Übung 1 zur Vorlesung „Vernetzte Systeme“
WS 1999/2000

Prof. Dr. F. Mattern

20. Oktober 1999

Aufgabe 1

Wie Sie bereits wissen, besteht das Internet aus einer Menge von Rechnern, die miteinander vernetzt sind. Um ein Datenpaket von Rechner A zu Rechner B zu übertragen, wird das Paket beginnend bei Rechner A auf einem Netzwerk–Pfad solange von Rechner zu Rechner weitergeleitet, bis es schliesslich bei Rechner B eintrifft. Dabei wird eine dieser Teilstrecken *Hop* genannt.

In dieser Aufgabe sollen Sie sich mit Hilfe von standardmässig unter UNIX vorhandenen Tools diesen Vorgang verdeutlichen.

a) (2 Punkte)

Mit dem Tool `ping` kann getestet werden, ob ein bestimmter Rechner im Internet „lebt“, indem ein Datenpaket an diesen Rechner geschickt und auf ein Antwortpaket gewartet wird. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt und jeweils die zwischen Abschicken des Paketes und dem Empfang der Antwort vergangene Zeit angezeigt. Der Vorgang kann mit `Ctrl-C` abgebrochen werden. Um beispielsweise zu testen, ob der Rechner mit der Adresse `www.mico.org` am Leben ist, geben Sie folgendes Kommando ein:

```
/usr/sbin/ping -s www.mico.org
```

1. Was bewirkt der Parameter `-t`[1]?
2. Wie kann man den Abstand (die Anzahl Hops) zu einem bestimmten Rechner mittels `ping` ermitteln?
3. Bestimmen Sie den Abstand zu `www.mico.org` und die Namen aller Rechner auf dem Weg dorthin!

b) (3 Punkte)

Ein etwas komfortableres Tool zur Bestimmung des Weges eines Paketes ist `traceroute`. Um beispielsweise den Weg eines Pakets zum Rechner `www.mico.org` zu bestimmen, geben Sie folgendes Kommando ein:

```
traceroute www.mico.org
```

Für jeden Rechner auf dem Weg zum Ziel wird eine Zeile ausgegeben. Sollte auf Ihrem Rechner kein `traceroute` installiert sein, können Sie sich unter `http://www.inf.ethz.ch/department/IS/vs/lectures/WS9900/VS/` ein Perl–Script downloaden.

[1] Das UNIX–Kommando `man <Kommando>` zeigt Hilfe–Informationen zu `<Kommando>` an

1. Wie könnte `traceroute` funktionieren?

2. Bestimmen Sie die Anzahl der Rechner auf dem Weg nach `www.omg.org`, die sich in der Schweiz befinden!

3. Versuchen Sie einen Rechner im Internet zu finden, der (bezüglich der Anzahl Hops) möglichst weit entfernt ist und drucken sie den Pfad dorthin aus.

Aufgabe 2

Nachdem wir in Aufgabe 1 den Weg von Paketen im Internet verfolgt haben, wenden wir uns in dieser Aufgabe drei wichtigen Parametern eines solchen Weges zu, der *Bandbreite*, dem *Delay*, und der *Round–Trip–Zeit*, die im folgenden definiert werden:

Bandbreite einer Verbindung zwischen zwei Rechnern A und B: Datenmenge, die pro Zeiteinheit zwischen A und B übertragen werden kann. Wird beispielsweise in Megabit je Sekunde (Mb/s) angegeben.

Delay einer Verbindung zwischen zwei Rechnern A und B: Zeitbedarf, um eine Nachricht von A nach B zu senden. Wird beispielsweise in Millisekunden (ms) angegeben.

Round–Trip–Zeit einer Verbindung zwischen zwei Rechnern A und B: Zeitbedarf, um eine Nachricht von A nach B zu senden und sofort nach Erhalt der Nachricht bei B eine Nachricht von B nach A zurück zu senden.

a) (3 Punkte)

1. Die Round–Trip–Zeit spielt in der Praxis eine wichtige Rolle, weil sie im Gegensatz zum Delay sehr einfach zu messen ist. Warum?

2. Im Idealfall sollte die Round–Trip–Zeit einer Verbindung genau zweimal das Delay der Verbindung sein, in der Realität ist das aber meist nicht der Fall. Warum?

3. Bestimmen Sie mit Hilfe von `ping` die mittlere Round–Trip–Zeit für `anu.carno.net.au`. Beachten Sie dazu die Ausgabe von `ping` nach Abbrechen mittels `Ctrl-C`!

b) (5 Punkte)

1. Überlegen Sie sich, wie Sie mit Hilfe von `ping` durch Variieren der Grösse der verschickten Nachrichten die Bandbreite einer Verbindung messen können!

2. Finden sie heraus, durch welchen Parameter man die von `ping` verwendete Paketgrösse beeinflussen kann!

3. Messen Sie so die Bandbreite der Verbindung zu `anu.carno.net.au`! Führen Sie dazu mehrere Einzelmessungen durch und mitteln Sie die Ergebnisse geeignet. Gibt es Schwierigkeiten, wenn Sie die Pakete zu gross machen? Wenn ja, haben Sie eine Erklärung dafür?

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Die Bandbreite einer Verbindung kann man auch abschätzen, indem man zwei grössere, aber gleich grosse Pakete fast gleichzeitig abschickt und misst, um wieviel später das zweite Paket gegenüber dem ersten Paket ankommt. Erläutern Sie diese Idee genauer!

Aufgabe 4 (2 Punkte)

Sie sind ein Internet–Provider, der von der Firma Smartlink eine Transatlantik–Verbindung gemietet hat. Ihre Kunden beschweren sich, dass das Internet beim Zugriff auf WWW–Seiten in Amerika langsam ist. Smartlink macht Ihnen nun das Angebot, entweder die Satellitenverbindung durch eine Seekabelverbindung gleicher Bandbreite aber mit geringerem Delay, oder aber durch eine andere Satellitenverbindung mit gleichem Delay aber höherer Bandbreite zu ersetzen. Wofür entscheiden Sie sich? Diskutieren Sie, wann welche Alternative gewählt werden sollte!

Aufgabe 5 (2 Punkte)

Eine Netzwerkverbindung von Zürich nach Seattle (USA) ist mittels eines Satteliten in einer geostationären Umlaufbahn realisiert. Wie gross ist ungefähr die Round–Trip–Zeit über diese Verbindung, wenn die Bearbeitungszeit (Zeit zwischen Empfang und Abstrahlung) eines Paketes im Satteliten 50 ms beträgt?