



Übungen zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme Übungsblatt 3, SS 2010

Abgabe: 17. Mai 2010 bis 14:10 (vor der Vorlesung)

Aufgabe 7 - Codetransparenz (12 Punkte)

Der folgende Nutzdatenblock soll übertragen werden:

“01111101 11111101 01111110 10111110 00010000 11110101”

Im Übertragungsprotokoll soll zur Synchronisation die Bitfolge “01111110” als Begrenzungsfeld verwendet werden. In der tatsächlich auf der Leitung gesendeten Bitfolge wird dieses den Nutzdaten je einmal vorangestellt und nachgestellt.

Hinweis: Oben sind die Bits als Bytes, also in Achtergruppen angeordnet. Dies dient der Übersicht, aber nicht alle unten betrachteten Verfahren berücksichtigen Bytegrenzen.

- a) Erklären Sie den Begriff der Codetransparenz anhand des oben genannten Beispiels.

Beschreiben Sie bei den folgenden Teilaufgaben jeweils das **Vorgehen von Sender und Empfänger** in Worten oder — optional — als Pseudocode. Geben Sie die **gesendete Bitfolge inklusive der Begrenzer** sowie die **Länge** der gesendeten Bitfolge an.

- b) Verwenden Sie Character Stuffing mit dem Steuerzeichen DLE (Bitmuster “00010000”) um die Codetransparenz sicherzustellen.
- c) Verwenden Sie genau das umgekehrte Verfahren zu Teilaufgabe (b), d.h. lassen Sie echte Steuerzeichen unverändert, “escapen” aber Nutzdatensequenzen, die mit Steuerzeichen verwechselt werden könnten. Das Escape-Zeichen ist dabei wiederum “00010000”.
- d) Verwenden Sie Bitstuffing. Dieses soll möglichst effizient realisiert sein (Hinweis: Sie fügen Einsen ein).
- e) Entwickeln Sie ein einfaches Verfahren, das auf der Angabe der Nutzdatenlänge basiert.
- f) Entwickeln Sie ein einfaches Verfahren, das auf ungültigen Codeworten basiert. Verwenden Sie dabei auf der Leitung eine Codewortlänge von 9 Bit pro Zeichen, sowohl für die Nutzdaten als auch für die Steuerzeichen.

Aufgabe 8 - Cyclic Redundancy Check (11 Punkte)

Ein Bitstrom “10101100” werde mit der Standard-CRC-Methode aus der Vorlesung gesichert. Das Generatorpolynom sei $x^3 + 1$. (Beachten Sie, dass wir Polynomarithmetik modulo 2 verwenden.)

- a) Geben Sie die übertragene Bitfolge an.

Übertragungsfehler können als Addition eines Fehlerbitmusters aufgefasst werden. Nehmen Sie an, das dritte Bit von links werde durch einen Übertragungsfehler umgedreht, also das Bitmuster 0010000000

auf das Signal addiert.

- b) Zeigen Sie, dass der Empfänger den Fehler erkennt.
- c) Zeigen Sie am Beispiel unseres Nutzdatensatzes, dass eine durch CRC als korrekt geprüfte Bitfolge noch Fehler enthalten kann.
- d) Kann ein Fehler mithilfe von CRC korrigiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort.
- e) Neben den in der Vorlesung angegebenen CRC-Polynomen, existieren eine Reihe weiterer standardisierter CRC-Polynome. In dieser Teilaufgabe nehmen wir CRC-15, das ein Generatorpolynom vom Grad 15 verwendet ($x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$). Wir betrachten eine Übertragung von einem Kilobyte Nutzdaten, die mit CRC-15 gesichert ist. Während der Übertragung gibt es nun eine Störung, die 2 Byte lang ist. Gehen Sie dabei davon aus, dass ein zwei Byte langes zufälliges Bitmuster auf die übertragenen Daten addiert wird¹.
 - (i) Wie viele Bits an Fehlerkorrekturinformationen wurden hinzugefügt?
 - (ii) Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler nicht erkannt wird? Hinweis: Gehen Sie dabei davon aus, dass bei zufälligem Input jede durch CRC-15 erstellte Prüfsumme mit gleicher Wahrscheinlichkeit auftritt. Überlegen Sie dabei die Anzahl möglicher falscher Signale und die Anzahl möglicher CRC-15-Werte, die diese bei der Prüfung erzeugen können.
- f) Alternativ könnten wir unsere Nutzdaten auch sichern, indem wir zu jedem Byte 1 Bit an Paritätsinformationen hinzufügen. Wir übertragen wiederum 1 Kilobyte an Daten und nehmen an, dass bei der Übertragung 2 aufeinander folgende Nutzdatenbytes als zufälliges Bitmuster beim Empfänger ankommen (die Paritätsbits jedoch korrekt sind).
 - (i) Wie viele Bits an Fehlerkorrekturinformationen wurden hinzugefügt?
 - (ii) Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler nicht erkannt wird?

Aufgabe 9 - Schiebefensterprotokolle – Sendefenster (4 Punkte)

Wir betrachten einen fehlerfreien Full-Duplex-Kanal mit einer Ausbreitungsverzögerung t_D (in s) und Übertragungsrate r (in Bit/s).

Wie groß sollte das Sendefenster in Bit mindestens sein, damit der Kanal voll ausgelastet ist? Vernachlässigen Sie bei Ihrer Berechnung die Generierungszeit und Sendezeit des Bestätigungsrahmens.

¹Sie können genauso davon ausgehen, dass diese zwei Bytes durch zufällige Bits ersetzt werden. Das ist in diesem Fall äquivalent.