Wiederholung

Zustellerkonzepte

Tobias Klaus Florian Schmaus Peter Wägemann

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
Lehrstuhl für Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
https://www4.cs.fau.de

16. Januar 2017

Evaluation

Evaluation der Veranstaltung

- Eure Meinung (Lob/Kritik) ist uns wichtig!
- Eure Rückmeldung hat Konsequenzen (z.B. Folien-Redesign)

→ Bitte evaluiert Vorlesung und Übungen

Typische Rückläuferquote $\mapsto 2-10\%$

- Zu wenig für eine sinnvolle Einschätzung
- Aber: Typische Rückläuferquote in EZS $\mapsto 60-80\%$

Motivationsanreiz zur Evaluation

- **Traditionell**: Kaffee und Kekse in der letzten Vorlesung
- **Feste Bedingung**: $\geq 60\%$ der ausgegebenen TANs werden evaluiert!

Übersicht

Rekapitulation der Vorlesung

Nicht-periodische Aufgaben

- Definiert durch $T_i = (i_i, e_i, D_i)$
- *Aperiodische* vs. *sporadische* Aufgabe
- *Mischbetrieb*: periodisch $\longleftrightarrow$ sporadisch/aperiodisch
  - *dynamische* Einplanung
  - Beeinflussung periodischer Aufgaben?
  - Übernahmeprüfung $\longleftrightarrow$ Antwortzeitminimierung

Nicht-periodische Arbeitsaufträge

- Kaum a-priori Wissen (Zeitpunkt, WCET, . . .)
- Herausforderung Mischbetrieb: Erhaltung statischer Garantien
- Abweisung (spor. Aufg.): Schwerwiegende Ausnahmesituation

Rekapitulation der Vorlesung (Forts.)

Basistechniken zur Umsetzung

- Unterbrecherbetrieb $\rightsquigarrow$ Bevorzugt nicht-periodische Aufgaben
- Hintergrundbetrieb $\rightsquigarrow$ Stellt nicht-periodische Aufgaben hinten an
- Slack Stealing
  - Idee: Termin ist maßgeblich
    $\rightsquigarrow$ *Verschieben* periodischer Aufgaben möglich
  - *Erfordert Unterbrecherbetrieb*
  - Problem: Schlupfzeit bestimmen
    - Zeitsteuerung (mit Rahmen): Einfach $\rightsquigarrow$ $f - x_k$
    - Ereignissteuerung: Schwierig $\rightsquigarrow$ dynamischen Berechnung
- Zusteller $\rightsquigarrow$ Konvertieren nicht-period. in periodische Aufgaben
  - Spezielle periodische Aufgabe $T_s = (p_s, e_s)$
  - Ausführungsbudget, Auffüllperiode und -regeln
  - Abbildung auf Prioritätswarteschlange (z. B. AJQ)

Rekapitulation der Vorlesung (Forts.)

Periodische Zusteller

- Verschiedene Ausführungen
  z. B.: Polling, Deferrable, Sporadic Server
- Unterscheiden sich im Regelwerk
- i. d. R. für mehrere Aufgaben zuständig

Beispiel: Abfragender Zusteller (Polling Server)

- Periodische Aufgabe $T_P = (p_s, e_s)$
- Budget e_s verfällt
- Im Falle sporadischer Aufgaben schwierig:
  - $p_P \leq \frac{D_s}{2}$, wobei $D_s \leq i_s \rightsquigarrow$ Abtasttheorem

→ hohe Abtastfrequenz, Überlastgefahr

Rekapitulation der Vorlesung (Forts.)

Bandweite-bewahrende Zusteller

- Budget bleibt erhalten
  $\rightsquigarrow$ Verbesserung des Abfragebetriebs
- Regelwerk wird erweitert
  $\rightsquigarrow$ Auffüll- und Konsumregeln
- Betriebssystem (Scheduler) wacht über Budget

Auslegung

- Größe Budget
  $\rightsquigarrow$ Berücksichtigung aller periodischer Aufgaben
- Verbesserung Antwortzeit
  $\rightsquigarrow$ Kombination mit Hintergrundbetrieb

Rekapitulation der Vorlesung (Forts.)

Beispiel: Aufschiebbarer Zusteller (Deferrable Server)

- Verbrauchsregel: Verbraucht $\frac{1}{\textit{Zeiteinheit}}$ Budget bei Tätigkeit
- Auffüllregel: periodisches Auffüllen von e_s mit p_s
- keine Akkumulation

Achtung

- aufschiebbarer Zusteller $\neq$ periodische Aufgabe
- *double hit*

  $\rightsquigarrow$ Kritischer Zeitpunkt und Auffüllzeitpunkt fallen zusammen
- $\rightsquigarrow$ Störung ist bis zu e_s größer als bei periodischer Aufgabe

Rekapitulation der Vorlesung (Forts.)

Lösungsansatz: Sporadischer Zusteller (Sporadic Server)

- Verschiedene Ausprägungen
- Beansprucht niemals mehr Zeit als periodische Aufgabe

Beispiel: SpSL Sporadic Server (Sprunt, Sha & Lehoczky)

- Verbraucht $\frac{1}{\textit{Zeiteinheit}}$ Budget bei Tätigkeit
- Aufgefüllt wird entsprechend dem Verbrauchsmuster
  - Nächster Auffüllzeitpunkt wird zu Beginn der Tätigkeit bestimmt
  - Aufzufüllendes Budget zum Ende der Tätigkeit
  - $\rightsquigarrow$ Auffüllregeln R1 – R3
- SpSL Sporadic Server

$\rightsquigarrow$ *Menge von Aufgaben* T_i mit $p_i = p_s$ und $\sum e_i = e_s$

Rekapitulation der Vorlesung (Forts.)

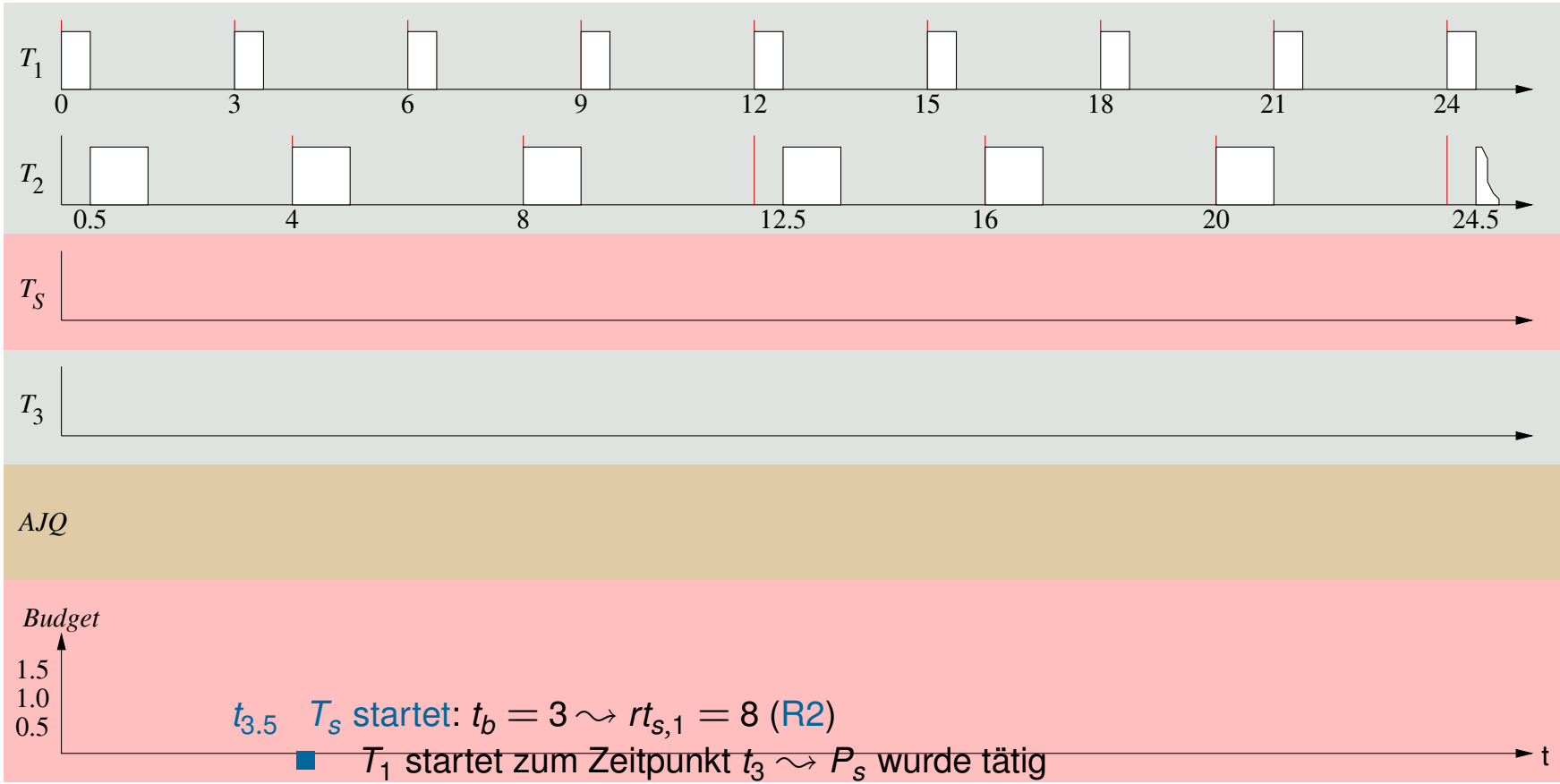
Forts.: SpSL Sporadic Server, Auffüllregeln

- R1: Initiales Budget ist e_s
- R2: Auffüllzeitpunkt $rt_s = t_b + p_s$, wobei:
  - T_s besitzt Budget, dann $t_b = P_s$ wird tätig
  - T_s hat kein Budget, dann $t_b = P_s$ *ist* tätig und T_s *erhält Budget*
- R3: Budgetberechnung
  - Sobald P_s untätig wird oder T_s kein Budget mehr hat
  - Budget für rt_s = Verbrauch von T_s seit t_b

Achtung

- P_s bezeichnet das Tasksystem ab der Priorität s (und höher)
- Im Beispiel: Kleinere Zahl $\rightsquigarrow$ höherer Priorität

Beispiel: SpSL



$t_{3.5}$ T_s startet: $t_b = 3 \rightsquigarrow rt_{s,1} = 8$ (R2)

- T_1 startet zum Zeitpunkt $t_3 \rightsquigarrow P_s$ wurde tätig

$t_{5.5}$ T_s wird untätig, an $rt_{s,1}$ wird 1 Zeiteinheit aufgefüllt (R3)

$t_{6.5}$ T_s startet: $t_b = 6 \rightsquigarrow rt_{s,2} = 11$ (R2)

- T_1 startet zum Zeitpunkt $t_6 \rightsquigarrow P_s$ wurde tätig

t_7 Budget erschöpft, an $rt_{s,2}$ werden 0.5 Einheiten aufgefüllt (R3)

$rt_{s,1} = t_8$ Budgetauffüllung, T_s wird ausführungsbereit

- T_1 und T_2 mit höherer Priorität $\rightsquigarrow T_s$ wird noch nicht ausgeführt

Übersicht

Rangfolgen

Rangfolge

- Abhängigkeit von Kontrollfluss $\rightsquigarrow$ Reihenfolge
- oft in Datenabhängigkeiten begründet
  - Produzent/Konsument Verhältnis
  - Konsumierbare Betriebsmittel
  - begrenzte Puffer
- Hinweis auf unterschiedliche zeitliche Domänen!

Kausalordnung

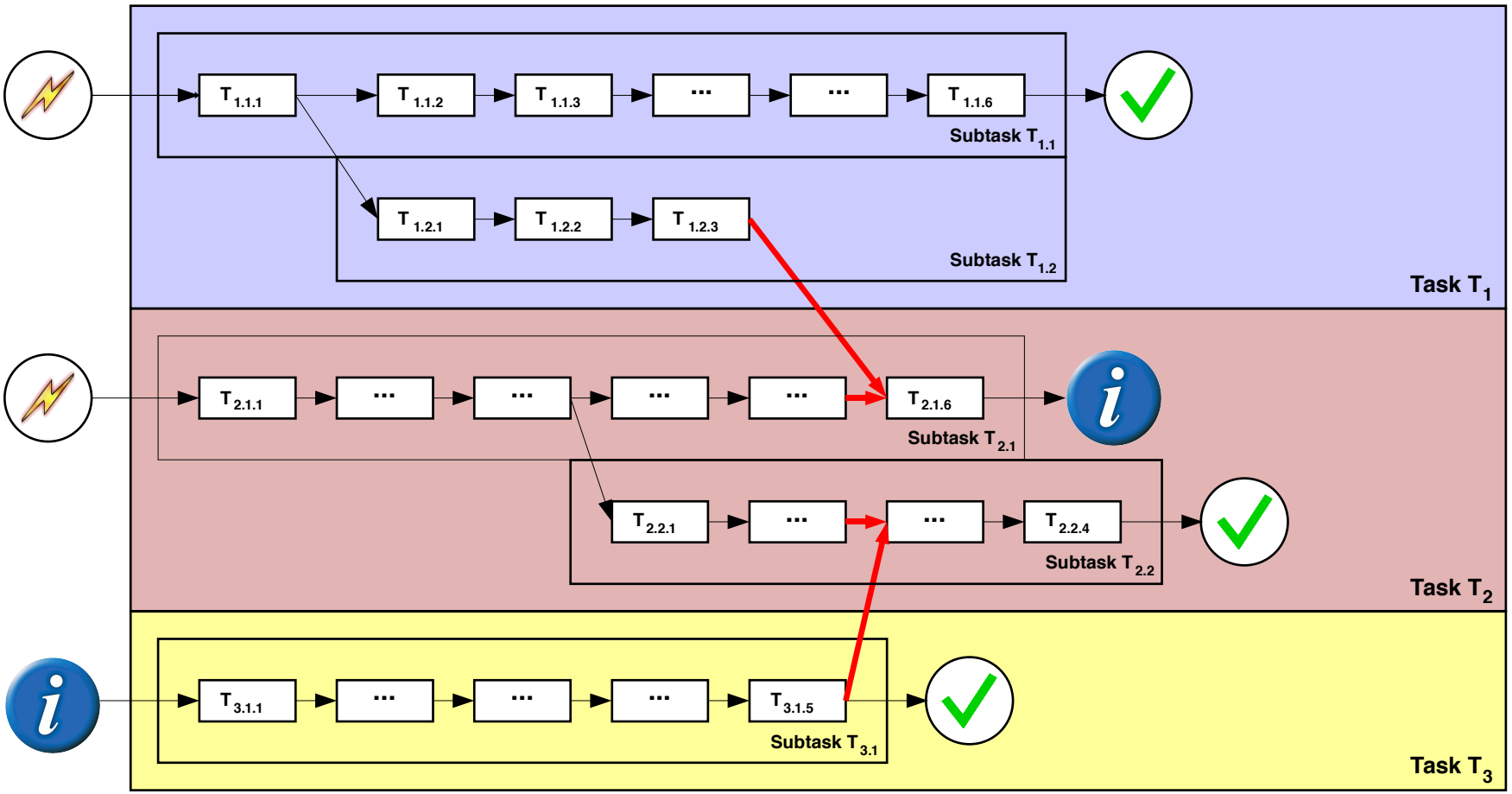
- Relation: Ursache, Wirkung, Nebenläufigkeit
- Nebenläufigkeit vs. Gleichzeitigkeit
- Abhängigkeits- und Aufgabengraphen

Rangfolgen (Forts.)

Koordinierung

- Unnötig $\rightsquigarrow$ Rangfolge egal
  - Neuester Wert ist ausreichend
- Durch Einplanung $\rightsquigarrow$ analytische Verfahren
  - periodische Aufgaben $\rightsquigarrow$ Passende Raten!
  - Ablauftabelle, Phasenversatz
  - Keine Kontrolle zur Laufzeit
- Durch Kooperation $\rightsquigarrow$ konstruktive Verfahren
  - periodische und nicht-periodische Aufgaben
  - Synchronisation $\rightsquigarrow$ Vielzahl von Möglichkeiten
  - in zeitgesteuerten Systemen unmöglich!

Gerichtete Abhängigkeiten



Gerichtete Abhängigkeiten: UND, ODER und zeitliche Abhängigkeiten

Übersicht

eCos-Event-Flags[1]

Signalisieren von Ereignissen

- Signale unterstützen *Produzent-Konsument Muster*
- Thread/DSR *signalisiert* Ereignis (z. B. Tastendruck)
  . . . konsumierender Thread *wartet*
- Umsetzung: 32-bit Integer $\rightsquigarrow$ 32 *Einzelsignale* pro Flag
  - Ein Flag erlaubt somit $2^{32} - 1$ Signalkombinationen
  - Threads können auf ein Signalmuster blockierend warten oder pollen

Achtung:

Flags zählen keine Ereignisse! (vgl. HW-Interrupts)

[1] `http://ecos.sourceware.org/docs-latest/ref/kernel-flags.html`

eCos-Event-Flags

- Produzenten/Konsumenten teilen sich eine Flag-Objekt
- Dieses wird von der *Anwendung* bereitgestellt (vgl. Alarmobjekt)
- Flag-Objekt muss initialisiert werden:

```
1 cyg_flag_init(cyg_flag_t* flag)
```

- Signal(e) im Flag setzen:

```
2 cyg_flag_setbits(cyg_flag_t* flag, cyg_flag_value_t value)
```

- Bzw. zurücksetzen:

```
3 cyg_flag_maskbits(cyg_flag_t* flag, cyg_flag_value_t value)
```

- Auf Signal warten/pollen:

```
4 cyg_flag_value_t cyg_flag_wait/poll(cyg_flag_t* flag,
5                                     cyg_flag_value_t pattern,
6                                     cyg_flag_mode_t mode);
```

eCos-Event-Flags

- `cyg_flag_value_t pattern` setzt gewünschte Signalkombination
- `cyg_flag_mode_t` legt Weckmuster fest
  - `CYG_FLAG_WAITMODE_AND` : Alle konfigurierten Signale müssen aktiv sein; Sie bleiben nach dem Aufwachen gesetzt.
  - `CYG_FLAG_WAITMODE_OR` : Mindestens eines der konfigurierten Signale muss aktiv sein; Alle Signale bleiben nach dem Aufwachen gesetzt.
  - `CYG_FLAG_WAITMODE_OR | CYG_FLAG_WAITMODE_CLR` : Mindestens eines der konfigurierten Signale muss aktiv sein; Alle gesetzten Signale werden nach dem Aufwachen gelöscht.

eCos-Event-Flags

Beispiel

```
1   static cyg_flag_t flag0;

2   void my_dsr(cyg_vector_t v,
3               cyg_ucount32 c,
4               cyg_addrword_t d){
5     cyg_flag_setbits(&flag0, 0x02);
6   }

7   void user_thread(cyg_addr_t data){
8     while(true) {
9       cyg_flag_wait(&flag0, 0x22,
10                    CYG_FLAG_WAITMODE_OR | CYG_FLAG_WAITMODE_CLR);
11      printf("Event!\n");
12    }
13  }

14  void cyg_user_start(void){
15    ...
16    cyg_flag_init(&flag0);
17    ...
18  }
```

eCos-Mailboxes[2]

- Zwischen Threads können *Nachrichten* versendet werden
- Konsument erzeugt einen Briefkasten (mailbox) fester Größe
- Produzenten legt Nachrichten dort ab
  - Inhalt: Zeiger auf beliebige Datenstruktur
  - Konsument kann auf *Nachrichtenempfang* blockieren
  - Produzent blockiert, falls Briefkasten *voll*
  - Aber auch *nicht-blockierende* Aufrufvarianten

[2] `http://ecos.sourceware.org/docs-latest/ref/kernel-mail-boxes.html`

Versenden von Nachrichten - eCos Mail Boxes[3]

- Mailbox anlegen:

```
1 cyg_mbox_create(cyg_handle_t* handle, cyg_mbox* mbox);
```

- Nachricht verschicken:

```
2 cyg_bool_t cyg_mbox_put(cyg_handle_t mbox, void* item);
```

- Nachricht empfangen:

```
3 void* cyg_mbox_get(cyg_handle_t mbox);
```

- Empfang *und* Versand können blockieren.
- `*try*`-Versionen: Würde ich blockieren?
- `*timed*`-Versionen: Blockieren, aber nur für bestimmte Zeit.

→ Selbststudium!

[3] http://ecos.sourceware.org/docs-latest/ref/kernel-mail-boxes.html

Versenden von Nachrichten – Beispiel

Initialisierung:

```
1  static cyg_handle_t mailbox_handle;
2  static cyg_mbox     mailbox;
3  void cyg_user_start(void) {
4          cyg_mbox_create(&mailbox_handle, &mailbox);
5          ...
6  }
```

Produzent (Sender):

```
1  void producer_entry(cyg_addrword_t data) {
2          ...
3          cyg_mbox_put(mailbox_handle, &my_message);
4           ...
5  }
```

Konsument (Empfänger):

```
1  void consumer_entry(cyg_addrword_t data) {
2          ...
3          void *message = cyg_mbox_get(mailbox_handle);
4          ...
5  }
```