

1 Architettura stratificata delle reti

Indipendentemente dalla rete che trasporta le informazioni, il software applicativo dovrebbe poter funzionare nello stesso modo.

Con questo proposito sia gli organismi di normazione sia le aziende hanno stabilito delle architetture di rete stratificate in livelli, in modo analogo ai Sistemi Operativi.

Ogni livello ha una "interfaccia" ben precisa con gli altri, cioè rende disponibili ai suoi utilizzatori un insieme ben preciso di funzionalità, di solito definito dagli standard, utilizzabili attraverso un meccanismo "consistente" (nel senso si mantiene sempre coerente, per tutte le funzioni).

Programmi eseguiti in computer diversi ma che risiedono sullo stesso livello comunicano fra loro attraverso un "protocollo". Ogni programma comunica con gli strati sottostanti attraverso una "interfaccia" (OSI chiama "SAP" queste interfacce (Service Access Point))

Ogni programma, ad ogni livello, non può "parlare" direttamente con il programma omologo, di pari livello, sull'altro computer, perché è fisicamente separato. Esso dovrà invece consegnare il messaggio allo strato sottostante, sullo stesso computer, che è l'unico con cui può comunicare.

Il messaggio dovrà essere dotato di un "indirizzo" dovrà cioè possedere una qualche forma di identificazione univoca della sua destinazione.

Lo strato sottostante passerà il messaggio a quello sotto di lui, aggiungendogli un suo indirizzo. Così si continuerà fino alla fine degli strati sul computer sorgente. L'ultimo strato (livello fisico) comprende l'hardware di rete, che è in grado di spedire l'informazione al computer di destinazione. Nel computer di destinazione il messaggio ripercorre a ritroso tutti gli strati di software e di hardware passati nel computer sorgente, venendo spogliato ad ogni strato delle informazioni accessorie destinate a quello strato. Alla fine il messaggio originario giunge, uguale a quando era partito, all'applicazione cui era destinato, nello stesso strato dell'applicazione che l'aveva trasmesso. In questo modo le due applicazioni di pari livello possono comunicare insieme, senza conoscere i dettagli sull'architettura della rete che li mette in comunicazione.

Per la loro caratteristica "a pila" i protocolli di rete stratificati vengono detti "stack" di protocolli.

Lo scopo di ciascun livello è quello di fornire servizi alle entità del livello superiore, mascherando il modo in cui questi sono implementati.

Il livello di astrazione delle funzioni di livello superiore è più alto rispetto a quelle inferiori, le funzioni dei livelli superiori fanno cioè operazioni più complicate con comandi più semplici e dispongono di strutture dati e "oggetti" più complicati (p.es. il concetto di "sessione" o di "file" sono presenti solo a livelli alti dello stack di protocolli).

I due computer o, più in generale, dispositivi che comunicano devono contenere tutto il software e/o l'hardware necessario per realizzare tutti i livelli dell'architettura del software di rete che servono al loro scopo.

L'architettura stratificata delle reti è vantaggiosa perché:

- se le funzioni di ciascun livello ed i confini fra i vari strati sono ben definiti, lo sviluppo dei relativi programmi i dispositivi hardware può essere agevolato, perché ognuno si deve occupare di un problema ben definito e non troppo complesso.
- è possibile utilizzare protocolli diversi sopra lo stesso strato
- se i programmi che risiedono ad un livello chiamano solo funzioni del livello loro sottostante le modifiche nel software e nell'hardware relativo ad un livello non hanno conseguenze sul resto del sistema, la manutenibilità della rete è pertanto agevolata.

Per queste ragioni nella definizione degli standard e nella programmazione delle applicazioni non bisognerebbe bypassare gli strati. Ciò significa che bisognerebbe usare solo le funzioni dello strato immediatamente sottostante e non quelle di strati più "sotto". Peraltro, per ragioni di efficienza e di semplicità realizzativa, questa avvertenza viene molto spesso disattesa.

Encapsulation ("imbustamento")

Come abbiamo visto, ad ogni livello di un'architettura di rete stratificata vengono aggiunte al frame (PDU) del livello superiore tutte le informazioni che necessitano per la gestione a quel livello, vengono cioè aggiunti un header ed eventualmente un trailer, che conterranno indirizzi e informazioni di controllo. Il nuovo frame, così ingrandito, viene passato al livello inferiore, divenendone la sua parte dati. In questo caso si dice che il frame del livello superiore viene "incapsulato" nel frame del livello inferiore. Il frame finale che viene fisicamente trasportato, trasporta informazioni in più che non hanno contenuto informativo diretto e non facevano parte dei dati da spedire inizialmente. Ciò abbassa l'efficienza della trasmissione.

Relay

Alcuni dispositivi o computer si possono interporre fra i due soggetti finali¹ di una comunicazione, senza essere interessati al suo contenuto. In questo caso il loro scopo è solo quello di far transitare l'informazione, collegando sottoreti che potrebbero essere autonome. Sistemi di questo genere di solito vengono detti "relay". A differenza dei due soggetti della comunicazione, che si parlano indirettamente, un relay che riceve un messaggio non ha la necessità di risalire in tutta la pila dei protocolli, fino al livello di partenza, ma solo fino allo strato in cui è possibile trovare gli indirizzi che gli servo-

¹ i soggetti finali di una comunicazione si definiscono "endpoint"

no per spedire il messaggio a destinazione. Nei casi più comuni, questo strato è il livello di rete del modello OSI (livello 3, "network layer", vedi oltre). A seconda del livello in cui operano i relay possono essere chiamati: "repeater" (livello 1), "bridge" (livello 2), "router" (livello 3) e "gateway" (livello 7).

1.1 Il Modello ISO – OSI

Le norme OSI non specificano completamente l'architettura della rete indicando nel dettaglio tutte le funzioni che devono essere realizzate. Sono piuttosto un "modello" di principio al quale si dovrebbero conformare sia gli altri standard, più dettagliati, sia le realizzazioni pratiche. Nello stesso livello del modello OSI esistono standard diversi, che specificano protocolli diversi, per diversi campi di applicazione.

Gli strati del modello OSI sono sette:

1. Physical layer (Livello Fisico):

È il livello che provvede al trasporto fisico del segnale, senza assegnare alcun significato ai bit che vengono trasportati. Gli standard di questo livello definiscono le specifiche meccaniche ed elettriche per i cavi, i connettori, per i modi di rappresentare i bit (signalling o modulazioni) e di ottenere la bidirezionalità.

Alcuni indicano il livello fisico con la sigla PHY (da "physical").

2. Data Link Layer (livello di Collegamento Dati):

Questo livello costruisce ed usa i "frame" fisici, cioè i blocchi elementari in cui l'informazione da trasmettere viene suddivisa per la trasmissione. I frame vengono passati al livello fisico, che provvede al trasporto materiale. In ricezione questo livello può assicurare l'**affidabilità** dei collegamenti, cioè il controllo degli errori di trasmissione e la loro eventuale correzione, di solito effettuata mediante la ritrasmissione dei frame affetti da errore.

Anche questo livello non associa alcun significato ai bit trasmessi nel payload, ma ne può assicurare la trasmissione lungo il collegamento fisico. La trasmissione può essere affidabile o meno. Se si è in presenza di un livello data link affidabile, i livelli successivi possono contare su messaggi privi di errore. In molte architetture reali importanti il livello DLL non realizza comunicazioni affidabili. Per esempio nelle reti locali l'affidabilità del collegamento viene realizzata solo in minima parte a livello di DLL, demandando la funzione al livello di trasporto.

3. Network (Livello di Rete):

Questo livello si occupa di far giungere a destinazione i pacchetti di informazione, anche in reti complesse con topologie a maglia. Al di sopra di questo livello l'utilizzatore può non sapere nulla sulle caratteristiche fisiche della rete.

In quelle reti ove ve ne sia la necessità, il livello di rete si occupa dell'instradamento (routing) e del controllo del flusso (handshake), può gestire anche la priorità dei messaggi.

Un livello di rete completo realizza una "sottorete" funzionalmente completa, gli strati superiori ad esso forniscono funzionalità sempre più astratte e complicate, ma non intervengono più sulle caratteristiche fisiche della rete. La separazione fra lo strato 3 e 2 rende possibile l'utilizzazione dello stesso supporto fisico per trasportare i pacchetti di protocolli diversi (p.es. sulla stessa rete Ethernet, che arriva al livello 2, possono passare pacchetti dei protocolli di livello 3 IPX o IP).

4. Transport (livello di Trasporto):

Rende disponibile un collegamento logico affidabile e trasparente fra due punti finali ("endpoint") della rete. Assicura il controllo e la ripresa da errori della comunicazione a più alto livello di astrazione di quanto realizzato dal livello 2 (data link). Questo livello può suddividere in trasmissione il messaggio in blocchi più piccoli, occupandosi di numerarli (frammentazione). In ricezione lo strato dello stesso livello del computer ricevente ri assemblerà i blocchi in modo che siano nella giusta sequenza.

Un'altra sua funzione può essere la prevenzione della congestione della rete. In alcuni protocolli di livello 4, se i nodi finali della comunicazione od anche nodi intermedi rilevano che il traffico in rete diventa eccessivo e potrebbe innescare una congestione, sono in grado di rallentare il flusso dei nodi che trasmettono, in modo che la rete possa riprendere il suo funzionamento corretto.

Al livello di trasporto possono essere anche devolute funzioni che riguardano l'affidabilità nello scambio dei messaggi. Mentre il livello 2 può garantire l'affidabilità dei singoli collegamenti fisici (segmenti), questo livello garantisce l'affidabilità del messaggio lungo tutto il percorso, che può includere molti segmenti. Ove il livello 2 non garantisca l'affidabilità dei collegamenti, questa funzione sarà svolta tutta a questo livello.

Esistono peraltro anche a questo livello protocolli che non garantiscono l'affidabilità del segnale. Esso sono usati quando l'affidabilità non è una caratteristica della rete richiesta dall'applicazione.

5. Session (Sessione):

Realizza un'infrastruttura per la comunicazione fra le applicazioni. Gestisce le sessioni di collegamento (apertura, chiusura ..) fra applicazioni. Il livello di sessione inizia, mantiene e conclude un collegamento "end to end" fra due programmi, che non conoscono l'infrastruttura di rete sottostante e potrebbero funzionare sullo stesso computer, così come da due parti opposte del mondo. I protocolli di livello 5 sono in grado di gestire più di una sessione contemporanea con lo stesso protocollo (funzione di "multiplexing").

La funzione più interessante che dovrebbe essere fornita a questo livello è il "recovery", cioè il recupero delle informazioni già spedite in caso di caduta del collegamento. In questo caso si definiscono dei "punti di controllo"

("checkpoint") per la trasmissione dell'informazione; durante la comunicazione i due programmi si scambiano informa-

zioni che riguardano i checkpoint già raggiunti, in modo da dover rispedire solo i dati trasmessi dopo l'ultimo checkpoint verificato. Un'altra funzione di questo livello può essere lo "stabilire i turni" per la comunicazione, nel caso di reti che funzionino in half duplex.

6. Presentation (Presentazione):

Fa trasformazioni utili sulla rappresentazione dei dati (riformattazione, crittografia, compressione, ..). Per esempio, una trasformazione fra testo "stile UNIX", in cui di solito si concludono le linee con un solo Carriage Return, e testi "stile MS-DOS" che usa Carriage Return e Line Feed, oppure la conversione di testi ASCII in codice ANSI o Unicode.

E' poco comune come strato "autonomo".

7. Application (Applicazione (servizi utili alle applicazioni finali)):

Lo strato di applicazione è il livello dei "server", fornisce le funzionalità utili ai programmi applicativi. Tipiche funzioni di questo livello sono: accesso e trasferimento di file, emulazione di terminale, funzioni per la comunicazione fra i programmi, posta elettronica, accesso remoto a computer nella rete, funzioni per la gestione remota della rete (gestione degli utenti, delle stazioni collegate, ..). Per quanto il nome di questo livello possa trarre in inganno, si fa notare che le applicazioni finali risiedono al di sopra del livello Applicazione, che si chiama così perché fornisce servizi alle applicazioni finali.

Al di sopra della rete, ad un ipotetico livello 8, stanno le comuni applicazioni, che possono anche non sapere che esiste una rete, ma hanno semplicemente accesso alle risorse di rete come se fossero sullo stesso computer su cui esse girano.

Alcuni affermano l'esistenza di un nono livello ISO - OSI:

There is also the undocumented but widely recognized ninth network layer:

Bozone (a.k.a., loose nut behind the wheel): The user sitting at and using (or abusing, as the case may be) the networked device. All the error detection/correction algorithms in the world cannot protect your network from the problems initiated at the Bozone layer.

(l'ultimo strato da: "EthernetFAQ", Summarized from UseNet group comp.dcom.lans.ethernet)

Nella vita reale spesso alcuni livelli non sono implementati o le loro funzionalità sono condensate in livelli singoli. Ciò anche per ragioni di efficienza, visto che ogni livello aggiunge dell'overhead.

1.1.1 Problemi con lo schema OSI

Resistenze da chi ha protocolli proprietari

Overhead

Reti OSI esistenti

X .25

Reti per l'automazione industriale

Servono anche in edifici e automobili

MAP TOP

MAP (Manufacturing Automation Protocol)

TOP (Technical and Office Protocol) è l'analogo di MAP per l'ambiente d'ufficio, parecchie specifiche di MAP e TOP coincidono. Questi protocolli avrebbero potuto essere molto importanti negli ambienti di fabbrica integrata, nei quali è necessaria l'integrazione delle funzioni di automazione, controllo della qualità e gestione aziendale.

In verità non hanno avuto molta fortuna, per via del costo delle apparecchiature, che è sempre stato alto.

Per questo sono stati sviluppati i "fieldbus", o "bus di campo", con l'idea di avere standard per dispositivi di basso costo.

Nel campo dei fieldbus sono stati sviluppati molti standard, con caratteristiche molto simili ma in feroce competizione fra di loro (Es. Interbus, Profibus, "Foundation" fieldbus).

Interbus

Profibus

"Foundation" fieldbus

CAN bus

LON network