

13. Übung zur Vorlesung „Vernetzte Systeme“ WS 2001/2002

Prof. Dr. F. Mattern

Ausgabedatum: 28. Jan. 2002

Abgabe und Besprechung: 4. Feb. 2002

Hinweis zur Testarterteilung: Die Testate werden in der letzten Vorlesung am 6. Februar erteilt. Wenn Sie die Voraussetzungen erfüllt haben, bringen Sie bitte Ihren Testbogen zur Vorlesung mit. Die Bögen werden zu Beginn der Vorlesung eingesammelt und am Ende wieder ausgegeben. In Ausnahmefällen können Sie das Testat ab dem 7. Februar bei Michael Rohs (IFW C43.1, rohs@inf.ethz.ch) erhalten.

Hinweis zu dieser Übung: Dieses Übungsblatt wird nicht mehr bewertet. Sie werden dennoch stark ermutigt, es zu bearbeiten und Ihre Lösung am Montag, den 4. Februar, im Tutorium zu besprechen.

Aufgabe 43 (TCP Verbindungen)

Untenstehende Tabelle zeigt den Nachrichtenaustausch zwischen einem HTTP-Server (Port 80) und einem HTTP-Client. Es sind die TCP-Header der Nachrichten einer vollständigen TCP-Verbindung, inklusive Verbindungsauf- und -abbau, dargestellt.

Nr.	Data Length	Src. Port	Dst. Port	Seq. Nr.	Ack. Nr. ²	Flags
1	0	1000	80	3459	0	SYN
2	0	80	1000	8656	3460	ACK SYN
3	0	1000	80	3460	8657	ACK
4	676	1000	80	3460	8657	ACK PSH
5	0	80	1000	8657	4136	ACK
6	247	80	1000	8657	4136	ACK PSH
7	0	1000	80	4136	8904	ACK
8	171	80	1000	8904	4136	ACK PSH
9	0	80	1000	9075	4136	ACK FIN
10	0	1000	80	4136	9076	ACK
11	0	1000	80	4136	9076	ACK FIN
12.	0	80	1000	9076	4137	ACK

¹TCP ordnet jedem einzelnen Datenbyte eine Sequenznummer zu. Auch SYN und FIN haben je eine eigene Sequenznummer.

²Eine Acknowledgement-Nummer gibt die Sequenznummer des nächsten erwarteten Datenbytes an und

a) Welche Nachrichten gehören zum Verbindungsaufbau (3-Way-Handshake)? Welche Aufgabe haben die SYN-Nachrichten und welche Sequenznummern werden ihnen jeweils zugeordnet?

b) Welche Nachrichten gehören zum Verbindungsabbau? Was bedeutet ein gesetztes FIN-Bit und welche Sequenznummern haben die FIN-Nachrichten?

c) Ein TCP-Modul kann als endlicher Automat aufgefasst werden. Die Eingaben dieses Automaten sind einerseits empfangene TCP-Segmente, andererseits (Benutzer-) Kommandos, wie z.B. OPEN, CLOSE, SEND und RECEIVE. Die Ausgaben des Automaten sind verschickte TCP-Segmente und Rückgabewerte der Kommandos. Die Zustände und Zustandsübergänge von TCP sind in Abb. 6 (TCP Connection State Diagram) von RFC 793³ bzw. in der Foliensammlung dargestellt. Auch auf der Vorlesungs-Homepage findet sich ein Link zu einem TCP-Zustandsübergangsdiagramm.

Vollziehen Sie den Austausch der Nachrichten in obiger Tabelle anhand des Zustandsübergangsdiagramms für Client und Server nach. Nehmen Sie an, dass Client und Server sich zu Beginn im *Closed*-Zustand befinden, der Server das Kommando *passive OPEN* und der Client das Kommando *active OPEN* erhält. Legen Sie dazu je eine Tabelle für Client und Server nach folgendem Muster an (Nummer der gesendeten/empfangenen Nachricht in Klammern angeben):

Server:

Zustand	Eingabe	Ausgabe	Nachfolgezustand
CLOSED	passive OPEN	...	LISTEN
...

Client:

Zustand	Eingabe	Ausgabe	Nachfolgezustand
CLOSED	active OPEN	send SYN (1)	SYN SENT
...

d) Eine mögliche Folge von Zustandsübergängen beim Verbindungsabbau führt über FIN WAIT-1, CLOSING und TIME WAIT. Unter welchen Umständen wird diese Folge durchlaufen?

Aufgabe 44 (TCP Fenstergrösse)

a) Die gewünschte Fenstergrösse wird dem Kommunikationspartner im *Window*-Feld des TCP-Headers mitgeteilt. Diskutieren Sie die Grösse des *Window*-Feldes von 16 Bits, besonders unter Berücksichtigung grosser Delays und hoher Bandbreiten.

b) Berechnen Sie die Effizienz einer TCP-Verbindung mit einer Bandbreite von 100 Mbit/s über einen geostationären Satelliten. Nehmen Sie an, dass die MTU 1500 Bytes gross ist und dass kein *Slow-Start* benutzt wird, sondern immer so viele Bytes gesendet werden, wie das *Window*-Feld erlaubt. Wie gross können der

bestätigt kumulativ alle Datenbytes mit kleineren Sequenznummern.

³Siehe <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc793.txt>

tatsächliche Durchsatz und die Effizienz dieser Verbindung maximal sein? Wie könnte man das Problem in einer Weise lösen, die mit dem ursprünglichen TCP-Protokoll, so wie es in RFC 793 definiert wurde, interoperabel ist.⁴

- c)** Was ist der Unterschied zwischen dem im TCP-Header angegebenen Fenster und dem *Congestion Window*? Wozu dient das das Congestion Window und wieso ist nicht im TCP-Header enthalten? Wie wird das Congestion Window ermittelt bzw. angepasst?

Aufgabe 45 (Domain Name System)

In dieser Aufgabe sollen Sie die Funktionsweise eines DNS-Servers manuell nachvollziehen. Nehmen Sie an, dass der von Ihnen zu „simulierende“ DNS-Server einen (zu Beginn leeren) Cache besitzt und Anfragen an andere DNS-Server stellen kann. Um diese Anfragen durchzuführen, benutzen Sie bitte das Web-Interface unter `http://www.inf.ethz.ch/vs/edu/ws0102/vs/dns.html`. Die Antworten der DNS-Server haben folgendes Format:

```
:: QUESTION SECTION:
;www.geocities.co.jp. IN A
```

Die Anfrage selbst.

```
:: ANSWER SECTION:
www.geocities.co.jp. 117 IN A 210.153.89.190
```

Die schlussendliche Antwort auf die Anfrage. Dieser Abschnitt ist nicht vorhanden, wenn der DNS-Server die Anfrage nicht beantworten kann. In einem solchen Fall stehen im nächsten Abschnitt der Antwort Angaben zu DNS-Servern, welche eine spezifischere Domain verwalten.

Die erste Spalte enthält den Domain-Namen, die zweite die Gültigkeitsdauer der Information in Sekunden. Die vierte Spalte gibt den Typ des Eintrags (A = IP-Adresse) und die letzte Spalte schliesslich die gesuchte IP-Adresse an.

```
:: AUTHORITY SECTION:
geocities.co.jp. 86400 IN NS ns2.sphere.ad.jp.
geocities.co.jp. 86400 IN NS dns-geocities.co.jp.
...
```

Hinweis auf DNS-Server der nächst tieferen Ebene, die für eine spezifischere Domain zuständig sind oder den gesuchten Namen selbst umsetzen können.

Hier bedeutet die vorletzte Spalte (NS = Name Server), dass es sich bei dem Domain-Namen in der letzten Spalte um einen DNS-Server handelt. Die erste Spalte gibt im Kontext der Anfrage die Domain oder den Host an, für dieser Nameserver zuständig ist.

⁴Hinweis: Der TCP-Header lässt sich um *Options* der Form (Optionstyp, Optionslänge, Parameter) erweitern.

```
:: ADDITIONAL SECTION:
ns2.sphere.ad.jp. 86400 IN A 202.239.113.26
dns.geocities.co.jp. 86400 IN A 210.153.89.130
...
```

Zusätzliche „nützliche“ Informationen, wie die IP-Adressen von DNS-Servern, die in der Authority-Section vorgekommen sind.

Die Root-DNS-Server haben die Domain-Namen [a-m].root-servers.net. Ihr DNS-Server kennt zu Beginn nur die IP-Adressen folgender Root-DNS-Server:

```
a.root-servers.net 198.41.0.4
f.root-servers.net 192.5.5.241
j.root-servers.net 198.41.0.10
k.root-servers.net 193.0.14.129
```

- a)** Die Root-DNS-Server verwalten alle die gleiche Information. Warum gibt es sie dennoch mehrfach?

Es werden nun einige Anfragen an Ihren DNS-Server gestellt, die zu IP-Adressen aufgelöst werden sollen. Der Server besitzt einen lokalen Cache, ausserdem kann er Anfragen an die ihm bekannten DNS-Server stellen. Die folgenden Anfragen werden in dieser Reihenfolge im Abstand von 100 s an Ihren Server gestellt:

```
www.geocities.co.jp
www.esse.monash.edu.au
www.pse.tu-tokyo.ac.jp
vs.inf.ethz.ch
ic.epfl.ch
www.geocities.co.jp
```

- b)** Notieren Sie den Ablauf der Anfragen, d.h. welche Informationen aus dem Cache ausgelesen werden konnten und welche DNS-Server kontaktiert worden sind. Aus Ihren Angaben sollen die Schritte, die zur Ermittlung der IP-Adresse nötig waren, ersichtlich werden.