MANAGEMENT DEI PROCESSI

PROCESSI *entità di esecuzione nel sistema*

Processo sequenziale
come esecuzione sequenziale di azioni sui dati

Le **risorse** usate dal processo sono fornite
o alla creazione del processo
o su richiesta dello stesso

Sono necessari costrutti o primitive
per *definizione dei processi*
creazione/distruzione dei processi
acquisizione/rilascio delle risorse

Meccanismi per i processi
descrittori dei processi
stati dei processi

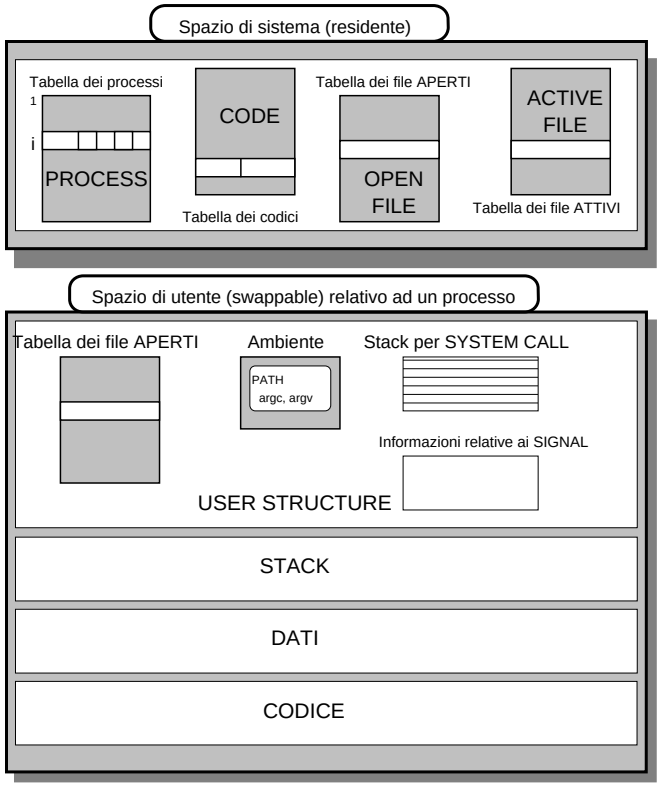
Nel distribuito

Problema fondamentale
Allocazione dei processi ai processori
(statica e dinamica)

modello dei processi

processi pesanti/ processi leggeri

Unix



ad esempio anche, i **thread** o **l**ight**w**eight **p**rocesses

Classificazione dei PROCESSI

processi

statici e dinamici

statici creati all'inizio della applicazione

dinamici creati quando sono necessari

fissi e mobili

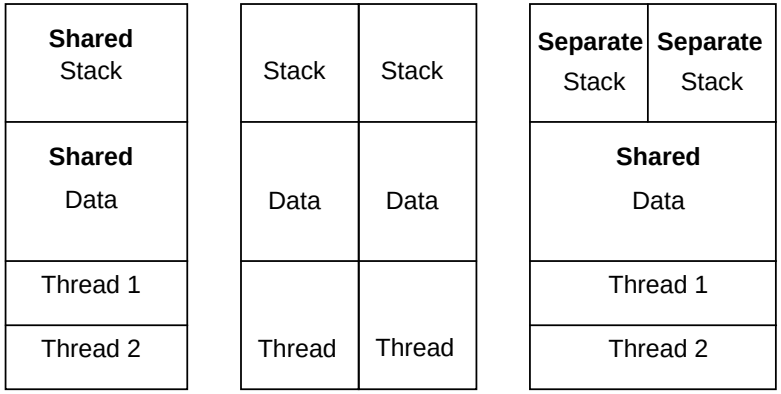
fissi residenti dove sono stati creati

mobili possono essere riallocati

pesanti, medi, leggeri

peso misura della dimensione del processo, delle sue strutture dati e del costo della sua gestione

thread molteplicità di flussi con possibili condivisione



Processi

Processi pesanti:

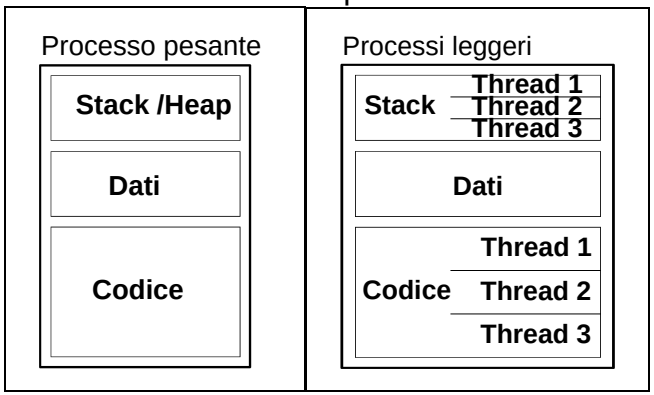
costo elevato dello scheduling

Processi leggeri e medi:

riduzione del costo

più facile condivisione e comunicazione

Condivisione delle risorse tra processi utente

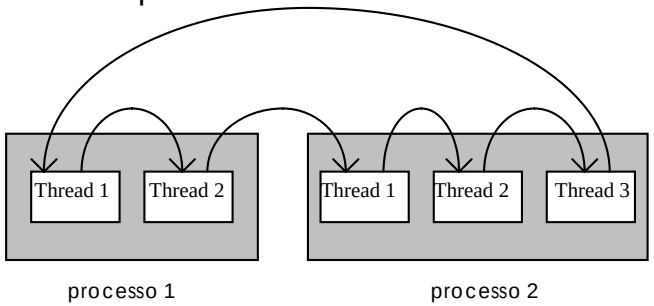


UNIX, Charlotte solo processi pesanti

V-Kernel processi pesanti e medi

Mach processi leggeri

Lo **scheduler** quindi deve tenere conto dei **thread**



In caso di sistemi esistenti

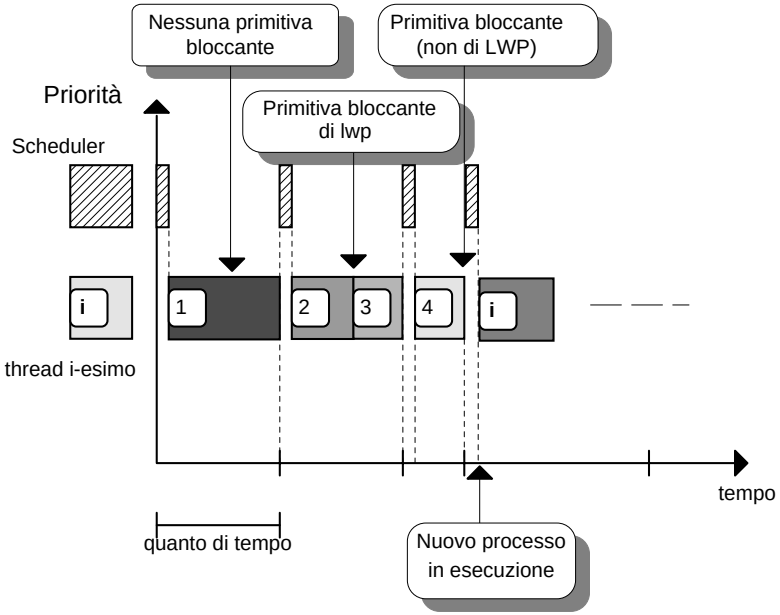
La realizzazione dei processi leggeri senza modifica del kernel

Problema delle **primitive sospensive**

Se un thread esegue una primitiva sospensiva, viene sospeso l'intero processo (anche tutti gli altri thread)

==>

Si introducono soluzioni ad-hoc



Soluzioni

1) Uso di primitive ad-hoc, che non interessano il kernel
2) Uso di primitive non sospensive solamente
   select e **primitive asincrone**
   In un **wrapper** che avvolge la chiamata alla primitiva e garantisce la non sospensione

lwp **L**ight**W**eight **P**rocesses (per SUN BSD)
libreria al disopra del kernel

Gestione dei thread LWP

Inizializzazione

```
int pod_setmaxpri(maxpri)
  int maxpri;
```

Il main è il thread con la massima priorità disponibile e prosegue in concorrenza a thread creati

```
lwp_create(tid,fun,prio,flag,stack,
                    nargs,arg1,.,argn)
   thread_t *tid;
   void (*fun)();   /* codice */
   int      prio; /* priorità thread */
   int      flag;
   stkalign *stack;
   int      nargs;
   int      arg1,...,argn;
```

scheduling dei thread
Un **thread** esegue come dispatcher degli altri
e realizza una **politica di scheduling**

***round-robin*:**

```
      while(1)
    { lwp_sleep(TIME_SLICE);
      lwp_resched(PRIORITA);
    }
```

anche altri schemi
  un thread generato per ogni richiesta ed un **dispatcher implicito**
  a **pipeline**

I package devono fornire anche
strumenti di sincronizzazione tra **thread**

ad esempio
  semafori di mutua esclusione
  variabili condizione
  sospensioni temporizzate

DCE Distributed **C**omputing **E**nvironment

definito a livello di Open System Foundation
OSF

package standard per fornire i thread
disponibile in System V

Funzioni di:
- creazione/distruzione di thread
- creazione di template per i thread
- gestione dei costrutti di mutua esclusione
- gestione delle variabili condizione
- creazione e gestione di variabili condivise dai thread
- gestione delle autorizzazioni

- altri servizi: autenticazione, gestione risorse

Non sono necessarie funzioni di **kernel** ad-hoc
per le **primitive**

Il sistema DCE rappresenta un accordo tra
  realtà di mercato proprietario diverso e
  standard accademici accettati

RPC integrate con i processi leggeri: ogni operazione viene eseguita in un **thread** generato

Soluzioni in kernel vs. applicative

User-level
kernel level

☺ efficienza rispetto a processi pesanti

gestioni nel kernel: kernel-level thread (Mach, V)

☺ integrazione degli strumenti nel kernel

☹ meno efficienti di realizzazioni a livello applicativo
politiche general-purpose

gestioni applicative: User-level thread

☺ possibilità di variare le politiche secondo necessità

☹ meno efficienti di realizzazioni ad hoc
interferenza con le politiche di kernel

gestioni miste: FastThread

☺ possibilità di integrare le politiche secondo necessità e di ottenere i vantaggi di entrambe

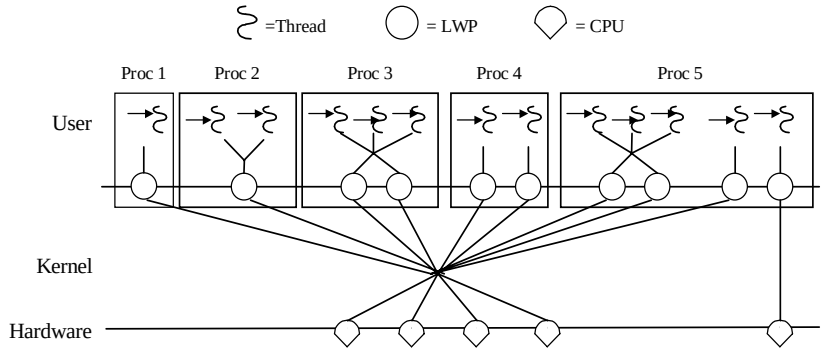
Supporto a thread a due livelli

Si comincia ad affermare l'idea di avere gestioni a due livelli dei thread
thread a **livello di applicazione**
thread a **livello di kernel**

L'utente deve specificare anche come le cose possono essere messe insieme

Solaris
Gli utenti definiscono i *processi applicativi*
Sono tenuti a definire per ciascun processo pesante
- i ***thread*** logici che li compongono
- gli ***lwp*** processori virtuali che richiedono

ed i legami con i processori disponibili

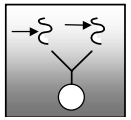


Lo schema consente di legare i thread applicativi in modi molto differenziati ai processori in esecuzione

Scheduling delle attività

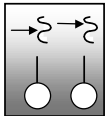
SunOS 5.x prevede molti possibili modelli di esecuzione

1) molti a uno



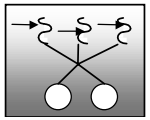
Più Thread utente schedulati su un unico LWP
primitive bloccanti -> blocco di tutto il processo
scheduling a livello utente
(HP-UX e DCE)

2) uno a uno



Un Thread utente per ogni LWP
primitive bloccanti -> blocco del thread
scheduling a livello kernel
IBM AIX, Microsoft Windows NT, IBM OS/2, LINUX

3) molti a molti

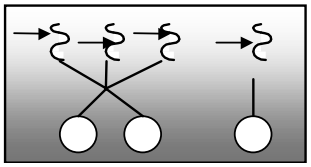


diversi Thread utente per ogni LWP
primitive bloccanti -> nessun blocco del thread
DEC Unix, Silicon Graphics IRIX

Scheduling con modello a due livelli

SUNOS 5.x

Solaris 2.x



scheduling a due livelli
con eventuale binding di un **thread** ad un **LWP**

Esigenze di **real-time**
in caso di **multiprocessore**

Particolarmente studiato per ottenere il numero di lWP necessari alla migliore esecuzione

> *In caso che non ce ne siano disponibili, possono essere creati automaticamente su necessità*
> *se ci sono thread da eseguire*
> `thr_setconcurrency()`

Primitive di thread

API molto differenziate e poco portabili
non sono compatibili POSIX
che propone primitiva simili, ma diverse
(anche perdiverse versioni)

I thread hanno anche memoria comune tra loro o privata visibile a gruppi
oltre ai mutex, lock, condizioni, etc.

API thread

```
int thr_create (void *stack_base,
                size_t stack_size,
                void *(*start_routine) (void *),
                void *arg,long flags,
                thread_t *new_thread);
void thr_exit (void *status);
int thr_join (thread_t wait_for,
              thread_t *departed,
              void **status);
void thr_yield (void);
int thr_suspend (thread_t target_thread);
int thr_continue (thread_t target_thread);

int thr_keycreate (thread_key_t *keyp,
           void (*destructor) (void *value));
int thr_setspecific (thread_key_t key,
                     void *value);
int thr_getspecific (thread_key_t key,
                     void **valuep);

int thr_getconcurrency (void);
int thr_setconcurrency (int new_level);

int thr_getprio (thread_t target_th,int *pri);
int thr_setprio (thread_t target_th, int pri);
int mutex_init (mutex_t *mp, int type,
            void *arg);
int mutex_lock/mutex_unlock/mutex_trylock/
mutex_destroy (mutex_t *mp);

int cond_init, cond_wait, cond_signal,
    cond_broadcast , cond_timedwait
int sema_init, sema_wait, sema_trywait
etc.
```


Gruppi di Processi

Insieme di Processi che sono visti come una unica entità astratta per alcune azioni

Ad esempio: modello multi-server a multicast

Semantica di Gruppo

- un gruppo deve essere dinamico
- un processo può appartenere a più gruppi
- un gruppo deve essere riconosciuto in termini di comunicazione

Realizzazione attraverso il broadcast

Gruppi chiusi

solo i componenti possono inviare al gruppo

Gruppi aperti

la astrazione di gruppo è visibile ad ogni altra entità

Gruppi chiusi

per la realizzazione del parallelismo

Gruppi aperti

per la realizzazione di cliente/servitori multipli

Gruppi di Processi

Struttura ed organizzazione dei gruppi

Processi pari
tutti i processi sono pari

Processi gerarchici
presenza di un coordinatore e di coordinati

Appartenenza ad un gruppo

Un processo gestore
Esiste un processo che consente di entrare a fare parte di un gruppo e di lasciare il gruppo

Realizzazione Distribuita
tutti i processi mantengono la lista di appartenenza
Identificazione dei guasti distribuita

ISIS
con le primitive di broadcast rappresenta lo stato dell'arte a livello di comunicazione di gruppo

FBCast	**(FIFO Bx)**
CBCast	**(Causal Bx)**
ABCast	**(Atomic Bx)**
GBCast	**(Group Bx)**

Scheduling dei Processi

Scheduler
allocazione dei processi al processore
Dispatcher
assegnamento del processore ad un processo

Lo scheduling è la parte che può essere distribuita
politica locale
politica globale

Scheduling Locale

Charlotte	round-robin
V-kernel	priorità
Accent	16 livelli di priorità variabile e time-slice

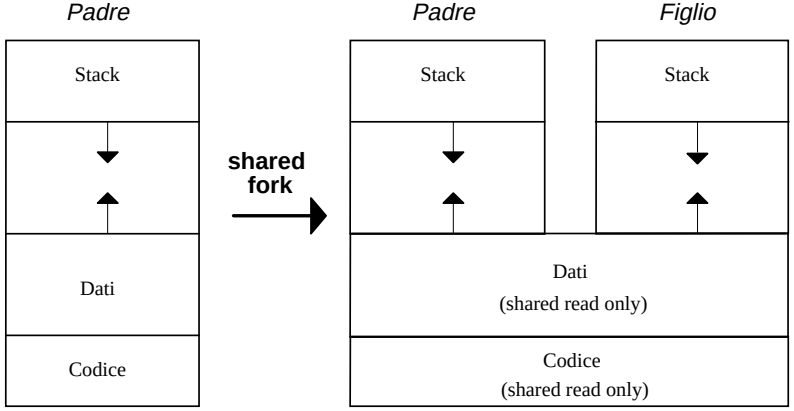
Necessità di *Scheduling Globale*
operazioni remote sui processi
meccanismi
gestione risorse remote
politiche

LOAD SHARING
utilizzo delle risorse in modo che nessun processore sia idle
LOAD BALANCING
bilanciare l'uso delle risorse per ottenere un carico equilibrato

Operazioni remote sui processi

creazione remota / terminazione remota
esecuzione remota

in SPRITE **fork remota**
e condivisione variabili



Gestione delle **risorse** del processo
file aperti
risorse di comunicazione

Necessità di gestori per realizzare
la **trasparenza** del servizio
gestori *distinguono i servizi* ***locali*** *e servizi* ***remoti*** *fornendo una unica interfaccia all'utilizzatore*

Terminazione
uso di primitive di abort
distruzione dei costrutti per il processo (porte)

Esecuzione remota

possibilità di attivare un processo su un nodo diverso e di interagire
disponibile ai diversi livelli del sistema

In **V-kernel**: un comando usa altre workstation libere da carico locale

A livello utente, trasparenza meno
V-Kernel
<programma><args> @ <nomehost>
<programma><args> @ *
selezione esplicita od implicita dell'host

Eterogeneità
- non esiste uno spazio globale dei nomi per le entità da riferire
- esistono diverse convenzioni per definire i servizi e gli attributi (sintassi dei comandi, etc.)
- è necessaria una traslazione delle informazioni da uno spazio ad un altro

Requisiti
- necessità di propagare informazioni di stato dei processori
- non-interferenza con l'uso locale
- basso overhead della esecuzione remota

IMPLEMENTAZIONE

Distinguiamo **servitori** di calcolo e **clienti**
GESTORI con un servizio di **registrazione**

- i servitori si registrano come fornitori del servizio
- i clienti accedono alle informazioni

Due fasi:

Inizializzazione

La richiesta per la creazione di un nuovo processo segue i normali meccanismi
Si interessa un gestore remoto, anziché locale
Richiesta in **broadcast a più gestori**
Un gestore richiede al kernel la creazione e inizializzazione

Esecuzione

Non c'è differenza rispetto al caso locale:

- spazio inizializzato allo stesso modo
- ogni riferimento è indipendente dalla località
- kernel e gestori sono omogenei in locale o remoto

GESTIONE RISORSE

definizione di ***risorsa***
ogni componente riusabile o meno, sia hardware, sia software necessario alla applicazione o al sistema

Classificazione

- **risorse** basate sulla **astrazione**
  specifica (interfaccia visibile) e **implementazione**
- **risorse fisiche** **vs.** **risorse logiche**
  tutte distribuite
- **risorse di basso livello** **vs.** **risorse applicative**

Gestione organizzata in fasi (***statica e dinamica***)

- **pianificazione** della organizzazione e identificazione
  allocazione
  disponibilità
  costo
- **controllo** delle risorse (loro uso)
  controllo di accesso
  ottimizzazione
  autenticazione
  controllo di correttezza operazioni ed eccezioni

Realizzazioni

concentrate e **distribuite**
accuratezza delle informazioni

Criteri di performance

Delay ritardo nel produrre il servizio

service time
durata media di un servizio
waiting time
tempo di attesa per un servizio
response time
tempo di risposta per il completamento di un servizio

Tutti gli indicatori di tempo sono anche indicatori del carico del processore

throughput
servizi nell'unità di tempo (di osservazione)
a diversi livelli

Si possono introdurre anche altri criteri
legati alla gestione economica della risorsa
costo
tenere conto dei costi aggiuntivi di sistema conseguenti
ad una azione di sistema
minima intrusione =>
limitare l'overhead del supporto

Descrizione delle risorse

attributi di una **risorsa**
classe della risorsa
nome della risorsa
altri attributi correlati
esecuzione vincolata su una determinata macchina

con **fattori**
qualità del servizio
tempo di allocazione
costo
tempo di ritardo in comunicazione

gestione risorse
uso di servitore (complesso) v*s. solo dati*
composte v*s. multilivello*
mobili v*s. immobili*
in caso di movimento e replicazione
con consistenza forte vs. con consistenza debole

Controllo allocazione
allocazione della risorsa e del nome

Controllo accesso
locale vs. remoto

Condivisione delle risorse

Due modelli principali di condivisione delle risorse
service request
file system distribuito

Service Request
Servizio specifico con **richiesta esplicita** dell'utente
modello Cliente/Servitore (C/S)

File System Distribuito (FSD)
Servizio unico con **trasparenza** alla **allocazione delle risorse**
servizi completamente presenti, o solo in alcuni nodi (spesso detti ***file server***)
modello ad Agenti

Modelli di risoluzione del problema

Servizi (ed informazioni)

semplici	vs.	**multipli** (oggetti)
statici	vs.	**dinamici**
centralizzati	vs.	**distribuiti**

Modello a server

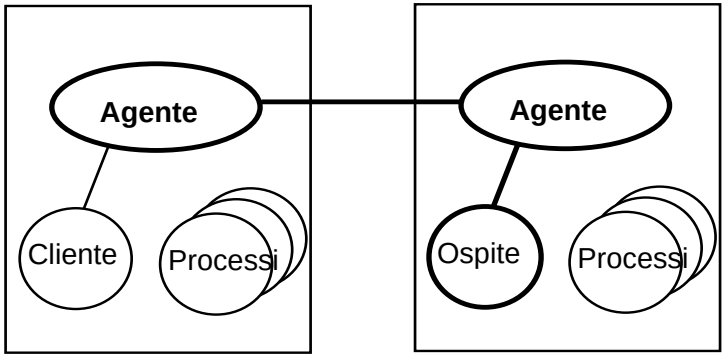
Un unico servitore (centralizzato o distribuito)
- per tutte le risorse
- che gestisce una sola classe di risorse

Uso di tabelle per le informazioni delle risorse

Affidabilità ==> Replicazione

Unico sistema di agenti per il servizio
agente per controllare e coordinare il servizio
in modo distribuito

Coordinamento tra agenti per l'uso delle risorse



Sono possibili fasi di **negoziazione** tra gli agenti prima dell'uso della risorsa
Con possibilità di **rifiuto**

LOAD SHARING

DETERMINARE

quali processi, quando, dove muovere

Implementazioni distribuite

alla ricerca di processori liberi in grado di essere utilizzati

Organizzazioni possibili

interconnessione	***STATICA vs. DINAMICA***
processori in ring logico	*statica*
processori in gerarchia logica MICROS	*dinamica*
processori liberi (worm)	*dinamica*

Ring logico

Ancora una struttura logica per la ricerca
con un token in un anello

Si usa un broadcast iniziale a tutti della richiesta di esecuzione
si distribuisce il carico secondo le risposte

struttura statica

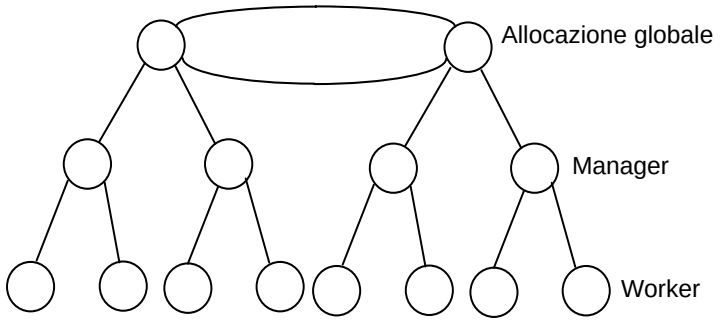
Gerarchia logica MICROS

MICROS sistema operativo distribuito

Obiettivi

- gestione di un numero di nodi molto elevato
- numero di utenti elevato e di applicazioni molto varie
- indipendenza dalla topologia
- gestione della replicazione

L'architettura è gerarchica
ma logica: non ci sono connessioni dirette



Worker ==> funzioni di calcolo ed I/O (**slave**)
Manager ==> funzioni di gestione

Numero di livelli dipende dal numero di worker

Guasti

master ==> più nodi master
slave ==> il master deve poter comandare i livelli sottostanti

Allocazione statica

Si allocano un numero di processori worker adatti ed i relativi manager

Allocazione dinamica

Si possono richiedere altri nodi di elaborazione nella gerarchia

al limite si possono chiedere nuove risorse al livello sovrastante

Worm

Approccio nuovo

- parallelo
- tollerante ai guasti
- adattativo al rete ed alla topologia
- per un bilanciamento nell'uso delle risorse

Worm/verme fatto di uno o più segmenti, cioè processi che possono anche comunicare tra loro

Un verme si incarica di cercare i nodi liberi attraverso
clonazione su nodi liberi
uso di **probe** mandati dai segmenti che vogliono espandersi

Metodologia decentralizzata

NON si conosce lo stato del verme globalmente

Una copia del verme per nodo

Applicazione sta al disopra

TRATTAMENTO DEL CARICO

risorse di esecuzione

dipendenza dal singolo processo

risorse di comunicazione

dipendenza dalla allocazione di
coppie di processi (non linearità)

LOAD SHARING

Fatto a priori

Fatto durante l'esecuzione

senza muovere gli elementi una volta allocati

LOAD BALANCING

Fatto durante l'esecuzione

miganrdo elementi anche dopo che hanno eseguito

Politiche di allocazione

STATICHE e DINAMICHE

*assumendo la **conoscenza dei processi***
o meno

ottimizzando globalmente *costi elevati (statico)*
o meno *costi accettabili dinamici*

lavorando in modo esatto *costi a volta inaccettabili*
*o **approssimato** **ed** **euristico***

In particolare, i costi sono fondamentali per il caso più complesso

Prima della esecuzione (statico)

si possono usare anche algoritmi complessi per il calcolo della allocazione (quindi **fuori linea**)

algoritmi esatti **problema NP**

algoritmi euristici
Genetici, Tabu search

Spesso queste strategie non si possono applicare durante la esecuzione

obiettivo ==> **riduzione dell'overhead**

Durante la esecuzione (statico)

Riallocazione o **Riconfigurazione in sistemi eterogenei**

si deve tenere conto delle diverse forme di rappresentazione per ogni passaggio

a) Uso di forme di **rappresentazione diverse**
e
necessità di **traslazione** dei dati
vedi XDR e ASN.1

b) Uso di interpreti e forme di esecuzione **astratta**
vedi Java

MAPPAGGIO sulle risorse

organizzazione **risorse logiche**

STATICA **DINAMICA**

configurazione architettura
organizzazione risorse fisiche

esecuzione **comunicazione**

bilanciamento del carico di esecuzione
congestione dei messaggi tra le entità (routing)

RISORSE e CARICO - Modelli **statici**
risorse predeterminate
RISORSE e CARICO - Modelli **dinamici**
risorse create dinamicamente e non prevedibili

Allocazione iniziale
risorse logiche statiche
struttura statica
Creazione successiva
risorse logiche dinamiche
struttura dinamica

Approccio
statico compilazione e ottimizzazione
dinamico run-time
misto entrambi gli approcci

LOAD BALANCING

MIGRAZIONE => OBIETTIVI

- uso delle risorse **più CORRETTO ed EFFICIENTE**
  disomogeneità delle risorse fisiche
  file partizionati e presenti su nodi specifici
- **BILANCIAMENTO del carico computazionale**
  divisione del carico tra i nodi secondo necessità
- **TOLLERANZA ai guasti**
  una risorsa può essere trasferita in altro nodo prima del crash totale
- **DINAMICITÀ e MOBILITÀ**
  possibilità di fare fronte a una allocazione anche non ottimale, o non più ottimale

Requisiti

Performance buon uso delle risorse
Efficienza del sistema overhead limitato
Trasparenza o meno al livello applicativo
gestione automatica

Eterogeneità
diverse architetture e modelli computazionali

caratteristiche dell'ambiente

- capacità di osservazione (monitor)
- affidabilità
- dinamicità

MONITORING

Identificazione del carico del sistema usando osservazioni sul carico corrente

assumendo *continuità della applicazione* e *gradienti limitati*

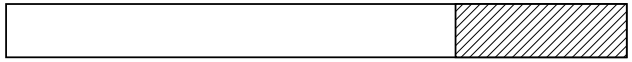
Raccolta di informazioni di carico su processori, risorse e comunicazione

- ad eventi
- osservazioni su intervallo limitato
- dati statistici

*Le informazioni monitorate sono usate per la **previsione** delle variazioni del carico nel futuro*

Necessità di **limitare le informazioni** da osservare e mantenere
per limitare intrusione

Percentuale di occupazione delle risorse



Lavoro applicativo

Supporto per sistema

PRINCIPIO di NON INTRUSIONE

i livelli di supporto di sistema non devono apportare una variazione sostanziale nell'applicazione
Si deve quindi assolutamente limitare il loro overhead

Altri requisiti per la migrazione

- **Pre-emption**
  priorità nell'uso locale
- **Evitare dipendenza residue**
  lasciare traccia nel sistema delle migrazioni può diventare costoso
- **Evitare thrashing**
  movimento di un solo processo che non riesce a proseguire
- **Migrazioni multiple**
  consentire concorrenza nella migrazione per parallelizzare: gli strumenti più complessi

- **Indipendenza dei meccanismi dalle politiche**
  livelli di kernel che garantiscono scambio dei messaggi devono avere poca interferenza
- **Affidabilità**
  per i protocolli di migrazione
- **Trasparenza (?)**
  senza alcuna modifica del codice applicativo

MIGRAZIONE

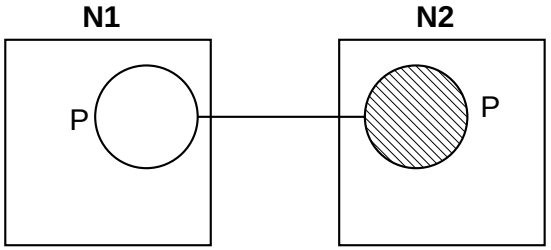
MIGRAZIONE DI PROCESSI

entità computazionali **mobili**

PROCESSI spostati da un nodo ad un altro

il **processo** composto da:
lo stato iniziale +
i cambiamenti
===>

un ***sottoinsieme*** deve essere **trasferito** da un nodo ad altro



MIGRAZIONE DI DATI

alcuni sistemi considerano altre **entità**
candidate alla migrazione

FILE spostati da un nodo ad un altro

LOCUS (1981)
estensione a UNIX

OBIETTIVI
mobilità di processi e di file
replicazione dei file e
consistenza dati a fronte di guasti

ACCESSO **TRASPARENTE** ai FILE
TRASPARENZA della REPLICAZIONE

In sistemi con modelli computazionali diversi
si possono considerare altri candidati

MIGRAZIONE DI **OGGETTI**
MIGRAZIONE DI **AGENTI**

In caso di migrazione
e durante la migrazione

PROBLEMA dei MESSAGGI in fase di consegna
messaggi da spedire a chi sta migrando

Cambiamento di nome della risorsa mobile

strategie pessimiste/proattive

- **Ridirezione dei messaggi**
  bufferizzazione dei messaggi arrivati per il processo da parte del kernel, che riceve poi i messaggi
  Il nodo di partenza tiene traccia della allocazione del processo; i clienti mandano al vecchio nodo

- **Riqualificazione dell'allocazione**
  i messaggi arrivati per il processo sono mantenuti ma i clienti sono informati della nuova allocazione
  Si mandano messaggi a tutti i potenziali clienti
  Il nodo di partenza tiene traccia della allocazione del processo solo fino al completamento del trasferimento

strategie ottimiste/reattive

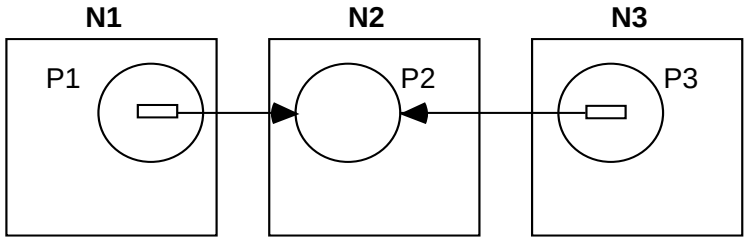
- **Recovery da parte dei clienti**
  Non si mantiene la nuova allocazione del processo e non si informano i clienti
  Il messaggio può fallire: è compito del cliente di ritrovare la nuova allocazione

DEMOS/MP (1977)

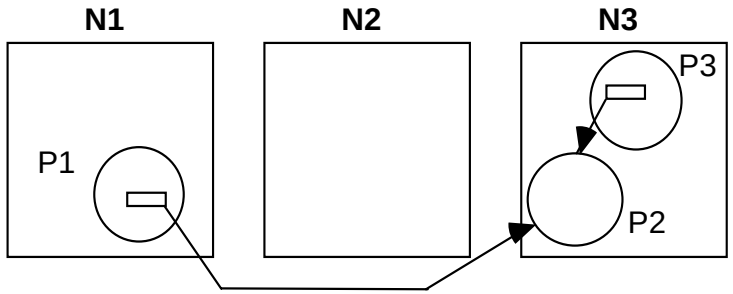
Kernel di sistema distribuito
- sistema a **scambio di messaggi**
- comunicazione attraverso entità intermedie (***link***)
- i link sono **associati** ai processi riceventi
- i link possono essere **passati** nei messaggi

Caso di **MIGRAZIONE**
un processo P2 (ciclico) si sposta da un nodo N2 a N3

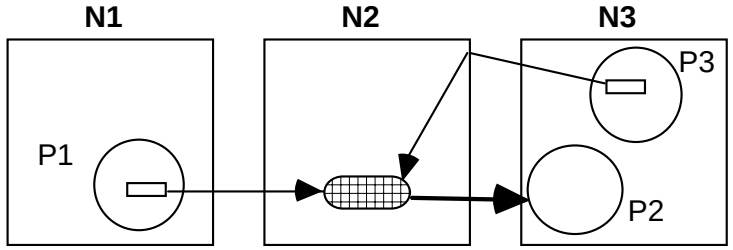
Situazione Iniziale



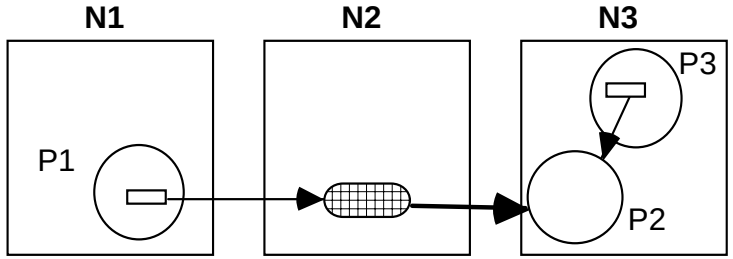
Situazione finale



Situazioni Intermedie



Il forwarder invia alla nuova locazione di P2



Riqualificazione del link da P3 a P2

PROTOCOLLO di MIGRAZIONE

Necessità di:
- **Blocco** di P2
- **Trasferimento** dello stato di P2 da N2 a N3
  codice e dati (stato iniziale)
  stato (stato corrente)
  messaggi
- vecchi **link**
  resta in N2 una entità che fa procedere i messaggi
  forwarding address

    in alternativa: scarto messaggi
    problema della *ritrasmissione*

- i link possono essere **riqualificati** **(riqualificazione)**
  la informazione della locazione corrente può essere sostituita alla obsoleta

    a *riqualificazione* completata di tutti i link,
    il forwarding address scompare

Costo **migrazione** + costo **updating** link

Requisito
TRASPARENZA della allocazione

V kernel (1983)

Kernel di sistema a scambio messaggi

obiettivi: **efficienza e**
tolleranza errori

Sfruttare i nodi **idle** per eseguire processi

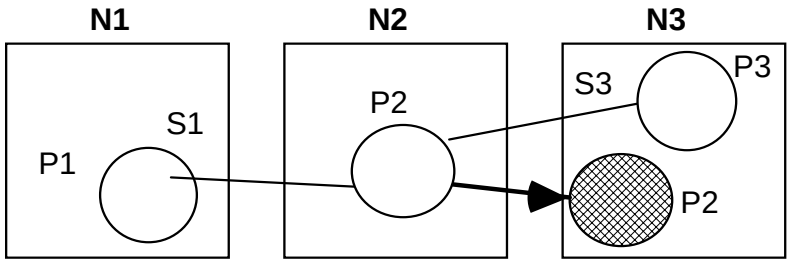
- non tutti i processi sono mobili
- sistema a scambio di messaggi
  con **comunicazione diretta**
- primitive di scambio messaggi per favorire **sincronicità** e **C/S**

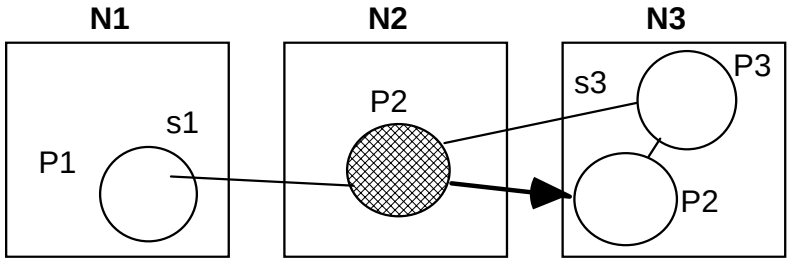
send	***receive***
<attesa>	<operazione>
receive	***reply***

Caso di **MIGRAZIONE**

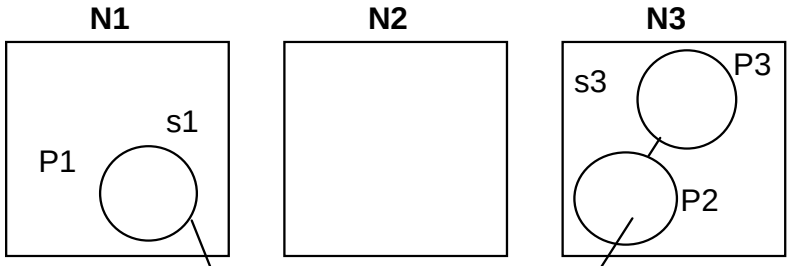
un processo **P2** (ciclico) si sposta da un nodo **N2** a **N3**

V kernel





I processi reinviano i messaggi (P1 e P3)



Completo spostamento di P2

PROTOCOLLO

Possibilità di:
- **Copia** dello stato di P2 da N2 a N3
  fatta in precedenza
  precopying in fasi successive
  delle pagine modificate

- al **blocco** di P2
  il *trasferimento* dello stato viene completato
  i *messaggi* che il processo ha ricevuto
  parte del suo stato e quindi **sono copiati**

- **ritrasmissione periodica** degli altri messaggi
  ancora i processi relativi in attesa
  Il processo scarta i messaggi che
  il sender provvede a reinviare

- si riqualificano le **cache di indirizzo**
  in genere via *broadcast*

TRASPARENZA della ALLOCAZIONE

attraverso l'accesso al **kernel locale**

MIGRAZIONE di FILE
associata alla replicazione
alcuni problemi **comuni,** altri **risolti**
altri **introdotti** dalla **replicazione**

Altri sistemi (p.e. MOS), cominciano a
determinare e **sperimentare** delle
politiche di migrazione, oltre a definire i **meccanismi**

MECCANISMI

dipendenti dal modello computazionale
dallo specifico sistema

POLITICHE

indipendenti dal sistema
e non **embedded** nel kernel
ma **general-purpose**

criteri
- non tutti i processi migrano
  fissi gli aciclici e i dipendenti dal nodo
- ci può essere un gestore della migrazione per nodo

DETERMINARE
quando, chi, come, dove migrare

MECCANISMI di MIGRAZIONE

CHI migra?
processi
oggetti passivi (file)
oggetti

Costituzione della RISORSA
codice + dati (stato iniziale)
stato corrente
risorse cui accedere
risorse locali e remote

BLOCCO computazione
blocco dello stato
dall'esterno
messaggi
trasferiti
rifiutati

TRASFERIMENTO e COPIA
Sincronizzazione tra copia vecchia da distruggere e nuova da attivare
Riferimenti obsoleti
riqualificazione
variazione su necessità

COSTO del meccanismo

Charlotte - Migrazione di **Processi**

Tempo**Migraz** (msec) =
45 +

12.2 n (*n* = numero di 2 kbyte del processo)
+ { *fattore link remoti* }
9.9 +
1.7 ln (*ln* = numero link remoti)

(**Charlotte**)
reliable message send 2kbyte = 11ms

tempo migrazione	**processo con**
242 ms	32 Kbyte senza link
750 ms	100Kbyte con 6 link
6 s	1 Mbyte

MIGRAZIONE - POLITICHE

FASI costituenti

VALUTAZIONE carico (V)
carico locale
globale

TRASFERIMENTO (T)
chi trasferire
quando trasferire

LOCAZIONE (L)
dove migrare

T e L sono spesso legate e interdipendenti

SCHEDULING
impatto sullo scheduling
del nodo di partenza
del nodo di arrivo

POLITICHE di MIGRAZIONE

STATICHE

predefinite e **decise a priori**

V carico **soglia** fisso (p.e. numero processi)
T movimento del processo più "nuovo"
L migrazione da un certo nodo sorgente sempre a un predefinito destinatario

SEMIDINAMICHE

predefinite con **limitate dipendenze** dallo stato corrente (o anche politiche probabilistiche)

V carico soglia variabile
T identificazione ciclica tra i processi
L allocazione su destinatario ciclico

DINAMICHE

non predefinite ma **strettamente dipendenti** dallo stato corrente

V confronto con carichi dei nodi vicini (**carico medio**)
T informazioni sullo stato dei processi e decisioni conseguenti
L ricerca dei potenziali nodi destinatari

Politiche di CARICO, TRASFERIMENTO e LOCAZIONE

Processi aciclici vs. ciclici

POLITICHE SEMPLICI vs. COMPLESSE

CARICO ==> a soglia fissa
confronto con vicini

TRASFERIMENTO ==>
processo adatto per vicino predeterminato o random
probe: verifica di alcuni vicini

LOCAZIONE ==> uso di **probe**

random	
probabilistiche	*accettazione*
cycle	*incondizionata*
shortest queue	
probing	*accettazione*
bidding	*condizionata*

PROBING (T e L congiunti)
identificazione di alcuni candidati a ricevere i processi e valutazione del loro stato

DECISIONE di MIGRAZIONE

CENTRALIZZATA

unica entità **controlla** i movimenti ==>
collo di bottiglia

DISTRIBUITA

raccolta *implicita* di informazioni
decisione basata su confronto di informazioni
piggybacking di informazioni di carico
confronto su base locale con stato degli altri nodi (vicinato)

DECENTRALIZZATA

scambio *esplicito* di informazioni tra nodi
confronto delle informazioni attraverso protocolli di scambio informazioni (**esplicita cooperazione**)

RESPONSABILITÀ della MIGRAZIONE

coppia ***SENDER-RECEIVER***

Iniziativa del SENDER
il nodo carico si preoccupa di trovare un opportuno ricevente (RECEIVER)

Iniziativa del RECEIVER
un nodo scarico trova potenziali attività da eseguire identificando il mittente (SENDER)

schemi MISTI
SENDER initiative ==>
più adatta a carichi **bassi**
RECEIVER initiative ==>
più adatta a carichi **medi-elevati**

Protocolli di **cooperazione**

BIDDING (Contract Net)

protocollo di negoziazione tra possibili nodi coinvolti per cooperare

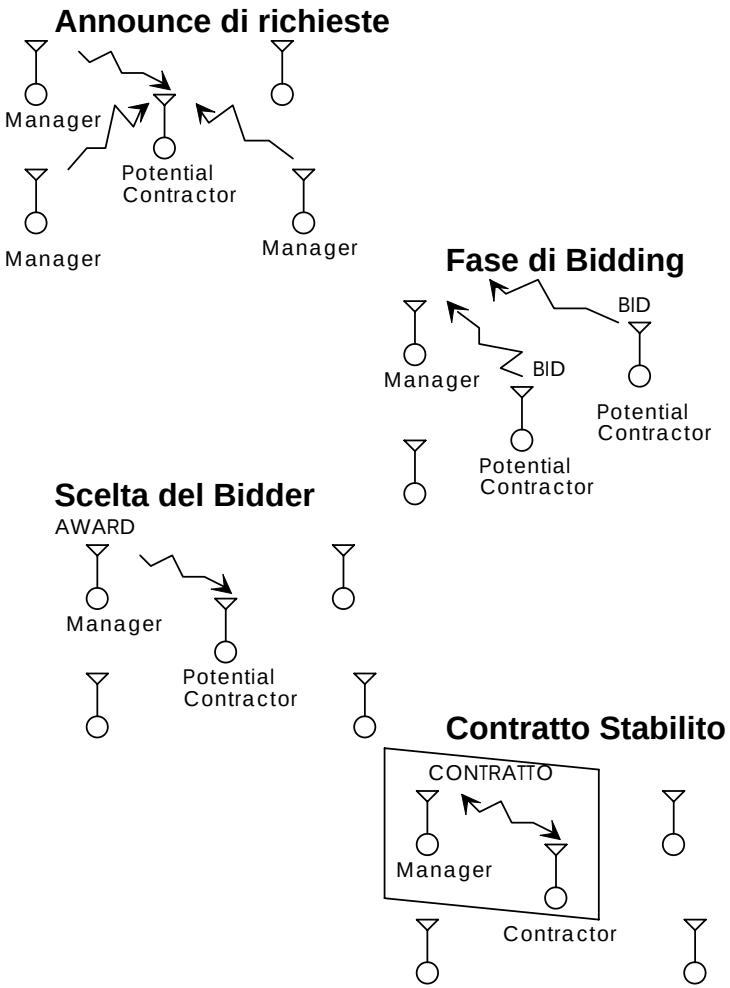
SENDER-INITIATIVE (source)

1) il sender fa un broadcast della propria esigenza (***announce***)
2) i possibili receiver danno la propria disponibilità con un'offerta (***bid***)
3) il sender sceglie un receiver tra i bidder
4) il receiver dà finalmente l'ok definitivo (***contract***)
5) trasferimento del carico

Il sender sa che i receiver potenziali non sono **prenotati** ma hanno solo aderito alla richiesta in base allo stato locale

Il sender **sceglie** tra i potenziali, pronto ad altre scelte in caso di rifiuto e **molti round** possibili

BIDDING ==>
SELEZIONE MUTUA molto FLESSIBILE
ma COSTOSA



RICOSTRUIRE **STATO GLOBALE** via
COOPERAZIONE DEI NODI INTERESSATI

LIMITAZIONE costo in
TEMPO e
SPAZIO (messaggi)

Problemi di:

- come determinare **interesse** all'annuncio e
  criteri di scelta
- determinare **vicinato**
- **deadline** del bid
- **limitare** la trasmissione di informazione
- **non ottimalità** decisioni

	SEND1	SEND2
bid		
REC1	0.9	0.7
REC2	0.7	0.1

RISULTATO IMPORTANTE

Anche con **politiche semplici** si ottengono
significativi miglioramenti
rispetto al caso senza migrazione

Politiche più sofisticate
e.g. muovere il processo più a lungo in attesa
non ottengono miglioramenti significativi
da controbilanciare la complicazione introdotta

- **STABILITÀ**
  evitare thrashing

- **EFFICIENZA**
  algoritmo decisione ed attuazione

- **OTTIMALITÀ**
  subottimalità

In caso di sistemi **REAL-TIME**
valutazioni molto più **critiche** e
politiche anche più **sofisticate** di necessità

DRAFTING Protocol [Ni]

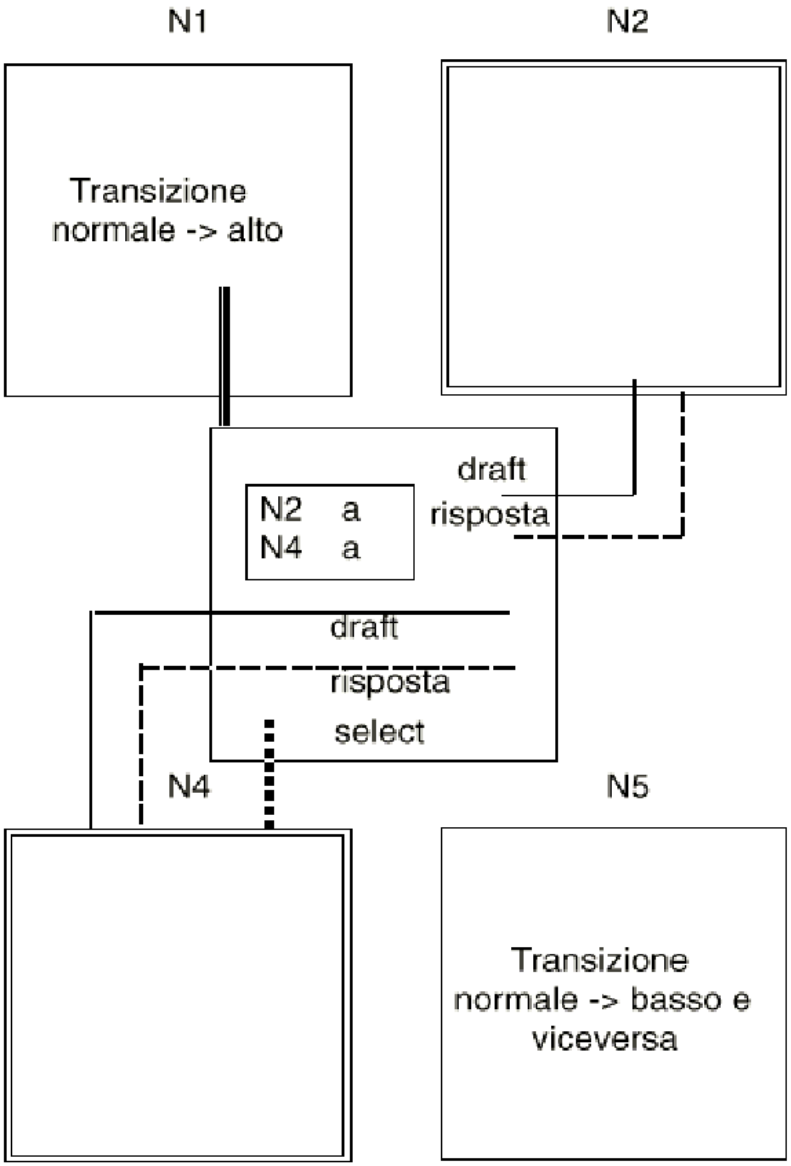
protocollo di bidding
efficiente e corretto

Classi di carico
alto, normale, basso

Iniziativa **al receiver**
il receiver è a carico **basso** e
stimola i nodi che suppone a carico **alto**

OBIETTIVO:
minimizzare lo scambio di informazioni tra i nodi pur mantenendo una visione locale **consistente** con lo stato corrente

Tabella di carico dei nodi mantenuta in ogni nodo
1) ricevente invia la propria disponibilità (**draft**) ai nodi a carico elevato
2) questi rispondono al draft, fornendo elementi di valutazione del processo da muovere
3) il receiver sceglie da chi ricevere (**select**)
4) il sender individuato migra il processo



Obiettivo:
limitare scambio informazioni
e ottenere decisioni corrette

Propagazione dei cambiamenti di stato con
broadcast o *piggybacking* (o entrambi)

limitando l'invio dei messaggi di cambiamento di stato per le transizioni
normale -> basso solo se prima nodo alto **broadcast**
normale -> alto o broadcast o piggyback

Fase di **IDENTIFICAZIONE** della **SOGLIA** di stato

Il protocollo iniziato dal receiver consente a questo di **stimare** le necessità dei nodi a carico elevato

- I nodi a carico elevato **non** devono eseguire l'algoritmo
- algoritmo fair ==> tutti i receiver rispondono alla stessa sollecitazione (***fairness***)
- soglie garantiscono **stabilità**

MOS

sistema operativo con facility di migrazione processi **preempted**

- il **carico locale** per ogni processo noto a priori (approccio a compilazione)
- algoritmo **probabilistico** per limitare lo scambio di informazioni di carico tra nodi
- trasferimento solo dopo una **soglia** di esecuzione locale

STABILITÀ, EFFICIENZA

Charlotte

sistema con processi **preemptable** e **diverse** politiche

- decentralizzate basate sul **bidding** diretto o inverso
- iniziativa del **sender/receiver**

meccanismi di supporto forniti dal kernel

PRIMITIVE di:

- raccolta statistiche locali (intervalli 50-80ms per 100 intervalli)
- **MigrateOut**, **MigrateIn**
- **CancelMigration**

Il sistema riqualifica automaticamente i link

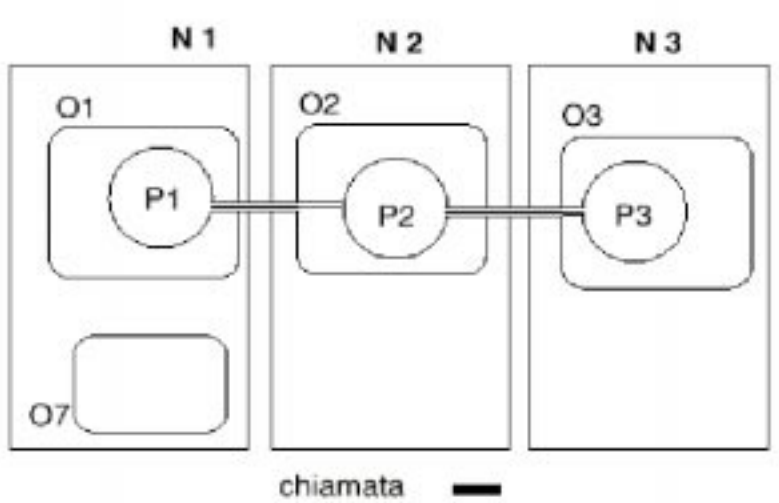
STABILITÀ, FLESSIBILITÀ, MOLTEPLICITÀ

MOLTEPLICITÀ

un sistema ad oggetti EMERALD

Oggetti => **ambiente confinato** di esecuzione
Computazione => **richieste sincrone** tra oggetti
Un oggetto può ospitare più di una attività per volta (**concorrenza inter- oggetto**)

Una richiesta si '**muove**' sugli oggetti richiesti andando a generare processi localmente agli oggetti interessati alle attività



passaggio tra ambienti diversi

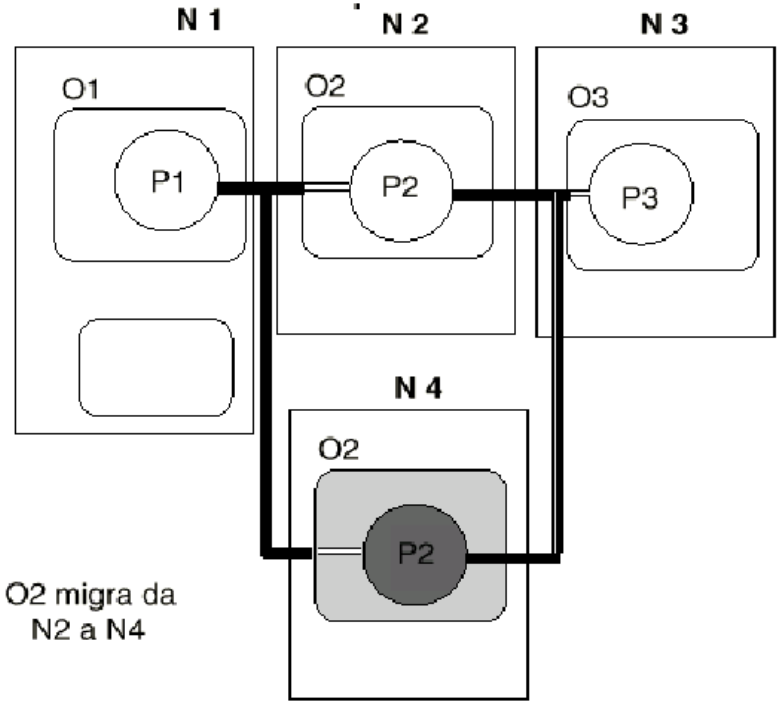
TRASPARENZA e PORTABILITÀ

La MIGRAZIONE avviene per interi oggetti

Migrazione esplicita

Se l'oggetto O2 migra

- **scatena un meccanismo di migrazione**
  lo stato si compone di riferimenti ad altri oggetti
- produce **effetti** sulle chiamate **ancora pendenti**
  e sui **potenziali nuovi invocati**

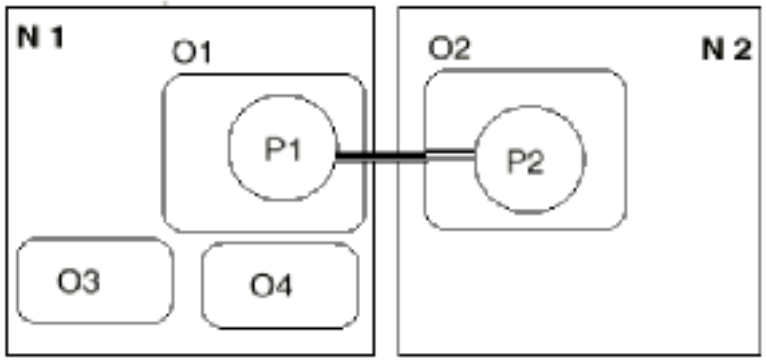


Migrazione implicita

si ottiene con il passaggio dei parametri
Oggetto. Operazione (parametri)

I parametri di una operazione sono a loro volta **oggetti**
La richiesta di **operazione remota** può
- generare chiamate a sua volta
- causare lo spostamento
  temporaneo (call by visit)
  definitivo (call by move)

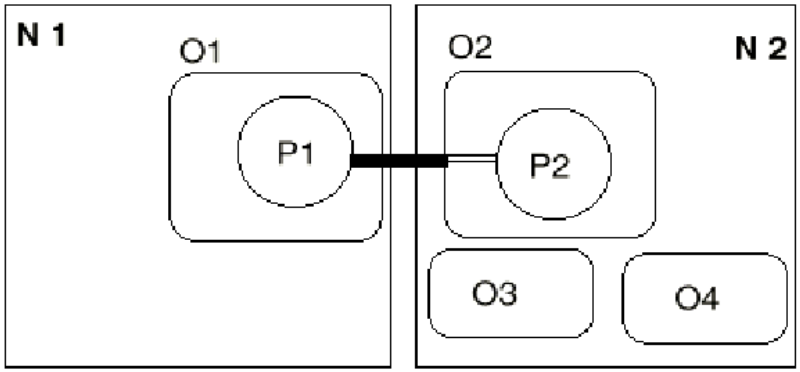
di alcuni degli oggetti passati come parametri



EMERALD lega la **politica di migrazione** alla logica di **strutturazione degli oggetti** specificata dall'utente

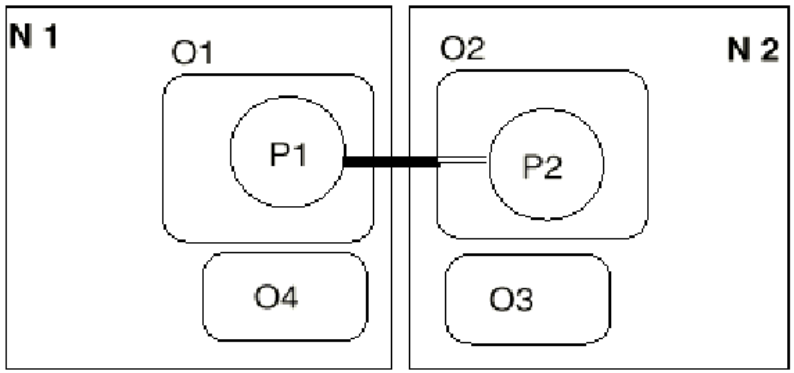
le relazioni ed i riferimenti tra gli oggetti guidano la migrazione e la riallocazione

Durante la esecuzione remota



Migrazione di O3 ed O4

Al **termine** della esecuzione remota



O3 Call by move **O4 Call by visit**

PROPOSTA di MIGRAZIONE [HAC]

file ===> OGGETTI passivi
processi ===> OGGETTI attivi

Approccio probabilistico per migliorare performance con
- **migrazione** di file
- **migrazione** di processi
- **replicazione** di file

ALGORITMO basato sulla identificazione delle risorse (**nodi o rete**) più utilizzati e potenziali **bottleneck**
- **conoscenza globale** del sistema
- **situazione corrente** di carico

file ==> dimensione e numero letture/scritture
processi

costo **occupazione risorse**
costo **comunicazione**

L'algoritmo favorisce
file piccoli
movimento/replicazione file
in dipendenza dal rapporto tra numero di letture e scritture
file grandi
migrazione processi
movimento verso i nodi di residenza dei file

IDENTIFICAZIONE
dei ***fattori di utilizzo*** delle risorse e
dei ***bottleneck*** (nodi o rete)

SCHEMA Algoritmo

per ogni nodo h
per ogni file f

se ci sono più ***letture*** che ***scritture*** e
f è piccolo
allora il file f viene **replicato** nel nodo h
(FILE REPLICATION)
altrimenti

se la rete ***non*** è sovraccarica (bottleneck)
allora
scambio informazioni tra nodi
se il file ***f è relativamente piccolo*** e
il nodo destinazione l meno caricato (<> h)
e l'utilizzo rete lo consente
allora **migrazione del file f da h a l**
(FILE MIGRATION)
altrimenti

se il file ***f è grande*** e
nodo l meno carico rispetto ad h e
l'utilizzo rete lo consente
allora **migrazione del processo da l ad h**
(PROCESS MIGRATION)

MIGRAZIONE DI AGENTI

nei modelli di **movimento con agenti**
definiamo **attività in cui il movimento** è un requisito
l'obiettivo non è legato al bilanciamento del carico o a considerazioni di uso di risorse

derivato da specifiche precise di applicazione
sistemi mobili e geografici con coordinamento
sistemi globali (basati su **Web** ed **Internet**)

criteri
- gli agenti devono muoversi anche ritornando su *nodi già visitati* (per riportare informazioni trovate)
- non ci sono *vincoli di costo* nella decisione di migrazione, fatta in ogni caso
- necessità di realizzare *meccanismi efficienti*

Esempi di applicazioni
- **network management** non cliente servitore (vedi snmp o CMIP OSI): uso di agenti che propagano ai diversi nodi le esigenze e raccolgono informazioni
- **supporto** di ricerche per **informazioni su web**: sistemi di caching di dati, ricerca più intelligente di informazioni, gestori per verificare esistenza di siti prima che un utente vi acceda (commercio elettronico)
- sistemi di lavoro **cooperativo** (**C**omputer **S**upported **C**ooperative **W**ork): uso di agenti per il coordinamento necessario per ottenere viste ed eventi comuni