



TCP/IP in pillole – Parte I

DARIO DE JUDICIBUS

Il TCP/IP costituisce l'insieme di protocolli che permette la comunicazione tra sistemi all'interno di Internet, intesa come rete di reti interconnesse e non come singola infrastruttura. Un protocollo definisce le regole per costruire e scambiare messaggi tra macchine, organizzate secondo un'architettura a livelli in cui ogni livello aggiunge informazioni necessarie alla trasmissione e interagisce con il corrispondente livello remoto. L'interconnessione tra reti eterogenee è resa possibile da standard aperti e condivisi, indipendenti dalle tecnologie sottostanti. La trasmissione dei dati avviene tramite packet switching, che suddivide i messaggi in pacchetti instradati separatamente e ricomposti a destinazione, ottimizzando l'uso delle risorse rispetto al modello a circuito. Questo approccio consente flessibilità, interoperabilità e diffusione su larga scala dei sistemi di comunicazione.

Non è certo fondamentale sapere come funziona uno spinterogeno od un albero di trasmissione per guidare un'automobile. Analogamente, al giorno d'oggi, non serve sapere come funziona un computer per poterlo utilizzare. La tecnologia ci scherma sempre di più dal come una cosa funziona spostando l'attenzione sul cosa fare per utilizzarla. Così, quella che era una volta tecnologia per un'élite abbastanza ristretta di studiosi, ricercatori e studenti, è oggi una realtà a disposizione di tutti.

Non solo è diventato semplice navigare nella Ragnatela, ma oggi chiunque può facilmente costruirsi le sue pagine ed agganciarle ad uno dei tanti siti Web che ospitano pagine private. Non c'è più neanche bisogno di conoscere l'HTML, grazie alla proliferazione di HTML editor commerciali e di pubblico dominio. In quanto ai risultati estetici, beh, lì non c'è programma che tenga.

Ma cosa c'è sotto a tutto ciò? Per chi è ancora e nonostante tutto interessato a capire come funzionano le cose, e se vogliamo anche per coloro ai quali la cosa non interessa per niente, ma hanno qualche minuto per leggere un paio di paginette e poi, chissà, potrebbe sempre tornare utile... insomma, per chi vuole, ecco a voi il "TCP/IP, questo sconosciuto".

Partiamo dal nome. Il nome completo è *TCP/IP Internet Protocol Suite*, ed è un insieme di protocolli di trasmissione di cui i due principali sono appunto il TCP (Transmission Control Protocol) e l'IP (Internet Protocol). Ma che cosa è esattamente un protocollo?

Essenzialmente è una serie di regole per comporre dei messaggi e per far sì che essi possano essere scambiati tra due macchine.

Non stiamo parlando solo di computer. Anche una centrale telefonica meccanica può ricadere in questa definizione. Un protocollo può contenere regole estremamente dettagliate, come quelle che identificano il significato di ogni singolo bit nella costruzione di un messaggio, oppure fornire uno scenario di alto livello, come ad esempio definire come avviene il trasferimento di un file da un computer ad un altro.

Fondamentalmente un protocollo sta alla trasmissione dati come un linguaggio di alto livello quale il C++ sta alla programmazione. Infatti, un linguaggio di programmazione comprende sia regole estremamente dettagliate che devono essere seguite alla lettera — guai a dimenticare anche un solo punto e virgola alla fine di un'istruzione C++ — sia strutture di alto livello che vanno costruite nel modo corretto, pena errori nella struttura logica del programma.

Una generica architettura di trasmissione è formata da una torre a più piani, dove ogni piano rappresenta una precisa responsabilità nella trasmissione dei messaggi. Alla base della torre sta la porta di accesso alla rete fisica, che potremmo pensare come una rete di strade. Ogni piano prende il messaggio che arriva dal piano superiore, lo mette in una busta con alcune informazioni aggiuntive, e lo passa come messaggio al piano inferiore.

Le regole di comunicazione tra i vari piani sono dette interfacce. Il messaggio risultante, formato da tante buste una dentro l'altra, viene immesso nella rete dalla porta che si trova alla base della torre. Una volta arrivato al pian terreno infatti, esso viene trasportato alla torre di destinazione e di qui risale un piano dopo l'altro fino all'ultimo piano, detto anche livello applicativo. Ogni piano della torre di destinazione apre solo la busta che gli compete ed usa le informazioni aggiuntive per recapitare la busta successiva al piano superiore.

Le informazioni aggiuntive rappresentano il protocollo di comunicazione. Ogni piano comunica quindi solo con il piano corrispondente.



Figura 1 – Un esempio

Vediamo un esempio (*Figura 1*). Il direttore della “Pippo e figli” manda una lettera riservata al direttore della “Pluto e consorte”. Il modo con cui i due comunicano, ad esempio i riferimenti a lettere precedenti, lo stile della lettera, il modo di salutare alla fine della lettera, e così via, rappresenta il protocollo ad alto livello, cioè quello applicativo. Per spedire la lettera il direttore lo passa alla sua segretaria. Ciò avviene secondo le regole interne della “Pippo e figli”, ed è perciò un’interfaccia. La segretaria prende la lettera, la mette in una busta aggiungendo il nome del destinatario e la scritta **RISERVATO**. Queste informazioni sono per la sua controparte nella “Pluto e consorte”, ed è quindi anch’esso un protocollo. La busta viene quindi passata all’Ufficio Posta dell’edificio secondo la procedura ordinaria (altra interfaccia), il quale aggiunge l’indirizzo completo, il CAP ed altre informazioni necessarie alla spedizione, e la passa quindi al corriere, che rappresenta il meccanismo fisico di trasferimento del messaggio. Terzo protocollo. Quando la lettera arriva, questa viene gestita dall’Ufficio Posta della “Pluto e consorte” che, dopo aver buttato la busta esterna con l’indirizzo dell’edificio, la passa alla segreteria del direttore. Questa registra l’arrivo della missiva, la toglie dalla busta più interna, e poi consegna la lettera vera e propria al direttore della “Pluto e consorte”.

È evidente che perché il sistema funzioni bisogna che i vari protocolli siano rispettati da entrambe le aziende. Mentre infatti le interfacce possono essere diverse (ogni azienda ha le sue procedure interne), i protocolli devono essere stati concordati prima, altrimenti alcune informazioni potrebbero andare perse, od addirittura la lettera potrebbe non essere recapitata in tempo. Pensate ad una segretaria italiana che riceve una busta da una consociata asiatica con sopra scritto **URGENTE** in cinese! Ne nasce una considerazione importante. La base di ogni protocollo è il concetto di standardizzazione. Più vasta è l’accettazione dello standard, più forte e diffuso è il protocollo. Gli standard internazionali

sono in genere i più importanti, ma non sempre. Un esempio è proprio il TCP/IP, nato per volontà dell'agenzia americana DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) e poi diventato di fatto il maggior sistema di protocolli per l'interconnessione di reti a livello mondiale.

Internet è basato su tre livelli concettuali: il livello applicativo (Application Services), quello del trasporto (Reliable Stream Transport Service) e quello della spedizione dei pacchetti (Connectionless Packet Delivery Service). Li vedremo in dettaglio nella seconda parte di questo breve corso, il mese prossimo.

Per capire il TCP/IP, è necessario a questo punto capire bene che cosa è Internet. Tanto per cominciare Internet non è una rete di comunicazione. Una rete di comunicazione è in genere legata alle necessità specifiche di chi l'ha disegnata e dell'hardware utilizzato per implementarla. Costruire una rete ideale che vada bene per qualsiasi esigenza, o pensare di poter limitare ad un solo tipo di hardware l'implementazione di una qualunque rete non solo non è fattibile, ma neanche auspicabile, date le limitazioni delle tecnologie attuali. A volte è necessario far correre i dati molto velocemente in un ambito molto ristretto, come ad esempio all'interno di un edificio. Altre volte si ha l'esigenza di trasmettere dati a migliaia di chilometri di distanza in modo molto affidabile, anche se questo può significare un rallentamento nella velocità di trasmissione. Se si cercasse di utilizzare lo stesso hardware in entrambi i casi, i costi sarebbero assolutamente inaccettabili.

La soluzione è l'interconnessione delle reti, od internetworking. Grazie a dei ponti di collegamento (detti gateway) e la definizione di opportuni protocolli, si possono collegare fra di loro reti anche molto diverse, fornendone agli utenti una visione comune. Questa è la forza di Internet rispetto alle varie reti proprietarie, e di conseguenza del TCP/IP sui vari protocolli proprietari. Il TCP/IP è un insieme di regole pubbliche, aperte a tutti, o come si dice nell'ambiente, un sistema aperto (open system), che permette l'interconnessione di reti anche molto differenti, indipendentemente dalla tecnologia usata da ogni rete. I suoi principali vantaggi sono appunto l'indipendenza dalle tecnologie delle singole reti interconnesse, la possibilità di far comunicare fra di loro ogni computer connesso al sistema, la possibilità di trasmettere conferme di ricezione (*acknowledgement*) direttamente dal destinatario al mittente, e soprattutto una notevole quantità di protocolli applicativi per qualunque possibile bisogno, come vedremo più avanti. Il TCP/IP definisce quindi una unità di trasmissione dati chiamata *datagram*, e le regole da seguire per trasmettere un *datagram* in una particolare rete. Per chi fosse interessato ad approfondire l'argomento, nel riquadro verde è riportata una buona bibliografia sull'argomento.

Il principio che sta alla base dell'interconnessione è quello di schermare le applicazioni dalle caratteristiche fisiche delle reti in modo semplice e flessibile. Questo avviene attraverso un livello intermedio che si occupa di spedire e ricevere piccoli pacchetti di dati fra due punti qualsiasi del sistema di reti. Questo meccanismo si chiama *packet-switching*. Esso consiste nel dividere ogni messaggio in un certo numero di pacchetti di dati. Ogni pacchetto è formato da poche centinaia di byte, e contiene una intestazione che fornisce

informazioni sul destinatario e su come raggiungerlo. Questo meccanismo ha il vantaggio di ottimizzare l'utilizzo della rete, parallelizzando la trasmissione di più messaggi contemporaneamente. Lo svantaggio è che ogni nuovo sistema che si aggancia alla rete per trasferire dati riduce la disponibilità della rete per tutti gli altri sistemi già connessi. Una rete infatti ha una certa capacità ben definita, che dipende sostanzialmente dalla tecnologia hardware e software che utilizza. Tale capacità viene misurata in bits per second (bps). Questa grandezza non rappresenta la velocità dei dati in rete, come si potrebbe pensare in prima istanza, bensì dà una misura del numero massimo di bit che possono essere trasmessi nella rete in un secondo. La velocità reale di un singolo messaggio dipende da tanti fattori, come il numero di sistemi che sta utilizzando la rete, la qualità delle connessioni e di conseguenza il numero di tentativi necessari per trasferire correttamente i dati, le modalità di trasmissione ed i dati aggiuntivi necessari al trasferimento degli stessi.

Ci sono altri modi per trasferire dati in una rete. Ad esempio, quando fate una telefonata, la rete stabilisce un collegamento diretto fra il vostro telefono e quello della persona chiamata. A questo punto il telefono incomincia a campionare il microfono della vostra cornetta in modo continuo, trasferendo il segnale al ricevitore all'altro capo. Il tutto a 64000 bits per secondo, che è la velocità di campionamento necessaria a digitalizzare la voce. Questo avviene comunque, indipendentemente dal fatto che stiate parlando o meno. Anche se state in silenzio la linea è saturata al massimo della sua capacità. Questo meccanismo è detto *circuit-switched*. Al contrario del meccanismo usato dal TCP/IP, quello cioè a pacchetti, la linea è completamente assegnata alla comunicazione in atto, per cui il fatto che altri stiano telefonando non riduce la capacità della connessione. D'altra parte la linea è utilizzata completamente indipendentemente dal fatto che ci siano o meno dati da trasferire. Di qui gli elevati costi di tale meccanismo. La telefonata, infatti, la pagate lo stesso sia che parliate molto velocemente, sia che stiate completamente in silenzio. Questo meccanismo è troppo costoso per una rete informatica, specialmente se si tiene conto che la disponibilità di tecnologie hardware sempre più raffinate e veloci per il trasferimento dei dati bilanciano in buona parte quello che è uno dei punti deboli del sistema a pacchetti, e cioè l'impossibilità di garantire ad ogni utente ed in ogni momento una certa capacità di trasferimento ben definita.

Nella prossima puntata parleremo di *host names*, di *IP address*, e di come avviene il trasferimento dei pacchetti all'interno della rete. Arrivederci.

BIBLIOGRAFIA

- Comer, Douglas E., Internetworking with TCP/IP, v.1, Prentice Hall, 1991, ISBN 0-13-468505-9
- Green, P. E., Computer Network Architectures and Protocols, Plenum Press, New York 1982
- Ed Krol, The Whole Internet: User's Guide & Catalog, O'Reilly & Associates, Inc, 1992.
- Carl Malamud, Exploring the Internet: A Technical Travelogue, Prentice, Hall, 1992.