Übung zu Betriebssysteme

Gegenseitiger Ausschluss

Wintersemester 2021/22

Bernhard Heinloth

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT

Problem

Wie sieht es mit gegenseitigem Ausschluss auf Fadenebende in StuBS aus?

Wir haben doch bereits ein `spinlock` bzw. `ticketlock` implementiert...

Mutex mit aktivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`

active

ready list

App1 App2 App3

Mutex mit aktivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`

Mutex mit aktivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()` ↯	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`

active

App2

ready list

App3 App1

Mutex mit aktivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()` ↯
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`

active

App3

ready list

App1 App2

Mutex mit aktivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`

active

App1

ready list

App2 App3

Verschwendung von CPU-Zeit

Mutex mit harter Synchronisation

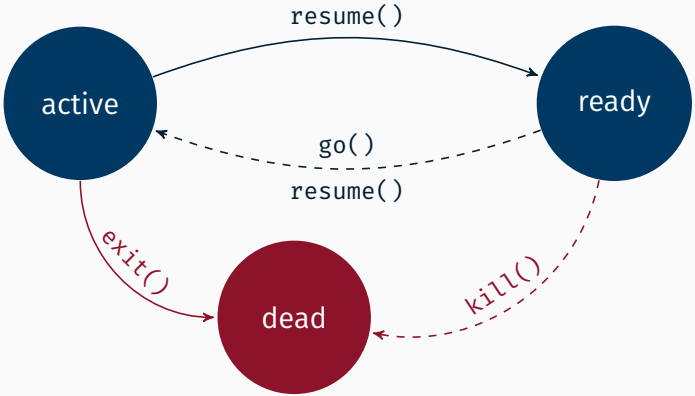
- Analog zur Interruptsperre mit `cli`
- **Ziel:** Kein (präemptives) Scheduling
- Realisierbar durch
  - Multitasking (temporär) deaktivieren
  - Erweiterung des Schedulers
  - Wechsel auf Epilogebene
- **Vorteile:**
  - konsistent
  - (relativ) einfach zu implementieren
- **Nachteile:**
  - Breitbandwirkung
  - Prioritätsverletzung
  - Prophylaktisch

Idee: Passives Warten

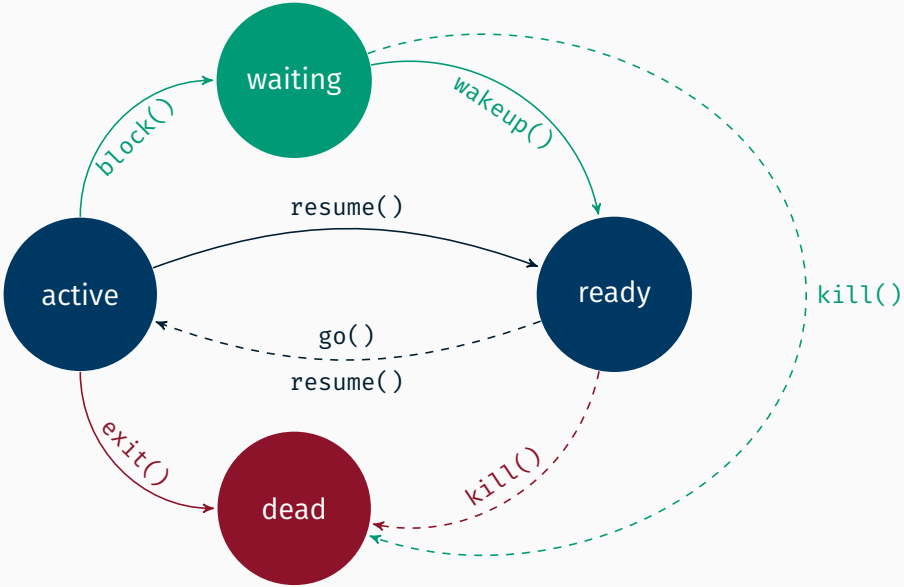
Ansatz: Fäden, die den kritischen Abschnitt nicht betreten können, werden blockiert
(d.h. von der CPU-Zuteilung ausgeschlossen)

Idee: Passives Warten

Ansatz: Fäden, die den kritischen Abschnitt nicht betreten können, werden blockiert
(d.h. von der CPU-Zuteilung ausgeschlossen)



Idee: Passives Warten



Idee: Passives Warten

Einführung eines **waiting room**s
(Liste mit wartenden Threads)

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1

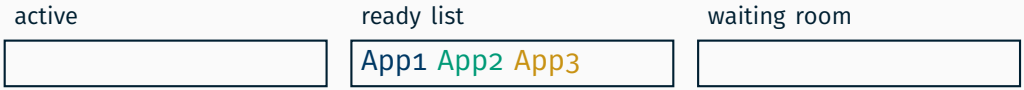
```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

App2

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

App3

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```



Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`
`// mehr code`	`// mehr code`	`// mehr code`

active	ready list	waiting room
App1	App2 App3	

CPU-Zeit ⟶

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`
`// mehr code`	`// mehr code`	`// mehr code`

active	ready list	waiting room
App2	App3 App1	

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

App2

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

App3

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

active	ready list	waiting room
App3	App1	App2

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

App2

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

App3

```
mutex.lock()
// code
mutex.unlock()
// mehr code
```

active	ready list	waiting room
App1		App2 App3

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`
`// mehr code`	`// mehr code`	`// mehr code`

active	ready list	waiting room
App1	App2	App3

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`
`// mehr code`	`// mehr code`	`// mehr code`

active	ready list	waiting room
App2	App1	App3

Mutex mit passivem Warten

Beispiel: Drei Threads auf einer CPU

App1	App2	App3
`mutex.lock()`	`mutex.lock()`	`mutex.lock()`
`// code`	`// code`	`// code`
`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`	`mutex.unlock()`
`// mehr code`	`// mehr code`	`// mehr code`

active	ready list	waiting room
App2	App1 App3	

Semaphore

Wortherkunft

sem·a·phore

1. any apparatus for signaling, as by an arrangement of lights, flags, and mechanical arms on railroads
2. a system for signaling by the use of two flags, one held in each hand: the letters of the alphabet are represented by the various positions of the arms
3. any system of signaling by semaphore

nach V. E. Neufeld, Webster's New World Dictionary, Simon & Schuster Inc., third college edition, 1988

Operationen

`Semaphore(i)` Zähler c mit positivem Wert `i` initialisieren

`P()` von *Prolaag* (versuchen zu verringern)
bzw. *Passeering*[†] (passieren)

- $c > 0$ dekrementieren
- $c = 0$ warten

`V()` von *Verhoog* (erhöhen) bzw. *Vrijgave*[†] (freigeben)

- nächsten wartenden Faden aufwecken oder
- Zähler c erhöhen

[†] nach Edsger W. Dijkstra, Over de sequentialiteit van procesbeschrijvingen, ca. 1962

```
Semaphore mutex(1);

void func() {

  mutex.p();  // lock

  // critical section

  mutex.v();  // unlock

}
```

```
Semaphore empty(size);
Semaphore full(0);

void producer(){
  empty.p();
  // produce
  full.v();
}

void consumer(){
  full.p();
  // consume
  empty.v();
}
```