

## Theoretisches Aufgabenblatt 3

**Hinweis:** Dieses Aufgabenblatt wird am 05.12.2017 von 10.15 Uhr bis 11.45 Uhr in Raum OH14/E23 besprochen. Sie sind nicht verpflichtet, Ihre Lösungen abzugeben.

### 1 Hardware in a loop

Erklären Sie das Konzept "hardware in a loop". Im Zeitalter des Internet of Things (IoT) werden stellenweise Sensoren durch Menschen ersetzt. Was sind mögliche Gefahren, wenn wir Menschen zum Zwecke der Informationssammlung einsetzen?

**Lösung:** Die Verlässlichkeit und die Konsistenz der Daten könnten Einbußen erleiden.

### 2 Internet of Things (IoT)

Das Internet of Things ist ein äußerst aktuelles Thema. Wie definieren Sie IoT? Wie wird das IoT das Konzept von "hardware in a loop" sowie dessen Fokus verändern? Wenn eine Firma sehr gut darin ist, Aktuatoren zu kontrollieren und zu entwerfen, welche möglichen Herausforderungen kommen auf sie zu, wenn das IoT ausgereifter ist?

**Lösung:** Dies ist eine offene Frage. Eine Firma, die gut darin ist, Aktuatoren zu kontrollieren und zu designen, muss sich möglicherweise einigen Herausforderungen hinsichtlich des Samplings bzw. der Sensordatenverarbeitung stellen wie beispielsweise der Frage nach der Verlässlichkeit der Inputdaten und der Interferenz bei der Datenübertragung.

### 3 Aliasing

Verlieren wir Informationen durch Sampling? Welches Problem bringt das *Aliasing* mit sich? Nehmen Sie an, dass das Eingangssignal, beispielsweise eine menschliche Stimme, die Frequenz 4000Hz hat. Was ist die minimal nötige Samplingrate, mit der Aliasing vermieden werden kann?

**Lösung:** Das Eingangssignal hat hier eine Frequenz von 4000Hz. Gemäß des Nyquist-Kriteriums kann Aliasing vermieden werden, wenn wir die Frequenzen der Eingangssignale auf weniger als die Hälfte der Samplingrate reduzieren, d.h.,  $4000 < 0.5f_s$ . Daher muss die minimale Frequenz höher als 8000Hz sein.

### 4 Umwandlung

Nehmen sie an, unser Spannungsbereich  $V_{min}..V_{max}$  ist 4 V. Wir nehmen an, dass digitale Werte als vorzeichenlose Zahlen durch vier Bits kodiert werden. Die Eingangsspannungen sind  $V_{in} = 2.3$  V; 3.7 V und 1.8 V. Wir nehmen an, dass die Umwandlung in Zyklen durch sukzessive Approximation erfolgt. Spezifizieren Sie für jede Eingangsspannung und für jeden Schritt der Approximationszyklen:

- die für den Vergleich verwendete Spannung,
- die zwischenzeitliche binäre Repräsentation.

**Lösung:**

Input: 2.3V		Input: 3.7V		Input: 1.8V	
inter bin	cmp volt	inter bin	cmp volt	inter bin	cmp volt
1000	2V	1000	2V	1000	2V
1100	3V	1100	3V	0100	1V
1010	2.5V	1110	3.5V	0110	1.5V
1001	2.25V	1111	3.75V	0111	1.75V

## 5 Pipeline-Analog-Digital-Wandler

Eine weitere Möglichkeit, analoge Signale zu digitalisieren stellt der Pipeline -Analog-Digital-Wandler dar.

- Beschreiben Sie die generelle Funktionsweise eines Pipeline-Analog-Digital-Wandlers.
- Nennen Sie Vor- und Nachteile eines Pipeline Analog-Digital-Wandlers.
- Vergleichen Sie den Pipeline-Analog-Digital-Wandler in mit den bekannten Flash-und Sukzessive-Approximation-Wandlern.

**Hinweis:** Verwenden Sie für die Recherche auch das Internet.

**Lösung:**

- Geschwindigkeit: Flash > Pipeline > Successive
- Hardwarekomplexität: Flash > Pipeline > Successive

## 6 Energie und Leistung

Energieverbrauch und Leistungsaufnahme sind im Kontext der eingebetteten Systeme sehr wichtig. Geben Sie konkrete Gründe an, aufgrund derer die Leistungsaufnahme minimiert werden sollte. Geben Sie außerdem konkrete Gründe an, warum der Energieverbrauch minimiert werden sollte.

**Lösung:**

Die Minimierung der **Leistungsaufnahme** ist relevant für:

- das Design von Stromversorgung und Reglern
- die Dimensionierung von Vernetzung und Kurzzeitkühlung

Die Minimierung des **Energieverbrauchs** ist relevant für:

- limitierte Energieressourcen (mobile Systeme)
- Kühlung: hohe Kosten, limitierter Platz
- thermische Effekte
- Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer

## 7 DVFS

Welche Gleichung beschreibt die (dynamische) Leistungsaufnahme von CMOS? Nehmen Sie an, dass die statische Leistungsaufnahme 0 beträgt und die Ausführungszeit proportional zu  $1/f$  ist (dies ist in der Realität nicht so), wobei  $f$  die CPU-Frequenz ist. Nehmen Sie an, dass die CPU-Frequenz proportional zur Versorgungsspannung ist. Zeichnen Sie den Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von der CPU-Frequenz. Wie viel Energie können wir sparen, wenn wir dieselbe Arbeitslast bei von 1 GHz auf 0.5 GHz reduzierter CPU-Frequenz bewältigen? Zeichnen Sie den Energieverbrauch in Abhängigkeit von  $M$  für den Fall, dass wir  $M \geq 2$  Prozessoren zur Bewältigung derselben Arbeitslast in einer gleich langen Zeitspanne einsetzen.

**Lösung:**

- $P \propto f^3$
- 75%
- $E \propto \frac{1}{M^2}$

## 8 Sampling Theorem

Nehmen Sie an, dass wir die Signale zu den Zeitpunkten 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 mit den folgenden Werten sampeln:

$t$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
values	0	1.1	1	0.3	0	-0.2	-1	-1.2	0

Erklären und zeichnen Sie das Originalsignal, indem Sie die *sinc()*-Funktion verwenden.

**Lösung:** Siehe Folien es-chen-3.4.pdf, Seite 13 und 14.

## 9 Saturierende Arithmetik

Gegeben seien die Zahlen in der nachfolgenden Tabelle. Bitte berechnen Sie das Ergebnis der angegebenen Operation unter Nutzung von Wrap-Around-Arithmetik und saturierender Arithmetik.

a		b		op	a op b	
(un)signed	bitvector	(un)signed	bitvector		wrap-around	saturating
signed	00011 <sub>2</sub>	signed	00110 <sub>2</sub>	+	01001 <sub>2</sub>	01001 <sub>2</sub>
signed	01110 <sub>2</sub>	signed	01111 <sub>2</sub>	+	11101 <sub>2</sub>	01111 <sub>2</sub>
signed	11110 <sub>2</sub>	signed	11100 <sub>2</sub>	+	11010 <sub>2</sub>	11010 <sub>2</sub>
signed	01010 <sub>2</sub>	signed	01011 <sub>2</sub>	*	01110 <sub>2</sub>	01111 <sub>2</sub>
unsigned	10111 <sub>2</sub>	unsigned	10110 <sub>2</sub>	+	01101 <sub>2</sub>	11111 <sub>2</sub>

## 10 Festkommaarithmetik

Gegeben seien die vorzeichenbehafteten Festkommazahlen in der nachfolgenden Tabelle. Bitte berechnen Sie das Ergebnis der angegebenen Operation!

a		b		op	a op b	
$(iwl, fwl)$	bitvector	$(iwl, fwl)$	bitvector		$(iwl, fwl)$	bitvector
(3,2)	00110 <sub>2</sub>	(3,2)	00110 <sub>2</sub>	+	(3,2)	01100 <sub>2</sub>
(3,2)	00110 <sub>2</sub>	(3,2)	01001 <sub>2</sub>	+	(4,2)	001111 <sub>2</sub>
(3,2)	00110 <sub>2</sub>	(4,1)	01100 <sub>2</sub>	+	(4,1)	01111 <sub>2</sub>
(3,2)	00010 <sub>2</sub>	(4,1)	00010 <sub>2</sub>	+	(2,2)	0110 <sub>2</sub>
(3,2)	00110 <sub>2</sub>	(4,1)	00110 <sub>2</sub>	*	(7,3)	0000100100 <sub>2</sub>