

Bitte bereiten Sie diese Praktikumsaufgaben für den Termin 6 vor.

Die Realisierung sowie Hintergründe und Ergebnisse werden im Praktikum #6 diskutiert und testiert.

In der gleichnamigen Vorlesung wurde die Response-Time-Analyse für CAN besprochen. Auf der Basis der Vorlesung, sowie der begleitenden Literatur realisieren Sie bitte ein **einfaches** Programm in C++ oder Java, welches die folgenden Möglichkeiten bietet.

**Aufgabe 1:**

Realisieren Sie ein Programm, das die Möglichkeit bietet, die Berechnung für unterschiedliche Anzahl von CAN-Nachrichten mit verschiedenen Parametern aufzurufen. Dies soll mit wenigen Änderungen und Ergänzungen im Quelltext möglich sein.

Eine CAN-Nachricht ist charakterisiert durch seine

- Priorität P
- Periode T mit der die Nachricht gesendet werden soll
- Jitter J, Zeit um welche die regelmäßige Wiederholung schwanken kann.
- Länge der Nutzinformation in Bytes (0 - 8)
- gegebenenfalls eine kurze textuelle Bezeichnung für die Nachricht.

Berechnet werden soll für eine variable Anzahl Nachrichten:

- maximale Übertragungsdauer C für die einzelne Nachricht
- maximale Blockierung der einzelnen Nachrichten durch solche niedererer Priorität
- Response Zeit für jede einzelne Nachricht
- Überprüfung der Einhaltung der Deadline für jede Nachricht.
- Schedulability, d.h. Auslastung des Busses unter worst case Bedingungen

Für die Berechnung kann der Ansatz des Fixed Priority Scheduling für einen Prozessor benutzt werden.

Testen Sie Ihr Programm und führen Sie es vor.

**Aufgabe 2:**

Wenden Sie Ihr Programm auf die Fragestellung in der Hausaufgabe 4, für die benötigten Nachrichten zur Realisierung von Airbag und ABS, an:

- Auslastung des CAN-Busses (Schedulability)
- Response Zeiten
- Einhaltung von Deadlines

Variieren Sie den Jitter der einzelnen Nachrichten. Bis zu welchen Grenzen bleibt Ihr System funktionsfähig?

**Aufgabe 3:**

Für ein einfaches System aus 3 – 4 Nachrichten, variieren Sie systematisch den Jitter einzelner Nachrichten und beobachten Sie die Auswirkungen auf die Response-Zeit.

- Stellen Sie die Daten auf einfache Weise grafisch dar, z.B. indem Sie die Daten im CSV-Format in eine Datei schreiben und mit einem Spreadsheet-Programm darstellen (Excel oder OpenOffice).
- Je nach Parametern können nichtlineare Abhängigkeiten entstehen.

#### **Aufgabe 4:**

Der CAN-Bus wird in Automobilen für die Sicherheitssysteme eingesetzt wie

- Rückhaltesysteme (Airbag, Gurtstraffer)
- ABS (Anti-lock braking systems , Anti-Blockier-System)
- ESP (Electronic Stability Program)
- ...

#### **Systembeschreibung:**

- Sensoren und Aktoren seien über CAN-Bus mit 1 MBit/s vernetzt.
- Ein in der Mitte der Karosserie angebrachter Beschleunigungssensor liefert Daten für die Beschleunigung in Längsrichtung (lateral acceleration) und das Giermoment (yaw), die Drehrate um die Hochachse des Fahrzeugs (z.B. Kurvenfahrt, Schleudern)  
Es sollen insgesamt 4 Byte an Daten 1 mal pro Millisekunde gesendet werden.
- Für die Auslösung der Rückhaltesysteme: Es sollen drei aufeinanderfolgende Beschleunigungsdaten ausgewertet und danach gegebenenfalls eine Nachricht zum Zünden der Airbags und Gurtstraffer gesendet werden. Die Datenlänge von 8 Byte sollte ausreichen für 7 getrennte Airbags (Frontairbags und Front-Gurtstraffer können gemeinsam behandelt werden).
- Für das ABS-System sendet jedes Rad 10 mal pro Sekunde seine Drehzahl.
- Eine zentrale Einheit berechnet den Bremsdruck für jedes Rad und benachrichtigt deren Bremszylinder 10 mal pro Sekunde (1 Byte Informationsdaten pro Rad).

#### **Annahmen zur einer vereinfachten - worst case - Betrachtung:**

- Bei einem Crash verforme sich die Karosserie um 50 cm.
- Nach der Verformung stehe das Fahrzeug still.
- Nach dem Stillstand des Fahrzeugs haben die Insassen noch die ursprüngliche Geschwindigkeit (zum Glück ist das mit Gurt nicht der Fall)

#### **Bearbeiten und beantworten Sie die folgenden Fragen:**

1. Schätzen Sie eine Unfallsituation bei 200 km/h ab.
  - 1.1. zurückgelegte Wege pro ms
  - 1.2. während der gesamten Reaktionszeit des Systems
2. Wann sollten die Airbags spätestens zünden?  
(Literaturangabe: 15 – 25 ms bei schneller Fahrt bzw. langsamerer Fahrt. Messungen bei 50 km/h ergeben ca. 50 ms, siehe Abb.)
  - 2.1. Geben Sie Ihre eigene Einschätzung und begründen Sie.
  - 2.2. Wieviel Weg hat dann der Dummy zurückgelegt bis der Airbag öffnet?
3. Kann ein sicheres System mit CAN realisiert werden?
  - 3.1. Skizzieren Sie die einzelnen Nachrichten, Periodizität (Wiederholrate der Nachricht), Priorität, ungefähre Nachrichtenlänge (Übertragungsdauer)
  - 3.2. Schätzen Sie ungefähr die Auslastung des Busses ab. Ein sinnvoller Ansatz ist die „Schedulability“ wie bei Fixed Priority Scheduling mit einem Prozessor durchgeführt.



Abb. 17 Zeitpunkt des Aufreissens des Lenkraddeckels.



Abb. 18 Zeitpunkt der Berührung von Kinn auf Airbag.



Abb. 19 Zeitpunkt der 3 ms-Spitzenbeschleunigung.



Abb. 20 Zeitpunkt der maximalen Eindringtiefe.

### Abbildung 1: Airbag bei VW-Golf älterer Bauart [2]

#### Literaturhinweise:

- [1] Real-Time Systems and Programming Languages; A. Burns, A. Wellings
- [2] Crashtest gebrauchter Fahrzeuge mit Airbag  
[http://www.dtc-ag.ch/typo3/fileadmin/download/publicat/alte\\_airbag.pdf](http://www.dtc-ag.ch/typo3/fileadmin/download/publicat/alte_airbag.pdf)
- [3] Skript zur Vorlesung