

Übung - Paketübertragung

Fabian Wolter, Selin Kabak

1 Ende-zu-Ende-Verzögerung

	Übertragungsrate	Physikalische Länge	Physikalische Ausbreitungsgeschwindigkeit
Link 1	60 Mbit/s	15 m	300000 km/s
Link 2	25 Mbit/s	250 m	200000 km/s
Link 3	20 Gbit/s	10 km	250000 km/s

1.1 Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerung und die Übertragungsverzögerung der drei Links für Pakete der Größe 1500 Byte.

$$\text{Ausbreitungsverzögerung} = \frac{\text{Physikalische Länge}}{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit}}$$

$$\text{Übertragungsverzögerung} = \frac{\text{Paketgröße}}{\text{Übertragungsrate}}$$

Link1:

$$\text{Ausbreitungsverzögerung} = \frac{0,015km}{300000km/s} = 0,00000005s = 0,00005ms$$

$$\text{Übertragungsverzögerung} = \frac{12000bits}{60Mbit/s} = 0,0002s = 0,2ms$$

Link2:

$$\text{Ausbreitungsverzögerung} = \frac{0,25km}{200000km/s} = 0,00000125s = 0,00125ms$$

$$\text{Übertragungsverzögerung} = \frac{12000bits}{25Mbit/s} = 0,00048s = 0,48ms$$

Link3:

$$\text{Ausbreitungsverzögerung} = \frac{10km}{250000km/s} = 0,00004s = 0,04ms$$

$$\text{Übertragungsverzögerung} = \frac{12000bits}{20Gbit/s} = 0,0000006s = 0,0006ms$$

1.2 Bestimmen Sie die Ende-zu-Ende-Verzögerung für die Übertragung eines Pakets über die drei Links in der Reihenfolge 1-2-3. Hängt die Ende-zu-Ende-Verzögerung von der Reihenfolge der Links ab?

Verzögerung = $0,00005ms + 0,2ms + 0,00125ms + 0,48ms + 0,04ms + 0,0006ms = 0,7219ms$

Die Reihenfolge der Links hat keinen Einfluss auf die Ende-zu-Ende-Verzögerung, da die Verzögerungen der Links addiert werden.

1.3 Betrachten Sie nun einen Paket-Burst aus 20 Paketen, d.h. 20 Pakete werden direkt hintereinander übertragen werden. Was ist die Gesamtübertragungsdauer für diesen Paketburst, wenn die Links in der Reihenfolge 1-2-3 verwendet werden? Hängt die Gesamtübertragungsdauer von der Reihenfolge der Links ab?

Gesamtübertragungsdauer = $1 \cdot 0.7219ms + 19 \cdot 0,48ms = 9,8419ms$

Bei den 20 Paketen wird nur beim ersten Paket die Ausbreitungsverzögerung addiert, bei den restlichen Paketen nur die Übertragungsverzögerung, da die Pakete direkt hintereinander übertragen werden und somit ein Pipelining stattfindet. Die Reihenfolge der Links hat keinen Einfluss auf die Gesamtübertragungsdauer, da die Verzögerungen der Links addiert werden.

2 Durchsatz und Paketverlust

Gegeben sei die in Abbildung 1 dargestellte Übertragungsstrecke von einer Quelle Q zu einem Ziel Z , die über vier Router R_1 bis R_4 verläuft. Die Link-Kapazitäten sowie die Ausbreitungsverzögerungen der fünf Links sind in der Abbildung angegeben. Jedes Paket enthält 600 Bytes.

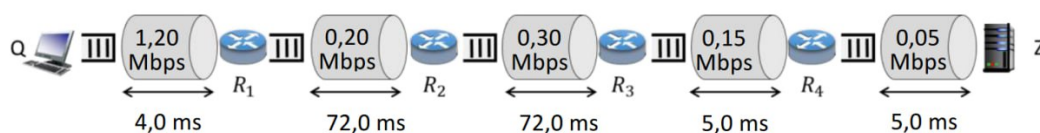


Abbildung 1: Übertragungsstrecke

2.1 Bestimmen Sie die Ende-zu-Ende Übertragungsdauer für ein Paket.

Paket in Bits: $600B \cdot 8 \frac{b}{B} = 4800b$

- Link 1: $\frac{4800bits}{1,20 \cdot 10^6 bits/s} = 0,004s = 4ms$

- Link 2: $\frac{4800bits}{0,20 \cdot 10^6 bits/s} = 0,024s = 24ms$
- Link 3: $\frac{4800bits}{0,30 \cdot 10^6 bits/s} = 0,016s = 16ms$
- Link 4: $\frac{4800bits}{0,15 \cdot 10^6 bits/s} = 0,032s = 32ms$
- Link 5: $\frac{4800bits}{0,05 \cdot 10^6 bits/s} = 0,096s = 96ms$

Ende-zu-Ende Übertragungsdauer:

$$4ms + 24ms + 16ms + 32ms + 96ms + 4ms + 72ms + 72ms + 5ms + 5ms = 330ms$$

2.2 Die Quelle Q versendet Pakete mit einem Abstand von 8,00 ms

2.2.1 Bestimmen Sie für jeden Link den prozeduralen Anteil der Angekommenen Pakete, die langfristig verloren gehen.

- Link 1: 0%
- Link 2: $1 - \frac{8ms}{24ms} = 66,67\%$
- Link 3: $1 - \frac{8ms}{16ms} = 50\%$
- Link 4: $1 - \frac{8ms}{32ms} = 75\%$
- Link 5: $1 - \frac{8ms}{96ms} = 91,67\%$

2.2.2 Bestimmen Sie die physikalische Länge und die Anzahl gleichzeitiger Pakete für den Link zwischen R_1 und R_2 , wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit 200000 km/s beträgt.

$$\begin{aligned} \text{Distanz} &= \text{Ausbreitungsgeschwindigkeit} \cdot \text{Ausbreitungsverzögerung} \\ &= 200000km/s \cdot 0,072s = 14,400km \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maximale Anzahl Bits} &= \text{Übertragungsrate} \cdot \text{Ausbreitungsverzögerung} \\ &= 0,20Mbit/s \cdot 0,072s = 0,0144Mbit = 14,4kbit \end{aligned}$$

$$\text{Anzahl der Pakete} = \frac{14,4kbit}{4800bit} = 3$$

2.3 Skizzieren Sie die physikalische Ausdehnung der Pakete (physikalische Länge und Abstand) für die Links zwischen R_1 und R_2 sowie zwischen R_2 und R_3 . Die Linie entspricht der physikalischen Länge der Links

Link R_1 zu R_2 : 

Link R_2 zu R_3 : 

2.4 Die Quelle Q versendet Pakete zu den folgenden Zeitpunkten: 0,0 ms (900 B); 2,0 ms (600 B); 3,0 ms (900 B); 4,0 ms (900 B); 5,0 ms (900 B); 7,0 ms (1200 B); 9,0 ms (900 B); 24 ms (1200 B); 26 ms (1200 B); 27 ms (1200 B). Bestimmen Sie mit Hilfe einer Ereignistabelle, welche Pakete zwischen Quelle Q und Router R_1 verloren gehen, wenn der Aufgangs-Puffer von Q zu R_1 drei Pakete aufnehmen kann.

Paket	Ankunftszeit (ms)	Größe (B)	Größe (b)	Übertragungszeit (ms)
1	0,0	900	7200	6
2	2,0	600	4800	4
3	3,0	900	7200	6
4	4,0	900	7200	6
5	5,0	900	7200	6
6	7,0	1200	9600	8
7	9,0	900	7200	6
8	24,0	1200	9600	8
9	26,0	1200	9600	8
10	27,0	1200	9600	8

Zeit (ms)	Ereignis	Anzahl Pakete im Puffer	Ende der Übertragung (ms)
0,0	1 kommt an	1	6,0
2,0	2 kommt an	2	10,0
3,0	3 kommt an	3	16,0
4,0	4 kommt an (dropped)	3	–
5,0	5 kommt an (dropped)	3	–
6,0	1 wird übertragen	2	–
7,0	6 kommt an	3	24,0
9,0	7 kommt an (dropped)	3	–
10,0	2 wird übertragen	2	–
16,0	3 wird übertragen	1	–
24,0	8 kommt an	2	32,0
24,0	6 wird übertragen	1	–
26,0	9 kommt an	2	34,0
27,0	10 kommt an	3	42,0
32,0	8 wird übertragen	2	–
34,0	9 wird übertragen	1	–
42,0	10 wird übertragen	0	–