



Vernetzte Systeme

Übung 7

Ausgabe: **3. Dezember 2003**

Abgabe: **15. Dezember 2003**

Bitte schreiben Sie immer Ihre(n) Namen auf die Lösungsblätter.

1 Minimale Fenstergrösse (4 Punkte)

Über eine Glasfaserstrecke von 5000 km mit einer Bandbreite von 2 Gbps werden Datenblöcke der Grösse 1000 Byte mit dem Sliding-Window-Protokoll gesendet.

- (3 Punkte) Wieviele Blöcke sollte das Sendefenster mindestens fassen, um einen kontinuierlichen Datenstrom zu gewährleisten? Geben Sie zu Ihrer Berechnung die getroffenen Annahmen an.
- (1 Punkt) Ist es sinnvoll, das Sendefenster grösser als den in a) gefundenen Wert zu machen?

2 TCP Fenstergrösse und Effizienz (4 Punkte)

Auf Folie 3/43 ist der TCP-Header dargestellt. In dieser Aufgabe beschäftigen wir uns genauer mit einem Feld davon.

- (1 Punkt) Die gewünschte Fenstergrösse wird dem Kommunikationspartner im **Window-Feld** (rcvr-window-size) des TCP-Headers mitgeteilt. Überlegen Sie, ob die Grösse dieses Feldes mit 16 Bits genügend und optimal ist, besonders unter Berücksichtigung grosser Verzögerungen und hoher Bandbreiten. Erkennen Sie ein mögliches Problem? Notieren Sie Ihre Idee.
- (2 Punkte) Berechnen Sie die Effizienz einer TCP-Verbindung mit einer Bandbreite von 100 Mbps über einen geostationären Satelliten. Nehmen Sie an, dass immer so viele Bytes gesendet werden, wie es das Window-Feld erlaubt. Wie gross können der tatsächliche Durchsatz und die Effizienz (Utilization) dieser Verbindung maximal sein? Treffen Sie vereinfachende Annahmen und notieren Sie diese.
- (1 Punkt) 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.¹

3 TCP-Zustandsdiagramm (9 Punkte)

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. TCP ist im RFC 793 (<http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc793.txt>) beschrieben.

¹Hinweis: Der TCP-Header lässt sich um **Options** der Form (Optionstyp, Optionslänge, Parameter) erweitern.

Nr.	Data Length	Src. Port	Dst. Port	Seq. Nr. ²	Ack. Nr. ³	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

- a) (1 Punkt) Welche Nachrichten gehören zum Verbindungsaufbau (3-Way-Handshake)? Welche Aufgabe haben die SYN-Nachrichten und welche Sequenznummern werden ihnen jeweils zugeordnet?
- b) (2 Punkte) Welche Nachrichten gehören zum Verbindungsabbau? Was bedeutet ein gesetztes FIN-Bit und welche Sequenznummern haben die FIN-Nachrichten?
- c) (5 Punkte) 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 Diagram⁴) von RFC 793 dargestellt.

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):

	Zustand	Eingabe	Ausgabe	Nachfolgezustand
Server:	CLOSED	passive OPEN	—	LISTEN

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

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

²TCP ordnet jedem einzelnen Datenbyte (also nicht bloss jedem Segment) eine Sequenznummer zu. Auch SYN und FIN haben je eine eigene Sequenznummer.

³Eine Acknowledgement-Nummer gibt die Sequenznummer des nächsten erwarteten Datenbytes an und bestätigt kumulativ alle Datenbytes mit kleineren Sequenznummern.

⁴Auf der Vorlesungs-Homepage findet sich ein Link zu Abb. 6 (TCP-Zustandsübergangsdiagramm) von RFC 793.