Aufgabe 5: Deferrable Server

Echtzeitsysteme - Übungen zur Vorlesung

Peter Ulbrich, Martin Hoffmann

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

17. Januar 2011

Nicht-periodische Ereignisse

Behandlung auch in ereignisgesteuerten Systemen problematisch:

- der Zeitpunkt des Auftretens ist unbekannt
- der Einfluss auf das restliche System muss kontrollierbar sein

☞ Abstraktion für die Behandlung nicht-periodischer Ereignisse

- gute mittlere Antwortzeiten
- geringe, kontrollierbare Beeinflussung periodischer Aufgaben
- effiziente Akeptanztests

Bekannte Lösungsansätze

Hintergrundbetrieb (engl. *Background Execution*)

- siehe Aufgabe 2
- Abarbeitung während der Untätigkeitsintervalle

Vorteile	Nachteile
keine Beeinflussung	schlechte Antwortzeiten

Unterbrecherbetrieb (engl. *Interrupt-Driven Execution*)

- sofortige Behandlung nicht-periodischer Ereignisse

Vorteile	Nachteile
sehr gute Antwortzeiten	starke Beeinflussung

Bekannte Lösungsansätze

Abfragender Zusteller (engl. *Polling Server*)

- siehe Aufgabe 1 und 2
- Charakteristische Größen
  - Periode p und Ausführungsbudget e

Vorteile	Nachteile
keine Beeinflussung	schlechte Antwortzeiten

Slack-Stealing

- Kombination von Hintergrund- und Unterbrecherbetrieb

Vorteile	Nachteile
gute Antwortzeiten	komplexe Implementierung
tolerierbare Beeinflussung	für zeitgesteuerte Systeme

Bandweite bewahrende Zusteller

engl. *Bandwidth Preserving Servers*

- verwandt mit dem Polling Server, charakterisiert durch
  - eine Wiederherstellungsperiode p
  - ein Ausführungsbudget e
- Unterschied: Restbudget verfällt nicht
- zusätzlich:
  - Konsumregeln (engl. *comsumption rules*)
  - Wiederherstellungsregeln (engl. *replenishment rules*)
- verschiedene Varianten Bandweite bewahrender Zusteller
  - Deferrable Server
  - Simple Sporadic Server
  - SpSL Sporadic Server
  - Constant Utilization Server
  - Fair Queueing Server
- zusätzlich z.B. mit Hintergrundbetrieb kombinierbar

Deferrable Server

Einfachste Implementierung eines Bandweite bewahrenden Zustellers

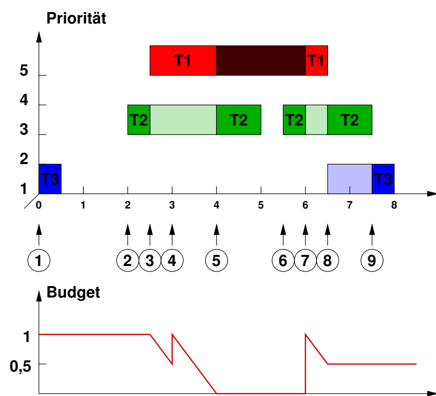
Konsumregel Für jede Zeiteinheit der Ausführung wird eine Zeiteinheit des Budgets verbraucht.

Wiederherstellungsregel Zu den Zeitpunkten $kp, k = 0, 1, 2, 3, \ldots$ wird das Budget komplett wiederhergestellt.

Beispiel: Gegeben sei ein System mit folgenden Parametern

Bezeichnung	Phase	Period	WCET	Priorität
T1 (Def. Server)		3	1	5
T2	2	3,5	1,5	3
T3	0	6,5	0,5	1

Beispiel: Ablauf



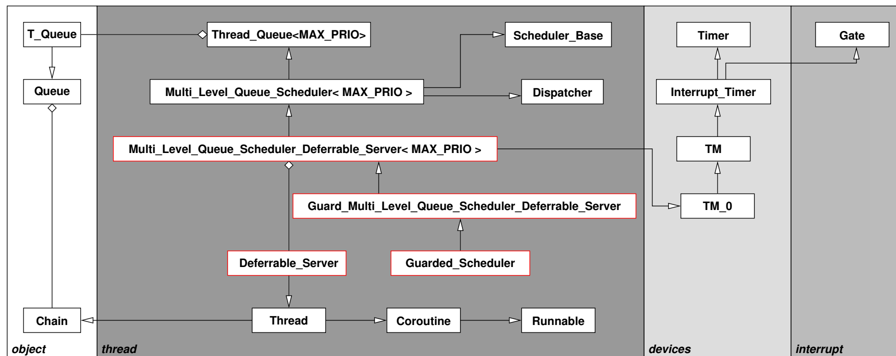
1. Auslösung & Ausführung T3
2. Auslösung & Ausführung T2
3. aperiodisches Ereignis
   ⇝ Deferrable Server T1
4. Budget T1: Wiederherstellung
5. Budget T1: aufgebraucht
   ⇝ Fortsetzung T2
6. Auslösung & Ausführung T2
7. Budget T1: Wiederherstellung
   ⇝ Fortsetzung T1
8. T1 fertig, Auslösung T3
9. T2 fertig
   ⇝ Ausführung T3

Verhalten der Schnittstelle

- Aktivierung: `add()`
  - der Server benötigt Budget um ausgeführt zu werden
- Beenden: `exit()`,`kill()`
  - der Server behält das restliche Budget
- Kontrolle abgeben: `yield()`
  - der Server verliert sein Budget
- Registrieren: `enlist()`
  - den Server beim Scheduler anmelden

- Server wird als eigenständiger Faden implementiert
- maximal 1 Server pro Priorität
- Server hat Vorrang gegenüber Threads derselben Priorität
- Server dürfen keinen Mutex verwenden

Klassenhierarchie



- rot eingerahmte Klassen ⇝ Implementierung bzw. Ergänzung

Klassen `Deferrable_Server`

- Spezialisierung eines `Thread`
- Verfügt über Budget und Wiederherstellungsperiode
- Konstruktor
  - Budget und Wiederherstellungsperiode initialisieren
- Budget wiederherstellen: `...::replenish()`
  - stellt das Budget des Deferrable Servers wieder her
- Budget teilweise verbrauchen: `...::consume(us_type)`
  - verbraucht einen angegebenen Teil des Budgets
- Budget komplett verbrauchen: `...::consume()`
  - braucht das Budget restlos auf
  - Warum könnte man das brauchen?
- Budget: `us_type ...::get_current_budget()`
- Periode: `us_type ...::get_replenishment_period()`

Klasse `MLQ_Scheduler_Deferrable_Server`

Grundsätzliche Aufgaben

- Verwaltung von Threads und Deferrable Servern
- maximal 1 Deferrable Server pro Priorität
- maximal 1 Aktivierung pro Deferrable Server
- Überwachung der Ausführungsbudgets
- Wiederherstellung der Ausführungsbudgets

Klasse `MLQ_Scheduler_Deferrable_Server`

Benutzerschnittstelle

- Server auslösen: `...::add(Deferrable_Server*)`
  - aktiviert den Deferrable Server
  - analog zur Aktivierung von Threads
- Server beenden: `...::exit()`
  - der Server beendet seine Ausführung
  - das restliche Budget bleibt erhalten
- Server beenden: `...::kill(Deferrable_Server*)`
  - der Server beendet seine Ausführung
  - das restliche Budget bleibt erhalten
- Kontrolle abgeben: `...::yield()`
  - der Server verzichtet auf den Prozessor
  - das restliche Budget geht verloren
- Server registrieren: `...::enlist(Deferrable_Server*)`
  - Registriert den Server beim Scheduler ⇝ Wofür?

Klasse `MLQ_Scheduler_Deferrable_Server`

Systemschnittstelle

- Scheduler starten: `...::start()`
  - prinzipiell wie in Aufgabe 3
  - zusätzlich:
    - relative Wiederherstellungszeitpunkte der Server bestimmen
    - Timer: IRQ beim nächsten relativen Wiederherstellungszeitpunkt
    - Zeitmessung starten ⇝ Warum?
- nächsten Faden bestimmen: `...::schedule()`
  - prinzipiell wie in Aufgabe 3 und zusätzlich:
  - Zeitmessung stoppen und Ergebnis auslesen ⇝ Warum?
  - nächsten relativen Wiederherstellungszeitpunkt aktualisieren
  - falls notwendig: Budget verbrauchen ⇝ Wann?
  - als nächstes kommt ein Deferrable Server
    - Timer neu programmieren ⇝ Budget des Servers überwachen
- Einplanung durchführen: `...::reschedule()`
  - wie in Aufgabe 3
  - Einplanungsentscheidung umsetzen: nächsten Faden einlasten

Klasse `MLQ_Scheduler_Deferrable_Server`

Unterbrechungsbehandlung

- Unterbrechungsbehandlung: `...::isr()`
  - Unterbrechung bestätigen
- nachgelagerte Unterbrechungsbehandlung: `...::dsr()`
  - Zeitmessung stoppen und Ergebnis auslesen
  - Möglichkeit 1: Budgets auffrischen
    - falls notwendig: Budget verbrauchen ⇝ Wann?
    - nächsten Wiederherstellungszeitpunkt bestimmen
    - Budgets auffüllen
  - Möglichkeit 2: Budget ist verbraucht
    - nächsten Wiederherstellungszeitpunkt bestimmen
    - Budget vollständig aufbrauchen
    - `set_need_reschedule()` ⇝ Warum?
  - Timer neu programmieren ⇝ Wiederherstellen/Budget überwachen
  - Zeitmessung starten

Zeitmessung

- Klasse `Timer`
  - Zeitmessung starten: `...::start_time()`
  - Zeitmessung stoppen: `...::stop_time()`
  - Ergebnis auslesen: `...::get_time()`
- Zeitmessung kann auch über Unterbrechungen hinweg erfolgen
- Solange darf Timer nicht neu programmiert werden