GTI HS 20 Lösung Serie 5

Michael Baur, Tatjana Meier, Sophie Pfister

Die 5. Serie ist bis Montag, den 26. Oktober 2020 um 12:00 Uhr zu lösen und als PDF-Dokument via ILIAS abzugeben. Für Fragen steht im ILIAS jederzeit ein Forum zur Verfügung. Zu jeder Frage wird, falls nicht anders deklariert, der Lösungsweg erwartet. **Lösungen ohne Lösungsweg werden nicht akzeptiert**. Allfällige unlösbare Probleme sind uns so früh wie möglich mitzuteilen, wir werden gerne helfen.
Viel Spass!

1 Fehlerdiagnose in Schaltnetzen (2 Punkte)

Jede richtige Antwort gibt einen halben Punkt, jede falsche Antwort gibt einen halben Punkt Abzug. Es sind keine Begründungen notwendig.

		richtig	falsch
1	Die 0-Verklemmung bedeutet, dass ein Draht gerissen ist und deshalb kein Impuls übermittelt werden kann.	☒	☐
2	Die schaltungsabhängige Fehlerdiagnose bestimmt eine Testmenge mit welcher jede Schaltung, welche $f : B^n \to B$ realisiert, erfolgreich auf Fehler getestet werden kann.	☐	☒
3	Es gibt Defekte, die nach aussen hin nicht sichtbar werden, d.h. dass eine Schaltung trotz Defekt den gewünschten Output liefert.	☒	☐
4	Durch die schaltungsabhängige Fehlerdiagnose ist nicht nur ein Fehler zu erkennen, der Fehler kann auch in jedem Fall lokalisiert werden.	☐	☒

2 Fehlerdiagnose in Schaltnetzen (2 Punkte)

Bestimme für die folgende Funktion eine minimale Testmenge für eine schaltungsunabhängige Fehlerdiagnose.

$$f(x_0, x_1, x_2) = x_0x_1 + \neg x_1x_2$$

Lösung

Die Wertetabelle der Funktion lautet

x_0	x_1	x_2	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Es ergeben sich folgende Paare für x_i deren Binärziffern sich an der i-ten Stelle unterscheiden und die einen unterschiedlichen f-Wert haben:

x_0: $\{(010), (110)\}$ oder $\{(011), (111)\}$

x_1: $\{(001), (011)\}$ oder $\{(100), (110)\}$

x_2: $\{(000), (001)\}$ oder $\{(100), (101)\}$

Eine geeignete Auswahl der Paare ergibt die beiden folgenden möglichen minimalen Testmengen:

- $\{(000), (001), (011), (111)\}$
- $\{(010), (100), (101), (110)\}$

3 Hazards in Schaltnetzen (1 Punkt)

Gegeben sei eine Schaltung, die die Funktion $f(x_1, x_2, x_3) = x_1x_3 + x_2\neg x_3$ realisiert. Nun soll von (110) auf (101) umgeschaltet werden. Welche Schaltfolge eignet sich besser, wenn möglichst kein Hazard auftreten soll? Begründe.

(a) $(110) \rightarrow (100) \rightarrow (101)$

(b) $(110) \rightarrow (111) \rightarrow (101)$

Lösung

Die zweite eignet sich besser, das Ausgangssignal wird im Zwischenschritt nicht geändert, vgl. die entsprechenden Ausgangssignale

(a) $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$

(b) $1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$

4 Bestimmen von Funktionshazards (2 Punkte)

Gegeben sei eine Funktion mit dem folgenden Karnaughdiagramm. Bestimme bei welchen Inputwechseln $a = \{a_0, a_1\} \rightarrow b = \{a_0, \neg a_1\}$ Funktionshazards vorliegen. Wir beschränken uns auf Lösungen, bei denen a_0 und a_1 der "vordere" und "hintere" Teil von a sind (analog Beispiel 3.6, S. 89ff in Oberschelp/Vossen "Rechneraufbau und Rechnerstrukturen"). Gib auch jeweils den "Zeugen" $c = \{a_0, a_1'\}$ für den Hazard an.

$X_3X_4 \backslash X_1X_2$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	1	1
11	1	1	1	0
10	1	0	0	1

Lösung

Durch ein Vorgehen analog zur Literatur erhält man folgende Tabelle:

k	a_0	a_1	$f(a_0, a_1) = f(a_0, \neg a_1)$	a_1'	$f(a_0, a_1')$
1	0	001	0	111	1
	1	100	0	000	1
		101	1	011	0
		000	1	100	0
2	01	01	0	11	1
	10	01	1	11	0

Es liegen also bei folgenden Inputwechseln Funktionshazards vor

- $(0001) \leftrightarrow (0110)$ $(c = 0111)$
- $(1100) \leftrightarrow (1011)$ $(c = 1000)$
- $(1101) \leftrightarrow (1010)$ $(c = 1011)$
- $(1000) \leftrightarrow (1111)$ $(c = 1100)$
- $(0101) \leftrightarrow (0110)$ $(c = 0111)$
- $(1001) \leftrightarrow (1010)$ $(c = 1011)$

5 Hazards (2 Punkte)

Jede richtige Antwort gibt einen halben Punkt, jede falsche Antwort gibt einen halben Punkt Abzug. Es sind keine Begründungen notwendig.

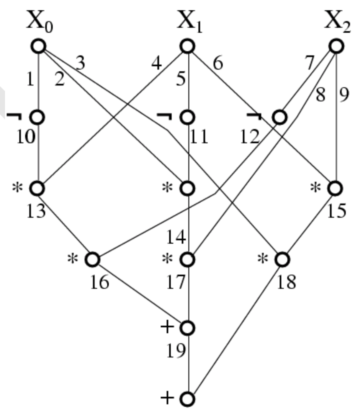
		richtig	falsch
1	Funktionshazards sind durch das Übergangsverhalten der booleschen Funktion bedingt.	☒	☐
2	Ein dynamischer Hazard ist eine unerwünschte Veränderung während des Umkippens von Input-Signalen.	☐	☒
3	Ein Schaltungshazard ist immer auch ein Funktionshazard.	☐	☒
4	Es ist theoretisch möglich, Schaltungshazards durch eine Verlängerung der Verbindungsdrähte zwischen den einzelnen Gattern zu vermeiden.	☒	☐

6 Fehlerdiagnose mit DAG (4 Punkte)

Gegeben sei folgende Funktion

$$f(x_0, x_1, x_2) = \neg x_0 x_1 \neg x_2 + x_0 \neg x_1 x_2 + x_0 x_1 x_2$$

Mit dem dazu gehörenden DAG:



Führe eine Fehlerdiagnose wie folgt durch:

(a) (3 Punkte) Gib eine ausreichende Testmenge an, indem Du zuerst die Ausfalltafel und anschliessend die Fehlermatrix bestimmst. (Annahme: höchstens ein Fehler)

(b) (1 Punkt) Nenne alle nicht feststellbaren Fehler

Lösung

(a) Die Wertetafel von f lautet

x_0	x_1	x_2	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Die Ausfalltafel lautet

x_0	x_1	x_2	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{17}	f_{18}	f_{19}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1

Es gilt also

$$f_2 = f_8 = f_{11} = f_{14} = f_{17}$$
$$f_3 = f_6 = f_9 = f_{15} = f_{18}$$
$$f_4 = f_{10} = f_{12} = f_{13} = f_{16}$$

und man erhält folgende Fehlermatrix

x_0	x_1	x_2	$f \oplus f_1$	$f \oplus f_2$	$f \oplus f_3$	$f \oplus f_4$	$f \oplus f_5$	$f \oplus f_7$	$f \oplus f_{19}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	0	0	0	0

Daraus ergibt sich folgende Testmenge

$$\{(010), (011), (101), (110), (111)\}$$

(b) Ein Fehler auf Leitung 5 ist nicht erkennbar.

Freiwillige Aufgaben

Schaltungsunabhängige Fehlerdiagnose

Gegeben sei die Funktion

$$f(x, y, z) = xyz + \neg xy\neg z$$

Gib eine minimale Testmenge für eine schaltungsunabhängige Fehlerdiagnose für diese Funktion an.

Lösung

Die Wertetabelle lautet

x	y	z	f(x,y,z)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Wir erhalten somit folgende Testpaare

für x $\{011, 111\}$ oder $\{010, 110\}$

für y $\{010, 000\}$ oder $\{111, 101\}$

für z $\{010, 011\}$ oder $\{111, 110\}$

und daraus folgende minimale Testmengen

- $\{000, 010, 110, 111\}$
- $\{000, 010, 011, 111\}$
- $\{000, 010, 011, 110\}$
- $\{010, 011, 101, 111\}$
- $\{010, 110, 101, 111\}$
- $\{011, 101, 110, 111\}$