

Computernetze-Übung

2.Sitzung



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

Michael Doering
mdoering@ibr.cs.tu-bs.de



2. Übungsblatt: CRC, Flusskontrolle, Verzögerung

SS 2008

22.05.2008

Aufgabe 1: Bitstopfen

- a) 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 2: 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 3: 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 4: Verzögerungen

Signale breiten sich im luftleeren Raum mit Lichtgeschwindigkeit (ungefähr $3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$) aus. In elektrischen Leitern (verdrillte 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 verdrilltes 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 5: 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 Acknowledgment-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?

Aufgabe 6: Sequenznummern

- a) Warum muss bei einem Sliding-Window-Verfahren der verfügbare Sequenznummernraum mindestens doppelt so groß sein wie die maximale Fenstergröße?
- b) Welche Probleme können auftreten? Geben Sie ein oder mehrere Beispiele an.

Aufgabe 7: Sliding Window

Gegeben sei ein Szenario mit zwei Stationen, bei der eine Station Daten zu einer anderen senden möchte. Der Datenaustausch geschieht mittels Sliding-Window-Technik zur Flusskontrolle. Dabei sollen maximal 4 Pakete unbestätigt gesendet werden können, die Sequenznummern werden Modulo 8 berechnet.

Tragen Sie in der Skizze auf der nächsten Seite die jeweilige Ober- und Untergrenze des Sendefensters (links) und des Empfangsfensters (rechts) in die Uhren ein. Zeichnen Sie zusätzlich die Bestätigungen des Empfängers in die Skizze ein. Der Empfänger bestätigt hierbei alle Datenpakete positiv und nicht kumulativ (d.h. jedes Paket einzeln). Gehen Sie weiterhin davon aus, dass auf Empfängerseite ein Puffer für maximal 4 Pakete vorhanden ist.

Aufgabe 8: Quittierungsmechanismen

Welche Quittierungsmechanismen kennt HDLC?

Übungsblatt 2

Aufgabe 1)

a)

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.

Lösung:

Man müsste einfach nach jeder fünften 1 in Folge eine 0 dazwischen „stopfen“. Somit ergibt sich:

1110 1010 0111 11011 1000 1111 0010 1001 11110 1111 10110 0101 1010

Wenn der Empfänger dann diese Bitfolge bekommt, weiß er, dass er nach jeder fünften 1 in Folge die anschließende 0 wieder entfernen muss. Somit liest er dann:

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

Und das war die Original-Nachricht...

b)

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

Lösung:

Es gibt Zeichenorientierte Protokolle (auch „Character-oriented“ genannt), Blockorientierte Protokolle (das war das mit der Angabe, wie lang der Rahmen ist) sowie Bitorientierte Protokolle.

Und bei Bitorientierten Protokollen wird dieses Bitstopfen benutzt.

Warum?

Jeder Rahmen wird mit der FLAG, die die Bitfolge 01111110 hat, angefangen und beendet. Damit der Empfänger, sollte diese Bitfolge zufällig mitten in den Nutzdaten enthalten sein, nicht denkt, der Rahmen sei nun zu Ende... Er stößt also erst wieder auf tatsächlich sechs aufeinander folgende Einsen, wenn wieder die FLAG kommt (die ja nicht gestopft wird).