

Aufgabe 0 : Real-Time Scheduling

(maximal 22 Punkte)

0.1: Time Triggered Cyclic Executive Scheduler

(maximal 14 Punkte)

Eine Einprozessormaschine soll ein Set S_3 von vier periodischen Tasks τ_i abarbeiten. Die Perioden T_i , die relativen Deadlines D_i sowie die Ausführungszeiten C_i können der folgenden Tabelle entnommen werden:

	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4
$T_i = D_i$	6	7	14	21
C_i	1	2	3	3

Alle vier Tasks starten zum Zeitpunkt 0. Im weiteren sind alle Tasks unabhängig voneinander, und zu jedem Zeitpunkt unterbrechbar.

- (a) (6 Punkte) Berechnen Sie eine mögliche Framelänge f für einen Time Triggered Cyclic Executive Scheduler (TT) der benutzt werden kann um das Taskset S_3 abzuarbeiten. Berücksichtigen Sie dabei folgende Bedingungen und zeigen Sie, dass die von Ihnen gewählte Framelänge alle diese Bedingungen erfüllt:

- Jeder Task wird höchstens einmal ausgeführt innerhalb eines Frames.
- Mindestens eine der Taskperioden ist ein Vielfaches der Framelänge f .
- Alle Tasks werden jeweils innerhalb des gleichen Frames gestartet und beendet.
- Alle Tasks können vor ihrer Deadline beendet werden.

Lösungsvorschlag:

$$f \leq T_i \quad \forall i \quad \Rightarrow f \leq 6$$

$$\exists i : T_i \bmod f = 0 \quad \Rightarrow f \in \{2, 3, 6\}$$

$$f \geq C_i \quad \forall i \quad \Rightarrow f \in \{3, 6\}$$

$$2f - \gcd(T_i, f) \leq D_i \quad \forall i \quad \Rightarrow f \in \{3\}$$

$$2 * 3 - \gcd(6, 3) \leq 6 \quad true$$

$$2 * 3 - \gcd(7, 3) \leq 7 \quad true$$

$$2 * 3 - \gcd(14, 3) \leq 14 \quad true$$

$$2 * 3 - \gcd(21, 3) \leq 21 \quad true$$

$$2 * 6 - \gcd(6, 6) \leq 6 \quad true$$

$$2 * 6 - \gcd(7, 6) \leq 7 \quad false$$

$$2 * 6 - \gcd(14, 6) \leq 14 \quad true$$

$$2 * 6 - \gcd(21, 6) \leq 21 \quad true$$

$$\Rightarrow f = 3$$

□

- (b) (2 Punkte) Berechnen Sie die minimal mögliche Periode P des TT-Schedulers für das Taskset S_3 mit der von Ihnen berechneten Framelänge f .

Lösungsvorschlag:

$$P_{min} = \text{lcm}(T_i) = \text{lcm}(6, 7, 14, 21) = 42$$

□

- (c) (6 Punkte) Der zyklische Ablaufplan des Time Triggered Cyclic Executive Scheduler soll nun erstellt werden. Zeichnen Sie einen möglichen Ablaufplan des Tasksets S mit TT-Scheduling für das Zeitintervall $t \in [0..50]$ in die vorbereitete Abbildung ein. Unterschiedliche Lösungen sind möglich. Entscheiden Sie sich für einen speziellen Ablaufplan und beschreiben Sie ihr Vorgehen.

Lösungsvorschlag:

Die gegebene Lösung minimiert die durchschnittliche Antwortzeit für die einzelnen Tasks. Dabei ist eine weitere Vorgabe, dass Tasks mit grösserer Periode absolute Priorität haben bzgl. einer schnellen Antwortzeit gegenüber Tasks mit kleinerer Periode. Wie im Ablaufplan zu sehen ist, wird dadurch der Task τ_4 so früh wie möglich abgearbeitet. Wie in der Beschreibung angesprochen ist dies ist eine von mehreren möglichen Lösungen.

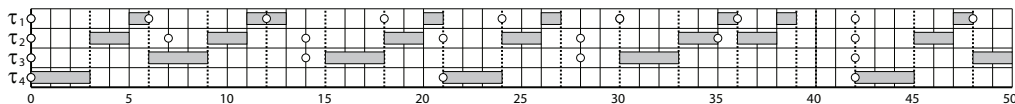


Abbildung 1: TT Ablaufplan.

Zu beachten ist, dass ein Task nie vor seiner Ankunftszeit ausgeführt werden kann. Dies gilt nicht nur für die eingezeichnete worst-case execution time: Werden mehrere Tasks in einem Frame gestartet, so muss bei einer angenommen infinitesimalen (0) best-case execution Time vorangehender Tasks, jeder folgende Task eine Anfangszeit grösser als seine Ankunftszeit haben.

□

0.2: System Design

(maximal 8 Punkte)

- (a) (4 Punkte) Sie erhalten als Ingenieur den Auftrag, ein eingebettetes System zu entwickeln, welches ein Taskset S_a abarbeitet, und welches möglichst billig produziert werden kann. Das Taskset S_a beinhaltet nur 4 Tasks. Für die Implementierung des Systems haben Sie die freie Wahl einen Rate Monotonic Scheduler, einen Earliest Deadline First Scheduler, oder einen Time Triggered Cyclic Executive Scheduler einzusetzen. Das Taskset S_a kann mit allen drei Scheduling-Verfahren abgearbeitet werden. Für welches dieser drei Scheduling-Verfahren entscheiden Sie sich? Begründen Sie Ihre Wahl.

Lösungsvorschlag:

- TT
 - + kein RTOS notwendig,
 - + kein Kontext-Switch-Overhead, da keine Preemption,
 - + wenig Scheduling-Overhead,
 - + deshalb kann langsamer/billiger Prozessor. verwendet werden.
 - Entwicklung für TT ist normalerweise schwierig wegen dem Offline-Scheduling, ist aber bei nur 4 Tasks vernachlässigbar.
- RM
 - + Entwicklungsaufwand minimal,
 - + hat wenig Scheduling-Overhead.
 - Braucht RTOS,
 - Kontext-Switch-Overhead,
 - Benötigt schnelleren/teureren Prozessor als TT.
- EDF
 - + Entwicklungsaufwand minimal.
 - Hat viel Scheduling-Overhead,
 - braucht RTOS,
 - Kontext-Switch-Overhead,
 - benötigt schnelleren/teureren Prozessor als TT und RM.

Aufgrund der aufgelisteten Vor- und Nachteile, würde man TT vor RM, und RM vor EDF wählen.

□

- (b) (4 Punkte) Sie erhalten als Ingenieur den Auftrag ein eingebettetes System zu entwickeln, welches das Taskset S_b abarbeiten muss. Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, ob in Zukunft noch ein weiteres, noch nicht spezifizierter Taskset S_{new} zusätzlich zum Taskset S_b abgearbeitet werden muss. Für die Implementierung des Systems haben Sie wiederum die freie Wahl einen Rate Monotonic Scheduler, einen Earliest Deadline First Scheduler, oder einen Time Triggered Cyclic Executive Scheduler einzusetzen. Das Taskset S_b kann mit allen drei Scheduling-Verfahren abgearbeitet werden. Für welches dieser drei Scheduling-Verfahren entscheiden Sie sich? Begründen Sie Ihre Wahl.

Lösungsvorschlag:

- EDF
 - + Flexibel, keine Änderungen am System notwendig.
 - + ein zusätzliches Taskset S_{new} darf eine Utilization von $U_{S_{new}} = 1 - U_{S_b}$ besitzen, was den Prozessor voll auslasten würde.
- RM
 - + Flexibel, wenig Änderungen am System notwendig (Prioritätenliste).
 - ein zusätzliches Taskset S_{new} kann mit den schon vorhandenen Tasks den Prozessor nicht voll auslasten, also $U_{S_{new}} < 1 - U_{S_b}$.
- TT

- Unflexibel, es muss ein komplett neuer zyklischer Ablaufplan generiert werden,
- ein zusätzliches Taskset S_{new} kann voraussichtlich den Prozessor nicht voll auslasten, also $U_{S_{new}} < 1 - U_{S_b}$ (ausser in Spezialfällen).

Aufgrund der aufgelisteten Vor- und Nachteile, würde man EDF vor RM, und RM vor TT wählen.

□