

Laboratorio di Programmazione di Rete

Laurea Triennale in Informatica Applicata

Progetto di fine Corso - A.A. 08/09

*SRM: Un Sistema Tollerante ai Guasti per la
Gestione di Risorse Condivise in Una Rete WAN*

1 Scopo del Progetto

Il progetto richiede la realizzazione di *SRM*, *Shared Resource Manager*, un sistema distribuito in grado di gestire un pool di risorse condivise in una rete WAN. In particolare, si deve considerare uno scenario in cui un insieme di *stampanti* vengono condivise da un insieme di client geograficamente distribuiti. Le stampanti del sistema vengono classificate rispetto alle loro caratteristiche (esempio: photo, laser, termal printer,...).

E' necessario definire un *Protocollo di Discovery* delle stampanti, mediante cui i client possono reperire ed accedere ad una stampante con determinate caratteristiche. A questo scopo *SRM* include un *LookUp Server centralizzato* che mantiene un *indice* delle stampanti disponibili nel sistema e che svolge principalmente le seguenti funzioni:

- registrazione/cancellazione di nuove stampanti che si rendono dinamicamente disponibili/indisponibili
- ricerca di una stampante che soddisfi i requisiti di un client

Poichè il servizio di *LookUp* è essenziale per il corretto funzionamento di *SRM*, occorre prevedere opportune politiche di *tolleranza ai guasti*, basate sulla *repliazione del servizio*, che garantiscano le sue funzionalità anche nel caso di guasto, con una degradazione accettabile delle prestazioni del sistema.

Il Client può richiedere al *LookUp Server* l'elenco di tutte le stampanti presenti nel sistema oppure di tutte le stampanti di un certo tipo. In ogni caso, dopo aver scelto la stampante, invia alla stampante una richiesta di registrazione per il servizio di stampa e successivamente invia il documento da stampare.

La stampante inserisce le richieste provenienti dagli utenti in una *coda di stampa*. Un utente può periodicamente controllare la sua posizione in questa coda. In ogni caso la stampante invia un messaggio di *end of print* quando la stampa è terminata con successo, oppure un messaggio di *printer problems* in caso contrario.

2 SRM: L'Architettura

In questo paragrafo descriviamo l'architettura complessiva di *SRM*, con riferimento alla Figura 1. In particolare verranno analizzate le tre componenti principali di *SRM*, cioè il *Servizio di LookUp*, le *Stampanti* ed i *Client*.

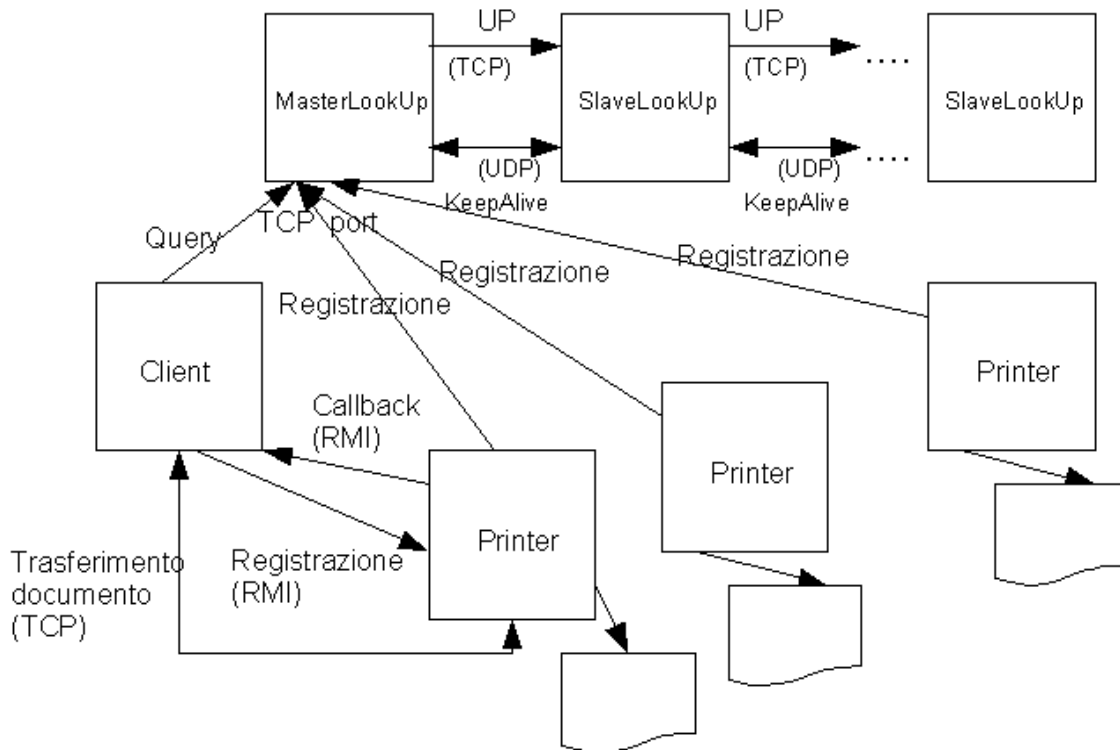


Figure 1: SRM: l'Architettura

2.1 Il Servizio di LookUp

L'architettura del servizio di *LookUp* fa riferimento ad un modello *Master Slave* basato sulla replicazione del servizio, con lo scopo di ottenere una buona tolleranza ai guasti. A questo scopo, in fase di configurazione del sistema, si attiva un *Master LookUp Server* ed un insieme di repliche, gli *Slave LookUp Server*. Ogni Server gestisce un *Printer Index* che memorizza riferimenti a tutte le stampanti del sistema. Mentre il compito del *Master LookUp Server* è quello di ricevere le richieste di registrazione/cancellazione provenienti dalle risorse e le query provenienti dai client, l'unico compito dello *Slave LookUp Server* è quello di ricevere gli aggiornamenti dal *Master LookUp Server* ed aggiornare la propria copia locale del *Printer Index*.

Come illustrato nella Fig. 1, i LookUp Server sono connessi secondo una *topologia a catena*, in cui il *Master LookUp Server* è il primo elemento della catena. Tutti LookUp Server vengono attivati in fase di configurazione del sistema e le interconnessioni tra loro vengono create definendo un ordine opportuno di attivazione dei server e passando ad ogni server gli indirizzi e le porte necessarie per la creazione della topologia.

Esistono due tipi di connessioni logiche tra una coppia di LookUPServer. La prima, *Connessione di UpGrade, UP*, viene utilizzata per trasmettere gli aggiornamenti effettuati sul *Printer Index*. Un aggiornamento è sempre generato dal *Master LookUp Server* e viene propagato dagli *Slave LookUp Server*, fino a raggiungere l'ultimo server della catena. La seconda connessione viene utilizzata per inviare

periodicamente dei *messaggi di keep alive* al server predecessore e successore nella catena. In questo modo è possibile individuare la caduta di uno dei server della catena.

La procedura di riconfigurazione in seguito al guasto di uno dei Server è diversa a seconda che si tratti del *Master LookUp Server*, dell'ultimo *Slave LookUp Server* della catena oppure di uno degli *Slave LookUp Server* intermedi.

Il fallimento del *Master LookUp Server* viene rilevato dal primo *Slave LookUp Server* S della catena, quando S non riceve messaggi di keep alive dal Master per un periodo di tempo maggiore di un valore Δt predefinito. In questo caso S dopo aver rilevato il crash si *autoelege* come nuovo master. Questo implica che l'identità del *Master LookUp Server* può cambiare dinamicamente, per cui è necessario prevedere dei meccanismi per la notifica dinamica di tale identità ai client ed alle risorse.

Nel caso di fallimento di uno *Slave LookUp Server* I della catena diverso dell'ultimo, il guasto viene rilevato sia dal predecessore che dal successore di I . Il predecessore di I , una volta rilevato il guasto invia al successore di I la propria identità, mentre il successore di I si mette in attesa di conoscere il suo nuovo predecessore sulla catena. Si noti che questo implica che ogni server sia a conoscenza del successore del suo successore, se esistente. Queste informazioni devono essere propagate tra i server in fase di configurazione del sistema, dopo la creazione della catena di server.

Infine, nel caso di fallimento dell'ultimo *Slave LookUp Server* L della catena, il predecessore di L si autoelege come ultimo server della catena, senza inviare alcun messaggio.

2.2 Le Risorse

Ogni stampante si registra presso il `LookupService` al momento della sua entrata in *SRM*, quindi si mette in attesa di richieste di registrazione da parte dei client. Tali richieste contengono un riferimento all'indirizzo IP ed alla porta su cui il client è in attesa della richiesta di trasferimento del documento da stampare da parte della stampante. Le richieste vengono inserite in una coda e servite in modo *FIFO*. Quando la stampante preleva una richiesta dalla coda stabilisce una connessione con il client per il trasferimento del documento e procede quindi alla stampa. La stampa viene simulata con la scrittura del documento su un file.

2.3 I client

Un client ricerca inizialmente un riferimento al servizio di `Lookup`, quindi inoltra ad esso le query. Si noti che il client deve essere sempre in grado di ricevere eventuali notifiche dell'identità di un nuovo *Master LookUp Server* in seguito al guasto del precedente.

L'utente interagisce con il client mediante una semplice interfaccia grafica, che gli consente di scegliere una stampante, selezionare il file che intende stampare e controllare l'andamento della sua stampa.

3 SRM: L'Implementazione

Le connessioni di UpGrade tra un *LookUp Server* ed il suo successore devono essere implementate mediante connessioni *TCP*, mentre i messaggi di keepalive sono spediti mediante pacchetti *UDP*. Sia le richieste di registrazione delle risorse che le query degli utenti vengono inviate al *MasterLookUp Server* mediante una connessione *TCP* su una porta da esso pubblicata.

La pubblicazione dell'indirizzo IP e della porta su cui è attivo il servizio di LookUp avviene mediante *multicast UDP*. I client, le risorse ed il *MasterLookUp Server* fanno parte di uno stesso gruppo di multicast su cui il *MasterLookUp Server* invia periodicamente la propria identità. Inoltre un nuovo server che si autoelege *MasterLookUp Server* invia tempestivamente la propria identità sul gruppo di multicast. Questo meccanismo consente quindi sia di notificare l'identità del *MasterLookUp Server* ai nuovi client/risorse che si uniscono a *SRM* che di notificare la nuova identità del Master in seguito a guasti.

L'interazione tra client e stampante avviene sia mediante *Remote Method Invocation* che tramite connessione *TCP*. Ogni stampante esporta infatti un oggetto remoto che implementa il servizio di registrazione offerto al client e contiene quindi metodi per la registrazione di indirizzo IP e porta del client e per l'interrogazione dello stato della coda di stampa. Il client inoltre registra una *callback* nel momento della sua registrazione al servizio di stampa. Tale callback viene utilizzata dalla stampante per notificare al client lo stato della sua stampa (terminata/problemi di stampa). Il riferimento all'oggetto remoto viene registrato presso il *Master LookUp Server* ed i client ricevono tale riferimento come risposta alle query inviate al server.

La stampante inserisce i riferimenti ai client in una propria coda *FIFO* e, ogni volta che estrae dalla coda un riferimento, stabilisce una connessione *TCP* sulla porta indicata dal client per il trasferimento del documento. La connessione viene chiusa quando il documento è stato completamente trasferito alla stampante.

Il client rimane costantemente in ascolto sullo stesso gruppo di multicast in modo da rilevare eventuali cambiamenti del *MasterLookUp Server*. Il client inoltre rimane in attesa delle richieste di stampa sottomesse dall'utente mediante l'interfaccia grafica, le inoltra alla stampante prescelta, interagisce con questa presentando all'utente sull'interfaccia eventuali messaggi provenienti da essa.

4 Parte Facoltativa

In caso di guasti multipli è possibile che il servizio di LookUp diventi indisponibile per la caduta di tutti i LookUpService della catena. Si preveda un meccanismo che consenta al sistemista di attivare ed inserire dinamicamente nuovi LookUpServer nella catena.

5 Modalità di svolgimento del Progetto

Il progetto può essere svolto in gruppo. Ogni gruppo deve essere composto al massimo da *due studenti*. Il materiale consegnato deve comprendere:

- Il codice di tutte le componenti di *SRM*, con le indicazioni per la loro compilazione/esecuzione.
- La stampa di tutto il codice di *SRM* e di eventuale programmi utilizzati per il test delle sue funzionalità. *Deve essere generato un file pdf contenente il sorgente di tutte le classi.*
- Una stampa della relazione *in formato pdf* che descriva tutte le scelte effettuate. La relazione deve contenere
 - una descrizione generale delle scelte di progetto effettuate.
 - una descrizione delle strutture dati utilizzate
 - uno schema generale dei threads attivati dai *LookUp Server*, dalle *Stampanti* e dai *Client* con le modalità di interazione di tali threads
 - un manuale d'uso che indichi chiaramente le modalità di interazione con il client.

L'organizzazione e la chiarezza dell'esposizione della relazione influiranno sul voto finale dell'esame. L'utilizzo di metodologie di documentazione del software quali diagrammi *UML* (delle classi, di sequenza,...) sarà considerato positivamente ai fini della valutazione del progetto.

Il progetto deve essere consegnato via e-mail una settimana prima della data dell'orale. L'orale verterà sia sulla discussione del progetto che sul programma svolto durante il corso.