Betriebsmittelprotokolle

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

23. Januar 2017

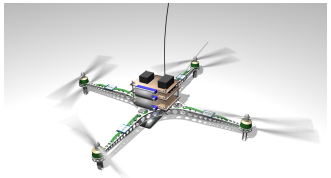
Übersicht

Übernahmeprüfung

Wiederholung: Übernahmeprüfung bei terminbasierter Einplanung

Beispiel-Zustandsautomat

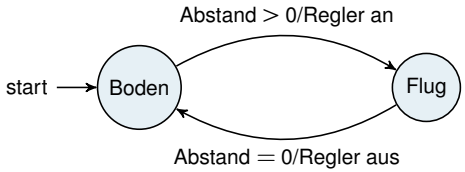
I4Copter



- I4Copter grundsätzlich instabil
- ⇝ Fluglageregelung zwingend erforderlich
- Im Flug: Regelkreis geschlossen
- Aber: Am Boden Regelkreis offen
  - ⇝ Regler darf am Boden nicht laufen
  - Andernfalls Verfälschung des Reglerzustands

⇒ Zustandsmaschine mit zwei Zuständen

Zustandsautomat



Datenstrukturen

```
1  enum FlightState {
2    Landed,
3    InFlight
4  };

5  enum Event {
6    GroundDistanceGreaterThanZero,
7    GroundDistanceZero
8  };

9  static FlightState g_flightState;
```


Ereignisbehandlung

```
1  static void state_init(void) {
2    calibrateSensors();
3    initializeController();

4    g_flightState = Landed;
5  }
```

```
1  static void event_loop(void) {
2    state_init();
3    while (true) {
4      Event event = waitForEvent();
5      state_transition(event);
6    }
7  }
```

- In Zustand z.B. zyklischer Ablaufplan
- Analyse einzelner Zustände

Zustandsübergang

```
1  static void state_transition(Event event) {
2    switch (g_flightState) {
3      case Landed:
4      state_transition_landed(event);
5      break;
6      case InFlight:
7      state_transition_inFlight(event);
8      break;
9    }
10 }
11 static void state_transition_landed(Event event) {
12   if (event == GroundDistanceGreaterThanZero) {
13     action_controllerOn();
14     g_flightState = InFlight;
15   }
16 }
17 static void state_transition_inFlight(Event event) {
18   if (event == GroundDistanceZero) {
19     action_controllerOff();
20     g_flightState = Landed;
21   }
22 }
```

Übersicht

Zugriffskontrolle

Konkurrenz und Koordination

- Betriebsmittelarten ⇝ einseitige/mehrseitige Synchronisation
- Konkurrenz ⇝ Vergabe/Freigabe (P/V)
- Konflikt ⇝ Streit um begrenzte bzw. unteilbare BM

Synchronisation

⇝ Nichtfunktionale Eigenschaft

- Prioritätsumkehr ⇝ kontrolliert vs. unkontrolliert

Synchronisationsprotokolle

- Verdrängungssteuerung
- Prioritätsvererbung
- Prioritätsobergrenzen
- Blockierungszeit ⇝ direkt vs. durch Vererbung

Zugriffskontrolle

Verdrängungssteuerung (NPCS)

- Unterbindet Verdrängung im kritischen Abschnitt
- Blockierungszeit ⇝ $max(cs)$
- \+ Deadlock Prevention ⇝ Kein „hold and wait“
- \+ Kein à priori Wissen nötig
- \+ Einfach; gut für wenige BM
- \- Verzögerung höher priorer Jobs ohne Konflikt

Prioritätsvererbung (Priority Inheritance)

- Priorität zeitweise erhöhen (von höher Prioren erben)
- Blockierungszeit ⇝ $min(n, k) \cdot max(cs)$
- \+ Verbessert Verzögerung von Jobs ohne Konflikt
- \- Transitive Blockierung möglich; Deadlocks möglich

Zugriffskontrolle

Prioritätsobergrenzen (Priority Ceiling Protocol)

- Variante der PV mit Prioritätsobergrenzen
- BM-Obergrenze ⇝ $max(p_i)$ aller Jobs die das BM nutzen
- Systemobergrenze ⇝ höchstpriores, belegtes BM (zur *Laufzeit*)
- Betriebsmittelvergabe ⇝ BM-Graph (lineare Ordnung)
- Blockierungszeit ⇝ $max(cs)$ (wie NPCS)
- \+ Deadlock Avoidance ⇝ Kein „cyclic wait“
- \+ Vermeidet transitive Blockierung
- \- à priori Wissen nötig; aufwendig; avoidance blocking

Stackbasierte Prioritätsobergrenzen

- Vereinfachung des klassischen PCP ⇝ Stack-based PCP
- Implementiert z. B. in OSEK; Keine Selbstsuspendierung erlaubt!

Übersicht

Gegenseitiger Ausschluss – eCos-NPCS[1]

Nicht-preemptiver kritischer Abschnitt durch Sperren des Schedulers

Kerneldatenstrukturen durch Sperren des Schedulers geschützt
⇝ **Big Kernel Lock** (BKL)

- Sperre: `void cyg_scheduler_lock (void);`
  - Sofortiges Anhalten des Schedulings
  - Verzögerung der DSR-Ausführungen
  - ISRs werden weiterhin zugestellt!
- Freigabe: `void cyg_scheduler_unlock (void);`
  - Sofortige Abarbeitung angelaufener DSRs
- Alle Systemaufrufe werden per NPCS synchronisiert
- Anwendungen sollten Mutexe, Semaphore, etc. nutzen
  - Ausnahme: Synchronisation zwischen DSR und Thread

Was sind die Vor- bzw. Nachteile des BKL Konzepts?

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

Gegenseitiger Ausschluss – eCos-Mutex[2]

Initialisierung

- Initialisierung

```
void cyg_mutex_init(cyg_mutex_t* mutex);
```

- Protokoll auswählen:

```
void cyg_mutex_set_protocol(cyg_mutex_t* mutex,
                            enum cyg_mutex_protocol
                                protocol);
```

  - `CYG_MUTEX_NONE` keine Prioritätsvererbung
  - `CYG_MUTEX_INHERIT` erbe Priorität des aktuellen Inhabers
  - `CYG_MUTEX_CEILING` erbe Prioritätsobergrenze
- nur bei `CYG_MUTEX_CEILING` : Prioritätsobergrenze setzen

```
void cyg_mutex_set_ceiling(cyg_mutex_t* mutex,
                           cyg_priority_t priority);
```

- *Prioritätsobergrenze +1 höherprior als Thread*

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

Gegenseitiger Ausschluss – eCos-Mutex

Verwendung

- Mutex belegen

```
cyg_bool_t cyg_mutex_lock(cyg_mutex_t* mutex);
```

Rückgabewert

  - `true` falls Belegen erfolgreich
  - `false` sonst

- Mutex freigeben:

```
void cyg_mutex_unlock(cyg_mutex_t* mutex);
```

Gegenseitiger Ausschluss – eCos-Mutex

Beispiel

```
1  static cyg_mutex_t s_mutex;

2  void cyg_user_start(void) {
3    // Mutex initialisieren
4    cyg_mutex_init(&s_mutex);

5    // Protokoll auswaehlen
6    cyg_mutex_set_protocol(&s_mutex, CYG_MUTEX_CEILING);

7    // Prioritaetsobergrenze festlegen
8    cyg_mutex_set_ceiling(&s_mutex, 3);

9    // Tasks, Alarme etc.
10 }

11 void task_entry(cyg_addrword_t data) {
12   cyg_mutex_lock(&s_mutex); // auf Freigabe warten
13   // kritischer Abschnitt
14   cyg_mutex_unlock(&s_mutex); // Mutex freigeben
15 }
```

Übersicht

Aufgabe 7

Zugriffskontrolle

Aufgabensysteme

1. 3 Aufgaben, 1 Betriebsmittel ⇝ Pathfinder-Beispiel
2. 3 Aufgaben, 3 Betriebsmittel ⇝ Transitive Blockierung
3. 2 Aufgaben, 2 Betriebsmittel ⇝ Deadlocks

Implementierung von 1–3

- `aufgabe_1.c` ⇝ Verdrängungssteuerung
- `aufgabe_2.c` ⇝ Prioritätsvererbung
- `aufgabe_3.c` ⇝ Prioritätsobergrenzen