

Übung 4

Abgabe: 6. Dezember 2022

Aufgabe 4.1: Hamming-Code (1,5 Punkte)

Zwei Kommunikationspartner nutzen den Hamming-Code mit *gerader* Parität, um die Übertragung 16 Bit langer Dateneinheiten gegen Fehler zu sichern.

Berechnen Sie den Hamming-Code für die folgenden Dateneinheiten:

- 1010011100001011
- 0111100111100001

Aufgabe 4.2: Automatic Repeat Request (ARQ) (2 + 1 + 3 + 1 = 7 Punkte)

In der Vorlesung wurden verschiedene Verfahren zur Realisierung einer automatischen Sendewiederholung vorgestellt.

- Ein naives Verfahren ist *Stop-and-Wait*. Dieses Verfahren werde auf einem Kommunikationskanal mit einer Datenrate von 400 MBit/s eingesetzt; die Signallaufzeit zwischen Sender und Empfänger betrage 20 ms. Es werde angenommen, dass es keine Übertragungsfehler gibt und dass die Rahmengröße der Quittung (ACK) vernachlässigbar klein ist. Welche Rahmengröße muss man mindestens verwenden, um eine Effizienz (d.h. Auslastung des Kommunikationskanals) von 90 % zu erreichen?
- In Aufgabenteil a) zeigt sich, dass das *Stop-and-Wait*-Verfahren relativ effizient eingesetzt werden kann. Welchen Nachteil hat der Einsatz von Stop-and-Wait wie in Aufgabenteil a) allerdings?
- Betrachten wir nun die beiden anderen ARQ-Verfahren aus der Vorlesung: *Go-Back-N* und *Selective Repeat*.

Der Kanal habe weiterhin eine Datenrate von 400 MBit/s. Die Signallaufzeit liege weiterhin bei 20 ms. Der Kanal habe nun außerdem eine Bitfehlerrate von 10^{-4} mit unkorrelierten Bitfehlern. Die Rahmengröße betrage für alle Datenrahmen 1500 Byte.

Es werde implizite Übertragungswiederholung mit einem Timeout von 100 ms genutzt, d.h. die Sendewiederholung wird ausgeführt, wenn 100 ms, nachdem das letzte Bit des Datenrahmens abgesendet wurde, keine Empfangsbestätigung eingegangen ist. Der Empfänger bestätigt nur korrekt empfangene Rahmen.

Nehmen Sie zudem an, dass die Headerlänge der Rahmen vernachlässigbar ist, d.h. insbesondere, dass keine Bitfehler in den Headerinformationen oder den Quittungen auftreten und die Sendedauer der Header und Quittungen vernachlässigbar klein ist. Zudem sollen Verarbeitungszeiten auf Sender- und Empfängerseite vernachlässigt werden. Flusskontrolle werde nicht eingesetzt, d.h. der Sender kann so lange senden, bis er einen Rahmenverlust durch ein Timeout feststellt.

Berechnen Sie nun die Nutzdatenrate, d.h. die Datenrate, die nur Rahmen berücksichtigt, die an den Dienstanutzer weitergeleitet wurden, für:

- Go-Back-N
 - Selective Repeat
- d) Was ist der Vorteil von *Go-back-N* gegenüber *Selective-Repeat*?

Aufgabe 4.3: Flusskontrolle (1,5 + 0,5 + 1 + 0,5 = 3,5 Punkte)

Der meistgenutzte Ansatz zur Flusskontrolle ist das Sliding-Window-Verfahren. Hierbei wählt in der Regel der Empfänger die Größe des Fensters abhängig davon, wie viele Daten er zu empfangen bereit ist (Buffergröße). Die Wahl der Fenstergröße hat aber auch einen nicht unerheblichen Einfluss auf den erreichbaren Durchsatz und somit die Auslastung des Kanals.

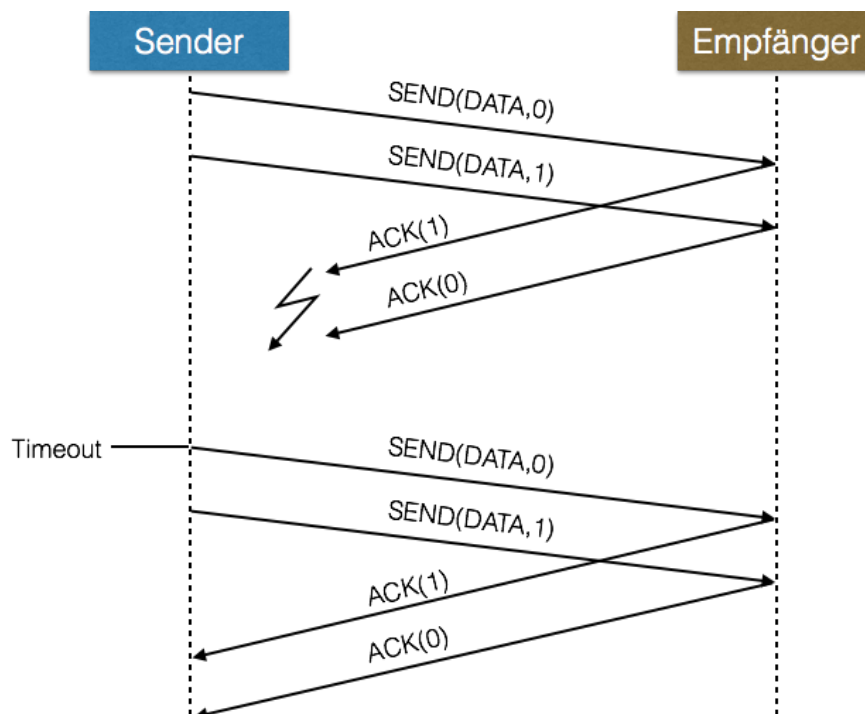
a) Gegeben sei ein Kanal mit einer *Datenrate* von 1 GBit/s und einer *Signallaufzeit* von 10 ms. Die *Rahmenlänge* betrage 1024 Byte. Wie groß ist die *maximale Auslastung* des Kanals, wenn der Empfänger folgende *Fenstergrößen* wählt:

- i) 1
- ii) 42
- iii) 320

Hinweis: Sie dürfen hier die *Sendedauer* und die *Verarbeitungszeiten* auf Sender- und Empfängerseite vernachlässigen.

b) Ab welcher Fenstergröße wird eine *vollständige Auslastung* des Kanals erreicht?

c) Betrachten Sie nun ein Sliding-Window-Verfahren mit einer *Fenstergröße* von 2. Sie verwenden nur ein Bit für Sequenznummern, haben also den Sequenznummernraum $\{0, 1\}$. Betrachten Sie das folgende Szenario:



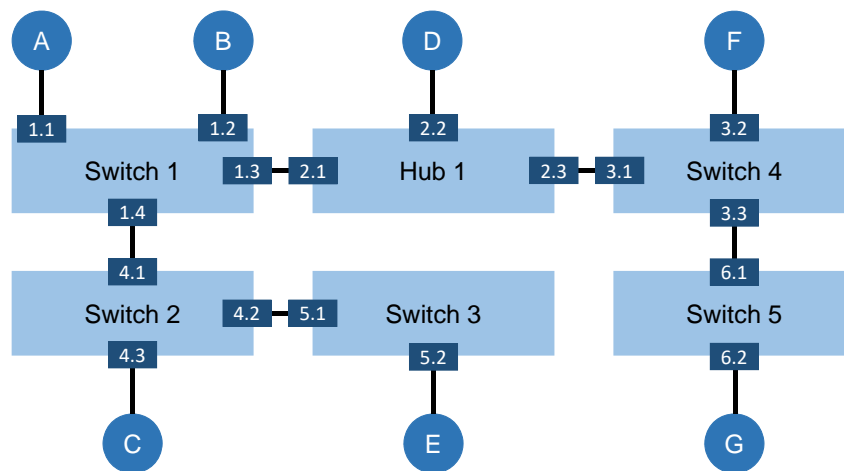
Welches Problem tritt bei der dienstnutzenden Schicht auf Empfängerseite auf? Warum tritt es auf?

d) Wie können Sie das Problem aus c) vermeiden? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 4.4: Hubs und Switches (3 Punkte)

Um die Rahmenweiterleitung als Grundfunktionalität von Switches in einem Netzwerk nutzen zu können, braucht man sie im Allgemeinen nicht zu konfigurieren. Stattdessen überwachen Switches die Rahmen, die sie weiterleiten, lernen so automatisch die Adressen angeschlossener Geräte und bauen daraus ihre interne Weiterleitungstabelle auf.

Betrachten Sie folgendes Netzwerk, das aus mehreren Switches, einem Hub und den Rechnern *A* bis *G* besteht. Die dunklen Kästchen bezeichnen die Ports der jeweiligen Hubs/Switches. Die Switches sind reine Layer-2-Switches, verfügen also über keine Zusatzfunktionalität wie z.B. Routing oder Traffic-Analyse.



Die Weiterleitungstabellen der Switches seien leer, d.h., sie enthalten keinerlei Adressinformationen. Nun werden nacheinander folgende Rahmen gesendet:

1. *B* sendet an *A*
2. *D* sendet an *B*
3. *C* sendet an *D*

Wie sehen die Weiterleitungstabellen der Switches 1 bis 5 jeweils nach Versenden dieser Rahmen aus? Geben Sie für jeden der drei versendeten Rahmen an, welche Switches und Hubs durchlaufen werden, welche Rechner den Rahmen sehen und welche Einträge die Switches in ihren Weiterleitungstabellen vornehmen. Nehmen Sie dabei an, dass die Einträge nicht altern und daher zwischendurch nicht wieder entfernt werden.