

Klausur Test und Verlässlichkeit

Hinweise: Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Schreiben Sie die Lösungen, so weit es möglich ist, auf die Aufgabenblätter. Tragen Sie Namen, Matrikelnummer und Studiengang in die nachfolgende Tabelle ein. Zum Bestehen sind ≥ 20 Punkte erforderlich. Kurze Antworten erwünscht. Für im Kopf durchführbare Abschätzungen – das gilt für einige der 1-Punkt-Aufgaben – genügt der Ergebniswert auf dem Aufgabenblatt. Geben Sie die Aufgabenblätter zum Schluss mit ab.

Name	Matrikelnummer	Studiengang	Punkte	ZPHÜ*	Note

* Zusatzpunkte für Hausübungen

Aufgabe 1: Es seien 600 Service-Leistungen zu kontrollieren, von denen im Mittel 4% fehlerhaft sind. Die Kontrolle habe eine Erkennungswahrscheinlichkeit von $p_E = 95\%$.

- a) Wie groß ist die zu erwartenden Anzahl der Fehlfunktionen $E(\xi)$? 1P
- b) Wie groß ist die zu erwartende Anzahl der nicht erkannten Fehlfunktionen $E(\xi_{NErk})$? 1P
- c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit

$$P(\xi_{NErk} > 2 \cdot E(\xi_{NErk}))$$

dass mehr als doppelt so viele Fehlfunktionen, wie laut Aufgabenteil b zu erwarten sind, nicht erkannt werden? 2P

Aufgabe 2: Ein (vereinfachter) Rechnerbefehlssatz besteht aus vier verschiedenen Befehlstypen

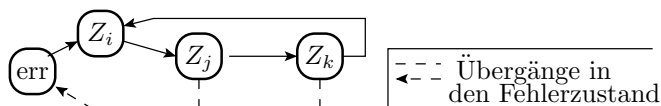
```
add □rr, □rr □
addi □rr, □imm8 □
sub □rr, □rr □
subi □rr, □imm8 □
```

wobei rr für die Bezeichner eines der 32 Register "r0", "r1", ... "r31" und $imm8$ für die Werteangabe einer 8-Bit Hexzahl in der Form "0x00", "0x01", ..., "0xFF" ("0x" gefolgt von zwei Hex.-Ziffern mit den Zifferenwerten 'A' bis 'F' als Großbuchstaben) stehen. Das Symbol □ bedeutet mindestens ein Leerzeichen das Symbol ∪ null oder beliebig viele Leerzeichen.

- a) Beschreiben Sie den Befehlsaufbau als formale Sprache mit den Beschreibungsmittel: »...|...« – die rechte oder die linke Zeichenfolge; »[...]« -null- oder einmal; »{...}« – beliebig oft; <Symb> – nach getrennt beschriebenen Regeln zu ersetzendes Symbol; text – nicht zu ersetzende Zeichenfolge. 2P

b) Beschreiben Sie den spracherkennenden Automaten als Graph. 2P

Die Übergangsbedingungen dürfen auch gültige Befehlswoorte (»add«, »sub«, ...), gültige Registerangaben (*rr*) oder gültige Direktwerte (*imm8*) sein. Bei einem ungültigen Zeichen soll in einen Fehlerzustand (*err*) und von dort in den Anfangszustand übergegangen werden. Nach einem erkannten gültigen Befehl erfolgt ein direkter Übergang in den Anfangszustand. Für die Kanten zum Fehlerzustand reichen, wie im nachfolgenden Bild, blind endende gestichelte Linien und ein ankommender Pfeil.

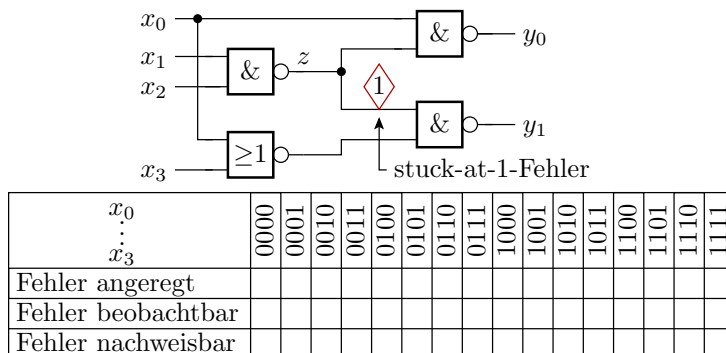


Aufgabe 3: Bilden Sie für die Bytefolge 0x34, 0x17, 0x77, 0x01 die Prüfsumme

- a) durch byteweises Aufsummieren, 1P
- b) durch bitweise EXOR-Verknüpfung. 1P
- c) Welcher der beiden Prüfsummenbildungsvorschriften erkennt, ob ein einzelnes Byte verfälscht ist? 1P
- d) Welche der beiden Prüfsummenbildungsvorschriften erkennt, wenn in jedem der 4 Zahlen dasselbe Bit verfälscht ist? 1P

Aufgabe 4: Bestimmen Sie für den in der nachfolgenden Schaltung eingezeichneten Haftfehler die Mengen von Eingaben

- a) M_A mit denen der Fehler angeregt wird, 1P
- b) M_B mit denen der Fehler beobachtbar ist, 1P
- c) M_N mit denen der Fehler nachweisbar ist, 1P
- d) die Fehlernachweiswahrscheinlichkeit, wenn alle Eingaben gleichhäufig sind, und 1P
- e) die Fehlernachweiswahrscheinlichkeit bei einer bitweisen Wichtung¹ der Eingabe mit $g(x_i) = 20\%$. 1P



Kennzeichnen Sie die Mengenzugehörigkeit durch Kreuze in der Tabelle unter dem Bild.

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

Aufgabe 5: Nach einem Fertigungsprozess für Widerstände werden deren Werte gemessen. Die Messergebnisse seien normalverteilt mit einem Erwartungswert von $22,03 \text{ k}\Omega$ und einer Standardabweichung von 50Ω . Die Messung hat einen systematischen Messfehler von $+70 \Omega$ und die Differenz zwischen gemessenem und tatsächlichem Wert hat eine Standardabweichung von 30Ω . Wie groß sind

- a) der Erwartungswert und 1P
- b) die Standardabweichung der Widerstandswerte der produzierten Charge. 1P
- c) Wie groß ist der Anteil der produzierten Widerstände, deren Werte im Toleranzbereich von $21,92 \text{ k}\Omega$ bis $22,08 \text{ k}\Omega$ liegt²? 1P
- d) Auf welchen Wert lässt sich bei gleicher Standardabweichung die Wahrscheinlichkeit, dass der Widerstandswert im Toleranzbereich liegt erhöhen, wenn der Erwartungswert durch eine geänderte Prozesseinstellung in die Mitte des Toleranzbereichs verschoben wird? 1P

Aufgabe 6: Bei einer Fehlersimulation mit einer Stichprobe von 1000 Modellfehlern waren mit $n_1 = 100$ Zufallstests 278 Fehler und mit $n_2 = 1000$ Zufallstests 99 Fehler noch nicht nachweisbar.

- a) Schätzen Sie den Parameter k einer Potenzfunksannäherung

$$H(p) = \varphi_0 \cdot p^{k-1}$$

der FHNW-Funktion aus dem Verhältnis der Testsatzlängen und der Anzahl der nicht nachweisbaren Fehler. 1P

- b) Welcher Schätzwert ergibt sich unter Verwendung der Lösung von Aufgabenteil a für die Anzahl der Modellfehler, die mit 10.000 Zufallstests immer noch nicht nachgewiesen werden³. 1P
- c) Dasselbe System habe nach einem einjährigen Reifeprozess im Einsatz eine Zuverlässigkeit von im Mittel 3 Tagen zwischen zwei Fehlfunktionen. Wie viele Jahre muss der Reifeprozess fortgesetzt werden, um die Zuverlässigkeit des Systems zu verzehnfachen. 1P

Aufgabe 7: Ein Zufallsgenerator erzeugt die Eingaben »A«, »B« und »C« mit den Wahrscheinlichkeiten p_A , p_B und p_C . Zu untersuchen ist, mit welcher Wahrscheinlichkeit in einer Folge der Länge 100 die Teilfolge »ABC« mindestens **zweimal** (mit einer Folge beliebiger Zeichen dazwischen) vorhanden ist.

- a) Entwerfen Sie einen Akzeptorautomat, der in einem Anfangszustand Z_0 startet, bei der Eingabe »A« in den Zustands Z_1 übergeht und nach Erkennen der Zustandsfolge »ABC ... ABC« in einem Zustand Z_i terminiert. 2P
- b) Ändern Sie den Akzeptorautomat in eine Markov-Kette durch Ersetzen der Übergangsbedingungen durch Übergangswahrscheinlichkeiten um. 2P
- c) Beschreiben Sie die Markov-Kette durch ein lineares Gleichungssystem in Matrix-Form. 2P

²Die Rundung der Standardabweichung auf Werte, für die Irrtumswahrscheinlichkeit in den Tabellen im Vorlesungsscript zu finden sind, sei erlaubt.

³Wenn Sie keine plausible Lösung für k gefunden haben, dürfen Sie alternativ mit dem Wert $k = 0,4$ weiterrechnen.

Aufgabe 8: Ein Handy 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	30	200 dpm
diskrete Bauteile	180	10 dpm
Display	1	800 dpm
Tasten	20	1200 dpm
Akku	1	2500 dpm
Lötstellen	800	1 dpm

Wie groß ist der zu erwartende Fehleranteil für Handys von diesem Typs, wenn alle anderen Arten von Fehlern anzahlmäßig vernachlässigt werden können? 4P

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

- a) für eine Erkennungswahrscheinlichkeit für Datenverfälschungen von $p_E \geq 99,99\%$ 1P
- b) damit von 10^6 kontrollierten fehlerhaften Datensätzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\leq 1\%$ keine Maskierung auftritt. 2P

Aufgabe 10: Für 1000 in einen 10-Bit-Vektor codierte gültige Werte ist ein fehlerkorrigierender Code für Einzelbitfehler zu konstruieren.

- a) Wie viele Bits müssen die Codeworte mindestens groß sein? 1P
- b) Wie groß ist dann die Anzahl der ungültigen Code-Worte, die jedem gültigen Codewort zugeordnet sind? 1P
- c) Wie groß ist die Anzahl der ungültigen nicht korrigierbaren Code-Worte? 1P

Zur Bewertung:

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