

Reti di Calcolatori

Homework 2: Strumenti per valutazione prestazioni di rete

Andrea Zanella

May 3, 2021

Comando ping

L'applicazione `ping` è supportata da tutti i sistemi operativi comuni ed è ampiamente utilizzata come strumento elementare di diagnostica di rete. `ping` sfrutta il protocollo Internet Control Message Protocol (ICMP, RFC 792), che si appoggia direttamente sull'Internet Protocol (IP), senza coinvolgere alcun protocollo di livello trasporto.

In breve, l'applicazione `ping` invia una serie di pacchetti di tipo ICMP Echo Request a una destinazione, la quale risponde ad ogni pacchetto ricevuto con un pacchetto ICMP Echo Reply della stessa dimensione del Request. La sorgente misura e visualizza il cosiddetto *Round-Trip Time* (RTT) per ogni pacchetto, ovvero il tempo che intercorre tra l'invio della richiesta e la ricezione della risposta. Questo tempo corrisponde alla somma dei ritardi end-to-end del percorso da sorgente a destinazione, e del percorso di ritorno, da destinazione a sorgente. Numerando da 1 a n i link lungo il percorso di andata e ritorno dei pacchetti, il RTT del k -esimo scambio request-reply si calcola come

$$RTT(k) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{L(k)}{R_i} + q_i(k) + \tau_i \right) \quad (1)$$

dove:

- $L(k)$ è la dimensione a livello rete (IP) della PDU che trasporta i pacchetti Request/Reply del k -esimo ciclo. Detta $\ell(k)$ la lunghezza del payload del pacchetto ICMP Echo Request/Reply, e considerando che il protocollo ICMP aggiunge 8 byte di header, e il protocollo IP altri 20 byte di header, si ha $L(k) = \ell(k) + 28 \times 8$ [bit] a livello IP.
- $\{R_i\}$ è il bitrate offerto dal link i -esimo a livello rete (ovvero, il throughput visto del protocollo di rete IP) in bit/s.
- $q_i(k)$ è il tempo speso dal pacchetto nel buffer di trasmissione del link i -esimo.
- τ_i è il tempo di propagazione lungo il link i -esimo.

Il tempo di elaborazione dei vari nodi intermedi è generalmente trascurabile. I valori di RTT normalmente variano, anche considerevolmente, per pacchetti diversi. Assumendo che il percorso tra sorgente e destinazione rimanga sempre lo stesso in prove consecutive, la causa principale della variazione di RTT è da ricercarsi nel ritardo di accodamento, in quanto i diversi link vengono utilizzati da più flussi dati, e quindi il numero di pacchetti nei buffer varia in modo dinamico e piuttosto imprevedibile.

Pertanto, anche se, in base all' (1), il RTT dovrebbe tendenzialmente crescere con la lunghezza dei pacchetti di ICMP Echo Request/Reply, nella pratica questa relazione viene mascherata dalla variabilità del ritardo di accodamento. Tuttavia, un modo per osservare questa dipendenza è considerare il valore minimo di RTT che si misura su una serie di trasmissioni con pacchetti di dimensione costante. Lo scopo dell'Homework è verificare questa assunzione sperimentalmente.

1. Si usi il comando `man ping` per visualizzare l'help dell'applicazione `ping` e si individuino le opzioni più utili per valutare le prestazioni di una connessione.

Nota 1: le opzioni possono variare in base al sistema operativo, pertanto lo stesso comando può dare risultati differenti su macchine diverse. Inoltre, anche il set di opzioni disponibili può cambiare in base al sistema operativo.

Nota 2: alcune opzioni sono disponibili solo se si possiedono i diritti di amministratore sulla macchina.

Si verifichi quindi l'esistenza e il formato delle opzioni che consentono di attivare le seguenti funzionalità:

- Definire il numero (C) di pacchetti ICMP ECHO REQUEST spediti per ogni sessione ping.

- Specificare la dimensione (S) del payload del pacchetto ICMP ECHO REQUEST (che verrà copiato anche nell'ICMP ECHO REPLY). Si ricordi che la dimensione del pacchetti IP che trasporta il messaggio ICMP ECHO REQUEST è maggiore in quanto include i 20 byte di header IP e gli 8 byte di header ICMP.
- Definire il Time-To-Live (TTL). Questo è un campo dell'header del protocollo IP. Viene impostato dal mittente e decrementato di una unità ogni qual volta il pacchetto viene inoltrato da un nodo intermedio. Se il nodo che riceve il pacchetto con un TTL di 1 non è il destinatario finale, il campo TTL viene decrementato a zero e il pacchetto viene scartato. Pertanto, il TTL determina il numero massimo di inoltri (hop) che un pacchetto può subire prima di raggiungere la destinazione.

2. Si esegua un `ping` verso il server 88.80.187.84. Usando le diverse opzioni, si determini quanto segue:

- il numero di hop di distanza dalla destinazione. A questo fine, si sfrutti l'opzione che permette di variare il campo TTL (Time To Live).
- l'andamento del RTT minimo, massimo e medio, e la deviazione standard del RTT, al variare della dimensione del pacchetto ICMP.

Sulla base dei risultati ottenuti, si tenti una stima del *bitrate* minimo lungo la connessione, ovvero di

$$R^* = \min\{R_i, i = 1, \dots, n\}.$$

Suggerimento: si consiglia di salvare l'output del comando `ping` su un file per poi poter procedere all'elaborazione usando un foglio di calcolo. A tal scopo si può semplicemente copiare e incollare l'output grafico su un file, o più semplicemente ridirigere l'output del comando direttamente su un file con l'opzione ">". Ad esempio, il comando `ping www.repubblica.it > risultatipingrepubblica.txt` crea un file testuale "risultatipingrepubblica.txt" contenente l'output del comando `ping`.

Comando `iperf`

`iperf` è un'applicazione client-server che può essere utilizzato per determinare il throughput tra due stazioni utilizzando TCP o UDP. Il server viene avviato specificando il protocollo di trasporto (TCP o UDP) e la porta di ascolto. Una volta avviato, il server rimane in attesa di richieste di connessione da parte del client che deve essere avviato specificando indirizzo IP, protocollo di trasporto e numero di porta del server da contattare. All'avvio, il client instaura una sessione logica con il server usando il protocollo di trasporto specificato nella riga di comando (default, TCP), e invia una certa quantità di dati. Il server tiene traccia dei pacchetti ricevuti dal client, ma senza rispondere (a livello applicazione). Al termine della sessione, il client e il server calcolano la velocità media di trasferimento (indicata, ahimè, come *bandwidth*), e altre metriche che dipendono dal protocollo di trasporto utilizzato (per UDP, anche percentuale di pacchetti persi, e jitter).

- Si dia il comando `man iperf` per visualizzare l'help dell'applicazione `iperf` e si individuino le opzioni più utili per valutare le prestazioni di una connessione.
- Connettendosi remotamente (tramite `ssh`) al server 88.80.187.84, si lanci un'istanza di `iperf` server che si metta in ascolto sulla porta con numero 13000+ultime 4 cifre della vostra matricola.
- Dal vostro PC di casa, lanciare un'istanza client di `iperf` che si connetta al server su 88.80.187.84.
- Si verifichi se la stima ottenuta tramite il `ping` corrisponde al throughput misurato tramite `iperf`.