



INSTITUT FÜR
BETRIEBSSYSTEME UND RECHNERVERBUND
Übungen zur Vorlesung „Computernetze 1“

Johannes Morgenroth
morgenro@ibr.cs.tu-bs.de



2. Übungsblatt: Physical Layer, CRC, Verzögerung, Kanalauslastung

SS 2009

23.04.2009

Aufgabe 1: Kommunikationsarten

Geben Sie Beispiele für die folgenden Kommunikationsarten wenn alle „Netzkomponenten“ Menschen sind.

- Semi-Duplex/Simplex Kommunikation.
- Verbindungsorientierte/verbindungslose Kommunikation.
- Protokoll.
- Flusskontrolle.
- Staukontrolle.

Aufgabe 2: Bitraten

- Berechnen Sie die max. Bitrate für ein binäres Signal in einem rauschfreien Kanal mit 4 kHz Bandbreite.
- Berechnen Sie die max. Bitrate für ein vierstufiges Signal in einem rauschfreien Kanal mit 6 kHz Bandbreite.
- Berechnen Sie die max. Bitrate für ein vierstufiges Signal in einem Kanal mit S/N-Ratio von 20 dB und 3 kHz Bandbreite.
- Welches S/N-Ratio wird mindestens benötigt, um eine Birate von 1 Mbps auf einem 50 kHz-Kanal anbieten zu können?

Aufgabe 3: Bitstopfen

- Geben Sie die Kodierung für die Bitfolge

1110 1010 0111 1111 1000 1111 0010 1001 1111 1111 1110 0101 1010

an, wenn ein Bitstopfen nach fünf aufeinander folgenden Einsen verwendet wird.

- b) Bei welchen Protokollen wird das Bitstopfen verwendet und warum ist dies nötig?

Aufgabe 4: Hamming-Distanz

Gegeben sei der folgende Code (d.h. eine komplette Liste aller gültigen Codewörter) zur Übertragung von vier verschiedenen Zeichen (A-D):

- A 00000
- B 10011
- C 00110
- D 10010

- a) Was ist die Hamming-Distanz des Codes?
- b) Was ist die Hamming-Distanz des Codes wenn für D die Codewörter 01010 bzw. 11010 verwendet werden?
- c) Warum ist die Hamming-Distanz eines Codes definiert als das Minimum der Hamming-Distanz zwischen je zwei gültigen Codewörtern?

Aufgabe 5: CRC-Prüfsumme

Die Nachricht 111001101 soll zur Übertragung mit einem CRC versehen werden. Das Generatorpolynom sei $G(x) = x^5 + x^3 + x + 1$.

- a) Geben Sie die vom Sender verschickte Nachricht an.
- b) Führen Sie die Polynomdivision zur Fehlerüberprüfung auf der Seite des Empfängers aus:
- (a) für den Fall einer fehlerfreien Übertragung.
 - (b) für den Fall, dass das 10. Bit der vom Sender übertragenen Nachricht verfälscht wird.

Aufgabe 6: Verzögerungen

Signale breiten sich im luftleeren Raum mit Lichtgeschwindigkeit (ungefähr $3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$) aus. In elektrischen Leitern (verdillte Kupferkabel, Koaxialkabel) erreicht man Ausbreitungsgeschwindigkeiten von ungefähr $2 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$.

Die Ausbreitungsverzögerung (propagation delay) T_p eines Mediums ist definiert durch den Abstand von Sender und Empfänger geteilt durch die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Mediums. Die Übertragungsverzögerung (transmission delay) T_x ist definiert durch die Anzahl der übertragenen Bits geteilt durch die auf dem Medium realisierte Bitrate.

Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerung und die Übertragungsverzögerung für die Übertragung eines 1000 Bit Blocks über

- a) 50 m verdilltes Kupferkabel mit einer Bitrate von 10 kbps,
- b) 5 km Koaxialkabel mit einer Bitrate von 1 Mbps,
- c) 50000 km luftleeren Raum mit einer Bitrate von 10 Mbps.

Interpretieren Sie die Ergebnisse anhand des Verhältnisses zwischen Ausbreitungsverzögerung und Übertragungsverzögerung ($a = \frac{T_p}{T_x}$).

Aufgabe 7: Kanalauslastung

Zwei Stationen sind über einen Satellitenkanal mit einer Übertragungsrate von 1 Mbit/s ($= 10^6$ Bit/s) verbunden. Der geostationäre Satellit ist jeweils 36.000 km von beiden Stationen entfernt, die Signalausbreitungsgeschwindigkeit entspricht der Lichtgeschwindigkeit (300.000 km/s). Eine Station sendet Datenpakete der Größe 1.500 Bit an die zweite Station, die nur Acknowledgement-Pakete der Größe 50 Bit zurücksendet.

- a) Welche Kanalauslastung kann mit einem Stop-and-Wait-Flusskontrollprotokoll erreicht werden?
- b) Welche Kanalauslastung kann mit einem Sliding-Window-Flusskontrollprotokoll mit einer Fenstergröße von 20 Paketen erreicht werden?
- c) Wie groß muss das Fenster mindestens sein, damit die Kanalauslastung 100% beträgt?