



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE
Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea Specialistica in Informatica
Anno accademico 2010/2011

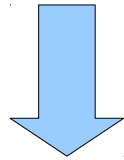
**Verso sistemi di rete Real-Time:
analisi delle problematiche e implementazione
del protocollo TCP su S.Ha.R.K.**

**Relatore:
Aldo Franco Dragoni**

**Candidato:
Paolo Iddas**

Obiettivi

- Implementazione del protocollo TCP su sistema operativo Real-Time SHaRK



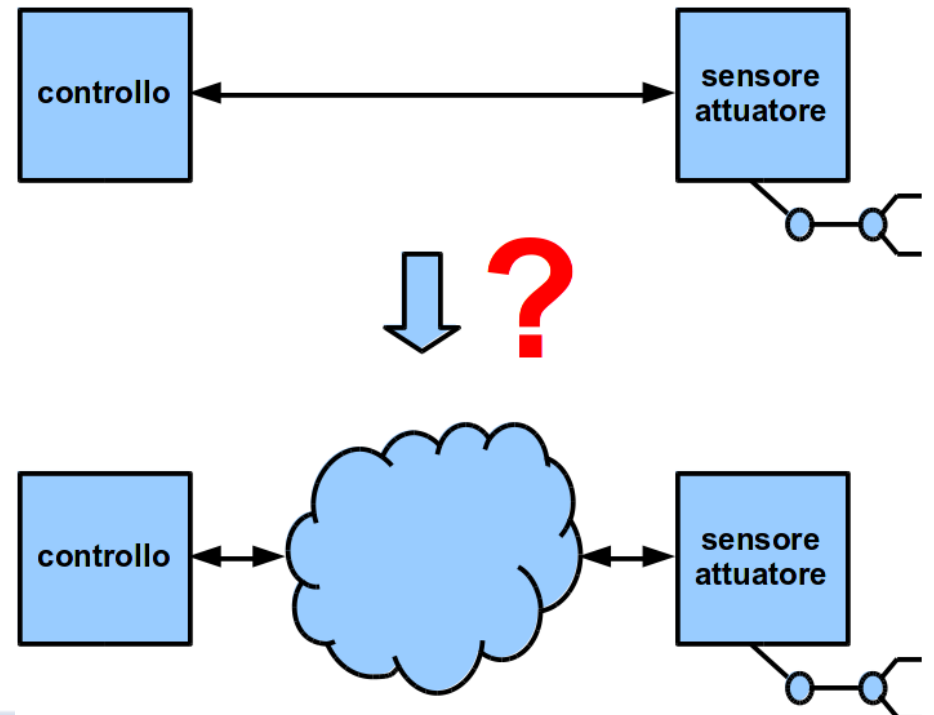
- Indagine sulla possibilità di effettuare comunicazioni Real-Time su reti geografiche utilizzando i protocolli maggiormente diffusi
- Coniugare l'affidabilità del protocollo TCP con il determinismo temporale richiesto in sistemi Real-Time
- Utilizzare TCP come protocollo di trasporto su un sistema di rete Real-Time

Motivazioni / Scenari applicativi

- Pervasività e diffusione delle soluzioni basate su stack TCP/IP
- Crescente richiesta di applicazioni distribuite Real-Time
- Costo delle soluzioni proprietarie

Esempi:

- controllo remoto
- flussi audio / video ad alta criticità temporale
- computazione distribuita in tempo reale



Sistemi Real-Time

- Sistema Real-Time: sistema di calcolo in cui la correttezza di funzionamento non dipende soltanto dalla validità dei risultati ottenuti ma anche dal tempo in cui tali risultati sono prodotti
- Real-Time \neq veloce
- Real-Time = predicibile
- RTOS garantiscono la predicibilità (opportuno scheduling della CPU)
- Task real time caratterizzato da almeno due parametri di QoS:
 - Deadline
 - WCET (Worst Case Execution Time)



S.Ha.R.K.

- Soft Hard Real-time Kernel: sistema operativo real-time sviluppato presso la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa
- Estensione alla libreria standard C con gestione esplicita del tempo
- Kernel snello e modulare ad uso didattico
- Monoprocesso multi-threading
- Presenza libreria stack UDP/IP

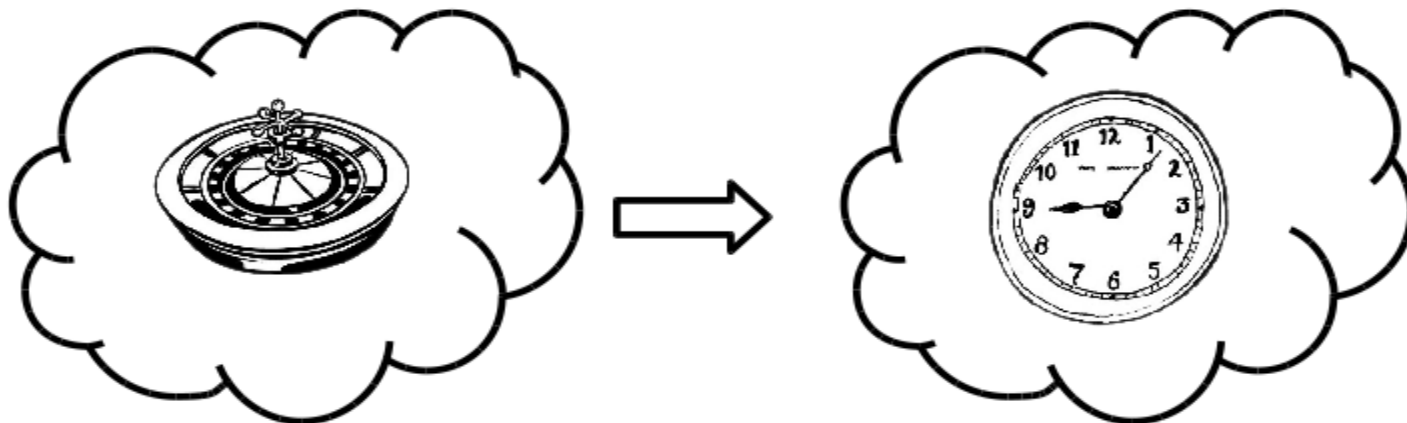


Implementazione TCP in S.Ha.R.K

- Implementazione standard RFC 793 e interfaccia POSIX
- Architettura modulare (task serventi aperiodici in ricezione, trasmissione, timer ritrasmissione periodico)
- Protocollo stateful: necessità di condividere le strutture dati
 - accesso regolato con Stack Resource Policy (SRP)
- Gestione a eventi: protocollo event-triggered e ack-clocking
- Applicazione separata dalle logiche di rete (utilizzo di buffer circolari) consente di stimare in maniera migliore WCET e di separare i periodi
- Esistono sistemi e estensioni al protocollo per migliorare performance e diminuire variabilità ma non danno garanzie real-time
- Servizio best-effort non garantisce tempistiche (impossibile stabilire garanzie Hard Real Time)

Sistemi di rete Real-Time

- Sistema in cui la correttezza della comunicazione dipende anche dal tempo in cui il trasferimento dati sarà ultimato
- Un modello appropriato per la comunicazione RT deve considerare la puntualità (timeliness) tanto importante quanto la correttezza
- Requisito: tempi di comunicazione predicibili



Modello ISO-OSI: Data Link Layer e RT

- Compiti:
 - movimento dati da nodo a nodo adiacente
- Problemi:
 - suddivisione del canale in broadcast (ritardi imprevedibili nell'accesso al canale quando si utilizzano protocolli ad accesso casuale)
- Soluzione:
 - utilizzo approcci con determinismo temporale (es. FDDI, TDMA, FDMA, ecc...)

Modello ISO-OSI: Network Layer e RT

- Compiti:
 - routing
 - forwarding
- Problemi:
 - algoritmi di routing in uso non RT
 - routing dinamico (ritardo variabile)
- Soluzioni possibili:
 - circuito virtuale
 - decisioni di routing solo durante l'instaurazione della connessione

Quali sono i problemi?

- Problemi della rete con servizio best-effort:
 - jitter dei pacchetti (ritardo variabile e non deterministico)
 - risorse condivise senza politiche di controllo (larghezza di banda variabile, ritardi in coda non limitati, congestione, etc...)

Principi comunicazione RT

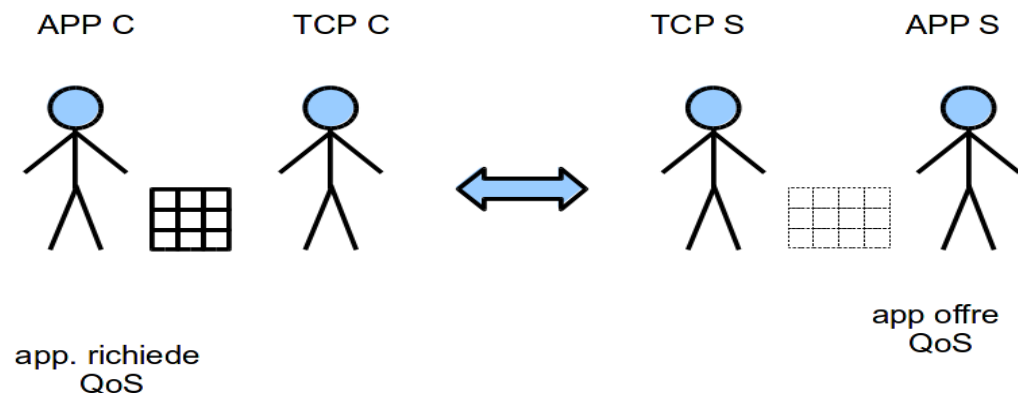
- Differenziazione del traffico (best-effort vs real-time)
- Isolamento dei tipi di traffico (best-effort non deve mettere a repentaglio garanzie real-time)
- Uso efficiente delle risorse (utilizzo “elastico” del canale)
- Ammissione della chiamate (richiesta QoS e prenotazione risorse)

Ipotesi sistema rete RT

- Larghezza di banda riservata durante l'instaurazione della connessione (no congestione)
- WCTT (Worst Case Traversal Time) determinabile e costante per tutta la sessione di trasferimento dati

TCP: estensioni RT

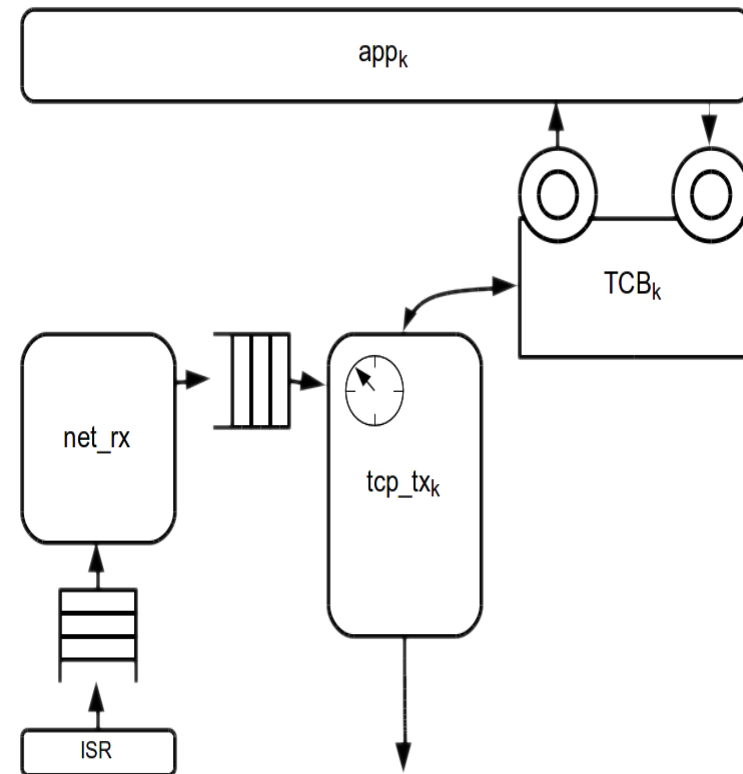
- Principio guida: nessuna modifica nè alla “sintassi” (stesso header) nè alla “semantica” (stessa macchina a stati)
- Paradigma client-server: richiesta e offerta di QoS da parte delle applicazioni



TCP C contatta TCP S e verificano la possibilità di garantire QoS

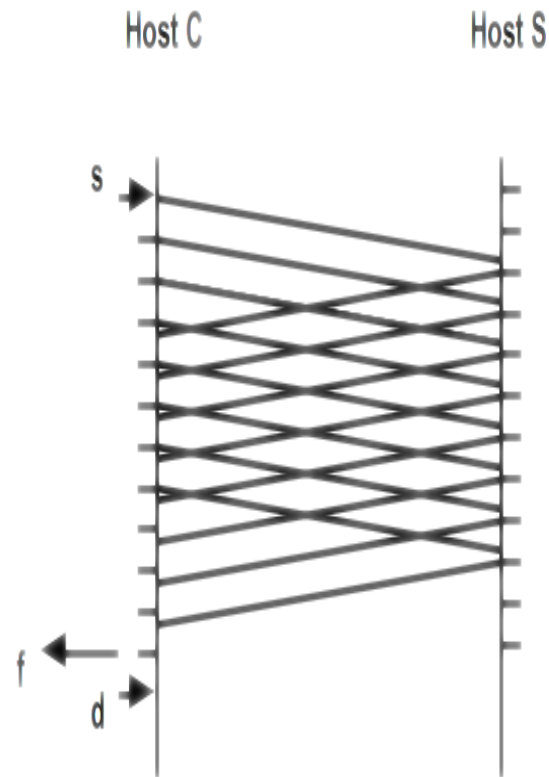
TCP: estensioni RT - cont.

- Nuova architettura:
task servente periodico per ogni
connessione (paradigma client-
server)
 - timer implicito nel periodo del
servente
 - strutture dati gestite unicamente
dal task servente (no blocchi)



TCP: estensioni RT - cont.

- Nuovo modus-operandi: time-triggered e ack-regulated
- Periodo e numero segmenti determinato dalle richieste di QoS della applicazione e dalla rete
- Fattibilità dipende da:
 - vincoli sulla banda e sulle risorse (buffer etc..)
 - vincoli sulla CPU
- Scheduling del canale guidato dallo scheduling della CPU



TCP: estensioni RT - cont.

- QoS canale richiesto / offerto:

$$(S_{KC}, T_{KC}, D_{KC})$$

- Periodo determinabile come:

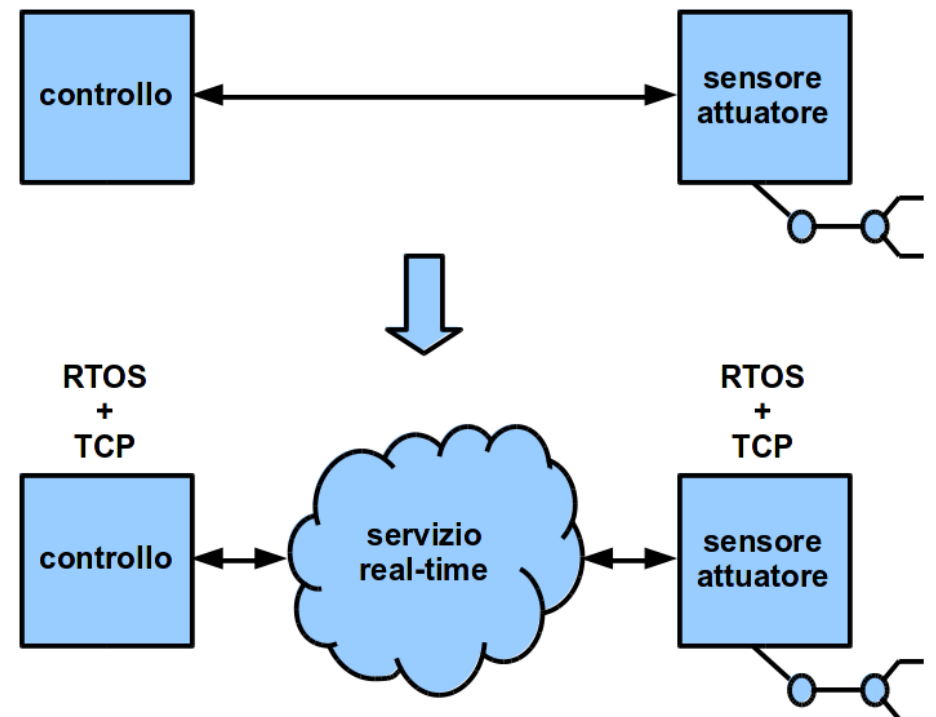
$$T_C = \frac{(T_{KC} - WCTT) \cdot S_C}{S_{KC} + (\alpha + 1) \cdot S_C}, \quad \alpha \geq 0$$

- Finestra per il controllo del flusso determinabile come:

$$W_{min} = \min \left(MSS \cdot S_{KC}, MSS \cdot S_C \cdot \left(\left\lceil \frac{WCTT + T_C}{T_C} \right\rceil + 1 \right) \right)$$

Conclusioni

- Un sistema di rete Real-Time su infrastruttura odierna è tecnicamente fattibile
- TCP non è l'anello debole per un sistema di rete RT: piccole estensioni consentono l'utilizzo su sistema di rete RT senza modificare sintassi e/o semantica



Sviluppi futuri

- Sperimentazioni per aumentare predicibilità TCP su rete best-effort
- Test della timeliness della nuova architettura TCP su rete ad-hoc
- Comportamento in presenza di altri protocolli (fairness)
- Studio analogo su IP e implementazione di un IP Real-Time

Grazie per la
cortese attenzione