ordinamento dei tempi di ***Lamport***

uso di timestamp (indicatori di tempo) per etichettare gli eventi ed ordinarli ==>
clock logici e fisici e relazione "happened before"

Token passing

token che viene passato in un anello logico e consente di ordinare gli eventi

Ordinamento degli eventi sulla base della priorità

uso della priorità dei processi per ordinare gli eventi correlati
sistemi real-time

RELAZIONE "HAPPENED_BEFORE" $\rightarrow$ LAMPORT

Ordinamento degli eventi per un insieme di processi che comunicano attraverso message passing
derivato dalla causalità

1) Se a e b sono eventi dello stesso processo ed a è eseguito prima di b , allora a $\rightarrow$ b

2) Se a è l'evento di invio e b l'evento di spedizione di un messaggio, allora a $\rightarrow$ b

3) Se a $\rightarrow$ b e b $\rightarrow$ c, allora a $\rightarrow$ c

La relazione $\rightarrow$ introduce un ***ordinamento parziale*** degli eventi di un sistema
Due eventi **concorrenti** se ***non*** **a $\rightarrow$ b** e ***non*** **b $\rightarrow$ a**

Non esiste un unico orologio globale (**tempo globale**), ma un
insieme di clock locali (**tempi locali**)

È possibile un ritardo di trasmissione, variabile e più grande di ogni evento osservabile nel sistema

==> Necessità di un **ordinamento globale o totale**
per la sincronizzazione

Clock fisici

Unico tempo se
assumiamo di avere

- un unico clock disponibile a tutti i nodi
  oppure
- un clock per ogni nodo e che i clock siano perfettamente sincronizzati

purtroppo,

- orologi globali non esistono
- garantire la sincronizzazione di orologi comporta un notevole overhead e un margine di errore

Uso di trasmissione radio dell'ora

Clock logici

Il clock assegna un numero ad ogni evento significativo

La funzione TS(i) assegna un valore ad ogni evento

happened_before $\rightarrow$ *è solo parziale*
Se a $\rightarrow$ b, allora il timestamp logico degli eventi è tale che TS(a) < TS(b)

Condizione di clock
C. Per $\forall$ a e b, se a $\rightarrow$ b, allora LC(a) < LC(b)

La funzione di clock logico globale **LC** è tale che
per ogni evento a che appartenga al processo i,
si ha LC(a) = LC_i(a)

CONDIZIONI

C1. Per $\forall$ a e b, se $a \rightarrow b$ nel processo P_i, allora $LC_i(a) < LC_i(b)$
C1. Per $\forall$ a e b, se a è l'*invio* di un messaggio nel processo P_i e b la *ricezione* nel processo P_j, allora $LC_i(a) < LC_j(b)$
I1. Ogni processo P_i incrementa C_i tra due eventi
I2. Per $\forall$ a invio di un messaggio nel processo P_i, il messaggio contiene il clock come timestamp
$TS = LC_i(a)$
I3. Per $\forall$ b ricezione di un messaggio nel processo P_j, il processo mette il clock logico al valore maggiore del clock corrente e del timestamp
$LC_j = max\ (TSricevuto, LC_j corrente) + 1$

Questo produce una relazione d'rdine parziale

È necessario introdurre una **relazione di ordine** totale tra tutti i processi del sistema

Le condizioni garantiscono un sistema di **clock logici** che consente di definire una relazione di **ordine globale** tra tutti gli eventi nel sistema $\Rightarrow$

relazione d'ordine totale $\Rightarrow$

Se a è un evento in un processo P_i e b un evento in un processo P_j, allora **a $\Rightarrow$ b** se e solo se

R1) **$LC_i(a) < LC_j(b)$** oppure
R2) **$LC_i(a) = LC_j(b)$ e $P_i < P_j$**

Processo coordinatore

Un unico processo coordina tutti gli altri

Approccio completamente centralizzato

Ogni processo invia a tutti gli altri le proprie richieste e il processo coordinatore decide gli accessi alla risorse in mutua esclusione

Tre messaggi per ogni sezione critica

1) un processo che vuole richiedere la risorsa invia un messaggio di richiesta (**request**)
2) Il coordinatore, a fronte delle richieste decide, se la risorsa è libera di rispondere ad una richiesta per volta (**reply**)
3) al ricevimento del reply, il processo usa la risorsa e al termine, la libera mandando un messaggio di rilascio al coordinatore (**release**)

VANTAGGI

- mutua esclusione automatica
- non conoscenza reciproca
- lo scheduling è FIFO, secondo l'accodamento al coordinatore

SVANTAGGI

- carico di messaggi
- ritardo nel servizio
- il fallimento del coordinatore, se ne deve eleggere uno nuovo

SINCRONIZZAZIONE

Un protocollo di sincronizzazione con uso dei clock logici

Un insieme di N processi che devono accedere ad una risorsa singola in mutua esclusione

> La risorsa deve essere assegnata ad un processo per volta, che la rilascia alla fine dell'uso
>
> *Richieste diverse devono essere servite **in ordine***

Assunzioni:

- messaggi diversi da un processo ad un altro devono arrivare nell'ordine di generazione
- i messaggi possono essere ritardati ma non persi
- la connessione tra i processi è completa e diretta

Ogni processo ha una coda locale dei messaggi, a cui i messaggi sono accodati, che contiene inizialmente, per tutti i processi, il messaggio T_0:P_0, inferiore di ogni clock del sistema

AZIONI

1) Il processo P_i manda il messaggio T_m:P_i ad ogni altro processo (anche alla propria coda) per segnalare l'intenzione di accedere alla risorsa

2) Alla ricezione del messaggio T_m:P_i il processo P_j (nella propria coda) invia una risposta con il proprio timestamp

3) la risorsa è data al processo P_i se sono verificate le condizioni:
   - C'è una richiesta T_m:P_i nella sua coda delle richieste ordinata prima di ogni altra (relazione $\Rightarrow$)
   - Il processo P_i ha nella sua coda delle richieste un messaggio da ogni altro processo con Timestamp superiore a T_m

4) Il rilascio avviene rimuovendo il messaggio dalla propria coda e inviando un messaggio di rilascio con il proprio timestamp ad ogni processo

5) Un processo P_j riceve la richiesta di rilascio e rimuove il messaggio di richiesta dalla propria coda

L'algoritmo è un algoritmo con *nessuna centralizzazione*
un algoritmo ***completamente distribuito***

Numero di messaggi 3 * (N-1)
per ogni azione sulla sezione critica

ALTRO PROTOCOLLO

Con un ***Numero di messaggi*** 2 * (N-1)
per ogni azione sulla sezione critica

1) Il processo P_i manda il messaggio di richiesta ad ogni altro processo per accedere alla risorsa

2) Alla ricezione del messaggio T_m:P_i il processo P_j invia
   - un reply immediato se non necessita la risorsa o il richiedente ha priorità superiore alla sua
   - un reply ritardato se sta usando la risorsa

Ci sono quindi N-1 messaggi dal richiedente ed N-1 da tutti gli altri

L'algoritmo è ***completamente distribuito***
libero da deadlock a da starvation

PROBLEMI
- tolleranza ai guasti
- necessità di conoscenza reciproca

Token passing

Token che circola tra i processi membri
Solo chi ha il token può entrare nella sezione critica

Architettura logica
Anello logico **(Ring)**

Ring logico

Ogni processo è organizzato con un precedente ed un successivo

Chi riceve il token,
- verifica che sia diretto a lui e
- (dopo un eventuale uso del token stesso)
- si prepara ad indirizzarlo al successivo

Un solo processo accede alla risorsa
non è possibile starvation,
se il ring viene percorso in un verso solo

Numero di messaggi N-1
per il passaggio del token

Se ogni processo può tenere il token solo per un intervallo limitato (si fissa il massimo), il ricevimento del token avviene entro un tempo predefinibile
dipendente solo da N

GUASTI (FAULT)

Un guasto può fare perdere il token
==> si vuole evitare la situazione senza token
o con più di un token circolante

PROTOCOLLO DI ELEZIONE (Lelann)
Ogni nodo ha un **timer**, con un tempo di attivazione che dipende dal numero dei nodi (N) e dal tempo di permanenza massimo del token per nodo
Il **timer** viene attivato quando il token è inviato al vicino

- Al risveglio, il processo P crea un token di elezione (**ET**) con il nome del processo ed entra in stato di elezione
- se P riceve il normale **token** prima che l'ET generato sia tornato, la elezione era inutile ed è terminata (ET distrutto al ritorno)
- se ogni altro processo riceve un ET, lo registra in una lista di elezioni, insieme con l'identità del processo che l'ha generato e lo passa nel ring
  Se ha già generato un token ET, verifica la priorità statica assunta e assente o meno
- se P riceve il suo ET ancora in fase di elezione, lo rimuove e verifica la lista di registrazione.
  Si sceglie di generare il nuovo token, se il nodo P è il nodo di indice minimo nella lista di registrazione

Anche il massimo del tempo di **rigenerazione** del token può essere calcolato
Naturalmente, si devono anche controllare i vicini, per non incorrere in blocchi

ALTRI PROTOCOLLI DI ELEZIONE

Sono necessari protocolli di elezione ogni volta che si deve trovare un accordo tra un insieme di partecipanti

in caso di fault e di recovery in un gruppo

Algoritmo BULLY

supponiamo che esista un ordinamento statico tra i partecipanti

Ogni partecipante P_i che rilevi la necessità di fare una elezione (evento locale a ciascuno) o in recovery

messaggi elezione ***Election***
risposta ***Answer*** annuncio ***IAmCoordinator***

1) invia un messaggio di elezione ai processi più prioritari

1bis) in caso di messaggio di **elezione**, si risponde e si fa partire una nuova elezione

2) dopo un certo **tempo**,
se riceve ***Answer*** aspetta messaggi di coordinamento superiori
se non arriva **nessun** messaggio da quelli prioritari, diventa il coordinatore (messaggio ***IAmCoordinator***)

3) invio del messaggio ***IAmCoordinator*** ai nodi di priorità inferiore

Sequencer

Il token può anche portare un distributore di indicatori di ordinamento (**ticket**)
I ticket rappresentano un modo di ordinare globalmente tutti gli eventi nel sistema

ticket (S)

ritorna la chiamante un valore intero, e poi incrementa il sequenziatore

Spesso usato con EVENTCOUNT

Oggetto astratto per garantire l'ordinamento direttamente ai processi, senza passare attraverso la mutua esclusione

==> tiene conto degli eventi rilevanti nel sistema

primitive

advance (E)

aumenta il valore dell'oggetto E
il processo che ha fatto la advance diventa il segnalante

read (E)

riporta il valore dell'oggetto E

await (E, v)

sospende il processo che la esegue finché il valore di E raggiunge v

Le primitive possono avvenire insieme: una advance può avvenire insieme con read ==>
Le read possono riportare il valore precedente o successivo
NON si usa mutua esclusione

Valutazioni

Criteri di valutazione di uno
strumento di sincronizzazione

fairness e convergenza
non si deve produrre nessuna forma di starvation ed i processi devono avere gli stessi diritti
comportamento deterministico
la sincronizzazione deve essere sempre garantita (non probabilistica)
resiliency
capacità di sopravvivenza ai guasti (in numero) e di recovery da errori
dinamicità
possibilità di inserimento di nuovi nodi e di variazioni
tempo di risposta e **throughput**
traendo vantaggio dalla distribuzione
overhead
costo limitato, in comunicazione, processing e memoria
connettività
ipotesi di località nella connessione dei nodi e dei processi
comprensibilità e **facilità di uso**
facili prove di correttezza e di uso anche da parte di utenti inesperti

Soprattutto
*come si garantisce la **robustezza delle realizzazioni***
*a fronte di **guasti differenziati***

Sistemi ad oggetti

Un insieme di **oggetti che interagiscono** per fornire per **più** di una **applicazione**

eterogeneità
oggetti una risposta alla diversità di piattaforme, di sistemi operativi, etc.
information hiding

autonomia
oggetti una risposta alla diversità di realizzazione di servizi ed alla raggiungibilità di servizi diversi
interfaccia determinata

apertura
oggetti una risposta alle variazioni di comportamenti
dinamicità

Progetti per la gestione di
Sistemi distribuiti aperti

Al momento sono disponibili modi molto diversi per operare a diversi livelli

OLE /COM	**Microsoft**
OpenDoc	**IBM** DSOM, **Apple** Event
DOE	**SUN**
DOMF	**HP**
ORBIX	**IONA**

Ogni proprietario vuole il 'proprio' meccanismo

Sistemi ad oggetti APERTI

La possibilità di realizzare relazioni
cliente/servitore nel distribuito
attraverso metodologie Object-Oriented

Obiettivo

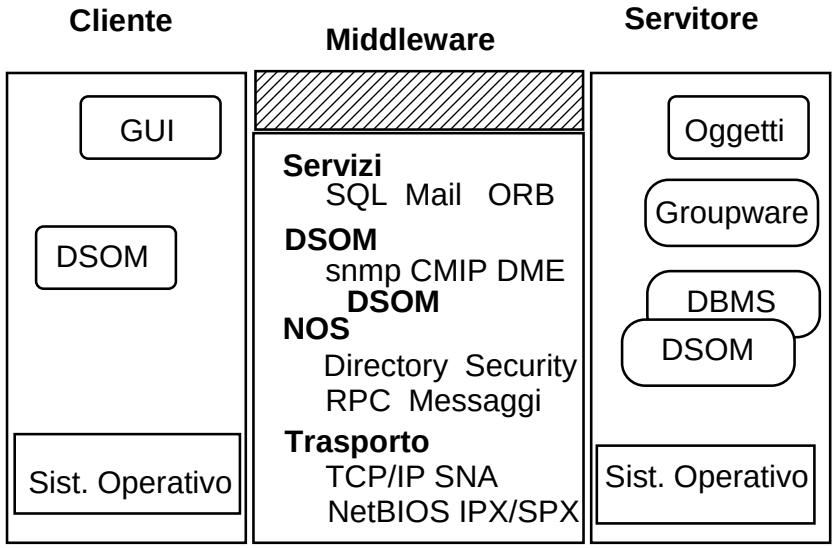
> ***tutte le risorse*** *(oggetti o meno) devono essere a disposizione di tutti gli utilizzatori,* ***comunque*** *siano stati specificate e* ***da chiunque*** *siano rese disponibili*

PROGETTI in questa direzione
Open Software Foundation ==>
Distributed **C**omputing **E**nvironment
RPC
ANSA
Ansaware - Ambiente distribuito e standard
BBN
CHRONUS - Ambiente di servizi
con ereditarietà
CORBA
ampio standard in fase di accettazione

Possibile infrastruttura

per la interazione tra ambienti diversi

approccio a middleware



per la interazione tra **sistemi ad oggetti diversi**
approccio ad-hoc
molti metodi diversi

- wrapper
- protocollo comune
- funzioni di conversione custom
- conversione in formato generico

Si vorrebbero approcci **trasparenti** e **completi**
MIDDLEWARE **inteso come ambiente di supporto per la integrazione di servizi eterogenei**

OSF DME

DISTRIBUTED MANAGEMENT ENVIROMENT

Open Software Foundation
per ovviare alla mancanza di
consistenza
scalabilità
interoperabilità
stabilisce un comitato per l'ambiente di programmazione

- Protocolli di **management**
  snmp, CMIP, RPC di DCE

- Livello di **servizi di oggetti**
  registrazione di oggetti e allocazione
  altri servizi custom

- Servizi **applicativi**
  installazione, management, stampe, etc.

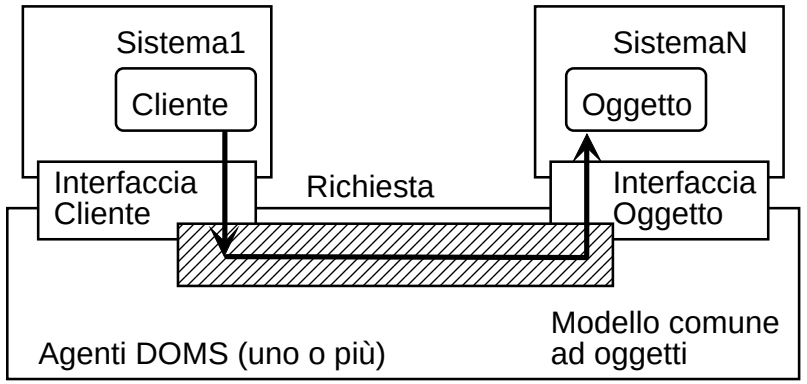
- Protocolli di **interfaccia utente**
  interfacce grafiche

Implementazione iniziata nel 1990

Distributed Object management system

insieme di **nodi clienti** e **nodi servitori**
risorse comuni al sistema distribuito completo
Uso di manager di **oggetti distribuiti**
che rendono i servizi attraverso l'interfaccia
I servitori forniscono gli oggetti per il servizio

Almeno:
- **implementazione** degli oggetti
- **interfacce** degli oggetti per i **clienti**
- strumenti di **scambio messaggi**
- **interfacce** degli oggetti
- **risorse distribuite** di calcolo



STANDARD

SISTEMI APERTI AD OGGETTI

modelli ad **oggetti diversi** con
possibilità di **interazione reciproca**

- definizione di una **interfaccia** per oggetto
- definizione della **interazione** tra sistemi diversi
- **bus ad oggetti** per integrazione

OMG-CORBA

Object **M**anagement **G**roup

creato nel 1989 con **440 aziende**
Microsoft, Digital, HP, NCR, SUN, OSF, *etc.*

con l'obiettivo di creare un **sistema** di **gestione** di una **architettura distribuita**

CORBA STANDARD

Common **O**bject **R**equest **B**roker **A**rchitecture
v1 ==> 1991, v2 ==> 1992

Orbix SunOS Solaris, Iris, Windows NT, HP/UX, AIX, OSF/1, UnixWare

DSOM IBM

conflitto

possibili concorrenti

- **COM (Common Object Model)**
  proposto da **Digital**, **Microsoft**
- **Distributed Bus**
  proposto da **Novell**

COM (Digital, Microsoft)

uso di **OLE**
ma in generale **non** di un **modello ad oggetti**

CARATTERISTICHE
- non presenta il concetto di oggetto per incapsulare le proprietà (gli oggetti DCOM non hanno stato)
- non ereditarietà tra specifiche
- IDL non compliant né con CORBA né con DCE (Distributed Computing Environment)
- no identificatori unici per gli oggetti
- uso di eventi per comandare le azioni
- necessità di definire le interconnessioni tra oggetti con **delegazione**, **aggregazione**, **composizione**

ci si avvia al superamento dei limiti attraverso

OLE integration

ENTITÀ

da mettere in relazione

cliente e ***implementazione*** di un ***oggetto*** *per il* ***servizio***

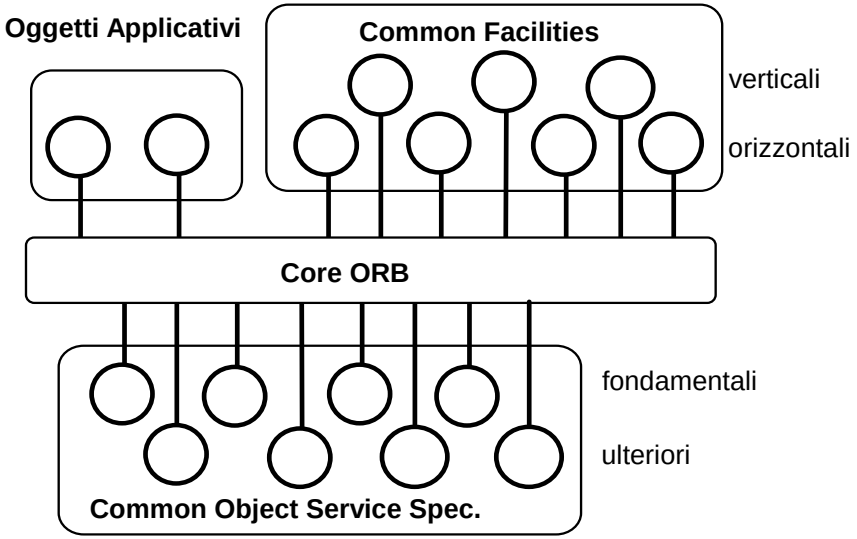
oggetto
entità che fornisce servizi
richiesta
meccanismo per manifestare esigenza di un servizio
tipo
entità per la classificazione degli oggetti
interfaccia
descrizione delle operazioni possibili per un insieme di oggetti
operazione
entità con nome che può essere richiesta ad un oggetto

in un contesto comune (CORBA)
Common **O**bject **R**equest **B**roker **A**rchitecture
Il cuore è il gestore dei nomi (**broker**) che consente i collegamenti
in modo **statico e dinamico**

Object **R**equest **B**roker (**ORB**)
controllo **allocazione** e **visibilità** di oggetti
controllo dei **metodi** e della **comunicazione**

Struttura ORBA

ORB come **bus di interconnessione** per **servizi diversi cliente/servitore espressi da ambienti diversi**



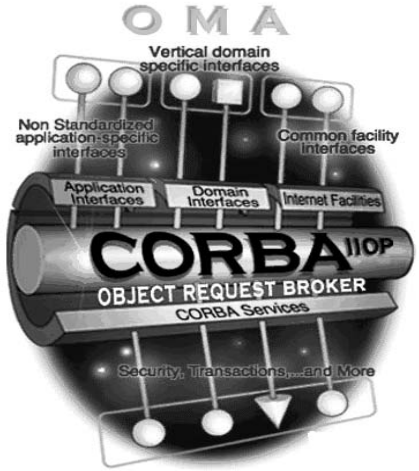
ORB come parte di un ambiente che fornisce anche servizi e facility di supporto

Ogni componente di applicazione può legarsi agli altri, anche non noti, usando il servizio di uno o più ORB (anche non noti a priori)

Sulla via della standardizzazione

si deve standardizzare l'intero ambiente di interconnessione pensando alle specifiche e a come si possono realizzare

Object Management Architecture OMA



CORBA come tecnologia abilitante perchè fornisce una infrastruttura di integrazione

COMMON OBJECT SERVICE SPECIFICATION COSS

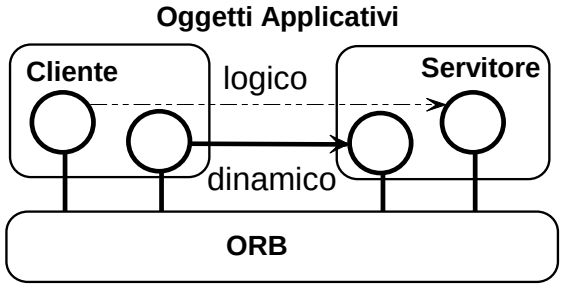
1) operazioni fondamentali per oggetti
naming, tempo di vita, eventi, persistenza
2) operazioni ulteriori (o **servizi**)
relazionali, verso esterno
transazioni, controllo concorrenza

COMMON FACILITIES CF

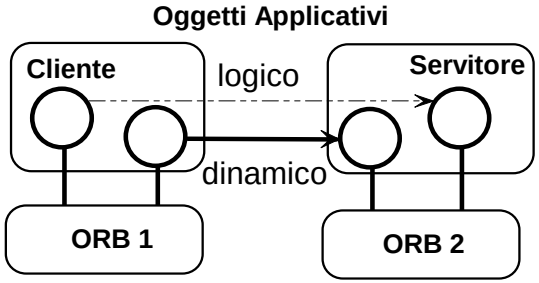
1) facility orizzontali
Interfaccia utente,
Management Sistema, Informazioni, Task
1) facility verticali
oggetti speciali dedicati

CORBA

Con lo standard anche interoperabilità per il flusso di informazioni tra ambienti eterogenei (uno stesso ORB)



Naturalmente si vogliono anche considerare le possibilità di coordinamento di ORB diversi



Definizione (dalla versione 2) di **Protocolli InterORB**
protocollo per interoperabilità ORB-to-ORB
General **I**nter-**O**RB **P**rotocol (**GIOP**)

Internet **I**nter-**O**RB **P**rotocol (**IIOP**)
interoperabilità per la rete Internet su TCP/I

CORBA

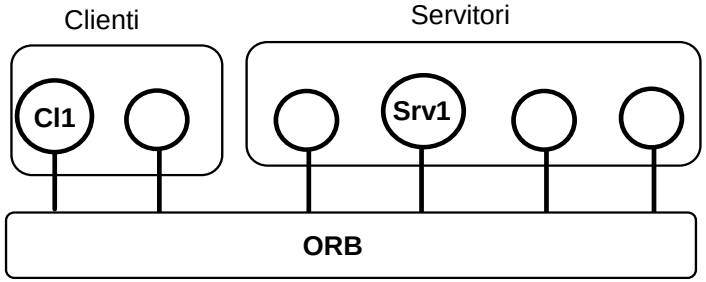
I componenti di CORBA sono

- ***Object Request Broker*** (**ORB**)
- ***Interface DefinitionLanguage*** (**IDL**)
- ***Basic Object Adapter*** (**BOA e seguito POA**)
- ***Static Invocation Interface*** (**SII**)
- ***Dynamic Invocation Interface*** (**DII e**
- ***Dynamic Skeleton Interface*** **DSI**)
- ***Object Repository*** (**OR**)

Object Request Broker (ORB) deve
coordinare la invocazione di servizi locali e remoti

- individuare l'implementazione di un **oggetto** che faccia da servitore ad una richiesta (*object location*)
- preparare il **servitore** a ricevere la richiesta (*object creation, activation & management*)
- trasferire la richiesta dal cliente al servitore
- restituire la risposta al cliente

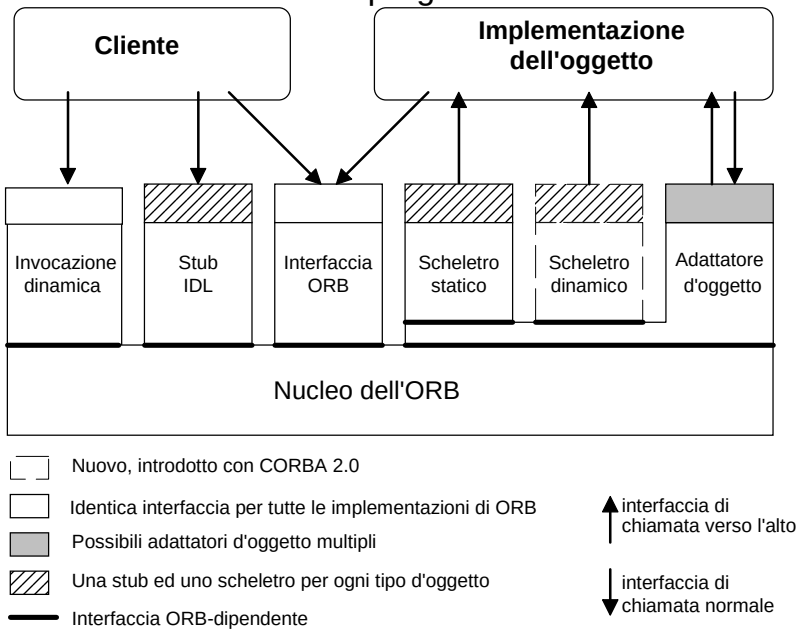
Oggetti Applicativi



CORBA

CORBA (Common Object Request Broker Architecture)
standard per garantire interoperabilità e portabilità
di sistemi object-oriented nel distribuito

Interfaccia di programmi a ORB



Accesso agli oggetti attraverso l'**adattatore** per filtrare e adattare modi di richiesta diversi

CORBA **I**nterface **D**efinition **L**anguage
Aggancio con un linguaggio di specifica della interfaccia che consente **binding statico** e **dinamico**
Realizzazione del mapping su linguaggi diversi con proprietà diverse

Binding

Conoscenza del cliente e del servitore della interfaccia
sia **statica**, sia **dinamica** con costi diversi

Binding statico ***basso costo***
il cliente e il server conoscono la interfaccia IDL
uso di stub statici opportuni e di livello di RPC
le decisioni di legame sono durante la esecuzione (!)

Binding dinamico ***elevato costo***
il cliente e il server non si basano sull'IDL
Ogni richiesta viene passata all'ORB
il messaggio viene passato dall'**ORB** all'**adattatore** dell'oggetto
Modalità **sincrone** ed **asincrone** di richiesta

Il binding dinamico è possibile tramite il **servizio** di **naming** detto **object repository**
per ogni richiesta, il cliente trova le **interfacce** per soddisfarla e può rivolgersi in modo dinamico all'ORB per ritrovare diverse **implementazioni** del servizio

Object repository può contenere
informazioni addizionali, per **debugging**, **facility**, etc.

Le possibilità di adeguarsi dipendono dai servizi e dai metodi che si vogliono fornire

INTERFACE DEFINITION LANGUAGE (IDL)

CORBA Interface **D**efinition **L**anguage
Aggancio con un linguaggio di specifica della interfaccia che consente **binding statico** e **dinamico**
Realizzazione del mapping su linguaggi diversi con proprietà diverse

CORBA IDL

è un linguaggio **object-oriented** (***derivato dal C++***)
- ***interfacce*** come insiemi di *metodi* ed *attributi*
- distinzione tra *definizione* e *implementazione*
- *ereditarietà multipla* delle interfacce
- definizione *eccezioni*
- gestione automatica degli *attributi*
- *mappaggi* per linguaggi diversi ed ambienti diversi

Static Invocation Interface (SII)

Nel caso di binding statico
Il compilatore può ottenere automaticamente ***stub*** **per clienti/servitori** anche usando linguaggi diversi
Gli stub sono preparati in ogni ambiente e sono legati in modo opportuno ai progammi clienti o servitori

Al momento della esecuzione, l'ORB dirige la chiamata dal **cliente** (via lo stub) al **server** (via lo stub)

Se anche il server non fosse attivo
entra in gioco, l'adattatore dell'oggetto
che si occupa della attivazione e di fornire
altre funzioni accessorie mancanti

Object Adapter (OA)

provvede a funzioni mancanti ad oggetti associati

- **aiutare nel mapping**
- **attivare gli oggetti**
- **realizzare persistenza**

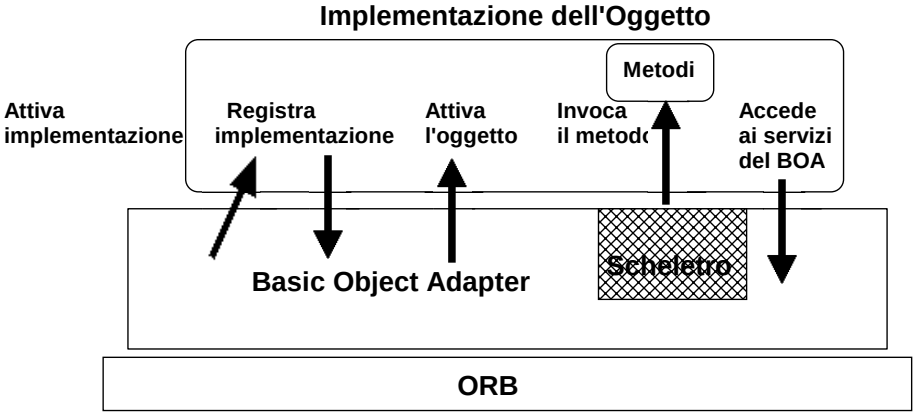
Possono esserci più adattatori
Basic Object Adapter (BOA)
Object-Oriented Database Adapter (OODA)
Portable Object Adapter (POA)

Basic Object Adapter (BOA)

Interfaccia usata per accedere alle funzionalità di ORB
Esporta operazioni per:

- creare i riferimenti agli oggetti
- registrare e attivare le implementazioni degli oggetti
- autenticare le richieste

L'oggetto deve registrarsi per potere essere attivato dall'ORB



Mmolti adattatori diversi secondo specifiche necessità
POA molto usati

INVOCATION INTERFACE

Static Invocation Interface (SII)

Il compilatore e gli strumenti risolvono prima della esecuzione le chiamate
Tutte le invocazioni sono controllate in anticipo e sicure
nessun controllo dinamico
azioni sincrone solamente

Dynamic Invocation Interface (DII)

permette di inviare le richieste anche non previste prima della esecuzione
cioè senza riferire interfacce note prima della esecuzione
nessuna generazione di stub

comportamento DINAMICO

- il cliente ottiene a run-time dall'object repository una struttura che permette di descrivere l'interfaccia dell'oggetto

Uso di API per la invocazione dinamica

```
interface Request {                                  // Pseudo IDL
      Status add_arg (  // argomento
            in Identifier     name,          // nome
            in TypeCode       arg_type,      // tipo
            in void           *value,        // valore
            in long           len,           // lunghezza
            in Flag           arg_flag       // flag
                  );
      Status invoke ( in Flags invoke_flags // flag invocazione);
      Status delete ();
      Status send (  in Flags invoke_flags  // flag  invocazione);
      Status get_response ( in Flags  response_flags
            // flag risposta);
}
```

Invocazione Dinamica

prevista sia per il cliente, sia per il servitore

Il **cliente** riempie la propria richiesta **dinamicamente** senza essere legato *da uno stub* ad una **interfaccia statica**

Poi richiede al repository di trovare
- l'interfaccia più adatta alle proprie esigenze
- l'oggetto servitore che possa fornire il servizio trovato

Il **server** può dichiarare di fornire un servizio per cui non ha generato una interfaccia e con decisione dinamica senza essere legato *da uno stub* ad una **interfaccia statica**

La **modalità dinamica** permette modi più ampi di richiesta
- **sincrona**
- **sincrona non bloccante**
- **asincrona**

DII (**Dynamic Invocation Interface**) e
DSI (**Dynamic Skeleton Interface**)
sono ovviamente molto meno
sicuri e efficienti
della controparte statica

Necessità di identificatori tra ambienti diversi
CORBA 1.2 non sono previsti nomi unici
CORBA 2 supporto per nomi unici

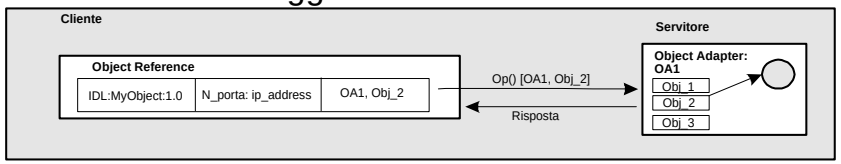
Object Reference

Nomi ***non unici*** associati ad un servizio
ObjectRef possono essere passate da un ambiente ad un altro ed essere utilizzate dovunque
Un objectRef può essere passato da un ambiente ad un altro e riferire lo stesso oggetto
La conoscenza si amplia attraverso le invocazioni e si mantengono **ObjectReference** agli oggetti non locali

Sistema di nomi che trasla in nomi esterni
Un **ObjectRef** al passaggio viene convertito in un proxy nell'ambiente del ricevente per potere essere utilizzato

Object Reference

inserita come proxy dell'oggetto interessato una volta che l'oggetto servitore sia noto



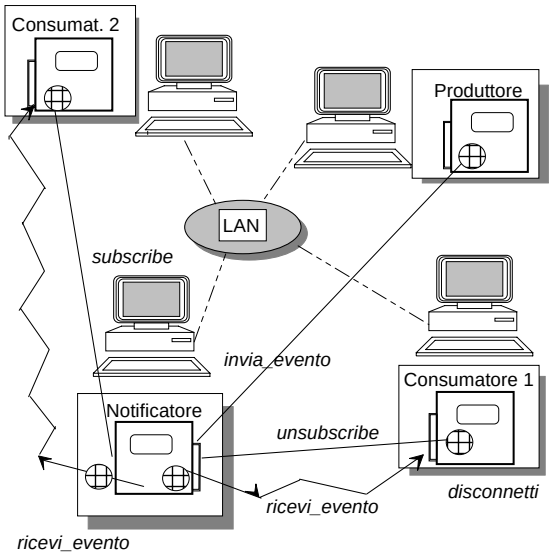
Nel caso si passi un ObjectRef, il supporto e i servizi devono renderlo significativo in altri ambienti
Si rende complicato il garbage collector

In genere, un oggetto registrato ad un ORB, *rimane vivo* e *riferibile* **permanentemente**
IOR Interoperable **ObjRef**
(e se si muove?)

esempio

```
interface Consumatore_Evento
{ oneway void ricevi_evento
      (in Event evento);
// un evento si è verificato
  oneway void disconnetti (in string motivo);
// Disconnetti a causa di <motivo>
// invocata dal Notificatore
};

interface Notificatore_Evento
{ oneway void invia_evento
      (in Event evento);
// manda la notifica a tutti i sottoscrittori
  oneway void subscribe
      (in Consumatore_Evento notifica,
       in string criteriodifiltro) ;
// connessione da parte del consumatore
// per ricevere indicazioni con filtraggio
  oneway void unsubscribe
      (in Consumatore_Evento notifica);
// disconnessione da parte del consumatore
};
```



ObjectReference ottenuta precedentemente

POA: ATTIVAZIONE DI UN SERVER

POA decide politiche di attivazione

Il cliente deve essere legato al server con mediazione del POA

Il server deve essere attivato con politiche di servizio delle **richieste**

il server viene *o lanciato inizialmente*
o lanciato su necessità (e persiste)

☹ costo di attivazione del processo

MODI CONCORRENTI DI ATTIVAZIONE NEL SERVER

attivazione **per ogni richiesta** (**thread_per_request**)

un processo viene creato nell'oggetto per servizio

☹ costo di generazione del processo

attivazione **iniziale di un pool** (**pool di thread**)

ogni oggetto riceve il suo processo da un pool creato inizialmente senza il costo della creazione

☹ problemi in caso di traffico elevato

attivazione **per sessione**

ogni cliente ha un processo dedicato alla interazione

☹ non si bilancia il carico

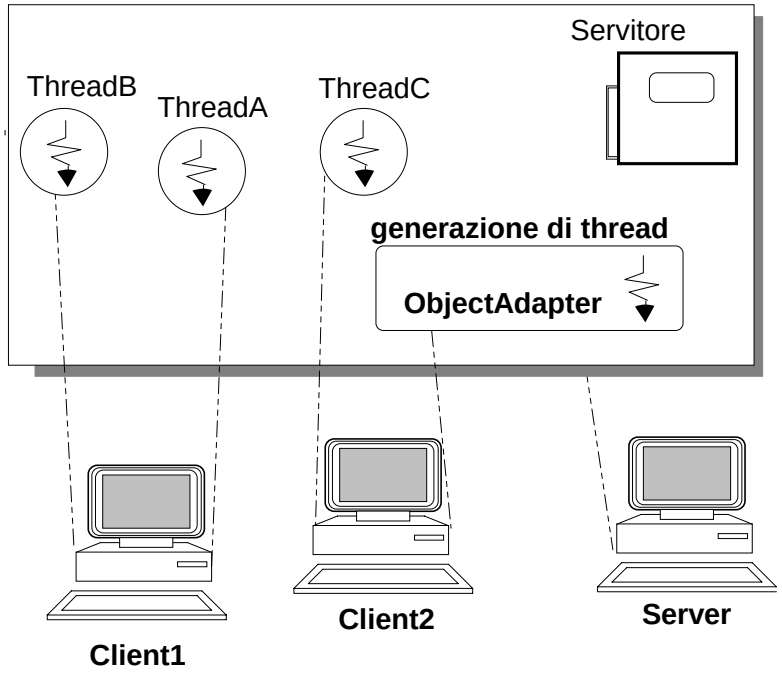
Si pensino anche altre modalità

Ad esempio:

avere una **sola attivazione** (capacità di risposta) possibile per più oggetti server (**shared server**) contemporaneamente

THREAD-PER-REQUEST

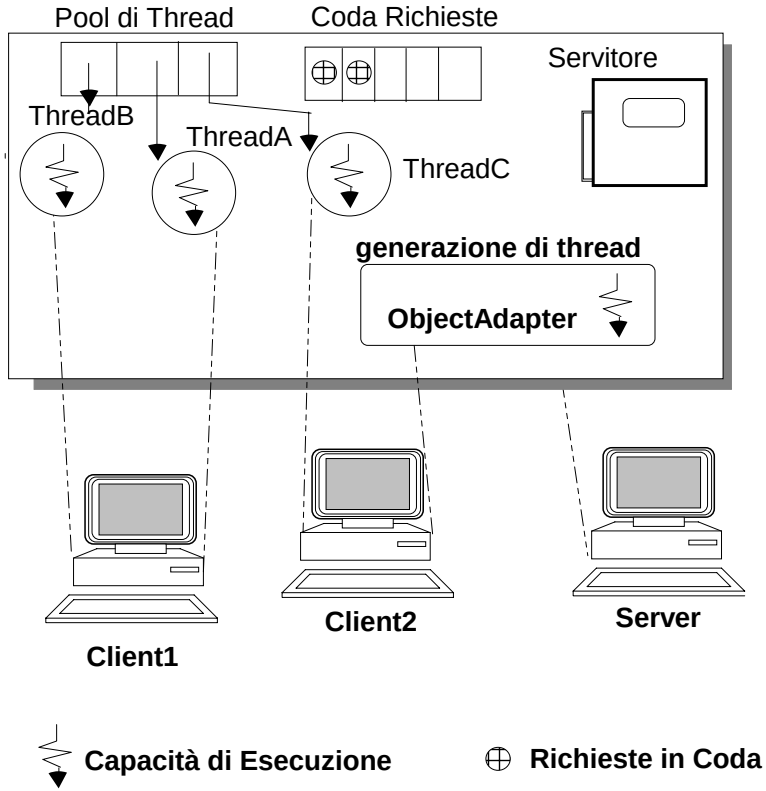
Si genera un thread per ogni richiesta di servizio



Costo della generazione di un processo per ogni richiesta

THREAD-POOL

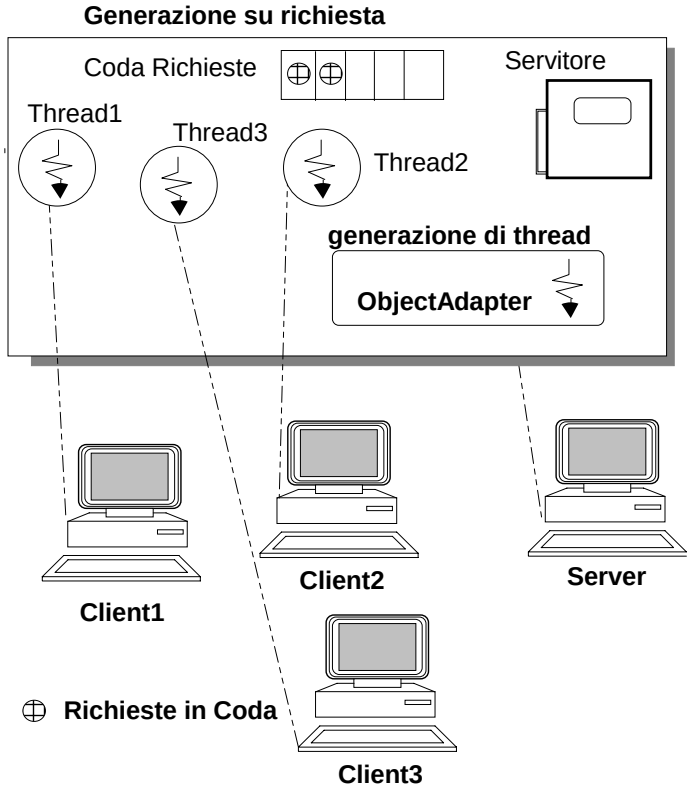
Si genera un pool di thread per le richieste di servizio



In questo caso, è necessario disporre di coda per le richieste e di aggancio alle richieste dei thread esistenti e disponibili
In caso non ci siano task liberi, o si attende o si prevede una ulteriore generazione

THREAD-PER SESSIONE

Si genera un thread per ogni cliente e questo si incarica di rispondere a tutte le richieste di quel cliente
(una sola richiesta per volta per la stessa sessione)



In questo caso, il thread è unico e viene mantenuto per la intera sessione
Si limita il parallelismo per ogni cliente

Repository
di interfacce e implementazioni

Funziona da gestore dei nomi del sistema
informazioni sugli oggetti disponibili

- informazioni di interfaccia
  per invocazioni dinamiche, controlli, ispezioni run-time …
- informazioni di implementazioni per localizzare e attivare gli oggetti

Organizzazione delle tabelle interne tramite il riconoscimento di contenuto (**contained**) e di contenitore (**container**)

Le operazioni elementari sono del tipo:

```
interface Repository: Container   {
        Contained  lookup_id (   // lista
                in       RepositoryId       search_id)
                                        }
interface Contained    {
        struct Description   {  Identifier name; any value; }
        attribute Identifier          name;
        attribute RepositoryId     id;
        attribute RepositoryId     defined_in;
        ContainerSeq within ();
        Description describe ();
                        }
```

Uno stesso ORB può avere accesso a Repository diversi

disponibilità strumenti compliant

Molto ampia ed in crescita

Object Broker	DEC
ORB	HP
DSOM	IBM
Orbix	IONA
(DOM Facility) DOE	Sun
PowerBroker	ExperSoft

CURVA DI APPRENDIMENTO

complessità del modello ad oggetti
per rispondere alla organizzazione di
soluzioni a sistemi complessi
nuovi concetti
nuovi strumenti
nuovi costrutti
In genere è necessario spendere il tutto
su un insieme di progetti
per ottenere un vantaggio consistente

PERFORMANCE

Al momento le realizzazioni possono introdurre overhead
Man mano che gli strumenti si affinano, l'obiettivo di avere soluzioni altrettanto efficienti quanto la codifica a mano diventa sempre più raggiungibile

COMPLETEZZA MIDDLEWARE

si sono aggiunti molti servizi e facility che hanno reso l'ambiente molto completo

CORBA <==> JAVA

- **rappresentano ambiti diversi**
  Java: programming technology + mobile code system;
  CORBA: integration technology…
- **…ma si integrano in maniera ottimale**

Java *implementation transparency*
linguaggio ed ambiente unico per la programmazione su macchine eterogenee
con **applet** aggancio al WEB
con **beans** componenti grafici indipendenti

CORBA *network transparency*
standard per la interconnessione di ambienti diversi per lo scambio di servizi su macchine eterogenee
realizzazione dell'ORB

	Java	**CORBA**
efficienza	unica macchina virtuale	diversi ambienti OO
integrazione	facile	uso dello standard