



## Übungen zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme Übungsblatt 9, SS 2010

Abgabe: 5. Juli 2010 (vor der Vorlesung bis 14:10 Uhr)

### Aufgabe 24 - Flusssteuerung und Staukontrolle bei TCP (13 Punkte)

Das im Internet am weitesten verbreitete Transportprotokoll ist TCP. TCP implementiert Mechanismen zur Flusssteuerung und auch Mechanismen zur Staukontrolle.

- Wozu dienen Flusssteuerung und Staukontrolle allgemein (1 Punkt)?
- Ordnen Sie die Begriffe „Slow-Start“, „Receiver Window“, „Congestion-Avoidance“ und „Multiplicative Decrease“ entweder der TCP-Flusssteuerung oder der TCP-Staukontrolle zu. Begründen Sie kurz ihre Zuordnung (2 Punkte).

Zur Analyse der TCP-Datenrate betrachten wir den Verlauf einer zusammenhängenden Datenübertragung, bei der die Slow-Start-Phase bereits abgeschlossen ist.

Für diese Verbindungsphase kann ein idealisiertes periodisches Modell benutzt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Serialisierungszeiten, die zum Senden der TCP-Segmente benötigt wird, gegenüber der Ausbreitungsverzögerung vernachlässigbar klein ist. Es treten keinerlei Verluste auf, solange das Staukontrollfenster (Congestion-Window) kleiner als der Maximalwert  $W$  ist. Hat das Staukontrollfenster  $W$  erreicht, geht genau eines der versendeten TCP-Segmente verloren. Der Verlust wird vom Empfänger mit einer Selective-ACK-Nachricht angezeigt, was eine selektive Sendewiederholung (*Selective Repeat*) des verloren gegangenen Segments zur Folge hat. Außerdem halbiert der Sender bei Verlust eines Segments das Staukontrollfenster, bleibt aber nach wie vor im Congestion-Avoidance-Modus, d.h. es tritt kein erneuter Slow-Start auf.

Nehmen Sie an, das maximale Staukontrollfenster habe die Größe  $W = 16$ , die maximale TCP-Segmentgröße betrage  $MSS = 1460$  Byte und die Umlaufzeit sei  $RTT = 200$  ms.

- Erstellen Sie ein Schaubild, in dem die aktuelle Staukontrollfenstergröße in TCP-Segmenten ( $S$ ) über der Zeitachse aufgetragen ist. Behandeln sie dabei das Zeitintervall einer Umlaufzeit ( $RTT$ ) als eine Runde, in der  $CW$  TCP-Segmente geschickt und bestätigt werden. Eine Bestätigung bedeute analog zu TCP, dass das Fenster um  $\frac{1}{CW}$  erhöht wird, welche bei  $S$  Paketen in einer Runde hier näherungsweise als 1 Segment mit der vollen MSS angenommen werden soll. In Ihrem Diagramm sei zum Zeitpunkt 0 gerade die Staukontrollfenstergröße halbiert worden. Zeichnen Sie drei Congestion Avoidance-Phasen bis zum Segmentverlust (was drei „Sägezähnen“ entspricht) ein (2 Punkte).
- Berechnen Sie die Verlustrate  $V$  in Abhängigkeit von  $W$  bezogen auf Anzahl verlorener Segmente pro Anzahl gesendeter Segmente (2 Punkte).
- Bestimmen Sie die in der betrachteten TCP-Übertragungsphase (mit den betrachteten Mechanismen) maximal erreichbare Übertragungsrate (2 Punkte).
  - In Abhängigkeit von  $W$  und  $RTT$ .

(ii) Als konkreten Zahlenwert.

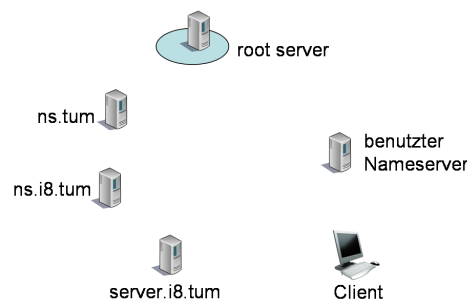
- f) Bis zu welcher Übertragungsrate könnten Sie Daten mit UDP maximal über den Kanal senden, ohne einen Stau zu erzeugen? Wie viele KiB könnten Sie pro Sekunde mehr übertragen? Nehmen Sie für die Berechnung an, dass die TCP-Header keine Optionen enthalten (2 Punkte).

### Aufgabe 25 - TCP und Long Fat Networks (7 Punkte + 2 Bonuspunkte)

- a) Wie wird bei TCP aus Flusskontrollfenster und Staukontrollfenster das letztendliche Sendefenster berechnet (1 Punkt)?
- b) Zwei Endbenutzer seien jeweils mit Satellitenlinks über geostationäre Satelliten mit hoher Bandbreite ans Internet angeschlossen und übertragen Daten über TCP. Eine Round-Trip Time betrage 800 ms, die Bandbreite sei 24 MBit/s. Wie groß muss das Sendefenster sein, damit kontinuierlich gesendet werden kann (2 Punkte)?
- c) Warum ist die Situation in Aufgabe b.) ein Problem für die TCP Flusskontrolle (2 Punkte)?
- d) Lesen Sie Kapitel 2 von RFC1323. Beschreiben Sie die Lösung für das Problem aus Aufgabe c.). Geben Sie einen TCP Header an, der das Problem für die konkreten Zahlenwerte auf Aufgabe b.) löst (2 Punkte).
- e) Angenommen die Größe des TCP Staukontrollfensters sei aktuell die Hälfte des in Aufgabe b.) berechneten Wertes. Die Segmentgröße sei 1500 Bytes und die TCP-Verbindung sei in der Congestion Avoidance Phase. Wie lange dauert es, bis das Fenster die Leitung komplett ausnutzen kann? Ist dies ein Problem (2 Punkte)?
- f) Windows und Linux verwenden seit einiger Zeit verschiedene Varianten der TCP Staukontrolle um dieses Problem zu umgehen. Recherchieren Sie für eines der Betriebssysteme, wie die neue TCP-Variante heißt und was sie von der Idee her anders macht (2 Bonuspunkte).

### Aufgabe 26 - DNS (4 Punkte + 1 Bonuspunkt)

Eine zentrale Aufgabe des Domain Name Systems (DNS) ist es, menschenlesbare Namen für Server in IP-Adressen abzubilden, die dann für die Wegewahl auf Netzwerkschicht verwendet werden können.



- a) Nehmen Sie dann, dass die Top-Level-Domain „tum“ gerade frisch eingeführt worden ist. Ihr Nameserver kann sie also nicht wissen. Zeichnen Sie nun in einer der obigen Grafik nachempfundenen Grafik die DNS-Nachrichten ein, um die IP-Adresse für den Server „server.i8.tum“ herauszufinden. Hinweis: Gehen Sie vom üblichen Fall aus, dass ihr lokaler Nameserver für Sie rekursiv arbeitet und die Nameserver untereinander dann iterativ (3 Punkte).
- b) Was fragen Sie mit einer Anfrage nach „20.159.131.in-addr.arpa“ an (1 Punkt)?
- c) Wie wird bei DNS sichergestellt, dass ein bössartiger Nameserver  $ns_X$  der Domäne X nicht die Namensauflösung für eine andere Domäne Y beeinflusst? Hinweis: Wann und zu welchen Domänen wird  $ns_X$  von anderen Knoten befragt (1 Bonuspunkt)?

