



Netzwerke I – Praktische Übungen

Übung 3: Grundlagen, Verzögerung, Schichtenmodell

Aufgabe 3.1: Messung der Round Trip Time mit ping

Ein häufig genutztes Diagnosewerkzeug zum Prüfen der Erreichbarkeit sowie zum Messen der Paketumlaufzeit (Round Trip Time, RTT) ist das Programm `ping`. Es sendet ein kleines Datenpaket (genauer gesagt ein ICMP-Datenpaket, mehr dazu im Vorlesungsabschnitt zur Netzwerkschicht) zu einem entfernten Rechner und misst die Zeit, bis die Rückantwort eintrifft.

Aufruf: `ping [Ziel]`

- Messen Sie die RTT von Ihrem Rechner zu folgenden Zielsystemen: `www.cs.hm.edu`, `www.denic.de`, `www.www.fr`, `www.ietf.org` und `www.iana.org`. Geben Sie die gemessenen Zeiten an. Was beobachten Sie und wie erklären Sie das beobachtete Verhalten?
Geben Sie zu den Zeiten Mittelwerte und Varianz an. Geben Sie zu Ihren Messungen genügend Informationen an, so dass man sie reproduzieren könnte.
- Welche Arten von Verzögerung im Bereich der Netzwerke werden generell unterschieden? Was messen Sie mit `ping`?
- Gehen Sie davon aus, dass Sie zu einem Rechner A eine RTT von 12 ms und zu einem Rechner B eine RTT von 27 ms gemessen haben. Welche Aussage macht dieses Messergebnis hinsichtlich des zu erwartenden maximalen Durchsatzes (in MBit/s) zu A oder B?

Aufgabe 3.2: Verzögerungen bei Kommunikation über Zwischenstationen

Daten sollen von A über zwei Zwischenstationen R1 und R2 nach B transportiert werden.

- Die Verbindung von A nach R1 hat eine Länge von 3,3 km und eine Datenrate von 384kbit/s (384'000bit/s, DSL uplink).
- Die Verbindung von R1 nach R2 hat eine Länge von 98.000km und eine Datenrate von 2Mbit/s (2'000'000bit/s, Satellitenverbindung)
- Die Verbindung von R2 nach B hat eine Länge von 25 m, und einen Datenrate von 100Mbit/s (100'000'000bit/s, 100BaseT).

Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit ist Lichtgeschwindigkeit für Funkverbindungen, und 2/3 der Lichtgeschwindigkeit für drahtgebundene bzw. Glasfaserverbindungen. Die Warteschlangenverzögerung nehmen wir mit 0 an. Die Knoten leiten die Daten nach dem Store-and-Forward Prinzip weiter: jeder Knoten kann die Daten erst dann weiterleiten, wenn er sie vollständig erhalten hat.

- Welche Länge (in Metern) hat ein Byte auf den jeweiligen Medien?
- Welche Ende-zu-Ende Verzögerung erfährt eine Übertragung von 64 Byte (z.B. VoIP Paket), welche eine Übertragung von 10MB (10x1024x1024 Byte, z.B. Multimediadaten) wenn diese jeweils in Form eines einzigen Paketes übertragen werden?
- Welche Ende-zu-Ende Verzögerung erfährt die Übertragung von 10MB, wenn die Übertragung in Pakete von 1kB (1024 Byte) aufgeteilt wird?



- d) Jetzt wird die Verbindung zwischen R1 und R2 durch eine Glasfaserverbindung ersetzt. Sie hat eine Länge von 1.000km und eine Datenrate von 1Gbit/s (10^9 bit/s). Berechnen Sie die Ende-zu-Ende Verzögerung für 10MB Daten bei Aufteilung auf Pakete der Größe 1kB.
- e) Die Knoten R1 und R2 werden auf nun von Store-and-Forward auf Cut-Through umgestellt: Bereits wenn die ersten 40 Byte mit der Header Information empfangen wurden, kann der Knoten mit dem Weiterleiten der Daten beginnen. (Alle weiteren Parameter bleiben wie in der vorhergehenden Teilaufgabe beschrieben.) Um wie viel verringert sich die Ende-zu-Ende Verzögerung durch diese Maßnahme?

Aufgabe 3.3: HTTP Performance

Gehen Sie von folgendem Szenario aus: Ihr Browser möchte ein HTML-Dokument mit einer Größe von 12,5kB abrufen. Dieses lädt bei der Anzeige 10 Bilder nach, die jeweils wiederum eine Größe von 12,5kB aufweisen. Die HTML-Seite und die Bilder liegen auf demselben Server; zwischen Server und Ihrem Rechner messen Sie eine RTT von 250 ms.

Zur Vereinfachung nehmen wir an, dass zwischen Server und Ihrem Rechner eine Netzwerkverbindung mit durchgehend 100 MBit/s liegt. Des Weiteren dürfen Sie die Übertragungszeit der GET Anfrage aufgrund ihrer geringen Größe vernachlässigen, die Übertragungszeiten der HTML-Seite sowie der Bilder müssen Sie jedoch berücksichtigen, d.h. sowohl die Ausbreitungsverzögerung als auch die Übertragungsverzögerung müssen in diesem Fall berücksichtigt werden. Beachten Sie zudem, dass zum Aufbau einer TCP-Verbindung eine Zeit von 1 RTT benötigt wird.

- a) Unter der Annahme, dass nicht-persistente HTTP-Verbindungen genutzt werden und keine Verbindungen parallel geöffnet sind: Wie groß ist die Antwortzeit in diesem Beispiel, d.h. wie viel Zeit vergeht zwischen dem Absenden des GET-Requests durch den Browser bis zur Anzeige der Webseite inklusive der Bilder im Browser? Geben Sie die einzelnen Teilverzögerungen mit an.
- b) Wie groß ist die Antwortzeit, wenn weiterhin nicht-persistente HTTP-Verbindungen genutzt werden aber der Browser beliebig viele Verbindungen gleichzeitig zum Server öffnen darf?
- c) Nehmen Sie jetzt an, dass persistente HTTP-Verbindungen genutzt werden, wie es ab HTTP1.1 in der Regel der Fall ist. Wie groß ist die Antwortzeit, wenn keine Verbindungen parallel geöffnet werden?
- d) Auf welchen Wert verringert sich die Antwortzeit, wenn zusätzlich zu den in c) genannten Bedingungen noch Pipelining genutzt wird?

Aufgabe 3.4: Schichtenmodell

- a) Worin unterscheidet sich das Internet-Schichtenmodell vom ISO/OSI Schichtenmodell?
- b) Ein Design-Prinzip in Internet lautet, dass man Funktionalität möglichst auf höheren Schichten auf den Endsystemen realisieren sollte, statt sie auf niedrigeren Schichten innerhalb des Netzes umzusetzen. Warum ist dies sinnvoll?
- c) Gehen Sie von folgender Situation aus: Sie haben eine Netzwerkanwendung entwickelt, welche Daten zuverlässig mit einem entfernten System austauscht. Als Schicht 2 kommt ein Protokoll zum Einsatz, welches die zuverlässige Übertragung auf Schicht 2 garantiert.

Können Sie in diesem Fall zur Reduzierung des Overheads ein einfaches, unzuverlässiges Transportprotokoll (z.B. UDP) einsetzen ohne die Zuverlässigkeit der Übertragung zu gefährden? Begründen Sie Ihre Antwort.



Notwendige Abgaben für dieses Übungsblatt:

- Messergebnisse aus 3.1 und Beantwortung der Fragen
- Antworten auf theoretische Fragen 3.2-3.4, Beantwortung der zugehörigen Online-Tests