

Klausur Test und Verlässlichkeit

Hinweise: Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Beginnen Sie mit den Aufgaben, die Ihnen am leichtesten fallen. Schreiben Sie die Lösungen, so weit es möglich ist, auf die Aufgabenblätter. Tragen Sie Namen, Matrikelnummer und Studiengang in die nachfolgende Tabelle ein. Geben Sie die Aufgabenblätter zum Schluss mit ab.

Name	Matrikelnummer	Studiengang	Punkte	ZPHÜ*	Note

* Zusatzpunkte für Hausübungen

Aufgabe 1: Es seien $N_{SL} = 1000$ Service-Leistungen zu kontrollieren, von denen im Mittel $p_{FF} = 3\%$ fehlerhaft sind. Die Kontrolle habe eine Erkennungswahrscheinlichkeit von $p_E = 95\%$.

- a) Wie groß ist die zu erwartende Anzahl der Fehlfunktionen $E(N_{FF})$? 1P
- b) Wie groß ist die zu erwartende Anzahl der nicht erkannten Fehlfunktionen $E(N_{FF,NErk})$? 1P
- c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass mehr als zwei Fehlfunktionen nicht erkannt werden, wenn die Maskierungen unabhängig voneinander stattfinden? 2P

Aufgabe 2: Eine Binärzahl besteht aus beliebig vielen (incl. keinem) vorangestellten Leerzeichen. Danach folgt entweder eine Null oder eine Folge aus einer Eins gefolgt von beliebig vielen Binärziffern (incl. keiner). In beiden Fällen folgt abschließend ein Leerzeichen. Beispiele:

```
100  (zulässig)
0        (zulässig)
0100 (unzulässig)
```

- a) Beschreiben Sie so definierte Binärzahlen in der EBNF¹. 2P
- b) Entwerfen Sie einen spracherkennenden Mealy-Kontrollautomaten als Graph² dafür. 2P

Aufgabe 3: Bilden Sie für die Bytefolge 0x48, 0xE2, 0x31, 0x22 die Prüfsumme

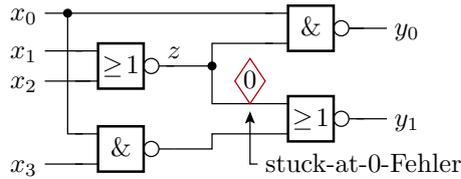
- a) durch byteweises Aufsummieren, 1P
- b) durch bitstellenweise EXOR-Verknüpfung. 1P
- c) Welche der beiden Prüfsummenbildungsvorschriften erkennt, wenn in jedem der 4 Bytes der Bytefolge Bit 0 verfälscht ist? 1P

¹Formale Sprache mit den Beschreibungsmitteln: »...|...« – die rechte oder die linke Zeichenfolge; »[...]« -null- oder einmal; »{...}« – beliebig oft incl. keinem mal, ...

²Automat, der die Zeichen an den Kanten abräumt.

Aufgabe 4: Bestimmen Sie für den in der nachfolgenden Schaltung eingezeichneten Haftfehler

- a) durch Kennzeichnung der Mengenzugehörigkeit mit Kreuzen in der Tabelle unter dem Bild die Menge der Eingaben M_A , mit denen der Fehler angeregt wird, die Menge M_B , mit denen der Fehler beobachtbar ist, und die Menge M_N , mit denen der Fehler nachweisbar ist. 3P
- b) Wie groß ist die Fehlernachweiswahrscheinlichkeit je Testschritt, wenn alle Eingaben gleichhäufig sind? 1P



$x_3 x_2 x_1 x_0$	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Fehler angeregt (M_A)																
Fehler beobachtbar (M_B)																
Fehler nachweisbar (M_N)																

Aufgabe 5: Ein Fehler in einer digitalen Schaltung sei mit folgender Menge von Eingabevektoren \mathbf{x} nachweisbar:

$$\mathbf{x} \in \{0111, 1000\}$$

Wie groß ist die Nachweiswahrscheinlichkeit eines Zufallstests der Länge $n = 20$

- a) mit ungewichteten Zufallswerten, 1P
- b) bei einer bitweisen Wichtung³ der Eingabe mit $g(x_i) = 80\%$. 2P

Aufgabe 6: Nach einem Fertigungsprozess für Widerstände werden deren Werte gemessen. Die Messergebnisse seien normalverteilt mit einem Erwartungswert von $102 \text{ k}\Omega$ und einer Standardabweichung von $2,5 \text{ k}\Omega$. Die Messung hat einen systematischen Messfehler von $+500 \Omega$ und die Differenz zwischen gemessenem und tatsächlichem Wert hat eine Standardabweichung von $2 \text{ k}\Omega$.

- a) Wie groß sind der Erwartungswert und die Standardabweichung der Widerstandswerte⁴ der produzierten Charge? 2P
- b) Wie groß ist der zu erwartende Anteil der produzierten Widerstände, deren Wert in einem Toleranzbereich von $\mp 3\%$ ($97 \text{ k}\Omega$ bis $103 \text{ k}\Omega$) liegt? 2P
- c) Auf welchen Wert erhöht sich der zu erwartende Anteil der Widerstände im Bereich von ($97 \text{ k}\Omega$ bis $103 \text{ k}\Omega$) durch eine Prozesszentrierung (Verschiebung des Erwartungswerts durch eine geänderte Prozesseinstellung in die Mitte des Toleranzbereichs)? 1P

(Tabelle der standardisierten Normalverteilung $\Phi(z)$ siehe nächste Seite.)

³Die Wichtung ist die relative Auftrittshäufigkeit des Bitwerts '1'.

⁴Der tatsächlichen Widerstandswerte ohne Messfehler.

Tabelle der standardisierten Normalverteilung $\Phi(z)$:

z	...,0	...,1	...,2	...,3	...,4	...,5	...,6	...,7	...,8	...,9
0,...	0,5000	0,5398	0,5793	0,6179	0,6554	0,6915	0,7257	0,7580	0,7881	0,8159
1,...	0,8413	0,8643	0,8849	0,9032	0,9192	0,9332	0,9452	0,9554	0,9641	0,9713
2,...	0,9772	0,9821	0,9861	0,9893	0,9918	0,9938	0,9953	0,9965	0,9974	0,9981
3,...	0,9987	0,9990	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	1,0000

Aufgabe 7: In einem RAID aus zwei Festplatten seien die Wahrscheinlichkeiten, dass

- eine Festplatte in einem Zeitschritt ausfällt $p_{FA} = 5\%$ und
 - eine (in einem der Zeitschritte zur) ausgefallene Festplatte repariert wird $p_{FR} = 50\%$ (bei zwei ausgefallenen Festplatten für jede unabhängig von der Reparatur der anderen).
- a) Beschreiben Sie den Sachverhalt als Markov-Kette mit den Zuständen Z_i ($i \in \{0, 1, 2\}$ – Anzahl der ausgefallenen Platten) und dem Startzustand Z_0 . 2P
 - b) Bilden Sie die Markov-Kette durch eine Matrix-Gleichung zur Berechnung des Folgezustands nach. 2P
 - c) Berechnen Sie die Zustandswahrscheinlichkeiten nach dem ersten Zeitschritt. 1P

Hinweis: In der Vorlesung wurde ein vergleichbarer Reparaturprozess mit zwei statt einer Markov-Kette beschrieben. Die Markov-Ketten und Gleichungssysteme sehen dort zwar einfacher aus, aber die Simulation muss dieselben Zahlenwerte liefern.

Aufgabe 8: Ein elektronisches Gerät besteht aus einer Leiterplatte, Schaltkreisen, diskreten Bauteilen etc. (Anzahl und Fehleranteil siehe nachfolgende Tabelle, dpm – defects per million):

Bauteil	Anzahl	Fehleranteil
Leiterplatte	1	600 dpm
Schaltkreise	40	200 dpm
diskrete Bauteile	120	10 dpm
Display	1	1000 dpm
Akku	1	4000 dpm
Lötstellen	1000	1 dpm

- a) Wie groß ist der zu erwartende Fehleranteil für Geräte dieses Typs, wenn alle anderen Arten von Fehlern anzahlmäßig vernachlässigt werden können? 2P
- b) Jedes wie vielte Gerät enthält, wenn nur die defekten Lötstellen beseitigt werden, im Einsatz einen Hardware-Fehler? 1P

Aufgabe 9: Wie viele Bits muss ein Prüfkennzeichen mindestens haben,

- a) für eine Erkennungswahrscheinlichkeit für Datenverfälschungen von $p_E \geq 99,9\%$ 1P
- b) damit von 10^3 kontrollierten fehlerhaften Datensätzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha \leq 1\%$ keine Maskierung auftritt. 2P

Aufgabe 10: Für 256 in einen 8-Bit-Vektor codierte gültige Werte ist ein fehlerkorrigierender Code für Einzelbitfehler zu konstruieren.

- a) Wie viele Bits müssen die Codeworte mindestens groß sein und wie groß ist dann die Anzahl der ungültigen korrigierbaren Code-Worte? 2P
- b) Wie groß ist die Anzahl der ungültigen nicht korrigierbaren Code-Worte und die Wahrscheinlichkeit des Erkennens einer Fehlfunktion ohne Korrektur als der Anteil der ungültigen nicht korrigierbaren Code-Worte an allen Codeworten? 1P

Aufgabe 11: Inspektionsergebnisse für ein Programm aus 1000 Codezeilen:

- Inspekteur 1: 85 gefundene Fehler
- Inspekteur 2: 76 gefundene Fehler
- Schnittmenge: 58 übereinstimmende gefundene Fehler.

Schätzen Sie nach dem Verfahren »Capture-Recapture«

- a) die Gesamtanzahl der Fehler, 1P
- b) die Anzahl der nicht gefundenen Fehler und 1P
- c) die Inspektionsfehlerüberdeckung 1P

ab.

Zur Bewertung:

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Summe
max. Punktzahl	4	4	3	4	3	5	5	3	3	3	3	40
erzielte Punktzahl												