

Übungsblatt 12

Rechnerarchitektur im Sommersemester 2023

Zu dem Modul O

Abgabetermin: 16.07.2023, 18 Uhr

Besprechung: Keine Besprechung!

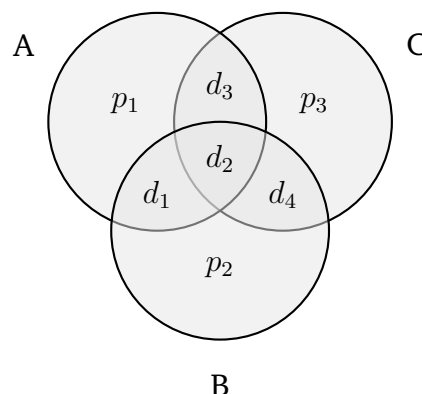
Ankündigungen: Am Montag, den **17. Juli 2023** findet ein **Sondertutorium** via Zoom für alle statt, an dem nochmal gezielt Fragen zum Stoff gestellt werden können. In der Woche vom 17. – 21. Juli 2023 finden **keine** regulären Übungen und auch keine Vorlesung statt. Die Klausur findet am **20. Juli 2023** statt. Bitte melden Sie sich **rechtzeitig** zur Klausur über Uni2work an bzw. ab. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Aufgabe Ü1: Fehlererkennung und -korrektur

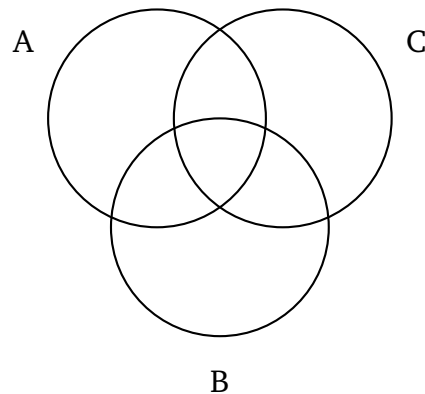
(13 Pkt.)

Zum Schutz vor Speicherfehlern werden sogenannte Codes zur Fehlererkennung und zur Fehlerkorrektur eingesetzt. Bearbeiten Sie die folgenden Teilaufgaben:

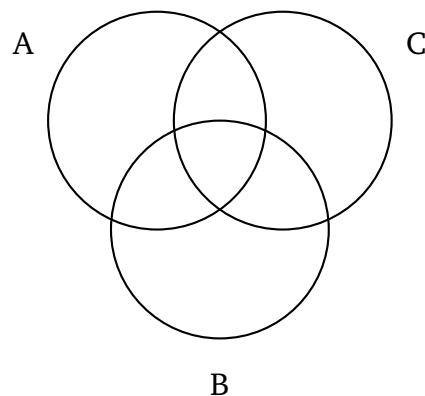
- a. Wir gehen von folgender Struktur der Code-Wörter $d_1d_2d_3d_4p_1p_2p_3$ aus. Wobei $d_i (i \in \{1, 2, 3, 4\})$ für das jeweilige Datenbit und $p_j (j \in \{1, 2, 3\})$ für das jeweilige Prüf- bzw. Paritätsbit steht. Die Paritätsbits zur Fehlererkennung bzw. Fehlerkorrektur für ein Datenwort $d_1d_2d_3d_4$ können anschaulich mit Hilfe eines Venn-Diagramms berechnet werden, in welchem die Bits wie folgt angeordnet sind:



- (i) Berechnen Sie unter Verwendung des folgenden Venn-Diagramms die Prüfbits für das Datenwort **0011**. Verwenden Sie dazu **gerade Parität**. Tragen Sie zunächst die Datenbits in die für die Berechnung sinnvollen (Schnitt-)Mengen ein.



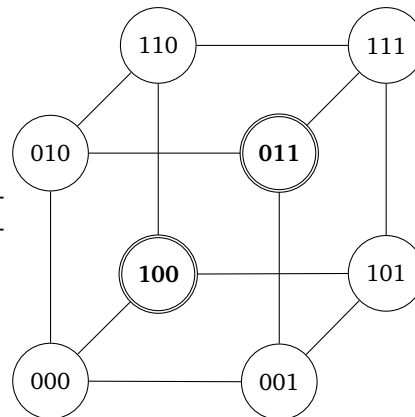
- (ii) Gehen Sie nun davon aus, dass Sie ein mit dem zuvor beschriebenen Code codiertes Code-Wort **1101110** empfangen haben. Es wurde **gerade Parität** verwendet. Handelt es sich um ein gültiges Codewort? Falls nein, treffen Sie eine Aussage darüber, an welcher/welchen Stelle/Stellen mutmaßlich (ein) Bitfehler aufgetreten ist/sind. Verwenden Sie zur Berechnung das folgende Venn-Diagramm. Korrigieren Sie (falls möglich/nötig) den/die Fehler **innerhalb** des Venn-Diagramms und **geben Sie das** (ggf. korrigierte) **4-Bit Datenwort an**.



- (iii) Wie ist beim vorliegenden Fehlererkennungs- bzw. Fehlerkorrekturcode der Overhead der Prüfbits bzgl. der Speicherbits in Prozent (%)?
- b. In dieser Teilaufgabe sei ein Fehlerkorrekturcode gegeben, der nur aus **zwei gültigen Codewörtern** besteht:

- 100
- 011

In der Abbildung rechts sind alle möglichen Kombinationen von 3 Bit eingezeichnet und die gültigen Codewörter markiert.



Bearbeiten Sie dazu die folgenden Aufgaben:

- (i) Wie viele Einzelbitfehler können mit dem vorliegenden Code in jedem Fall **erkannt** werden?
- (ii) Wie viele Einzelbitfehler können mit dem vorliegenden Code in jedem Fall **korrigiert** werden?

Aufgabe Ü2: Hamming Codes

(12 Pkt.)

Übertragung von Daten über physische Kanäle (Kabel etc.) ist fehleranfällig. Als Schutz vor solchen Fehlern setzen die meisten Speicher Codes für die Fehlererkennung und ggf. auch zur Fehlerkorrektur ein. Lesen Sie sich im Vorlesungsskript das Kapitel 14.4 zur „Fehlererkennung und -korrektur“ (S. 173-176) aufmerksam durch und bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben:

- a. Kodieren Sie die folgenden 16-Bit Daten in 21-Bit Hamming Code. Verwenden Sie dazu gerade Parität.

1011 1100 0010 0110

- b. Dekodieren Sie das folgende 21-Bit Codewort. Wenn Sie Fehler enthalten, identifizieren Sie das fehlerhafte Bit und korrigieren Sie den Fehler. Das Ergebnis muss ein 16-Bit Datenwort sein.

1100 0110 1011 1011 0110 1

Aufgabe Ü3: Einfachauswahlaufgabe: Darstellung von Speicherinhalten

(5 Pkt.)

Für jede der folgenden Fragen ist eine korrekte Antwort auszuwählen („1 aus n“).

a) Wie viele Bit stehen im ursprünglichen ASCII-Code zur Kodierung eines Zeichens zur Verfügung?			
(i) 16	(ii) 1	(iii) 128	(iv) 7
b) Die Dezimalzahl 16.909.060 (01020304 Hexadezimal) soll als 32-Bit-Integer-Wert (Wortbreite) ab Speicheradresse 0000 gespeichert werden. Dabei kommt die Little Endian Byte-Anordnung zum Einsatz. Welche Antwort entspricht der resultierenden Speicherbelegung?			
(i) Adresse Wert <u>0000 04</u> 0001 03 0002 02 0003 01	(ii) Adresse Wert <u>0000 01</u> 0001 02 0002 03 0003 04	(iii) Adresse Wert <u>0000 03</u> 0001 01 0002 02 0003 04	(iv) Adresse Wert <u>0000 02</u> 0001 01 0002 04 0003 03
c) Welche Operation kann auf zwei gleichlange Codewörter angewendet werden, um durch Zählen der 1en im Ergebnis den Hamming-Abstand der Codewörter zu bestimmen?			
(i) XOR	(ii) AND	(iii) NOR	(iv) OR
d) Gehen Sie nun davon aus, dass Sie folgendes Code-Wort 1010001 empfangen haben. Es wurde gerade Parität verwendet. Bei der Übertragung ist ein einzelner Bitfehler aufgetreten. Welches Paritätsbit ist betroffen?			
(i) keins	(ii) A	(iii) B	(iv) C
e) Angenommen ein Speicherwort wird in einem kurzen Zeitintervall k mal gelesen oder geschrieben und befindet sich nach dem ersten Zugriff im Cache. Wie berechnet sich die Trefferrate (Hit Ratio) h ?			
(i) $h = (k - 1) \cdot (k)$	(ii) $h = \frac{k-1}{k}$	(iii) $h = \frac{k}{k}$	(iv) $h = \frac{k}{k-1}$

Aufgabe Ü4: Nachgefragt

(Pkt.)

Diese Aufgabe dient dazu, sich nochmals gezielt Fragen über den Stoff zu überlegen!

Bitte formulieren Sie **auf freiwilliger Basis** Fragen, die Ihnen beim Durcharbeiten Ihrer Vorlesungsmitschriften (bzw. des Skripts) oder bei der Bearbeitung der Übungsblätter bisher unbeantwortet geblieben sind. Laden Sie Ihre Fragen bitte bis **spätestens 14.07.2023 23:59 Uhr** bei Uni2Work hoch. Dort wird es eine gesonderte Upload-Möglichkeit mit der Bezeichnung „Nachgefragt“ neben den üblichen Upload-Möglichkeiten für die Lösung der H-Aufgaben geben. Ihre eingereichten Fragen werden dann in einem zusätzlichen Sondertutorium beantwortet. Dieses findet am **17. Juli 2023 Online über Zoom** statt.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei den Vorbereitungen auf die Klausur!