

Datenübertragung

Prüfverfahren

Lösungen zu Teilen des ABes und weitere Infos

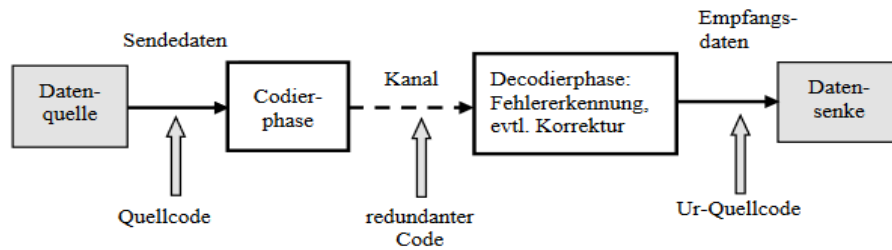


Bild 5.1: Prinzipielle Wirkungsweise von Fehlererkennung und -korrektur

Aufgabe 3

- a) 11001: Paritätsbit: 11001 1, da eine ungerade Anzahl an Einsen vorliegt
Prüfsumme: 11001 11 (mit $n=4$), da Quersumme = $3 = 3 \bmod 4 = 11$ dual
gew. Prüfs.: 11001 00 ($n=4$), da gew. Quersumme = $1+2+5 = 8 = 0 \bmod 4 = 00$ dual
- b) 11000: Paritätsbit: 11000 0, da gerade Anzahl Einsen
Prüfsumme: 11000 10 ($n=4$), da Quersumme = $2 = 2 \bmod 4 = 10$ dual
gew. Prüfs.: 11000 11 ($n=4$), da gew. Quersumme = $1+2 = 3 = 3 \bmod 4 = 11$ dual
- c) 10101: Paritätsbit: 10101 1, da ungerade Anzahl Einsen
Prüfsumme: 10101 11 ($n=4$), da Quersumme = $3 = 3 \bmod 4 = 11$ dual
gew. Prüfs.: 10101 01 ($n=4$), da gew. Quersumme = $1+3+5 = 9 = 1 \bmod 4 = 01$ dual
- d) 00010: Paritätsbit: 00010 1, da ungerade Anzahl Einsen
Prüfsumme: 00010 01 ($n=4$), da Quersumme = $1 = 1 \bmod 4 = 01$ dual
gew. Prüfs.: 00010 00 ($n=4$), da gew. Quersumme = $4 = 0 \bmod 4 = 00$ dual

Es ist sinnvoll, für n eine Zweierpotenz zu wählen, da sonst die durch die Anzahl an anzuhängenden Bits gegebene Kapazität nicht in vollen Zügen ausgenutzt wird – vergleiche folgendes Beispiel:

$n=5$ – mögliche Lösungen (mod 5): 0,1,2,3,4 – entsprechende Binärzahlen (3 Bits von Nöten): 000, 001, 010, 011, 100 – unmögliche Kombinationen: 101, 110, 111 (5, 6, 7 entsprechend).

Aufgabe 4 (allgemeinere Lösung)

Das **Kippen eines Bits** wird von den ersten beiden Verfahren immer erkannt, was recht logisch ist, da entweder eine 1 dazukommt oder wegfällt. Dementsprechend ändert sich die Anzahl an Einsen, was das Paritätsbit (direkt) umkehrt und die Prüfsumme in jedem Fall verändert, da die Addition von 1 auch bei einer modulo-Rechnung immer eine andere Zahl ergibt (entweder die nächstfolgende natürliche oder 0).

- Beispiel: 11001 werde fehlerhaft übertragen mit 11011
Paritätsbit: 11001 1 – übertragen 11011 1 – Fehler,
da Anzahl Einsen gerade, d.h. Paritätsbit = $0 \neq 1$
Prüfsumme ($n=4$): 11001 11 – übertragen 11011 11 – Fehler,
da Quersumme = $1+1+1+1 = 4 = 0 \bmod 4 = 00$ (dual) $\neq 11$ (dual)

Bei der gewichteten Prüfsumme kann es (manchmal) passieren, dass der Fehler nicht erkannt wird, und zwar genau dann, wenn eine Zahl addiert wird oder wegfällt, die $\bmod n = 0$ ergibt!

- Beispiel: 11001 werde fehlerhaft übertragen mit 11011
gew. Prüfsumme: 11001 00 – übertragen 11011 00 – kein Fehler,
da gew. Quersumme = $1+2+4+5 = 12 = 0 \bmod 4 = 00$ (dual) – passt!

Das **Vertauschen zweier (benachbarter) Bits** hingegen kann von den ersten beiden Verfahren nicht erkannt werden, da die Anzahl beteiligter Einsen und Nullen und somit auch die Quersumme gleichbleiben.

Die gewichtete Prüfsumme erkennt den Fehler immer, da das Vertauschen in dem Fall entweder die Addition oder die Subtraktion von 1 in der Quersumme bewirkt, was in jedem Fall das (modulo-)Ergebnis verändert!

Beispiel: 11000 werde fehlerhaft übertragen mit 10100
 gew. Prüfsumme: 11000 11 – übertragen 10100 11 – Fehler,
 da gew. Quersumme = $1+3 = 4 = 0 \bmod 4 = 00 \text{ (dual)} \neq 11 \text{ (dual)}$.

Anmerkungen:

- es gibt viele weitere, teils auch deutlich komplexere Verfahren (die sogar eine Fehlerkorrektur schaffen), welche zum Teil aber auch auf obigen beruhen!
- nach Erkennen eines Fehlers kann der zugehörige Datenblock ggf. neu angefordert werden

Aufgabe 5

Prüfbit:

- a) 11001 1 ungerade/1 – okay
- b) 10111 1 gerade/1 – Fehler
- c) 00000 0 gerade/0 – okay
- d) 11111 1 ungerade/1 – okay
- e) 00101 1 gerade/1 – Fehler

Quersumme:

- a) 11001 11 – Quersumme = 3 = 11 – okay
- b) 10111 01 – Quersumme = 4 = 0 mod 4 \neq 01 – Fehler
- c) 00000 00 – Quersumme = 0 = 00 – okay
- d) 11111 01 – Quersumme = 5 = 1 mod 4 = 01 – okay
- e) 00101 10 – Quersumme = 2 = 10 – okay

gewichtet:

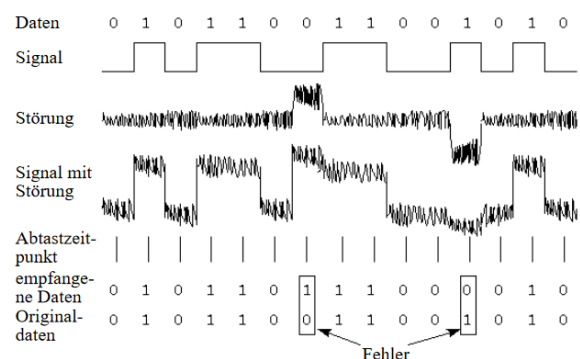
- a) 11001 00 – Gewicht = 8 = 0 mod 4 = 00 – ok
- b) 10111 10 – Gewicht = 13 = 1 mod 4 \neq 10 – f
- c) 00000 10 – Gewicht = 0 = 0 mod 4 \neq 10 – f
- d) 11111 11 – Gewicht = 15 = 3 mod 4 = 11 – ok
- e) 00101 00 – Gewicht = 8 = 0 mod 4 = 00 – ok

Zusatz: Ursachen für Übertragungsfehler

- Signalstörungen auf Übertragungsstrecke, z.B. aufgrund von
 - Bandbreitenbeschränkung
 - schadhafte Geräte (z.B. Versorgungsspannung) / Leitungen (Kontakte)
 - Rauschen (z.B. elektronisch/ Impulsrauschen elektrischer Geräte)
 - thermische Elektronenbewegungen in Halbleitern/ Leitungen
 - Übersprechen/ Nebensprechen durch Kopplungen von anderen Leitungen/ Datenkanälen
 - elektromagnetische (Motoren, Zündanlagen, Blitze) oder radioaktive Einstrahlungen
 - kosmische bzw. ionisierende Strahlung
- sporadisch fehlerhafte Bitsynchronisation
- Zugriffskollisionen in Ethernet-LANs
- Pufferüberlauf beim Empfänger oder einer Zwischenstation
- beabsichtigter Sendeabbruch
- ...

Übertragungsfehler

- Bitfehler durch verrauschten Kanal



- Bitfehler durch fehlerhafte Synchronisation

