



Halle, 27. November 2003

Rechnerarchitektur und Rechnerorganisation (WS 2003/04)

Übungsserie 7

Aufgabe 7.1. (8 Punkte)

Das CRC-Verfahren wird häufig in der Datenübertragung eingesetzt, um Blöcke vorgegebener Länge durch das Anhängen einer „CRC-Prüfsumme“ (wir verwenden den Begriff Prüfsumme, obwohl es eigentlich keine Summe ist) zu kodieren, um auf Empfängerseite auftretende Fehler in der Übertragung zu erkennen. Konkret angewendet wird z.B. die CRC-16-Kodierung im Header des IPv4-Protokolls, also des heute im Internet üblichen Protokolls zur Datenübertragung. Hierbei ist im Header, der u.a. Quell- und Zieladresse enthält, ein Bereich von 16 Bit für CRC enthalten. (Headergesamtlänge 20 Byte)

Betrachten wir in dieser Aufgabe einen Datenblock $M(x)$ der Länge 32 Bit und verwenden die CRC-8-Codierung, also das Generatorpolynom: $C(x) = x^8 + x^2 + x + 1$.

- a) Wie viele Bits werden für die Übertragung der Nachricht, also des aus $M(x)$ unter Verwendung des CRC-Verfahrens mittels $C(x)$ errechneten Polynoms $T(x)$ benötigt?
- b) Als Datenblock $M(x)$ sei die Bitfolge
1000 1101 1001 0010 0000 0000 1011 1111
gegeben. Wie ist $T(x)$ zu berechnen? Beschreiben Sie schrittweise die Berechnungen des Divisionrests der Polynomdivision und geben Sie dann die daraus resultierende Nachricht $T(x)$ an.
- c) Konstruieren Sie einen Fehler, der bei der Übertragung gleich welcher Nachricht $M(x)$ der Länge 32 unter Anwendung von $C(x)$ auftreten kann, so daß dieser nicht vom Empfänger erkannt wird. Zeigen Sie, wie Sie diesen Fehler konstruiert haben und geben sie eine konkrete fehlerhafte Bitfolge an, die bei Auftreten dieses Fehlers beim Empfänger eintreffen wird.

Aufgabe 7.2. (8 Punkte)

In der Vorlesung wurde eine Codierung mit variabler Codewortlänge eingeführt (Huffman-Code). Diese Kodierung ordnet kurze Codeworte häufig vorkommenden Zeichen zu, während lange Codeworte seltener auftretenden Zeichen zugeordnet werden.

- a) Zeigen Sie, daß dieser Code ein Präfixcode ist.
- b) Zeigen Sie: Nach jeder Übertragung genau eines Codewortes aus einem Präfixcode kann eindeutig entschieden werden, welches Codewort es ist. Mit anderen Worten: Es bedarf keiner Trennsymbole zwischen den Codewörtern.
- c) Berechnen Sie für folgende Zeichenfolge einen Huffman-Code, indem Sie den entsprechenden Code-Baum konstruieren. Vergessen Sie nicht die Leerzeichen.

Zum Halali blasen

Notieren Sie außerdem die Codierung der einzelnen Buchstaben in tabellarischer Form. Wie lang ist die Gesamtcodewortlänge ?

Aufgabe 7.3. (4 Punkte)

Für die weiteren Programmieraufgaben benötigen wir Unterprogramme, welche als Argument einen 32-Bit-Wert erhalten und diesen interpretieren und auf der Konsole ausgeben.

Implementieren Sie folgende Unterprogramme:

- a) `out_dez`: Der übergeben Wert soll als binäre Zahl in der Darstellung *Betrag ohne Vorzeichen* interpretiert und als Dezimalzahl ausgegeben werden.
- b) `out_k1`: Der übergeben Wert soll als binäre Zahl in der Darstellung *Einerkomplement* interpretiert und als Dezimalzahl mit Vorzeichen ausgegeben werden.
- c) `out_k2`: Der übergeben Wert soll als binäre Zahl in der Darstellung *Zweierkomplement* interpretiert und als Dezimalzahl mit Vorzeichen ausgegeben werden.
- d) `out_bin`: Der übergebene Wert soll als Binärwert, also als Zeichenkette, die aus 0 und 1 besteht, ausgegeben werden.

Halten Sie sich an die Unterprogrammkonventionen und bauen Sie die Ausgabe derart, dass vor und nach der Ausgabe keine weiteren Zeichen oder Zeilenumbrüche ausgegeben werden.