Università degli Studi di Padova

Gestione dei nomi

SCD

Anno accademico 2003/4
Corso di Sistemi Concorrenti e Distribuiti

Tullio Vardanega, tullio.vardanega@math.unipd.it

Denominazione di entità - 1

- Un nome in un sistema distribuito è una stringa (di *bit* or di caratteri) usata come denotazione di entità
- Le entità necessitano di denotazioni che le rendano utilizzabili
- Le entità hanno punti di accesso (***access point***) il cui nome è l'indirizzo dell'entità
- Una entità può avere più punti di accesso
  - Più punti di vista simultanei o diversi nel tempo

Denominazione di entità - 2

- Trattare gli indirizzi come nomi speciali
  - Consente di decomporre la corrispondenza entità-indirizzo in 2 relazioni legate ma distinte
    - Nome di entità → nomi degli attributi dell'entità (tra cui punto di accesso)
    - Punto di accesso → indirizzo dell'entità
  - Un'entità può cambiare punto di accesso
  - Un punto di accesso può essere riassegnato da un'entità all'altra
  - Un'entità può avere più punti di accesso
- Indipendenza di collocazione (***location independence***)

Denominazione di entità - 3

- È desiderabile che certi nomi possano essere utilizzati per designare entità univocamente
  - Identificatori
    - Non tutti i nomi sono identificatori!
    - Alcuni nomi devono essere "trattabili" (*human-friendly*), ma non gli indirizzi né gli identificatori
- Un vero identificatore denota una entità o nessuna, non è riusabile, e l'entità non può averne più di uno
  - In questo caso, identificatori diversi designano entità diverse
- Nomi diversi per una stessa entità sono detti alias

Denominazione di entità - 4

- Lo spazio dei nomi (***name space***) 1/2
  - Rappresentabile come un grafo diretto etichettato, con 2 tipi di nodo
    - Nodo terminale (foglia) → da cui non diparte alcun arco, contiene informazioni sull'entità che esso rappresenta (p.es. l'indirizzo, lo stato)
    - Nodo repertorio (***directory***) → da cui dipartono archi etichettati con un nome, contiene una tabella di corrispondenze `<etichetta, identificatore di nodo>`
    - Il nodo con solo archi in uscita è detto nodo radice → uno spazio dei nomi può ammettere più nodi radice
  - Ogni nodo è un'entità del sistema distribuito ed è associato ad un identificatore

Denominazione di entità - 5

- Lo spazio dei nomi 2/2
  - Ogni cammino sul grafo (***path name***) è denotato dalle etichette degli archi percorsi
    - Cammino assoluto, se il nodo di origine è la radice del grafo
    - Cammino relativo, altrimenti
  - Un nome è sempre definito in relazione ad un nodo repertorio
    - Nome globale, se viene sempre interpretato rispetto allo stesso nodo repertorio
    - Nome locale, se la sua interpretazione dipende dal contesto d'uso
  - Il grafo dei nomi è spesso aciclico, ma non tutti lo sono

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Denominazione di entità - 6

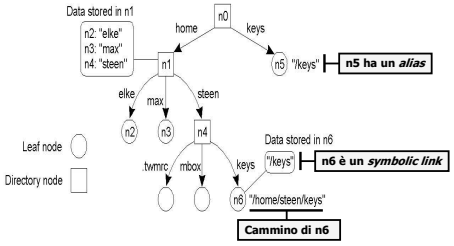
- **Risoluzione dei nomi**
  - ***Look-up*: restituisce l'identificatore del nodo da cui prosegue il processo di risoluzione**
    - Esempio: nel grafo dei nomi di un *file system* in UNIX e Linux l'identificatore di un nodo è il numero di indice di un particolare *i-node*
  - ***Closure*: determina il nodo dal quale il processo di risoluzione ha inizio**
    - Esempio: nel grafo dei nomi di un *file system* in UNIX e Linux il nodo radice è sempre il primo *i-node* della partizione che rappresenta il *file system*
  - ***Alias***
    - ***Hard link***: più cammini assoluti denotano lo stesso nodo di un grafo dei nomi
    - ***Symbolic link***: il nodo terminale contiene un (attributo) cammino assoluto

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Denominazione di entità - 7

Questo grafo dei nomi ha un nodo radice unico, di nome implicito



Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Denominazione di entità - 8

- **La risoluzione dei nomi può avvenire su più spazi dei nomi uniti trasparentemente**
  - **Il principio del `mount` su un *file system*, tramite il quale un nodo repertorio di un grafo dei nomi diventa la radice di uno spazio dei nomi esterno importato**
  - **Per accedere allo spazio dei nomi esterno occorre sapere**
    - Il nome del protocollo di accesso al nodo che lo ospita
    - Il nome dei servente che lo gestisce
    - Il nome della radice designata

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Denominazione di entità - 9

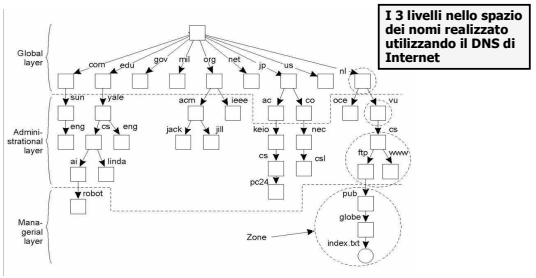
- **La realizzazione di uno spazio dei nomi può avere 3 livelli gerarchici**
  - **Livello globale → comprende i nodi di più alto livello**
    - Radici e rispettivi figli
  - **Livello amministrativo → raggruppa i nodi repertorio che sono amministrati da una singola entità**
    - Ciascun nodo repertorio rappresenta gruppi di entità appartenenti alla stessa organizzazione od unità amministrativa
  - **Livello gestionale → consiste dei nodi che cambiano frequentemente**
    - Ciascun nodo viene gestito in cooperazione dall'utente e dall'amministratore di sistema

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Denominazione di entità – 10

I 3 livelli nello spazio dei nomi realizzato utilizzando il DNS di Internet



Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Denominazione di entità – 11

- ***Name resolver***
  - **L'entità localmente responsabile per la risoluzione dei nomi**
- ***Name server***
  - **L'entità che gestisce i nomi del proprio repertorio**
- **2 tecniche di risoluzione dei nomi**
  - **Iterativa → ogni *name server* interrogato fornisce la migliore risposta in suo possesso, senza fare ricerca**
    - Il cliente svolge più lavoro del servente → non conviene fare *caching* presso il cliente
  - **Ricorsiva → ogni *name server* interrogato interroga a sua volta i *name server* di livello inferiori per costruire la risposta richiesta**
    - Il servente svolge più lavoro del cliente → conviene fare *caching* presso il cliente

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 1

- I nomi dei livelli globale ed amministrativo cambiano di rado → il contenuto dei nodi dei loro grafi è stabile
  - Il *caching* delle relative risoluzioni è conveniente
- I nomi del livello gestionale cambiano più frequentemente
  - *Caching* non conveniente → occorre minimizzare i costi di aggiornamento (del contenuto dei nodi) e di *look-up*

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 2

- Non è bene cambiare i nomi usati come identificatori, altrimenti si invalidano i *symbolic link* che li utilizzano
- Modificare lo spazio dei nomi del nodo repertorio di origine ponendovi
  - Il nuovo indirizzo del nome → *look-up* veloce, ma ogni successivo aggiornamento (su nodo di origine) ha costo molto elevato
  - Il nuovo nome nel contenuto del nome corrente (= *symbolic link* al nuovo indirizzo → *look-up* più lento, ma facile aggiornamento tramite nuovo *symbolic link* locale

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

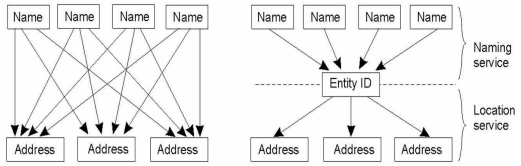
Entità mobili - 3

- Entrambe le soluzioni sono <u>inadeguate</u> per sistemi distribuiti a larga scala
- Serve una tecnica che separi i nomi dagli indirizzi (non come nel DNS di *Internet*)
- Gli identificatori sono adatti a questo scopo
  - Da nome utente ad identificatore → *naming service*
  - Da identificatore ad indirizzo → *location service*

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 4



Corrispondenza <u>diretta</u> (1 livello) tra nomi ed indirizzi → come nel DNS di *Internet*

Corrispondenza <u>indiretta</u> (2 livelli) con uso di identificatori come tramite di risoluzione

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 5

- Un *location service* accetta un identificatore di entità e ne restituisce l'indirizzo corrente
  - Un indirizzo per ogni copia dell'entità
- Soluzione brutale: *broadcasting*
  - ARP (*Address Resolution Protocol*) restituisce l'indirizzo di livello collegamento dati (rete locale) corrispondente ad un indirizzo IP (*Internet*)
  - Troppo oneroso per reti vaste → *multicasting* verso gruppi specifici (anche dinamici) di nodi coinvolti

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

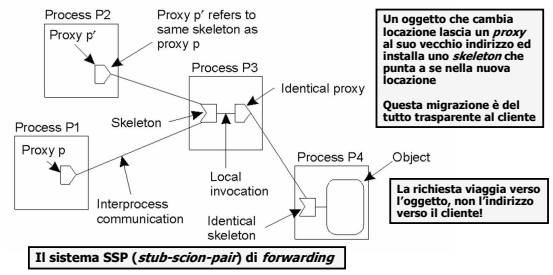
Entità mobili - 6

- Soluzione meno brutale: *forwarding*
  - Simile ad una catena di *symbolic link* da ogni locazione precedente verso la successiva
  - 3 importanti difetti
    - Il costo di localizzazione di un'entità può diventare proibitivo
    - Tutte le "vecchie" locazioni devono conservare informazione relativa all'entità
    - Basta un collegamento interrotto o corrotto per rendere l'entità irraggiungibile
  - Realizzato da una catena di coppie SSP <*proxy, skeleton*> in un sistema ad oggetti distribuiti
    - *Proxy* → riferimento allo *skeleton* finale od intermedio
    - *Skeleton* → riferimento locale all'oggetto oppure al suo *proxy* locale

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 7



Un oggetto che cambia locazione lascia un *proxy* al suo vecchio indirizzo ed installa uno *skeleton* che punta a se nella nuova locazione

Questa migrazione è del tutto trasparente al cliente

La richiesta viaggia verso l'oggetto, non l'indirizzo verso il cliente!

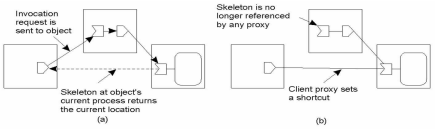
Il sistema SSP (*stub-scion-pair*) di *forwarding*

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 8

- **Il sistema SSP si presta a 2 ottimizzazioni**
  - **La richiesta include l'identificatore del *proxy* iniziale**
  - **La risposta include l'indirizzo attuale dell'oggetto**
  - **Questo consente di creare un cortocircuito tra cliente ed oggetto remoto**



Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 9

- **Soluzione migliore: *home location***
  - **Tecnica utilizzata per supportare indirizzi IP mobili**
  - **Ogni utente mobile ha un IP fisso al quale corrisponde un *home agent***
  - **Quando l'utente si sposta su un'altra rete riceve un nuovo indirizzo temporaneo (*care-of*) che viene registrato presso l'*home agent***
  - **L'*home agent* gira ogni pacchetto indirizzato all'utente verso il suo indirizzo *care-of* e ne informa il mittente**
  - **Grande trasparenza, ma al costo di un contatto obbligatorio con la *home location* del destinatario**

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 10

- **Soluzione ad approccio gerarchico 1/4**
  - **La rete di interconnessione è suddivisa in una collezione di domini (similmente all'organizzazione del DNS)**
    - Un singolo dominio copre l'intera rete
    - Ogni dominio può essere decomposto in sotto-domini
    - Un dominio non decomposto (terminale) è detto foglia e corrisponde ad un ben definito aggregato (p.es. una rete locale, una cella)
  - **Ogni dominio ha un nodo repertorio che conosce tutte le entità presenti in esso**
    - Il nodo repertorio del dominio di livello più alto è detto nodo radice e conosce tutte le entità dell'intero sistema

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 11

- **Soluzione ad approccio gerarchico 2/4**
  - **Ogni entità E presente in un dominio D è rappresentata da una voce (*location record*) nel nodo repertorio N di D**
    - La voce di E nel dominio foglia dove essa si trova contiene l'indirizzo di E in D
    - La voce di E nel dominio di livello immediatamente contenente D avrà solo un riferimento puntatore ad N
  - **Il nodo radice conterrà una voce per ogni entità del sistema, la quale conterrà l'inizio di una catena di puntatori a nodi repertori fino a quello una cui voce contiene l'indirizzo dell'entità**

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 12

- **Soluzione ad approccio gerarchico 3/4**
  - **Il *look-up* di E ha inizio nel nodo repertorio del dominio D0 di residenza del cliente**
    - Se esso non contiene una voce per E, allora E non si trova in D0
    - In quel caso la richiesta viene inviata al nodo repertorio del dominio D1 "padre" di D0, che è più ampio (ossia conosce più entità) di D0, e così via fino a che si una voce per E venga trovata nel nodo repertorio del dominio M
    - Ciò significa che E si trova in M, dove verrà localizzata seguendo a ritroso la catena di riferimento, fino all'indirizzo di E nel suo dominio foglia
  - **In questo modo il *look-up* sfrutta la località dei riferimenti**
    - La fase di "risalita" della ricerca avviene in domini concentricamente più ampi, nel caso peggiore fino al nodo radice, per poi da lì ridiscendere

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

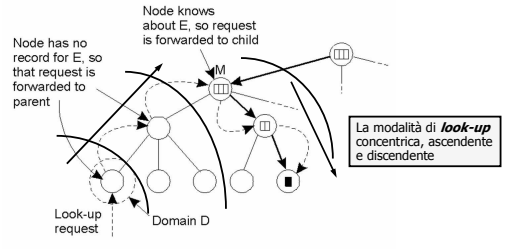
Entità mobili - 13

- **Soluzione ad approccio gerarchico 4/4**
  - **Concentrare tutte le voci nel nodo radice pone problemi di scalabilità rendendolo collo di bottiglia del sistema**
  - **Conviene partizionarne la conoscenza, ma il problema diventa dove localizzarne le parti**
    - L'uso di più calcolo parallelo (p.es. multi-CPU) trasferisce il collo di bottiglia dal calcolo alla comunicazione su rete
    - Meglio usare più (sotto)nodi sparsi uniformemente in domini dell'intera rete
    - In questo caso il problema diventa la determinazione dei cammini minimi per localizzare il (sotto)nodo responsabile dell'informazione richiesta

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità mobili - 14



Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità non (più) riferibili - 1

- **Un'entità che non possa (più) essere riferita è inutile al sistema e dovrebbe essere rimossa**
  - ***Garbage collection***
- **Talvolta (di rado) la rimozione può essere esplicita → "l'ultimo" processo ad usare una data entità può rimuoverla**
  - **Come sapere quale è "l'ultimo" processo in un sistema distribuito?**

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

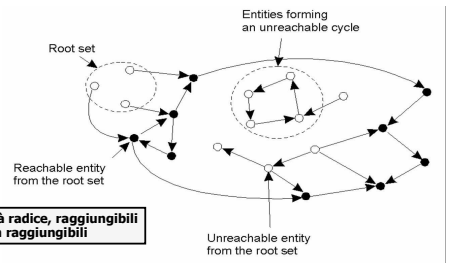
Entità non (più) riferibili - 2

- **L'insieme dei riferimenti tra oggetti è un grafo diretto nel quale gli oggetti sono nodi e gli archi sono riferimenti**
- **Uno specifico sottoinsieme di nodi non riferiti ma capaci di riferire è detto *root set* (p.es. servizi di sistema, utenti)**
- **Gli oggetti non riferiti direttamente od indirettamente dal *root set* vanno rimossi**

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità non (più) riferibili - 3



Entità radice, raggiungibili e non raggiungibili

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità non (più) riferibili - 4

- **Tecniche di rimozione: contatore dei riferimenti**
  - **Funziona bene in sistemi uniprocessore, ma è ostacolata dai possibili errori di comunicazione nei sistemi distribuiti**
  - **L'oggetto distribuito mantiene il proprio contatore dei riferimenti nel suo *skeleton***
  - **Ogni *proxy* creato presso nodi utente invia una notifica di incremento allo *skeleton*, che ne conferma ricezione**
    - La mancata ricezione di conferma (*acknowledgement*) non implica il mancato incremento → rischio di duplicazione
    - Il passaggio di un riferimento remoto da un oggetto all'altro deve causare un incremento
  - **Ogni rimozione di *proxy* comporta l'invio di una notifica di decremento allo *skeleton*, che può però andare perduta**
    - L'oggetto resta in vita anche se è privo di utenti

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

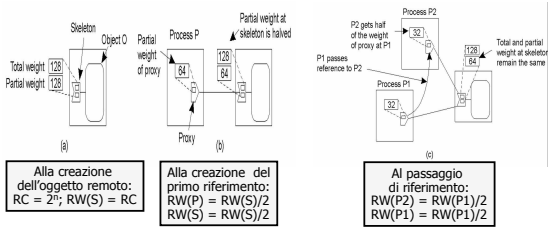
Entità non (più) riferibili - 5

- **Il problema di questa tecnica è causato dalla *race condition* tra incrementi e decrementi**
- **Il problema sparisce usando solo decrementi**
  - **Alla creazione dell'oggetto remoto, al suo *skeleton* vengono assegnati un peso totale (RC=2^n) ed un peso parziale (RW=2^m)**
    - Inizialmente n=m
  - **Ad ogni creazione di un riferimento, ½ RW dello *skeleton* viene ceduto al *proxy* corrispondente, con l'invariante RC = ∑ (RW)**
    - Ad ogni passaggio di riferimento, il *proxy* emittente cede ½ del suo peso al destinatario
  - **Ad ogni rimozione di un riferimento, il peso del corrispondente *proxy* viene sottratto ad RC dello *skeleton***
  - **Quando RC dello *skeleton* va a 0 l'oggetto viene rimosso**

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità non (più) riferibili - 6



Alla creazione dell'oggetto remoto: RC = 2^n; RW(S) = RC

Alla creazione del primo riferimento: RW(P) = RW(S)/2 RW(S) = RW(S)/2

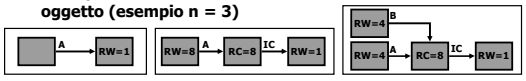
Al passaggio di riferimento: RW(P2) = RW(P1)/2 RW(P1) = RW(P1)/2

Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità non (più) riferibili - 7

- **Il problema è ora che ogni oggetto remoto consente solo N riferimenti (per N fissato)**
  - **Quando RW di *skeleton* e/o di *proxy* non è più dimezzabile (restituendo un intero) non sono più consentiti riferimenti**
- **Risolto tramite variante del *forwarding***
  - **Una cella di indirezione (IC) rileva RW=1, ma riceve RC=2^n, che ripartisce tra i nuovi riferimenti come se fosse un nuovo oggetto (esempio n = 3)**



Università degli Studi di Padova

Sistemi distribuiti: gestione dei nomi

Entità non (più) riferibili - 8

- **Lista dei riferimenti (usata da Java RMI)**
  - **Un processo che crea un riferimento remoto deve prima identificarsi presso lo *skeleton* e, ricevuta conferma (*ack*) crea il *proxy***
    - Lo *skeleton* mantiene la lista dei riferimenti
  - **Un processo che riceve un riferimento remoto (e dunque crea un *proxy* locale) deve fare lo stesso**
  - **Tecnica più informativa del conto dei riferimenti, che è anonima**
  - **Ugualmente esposta alla *race condition* tra inserzioni e rimozioni di riferimenti**