Weitere periodische Zusteller

Echtzeitsysteme - Übungen zur Vorlesung

Fabian Scheler, Peter Ulbrich, Niko Böhm

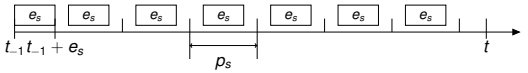
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
www4.informatik.uni-erlangen.de

1. Februar 2010

Motivation

Deferrable Server Algorithmus

- Deferrable Server Algorithmus
  - sehr einfach, relativ einfach zu implementieren
  - Problem: Zeitbedarf eines Deferrable Server
    - kann in System mit dynamischen und statischen Prioritäten
    - den einer entsprechenden periodischen Aufgabe übersteigen
  - Szenario: gegeben sein Deferrable Server $D_s = (p_s, e_s)$

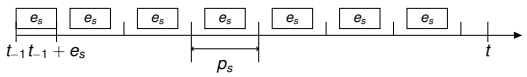


t_{-1} ein $P(J_i)$-Tätigkeitsintervall beginnt
- Budget = e_s
- nächste Wiederherstellung: $t_{-1} + e_s$
- aperiodische Jobs treffen ein

t Termin eines periodischen Jobs J_i
- bis hier ist D_s immer tätig

$t_{-1} + e_s$ liegt vor den Terminen aller periodischen Jobs
- die im Intervall $(t_{-1}, t_{-1} + e_s]$ ausführungsbereit sind
- D_S wird zu jedem Zeitpunkt in $(t_{-1}, t_{-1} + e_s]$ ausgeführt

Zeitbedarf von D_s im Intervall $(t_{-1}, t]$



- maximaler Zeitbedarf von D_s:

$$e_s + \lfloor \frac{t - t_{-1} - e_s}{p_s} \rfloor e_s \leq e_s + \frac{e_s}{p_s}(t - t_{-1} - e_s)$$

- maximaler Zeitbedarf einer periodischen Aufgabe $T_s = (p_s, e_s)$:

$$\frac{e_s}{p_s}(t - t_{-1})$$

- der Unterschied ist damit:

$$e_s + \frac{e_s}{p_s}(t - t_{-1} - e_s) - \frac{e_s}{p_s}(t - t_{-1}) = \ldots = e_s(1 - \frac{e_s}{p_s}) \geq 0$$

Wie geht man damit um?

- man behandelt diesen (extra) Zeitbedarf wie Blockadezeit
  - die jeden anderen Job beeinträchtigen kann
- Wie lange wird man maximal *blockiert*?
  - statische Prioritäten: e_s
  - dynamische Prioritäten: $\frac{e_s}{p_s}(p_s - e_s)$

$\rightsquigarrow$ angepasste Tests für die Überprüfung der Planbarkeit, z.B.
- Rate Monotonic Approach:

$$U \leq U_{RM/DS}(n) = (n-1)[(\frac{u_s + 2}{u_s + 1})^{1/(n-1)} - 1]$$

  - $p_s < p_1 < p_2 < \ldots < p_n < 2p_s$ und $p_n > p_s + e_s$
  - $u_s = e_s/p_s$
- Earliest Deadline First:

$$\sum_{k=1}^{n} \frac{e_k}{min(D_k, p_k)} + u_s(1 + \frac{p_s - e_s}{D_i}) \leq 1$$

  - für eine Aufgabe T_i mit relativem Termin D_i

SpSL Sporadic Server

- benannt nach seinen Erfindern
  - **Sp**runt, **S**ha und **L**ehoczky
- Idee
  - Budget bewahren, falls möglich
  - Budget wird gestückelt
  - verbrauchte Teile des Budgets so bald wie möglich auffüllen
- Verhalten
  - ein SpSL Sporadic Server $D_S = (p_s, e_s)$ verhält sich wie
    - eine Gruppe periodischer Aufgaben
    - mit einer gemeinsamen Periode p_s
    - und einem Gesamtbudget von e_s

Verbrauchs- und Wiederherstellungsregeln

Aufteilung des Budgets

B1 Initial ist Budget = e_s und $t_r = 0$

B2 sobald der SpSL Sporadic Server D_S suspendiert wird
- Budget wird verbraucht (kurz vor der Suspendierung)
- falls Restbudget vorhanden ist $\leadsto$ Aufteilung des Budget
  1. der verbrauchte Anteil $\leadsto$ nächster Wiederherstellungszeitpunkt
  2. der übrige Anteil $\leadsto$ letzter Wiederherstellungszeitpunkt

Verbrauch

C1 D_S verbraucht die Budgetteile in der Reihenfolge ihrer Auffüllung

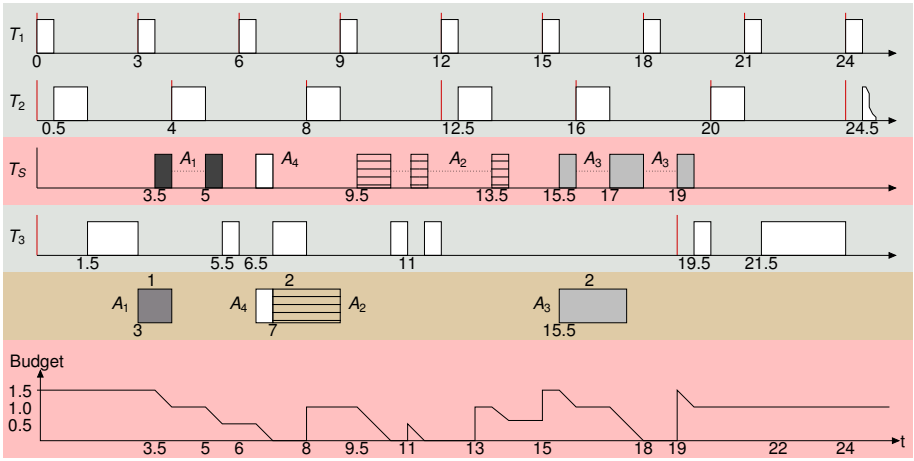
C2 D_S verbraucht sein Budget nur, wenn D_S ausgeführt wird

Wiederherstellung

- Zeitpunkte: R2 und R3 Simple Sporadic Server
  - nur der jeweilige, verbrauchte Anteil wird aufgefüllt
- Vereinigung verschiedener Budgetteile
  - wenn sie zum selben Zeitpunkt aufgefüllt werden

Beispiel: SpSL-Sporadic Server

$T_1 = (3, 0.5)$, $T_2 = (4, 1)$, $T_3 = (19, 4.5)$ und $T_S = (5, 1.5)$; RM



Beispiel: SpSL-Sporadic Server (Forts.)

Budgetverbrauch und -auffüllung

$t_{5.5}$ T_H wird untätig, aber D_S behält sein Budget

$t_{6.5}$ A_4 trifft ein, D_s kann diesen Job behandeln
- weil noch 0.5 Zeiteinheiten des Budgets übrig sind

t_8 1.0 Zeiteinheiten von e_s werden aufgefüllt
- nicht die vollen 1.5 Zeiteinheiten

t_{11} 0.5 Zeiteinheiten von e_s werden aufgefüllt
- D_s beginnt Ausführung zum Zeitpunkt $t_{6.5} = t_f$
- $t_{begin} = 6.0$ (T_1 startet, T_H wird tätig) $\leadsto$ Auffüllung bei t_{11}

t_{13} analog zu t_8

$t_{13.5}$ A_2 wird fertig behandelt
- von e_s sind noch 0.5 Zeiteinheiten übrig
- $\leadsto$ das Budget von D_s kann in 3 Teile geteilt werden:
  - ein Teil wurde an t_{11} aufgefüllt und an $t_{11.5}$ verbraucht
  - ein Teil wurde an t_{13} aufgefüllt und bis t_{14} verbraucht
  - ein Teil ist an t_{14} noch übrig

t_{14} T wird untätig $\leadsto$ e_s wird an t_{15} aufgefüllt

Generalized Processor Sharing Servers

Idee idealisiertes Round-Robin-Verfahren

- rundenbasiert
- Zuteilung einer beliebigen Menge Laufzeit je Runde
- Laufzeit direkt proportional zum Budget

Effekt zeitliche Isolation mehrerer Server

- maximale Antwortzeiten unabhängig

Einsatzgebiet in Kombination mit EDF-Scheduling

- weiche Echtzeitsysteme
- Quality of Service (QoS)
  - Multi-Media Systeme
  - Streaming

Constant Utilization Server

Verhalten

- sporadische Aufgabe mit konstanter momentanen Auslastung
- Größe: maximale momentane Auslastung $\tilde{u_s} = \max_j(e_{s.j}/p_{s.j})$

Idee

- Server bekommt genügend Budget
  - für die Ausführung des ersten Jobs in der Warteschlange
- Wiederherstellungszeitpunkt ist der Termin d ($\leadsto$ EDF)

$\leadsto$ Anpassung von d

- verhindert eine Überschreitung von $\tilde{u_s}$

Konsum- und Wiederherstellungsregeln

Konsumregeln

- der Server verbraucht sein Budget, wenn er ausgeführt wird

Wiederherstellungsregeln

R1 Initial: $e_s = 0$ und $d_s = 0$

R2 Zeitpunkt t: Server ist untätig, aperiodisches Ereignis trifft ein

a) $t < d$: nichts

b) $t \geq d$: $d = t + e/\tilde{u_s}$; $e_s = e =$ WCET des Jobs

R3 Zeitpunkt d:

a) Server ist zurück gestellt: $d = t + e/\tilde{u_s}$; $e_s = e$

b) Sever untätig ist: nichts

Total Bandwidth Server

- Variante des Constant Utilization Server
- Problem:
  - das System ist untätig
  - es stehen aperiodische Jobs zur Behandlung an
  - Server hat kein Budget
- Lösung:
  - Kombination mit einem Background Server
    - Modifikation der Wiederhestellungsregeln
    - Termine werden wie bisher gesetzt
    - Server bekommt in R2 immer Budget

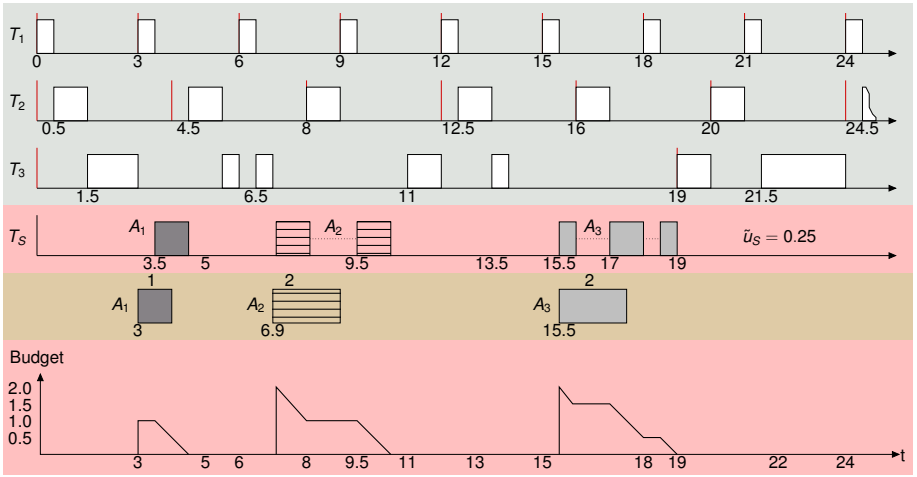
Wiederherstellungsregeln

R2 Zeitpunkt t: aperiodisches Ereignis mit WCET e trifft ein

- Server ist untätig
- $d = \max(d, t) + e/\tilde{u_s}$; $e_s = e$

Beispiel: Constant Utilization Server

$T_1 = (3, 0.5)$, $T_2 = (4, 1)$, $T_3 = (19, 4.5)$, EDF



Beispiel: Constant Utilization Server (Forts.)

Budgetverbrauch und -auffüllung

- t_0 initial: $e_s = 0$, $d_s = 0$
- t_3 A_1 trifft ein, der Server ist untätig $\rightsquigarrow$ R2 b)
  - Budget: $e_s = e_1 = 1$
  - Wiederherstellung: $d_s = t + e_1/\tilde{u}_s = 3 + 1/0.25 = 7$
- $t_{6.9}$ A_2 trifft ein, der Server ist untätig
  - $6.9 = t < d = 7 \rightsquigarrow$ R2 a) nichts
- t_7 Wiederherstellungszeitpunkt, Server ist zurückgestellt $\rightsquigarrow$ R3 a)
  - Budget: $e_s = e_2 = 2.0$
  - Wiederherstellung: $d_s = t + e_2/\tilde{u}_s = 7 + 2/0.25 = 15$
- t_{15} Wiederherstellungszeitpunkt, Server ist untätig $\rightsquigarrow$ R3 b)
- $T_{15.5}$ A_3 trifft ein, Server ist untätig $\rightsquigarrow$ R2 b)
  - Budget: $e_s = e_3 = 2$
  - Wiederherstellung: $d_s = t + e_3/\tilde{u}_s = 15.5 + 2/0.25 = 23.5$