

Telematik 1 – Sommersemester 2026

Übungsblatt 2

Aufgabe 1 (Hammingabstand)

Wie groß ist der Hammingabstand zwischen den gültigen Codes, wenn zur Sicherung von n -Bit-Mustern ein Paritätsbit verwendet wird? Stellen Sie für $n = 2$ den Coderaum (gültige und ungültige Codes) grafisch dar! Welche Fehlerarten kann der Empfänger feststellen? Warum kann der Empfänger festgestellte Fehler nicht korrigieren?

Aufgabe 2 (Cyclic Redundancy Check (CRC))

Eine Station empfängt die Bitsequenz 1100101011.

- Überprüfen Sie, ob diese Bitsequenz fehlerfrei übertragen wurde. Nehmen Sie dabei an, dass die darin enthaltene Prüfinformation durch ein CRC-Verfahren mit dem Generatorpolynom $G(x) = x^2 + 1$ berechnet wurde.
- Gehen Sie nun davon aus, dass im Fall von Teilaufgabe (a) keine Übertragungsfehler aufgetreten sind. Geben Sie die übertragenen Datenbits (d.h. die Nutzdaten ohne Prüfinformation an).
- Wie müsste ein Übertragungsfehler beschaffen sein, damit er durch das CRC-Verfahren nicht erkannt wird? Gehen Sie davon aus, dass die Bitsequenz aus Teilaufgabe a) korrekt ist. Verfälschen Sie diese in einem Beispiel so, dass der Empfänger diese Veränderung nicht erkennen kann (Rechnung angeben).

Aufgabe 3 (ARQ (I))

Eine Übertragung wird mit dem Send-and-Wait-Verfahren vorgenommen. Zeichnen und vervollständigen Sie für die vier folgenden Ausgangssituationen den Kommunikationsablauf mit jeweils einem eigenen Time-Sequence-Diagramm bis zur erfolgreichen Übertragung der Datenpakete. Beschriften Sie die einzelnen Ereignisse!

- Der Sender überträgt erfolgreich zwei Pakete.
- Der Sender sendet ein Paket, das vom Empfänger als fehlerhaft erkannt wird.
- Der Sender sendet ein Paket, das nicht beim Empfänger ankommt.
- Der Sender sendet ein Paket, das vom Empfänger bestätigt wird – allerdings kommt die Bestätigung nicht beim Sender an.

Bitte wenden!

Aufgabe 4 (ARQ (II))

Um den Header-Overhead bei Datenübertragungen klein zu halten, sind möglichst wenige Bits für Sequenznummern im Paketheader zu verwenden.

- (a) Beschreiben Sie, wie viele Sequenznummern bei einem Send-and-Wait-Protokoll zum korrekten Ablauf nötig sind?
- (b) Bei Protokollen mit Go-Back-N-Verfahren werden bei einer Fenstergröße w die Sequenznummern bis modulo $w + 1$ hochgezählt. Angenommen Sie würden die Sequenznummern bei Go-Back-N nur modulo w hochzählen, beschreiben Sie eine Situation, bei der das Protokoll nicht mehr korrekt funktionieren würde.
- (c) Protokolle nach dem Selective-Reject-Verfahren arbeiten mit Sequenznummern modulo $2 \cdot w$. Angenommen Sie würden die Sequenznummern bei Selective-Reject nur modulo $2 \cdot w - 1$ hochzählen. Beschreiben Sie eine Situation, bei der das Protokoll nicht mehr korrekt funktionieren würde.

Aufgabe 5 (ARQ (III))

Der normalisierte Durchsatz beim Send-and-Wait-Verfahren ist $S = \frac{1}{1+2a}$. Wie kann man den Parameter a interpretieren?

Aufgabe 6 (ARQ (IV))

Ein Kanal habe eine Datenrate von $R = 40 \text{ Kbit/s}$ und eine physikalische Signallaufzeit von $d_{prop} = 20 \text{ ms}$.

- (a) Für welche Rahmengrößen L ergibt sich für das Send-and-Wait-Protokoll ohne Übertragungsfehler eine Effizienz von mindestens 50%? (Größe der Bestätigung vernachlässigbar.)
- (b) Wie verändert sich das Ergebnis bei einem Schiebefensterprotokoll (Sliding Window) der Fenstergröße $W = 4$?

Aufgabe 7 (ARQ (V))

Gegeben sei eine Kommunikationsstrecke mit einer Bitrate von $R = 64 \text{ Kbit/s}$, die mittels eines geostationären Satelliten realisiert wird (siehe Abbildung 1). Die vom Sender zum Empfänger verschickten Datenpakete haben eine einheitliche Größe von $L = 2 \text{ kbit}$. Die vom Empfänger zum Sender verschickten Bestätigungspakete besitzen eine zu vernachlässigende Übertragungszeit. (Hinweis: Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit beträgt hier etwa $v_s = 300000 \text{ km/s}$.)

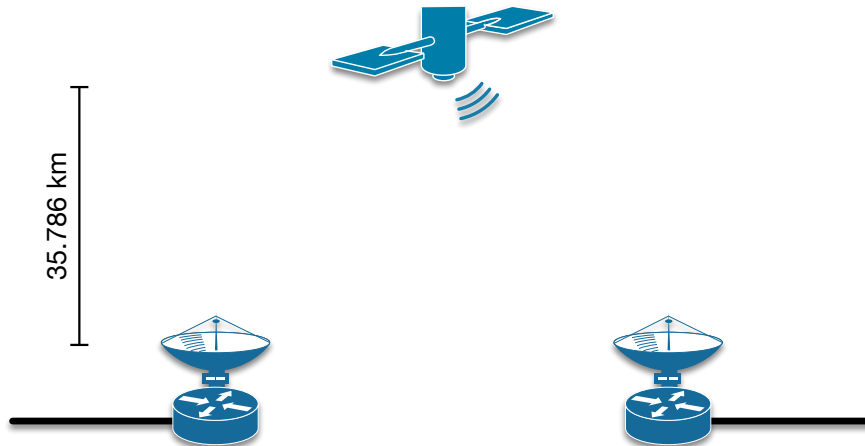


Abbildung 1: Satellitenstrecke

- Bestimmen Sie den normalisierten Durchsatz S der Übertragungsstrecke, wenn der Send-and-Wait-Mechanismus eingesetzt wird!
- Bestimmen Sie die Kanalauslastung, wenn das Sliding-Window-Protokoll mit einem Window von $W = 10$ eingesetzt wird!
- Ab welcher Window-Größe führt das Sliding-Window-Protokoll zu einer 100%-igen Kanalausnutzung?