

# Datenkommunikation und Informationssysteme, Übung 4

Domenic Quirl  
354437

Julian Schakib  
353889

Daniel Schleiz  
356092

## Übungsgruppe 14

A1	A2	A3	A4	A5	$\Sigma$
/1	/4	/2.5	/1.5	/6	/ 15

### Aufgabe 1

Es ergeben sich folgende Hamming Codes (eingefügte Paritätsbits rot markiert):

- 011100010101001100010
- 110111100110101110011

A1: 

/ 1
-----

### Aufgabe 2

- (a) Zur Berechnung der maximalen Nutzdatenrate soll die Übertragung eines Pakets mit der maximalen Menge an Nutzdaten pro Rahmen, also 343 Byte, betrachtet werde. Gegeben ist außerdem die maximale Datenrate von 1000 Bit/s und eine Latenz von 0,003s.  
Mit dem Header von 16 Byte werden also  $343 + 16 = 359$  Byte = 2872 Bit von A nach B übertragen. Dazu werden  $\frac{2872\text{Bit}}{1000\text{Bit/s}} + 0,003\text{s} = 2,875\text{s}$  benötigt. Anschließend wird, da keine Bitfehler passieren, ein ACK Rahmen von 16 Byte = 128 Bit in  $\frac{128\text{Bit}}{1000\text{Bit/s}} + 0,003\text{s} = 0,131\text{s}$  von B nach A übertragen. Insgesamt benötigte man also  $2,875 + 0,131 = 3,006\text{s}$  für die Übertragung des Pakets und die Bestätigung, es ergibt sich also die maximale Nutzdatenrate von  $\frac{343\text{Bit}}{3,006\text{s}} \approx 114 \text{ Bit/s} = 0,114 \text{ Mbit/s}$ .
- (b) Als direkte Maßnahme könnte man die maximale Größe von Nutzdaten pro Rahmen vergrößern. Dies würde zu einer Steigerung der (maximalen) Nutzdatenrate führen, da insgesamt weniger Pakete verschickt werden müssten bei großen Datenmengen und somit weniger Quittierungen durch das Zurücksenden eines ACK Rahmens stattfinden würden. Für ein Byte Nutzdaten muss dann also im Schnitt weniger auf ein ACK "gewartet" werden.
- (c) Gehe bei einer erfolgreichen Übertragung eines Pakets von der Nutzdatenrate von (a) aus, d.h. 0,114 Mbit/s. Eine Übertragung schlägt fehl, wenn entweder der Rahmen mit Nutzdaten und Header (359 Byte) einen Bitfehler hat, oder falls das darauf folgende ACK (16 Byte) einen Bitfehler hat und somit als NACK erkannt wird. Die Wahrscheinlichkeit für ein Bit, fehlerfrei zu sein, ist  $1 - 10^{-4} = 0.9999$ . Die Wahrscheinlichkeit, dass alle der  $359 + 16$  Byte = 375 Byte = 3000 Bit fehlerfrei sind, liegt demnach bei  $0.9999^{3000} \approx 0.74$ . Dementsprechend liegt die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers bei der Übertragung bei  $1 - 0.9999^{3000} \approx 0.26$ . Im Falle eines Fehlers müssen erneut der Rahmen mit Nutzdaten und Header und das anschließende ACK gesendet werden, also die doppelte Datenmenge. Somit halbiert sich im Fehlerfall die Nutzdatenrate auf 0,057 Mbit/s. Die mittlere Nutzdatenrate liegt somit bei  $0.9999^{3000} \cdot 0,114 + (1 - 0.9999^{3000}) \cdot 0.057 \approx 0.099 \text{ Mbit/s}$ .
- (d) Da die Aufgabenstellung suggeriert, dass beliebig viele empfangene Rahmen auf einmal verwaltet werden können, bietet es sich an, *Selective Repeat* zu verwenden, da im Vergleich zu Go-Back-N die auf einen fehlerhaften Rahmen folgenden Rahmen nicht verworfen werden und erneut übertragen werden müssen.

A2: / 4

### Aufgabe 3

(a)

(b)

A3: /2.5

### Aufgabe 4

(a)

(b)

(c)

A4: /1.5

### Aufgabe 5

- (a) (i) Bei einer Datenrate von 10MBit/s sendet  $S_1$  die 1400 Byte = 1.4 MByte = 11.2 MBit in  $\frac{11.2}{10} = 1.12$ s, also von  $t_1 = 1$ s bis  $t_2 = 2.12$ s. Da  $S_2$  ebenfalls nur an  $D$  senden möchte, kommt es nur zur Kollision, falls sich Rahmen im Punkt  $D$  überlagern. Weil  $S_1$  und  $S_2$  genau gleich entfernt von  $D$  sind und die gleiche Menge an Daten senden möchten, kommt es zur Kollision, falls  $S_2$  im gleichen Sendezeitraum wie  $S_1$  oder früher senden möchte, d.h. von  $t = 0$ s bis  $t_2$ . (Die Latenzen gleichen sich aus, da gleiche Entfernung. Außerdem ist  $S_2$  noch nicht fertig bei 1s, wenn es bei 0s beginnt, also ab da auch Kollisionen.)
- (ii)  $S_1$  möchte bei  $t = 1000$ ms senden, jedoch beginnt erst bei  $t_1 = 1000.5$ ms ein Zeitslot, da  $1.5 \cdot 667 = 1000.5$ . Somit würde  $S_1$  ab  $t_1$  senden und alle darauf folgenden Slots belegen, bis die 1400 Byte übertragen sind. Aufgrund gleicher physikalischer Bedingungen wie in (a) sendet  $S_1$  1.12s lang. Der letzte Slot, den  $S_1$  dabei belegt, liegt bei  $t_2 = 2119.5$ ms, da  $S_1$  beim Zeitpunkt  $1000.5 + 1120 = 2120.5$ ms fertig mit Senden ist. (Die letzten 0.5ms des Slots bleiben ungenutzt.) Da wieder  $S_2$  Daten mit gleicher Größe senden möchte und beide die gleiche Latenz zu  $D$  aufweisen, kommt es zur Kollision, falls  $S_2$  einen Sendewunsch ab  $t = 0$ s bis vor bzw. bei  $t_2$  hat, also dem letzten von  $S_1$  belegten Slot.
- (iii) Es kommt CSMA/CD zum Einsatz. Zwischen  $S_1$  und  $S_2$  liegt eine Latenz von  $\frac{90}{2 \cdot 10^8} = 4.5 \cdot 10^{-7}$ s vor. Bei CSMA kann eine Station nur senden, falls die Station auf der Leitung gerade nichts hört. Da eine Latenz zwischen  $S_1$  und  $S_2$  herrscht, kommt es zur Kollision, falls  $S_2$  anfängt zu senden, bevor das Signal durch die Latenz verzögert bei  $S_2$  ankommt bzw.  $S_2$  anfängt zu senden, sodass durch die Latenz das Signal bei  $S_1$  bei 1s noch nicht angekommen ist. Es folgt also, dass es zur Kollision kommt, falls  $S_2$  von  $1 - 4.5 \cdot 10^{-7}$ s bis  $1 + 4.5 \cdot 10^{-7}$ s senden möchte. Möchte  $S_2$  davor oder danach senden, so wird im ersten Fall  $S_1$  das Senden verboten und es kommt nicht zur Kollision bzw.  $S_2$  wird es im zweiten Fall verboten zu Senden.
- (iv) Es kann zu keiner Kollision kommen, da es sich bei Token Ring um ein geregeltes Verfahren handelt, bei dem nur gesendet werden kann, falls ein Frei-Token ankommt, welches dann das Token belegt.  $S_2$  muss also warten, bis wieder ein Frei-Token ankommt.
- (b) Auf die 90m betrachtet, also die maximale Ausbreitung, darf eine Sendung nicht vorüber sein, solange das Round Trip Delay noch nicht abgelaufen ist, also das Doppelte der Latenz von  $4.5 \cdot 10^{-7}$ s. Der Round Trip Delay beträgt also  $9 \cdot 10^{-7}$ s. Während dieser Zeit können mit 10 MBit/s = 1.25 MByte/s Datenrate Daten der Größe  $9 \cdot 10^{-7}$ s  $\cdot 10 \cdot 10^6$  Byte/s = 9 Byte übertragen werden. Somit muss die minimale Rahmenlänge 9 Byte betragen.

Die minimale Rahmenlänge ist notwendig, damit zuverlässig Kollisionen detektiert werden können. Bei einer Kollision wird bei CSMA/CD ein Jamming Signal ausgesendet. Damit der Sender weiß, dass er mit dem Jamming Signal gemeint ist, darf die Sendung noch nicht beendet sein.

- (c) Einerseits steigt bei großer Ausdehnung die *minimale Rahmengröße* an, da sich bei größerer Ausdehnung auch der Round Trip Delay erhöht. Möchte man nun eher kleine Nutzdaten zwischen Stationen schicken, so schickt man recht viele redundante Daten, da gepaddet werden muss und man belastet die Leitung dadurch unnötig, ganz abgesehen von der geringeren Nutzdatenrate durch das Aufblähen der Rahmen.

Außerdem hat man bei großer Ausdehnung, falls eine hohe Last herrscht, eine *geringe Effizienz*, da die Leitung dann oft "belegt ist" und die Kommunikation zwischen nahen Stationen, welche schon längst fertig sind, trotzdem weit weg gelegene Stationen lahm legen können.

A5: 

/ 6
-----