Betriebssysteme Zusammenfassung

Aufgaben von Betriebssystemen:

- Zwischen Hard- und Software
- Effiziente Nutzung von vorhandenen Ressourcen
- Stelle unendlich virtuellen Speicher und unendliche CPUs bereit
- Verhindere Monopolisierung
- Isoliere Adressräume

Supervisor-/Usermode:

Supervisormode: Alle Operationen inkl. MMU und Zugriff auf alle Speicher erlaubt
Nur Betriebssystem darf im Supervisormode laufen
Usermode: Eingeschränkter Speicherzugriff, gefährliche Instruktionen nicht erlaubt

Systemcalls:

Liegen im gefährlichen Bereich, haben alle Rechte
Dürfen nicht von Anwendungen direkt ausgeführt werden.
Systemcall Wrapper bieten Funktionen, die die Systemcalls aufrufen, liegt im Kernel
Systemcalls sind Software-Interrupts
Werden im privilegierten Modus ausgeführt, nur das Betriebssystem darf dies

Monolith:

Alle Funktionen des Betriebssystems liegen in einem großen Kernel
Jeder SystemCall wird also in diesem Kernel ausgeführt
Erweiterung durch Kernelmodule, die in den Kernel geladen werden

Microkernel:

Jede Funktionalität stellt einen eigenen Microkernel bereit
Anfragen werden u.U. durch alle Kernel geleitet, bis sie verarbeitet werden
Dauert lange, verursacht kalte Caches
Verbesserter Ansatz: Entwicklung in Microkernel, die beim Deploy in Monolith gesteckt werden
Sicherer, verhindert Monopolisierung, Server laufen im Usermode
Heutige Kernel meist als Microkernel entwickelt und zu Monolith zusammengefügt

Mach-Kernel:

Microkernel, der CPU und Speicherverwaltung implementiert

Virtuelle Maschinen:

Vorteile: Isolation, Testen, Sicherheit, Rückwärtskompatibel (Altes OS), Auslieferung
Nachteile: Ineffizient, Hardware i.A. schlecht virtualisierbar
Problem: Wie erkennt VMM kritische Instruktionen, die Gast im Usermode nicht ausführen kann
VMM: Virtual Machine Manager (Hypervisor)
Läuft im privilegierten Modus
Gastsystem sendet an VMM, dieser sendet das erwartete Ergebnis zurück
Typ1: Direkt auf Hardware (VMM ist Betriebssystem) (Nativ)
Typ2: Usermode Anwendungen (VirtualBox etc.)
Paravirtualisierung: Angepasste Gast-Systeme arbeiten mit VMM zusammen
Sinnvoll, wenn Prozessor Virtualisierung nicht unterstützt
Basiert auf nativ, Quelltext muss vorliegen/verändert werden
Emulation: Vollständige Simulation der Hardware

Microsoft Singularity:

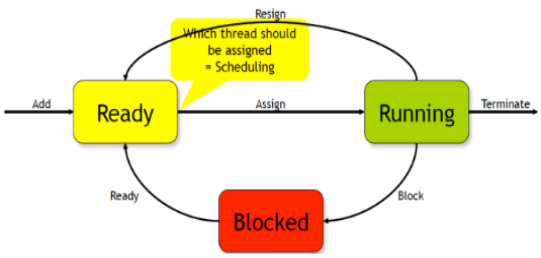
Komplett managed Betriebssystem

SIP: Software isolated processes -> Sofware verwaltet Adressräume durch Hochsprache, verhindert dynamisch nachladbaren Code

Nebeläufigkeit:

Virutelle Pozessoren: Jeder Thread hat eigenen Stack und CPU Zustand

Kontrollfluss:



Preemptive Scheduling:

Regelmäßige Kontextwechsel

Keine CPU Monopole möglich

Zusätzliche Kontextwechsel

Non-Preemptive Scheduling:

Nur Kontextwechsel wenn Thread diesen selbst auslöst

CPU Monopol gut möglich

Realtime Berechnung

Competition: Threads wollen CPU behalten, egoistisch

Cooperation: Threads wissen, wann sie warten und geben CPU ab

Semaphoren:

```
public class Buffer
    {
        public Buffer ( int n )
        {
            this.n = n;
            slots = new int[n];
            mutex_p = new Semaphore(1);
            mutex_c = new Semaphore(1);
            slots_available = new Semaphore(n);
            goods_available = new Semaphore(0);
        }

        ...

        private int n;
        private int [] slots;
        private int free = 0;
        private int used = 0;
        private Semaphore mutex_p, mutex_c;
        private Semaphore slots_available;
        private Semaphore goods_available;
    }
```

```
public void Produce ( int good )
{
   slots_available.P();
   mutex_p.P();
   slots[free] = good;
   free = (free+1) % n;
   mutex_p.V();
   goods_available.V();
}

public int Consume ()
{
   goods_available.P();
   mutex_c.P();
   int good = slots[used];
   used = (used+1) % n;
   mutex_c.V();
   slots_available.V();
   return good;
}
```

Shared Data

```
Semaphore Sanctum = new Semaphore(1);
Semaphore RMutex = new Semaphore(1);
Semaphore WMutex = new Semaphore(1);
Semaphore PreferWriter = new Semaphore(1);
Semaphore ReaderQueue = new Semaphore(1);
int readers_inside = 0;
int writers_interested = 0;
```

```
while (true) {
  WMutex.P();
  if (writers_interested == 0)
    PreferWriter.P();
  writers_interested++;
  WMutex.V();
  Sanctum.P();
  // Change data
  Sanctum.V();
  WMutex.P();
  writers_interested--;
  if (writers_interested == 0)
    PreferWriter.V();
  WMutex.V();
}
```

Writer

```
while (true) {
  ReaderQueue.P();
  PreferWriter.P();
  RMutex.P();
  if (readers_inside == 0)
    Sanctum.P();
  readers_inside++;
  RMutex.V();
  PreferWriter.V();
  ReaderQueue.V();
  // Read data
  RMutex.P();
  readers_inside--;
  if (readers_inside == 0)
    Sanctum.V();
  RMutex.V();
}
```

Reader

Barrier:

```
1  # rendezvous
2
3  mutex.wait()
4      count += 1
5      if count == n:
6          turnstile2.wait()     # lock the second
7          turnstile.signal()    # unlock the first
8  mutex.signal()
9
10 turnstile.wait()              # first turnstile
11 turnstile.signal()
12
13 # critical point
14
15 mutex.wait()
16     count -= 1
17     if count == 0:
18         turnstile.wait()      # lock the first
19         turnstile2.signal()   # unlock the second
20 mutex.signal()
21
22 turnstile2.wait()             # second turnstile
23 turnstile2.signal()
```

Spinlocks: Busy waiting, bis Freigabevariable den richtigen Wert hat, nur wechselseitig
Semaphore Blockade ist langsamer, Spinlock direkter

Dekker Lösung (Set before test, alternating token):

```
bool [] interested = new bool[2] { false, false };
int turn = 0;

EnterCriticalSection () {
  interested[self] = true;
  while (interested[rival]) {
    if (turn == rival) {
      interested[self] = false;
      while (turn == rival) /* Busy Wait */ ;
      interested[self] = true;
    }
  }
}

LeaveCriticalSection () {
  turn = rival;
  interested[self] = false;
}
```

Peterson Lösung (Race condition):

```
bool [] interested = new bool[2] { false, false };
int turn = 0;

EnterCriticalSection () {
  interested[self] = true;
  turn = rival; // Volatile race condition
  while (interested[rival] and (turn == rival)) {
    /* Busy Wait */ ;
  }
}

LeaveCriticalSection () {
  interested[self] = false;
}
```

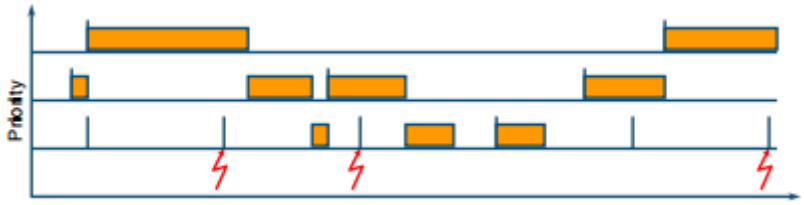
TAS: Test and set: gibt den ursprünglichen Wert zurück und aktualisiert Wert atomar
Gang-Threads: Threads die gemeinsam laufen wollen. Wird von aktuellen BS nicht unterstützt
Deadlock: Es geht nicht weiter, alle Beteiligten sind blockiert
Lifelock: Es geht nicht weiter, alle Beteiligten laufen auf 100%
Monitor: Mutual Exclusion auf alle Entry Funktionen eines Monitors.

- Entry Queue: Threads die den Monitor betreten
- Condition Queues: Queue für condition Variablen
- Signalling Queue: Aktiver Thread kann Signal an Condition Queues senden
- Signaled Queue: Nach condition Queue beim Wiedereintritt in Monitor

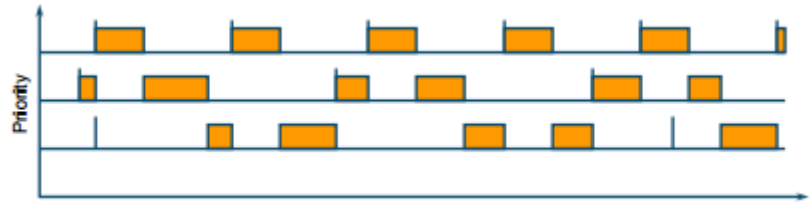
Echtzeitbetriebssysteme:
Soft-Realtime: Echtzeitfehler sind erlaubt, aber sollten verhindert werden
Hard-Realtime: Echtzeit darf nicht verletzt werden.
Benötigen bestimmten Scheduler
Voraussetzung: Alle Anwendungen müssen einen Zeitrahmen angeben, in dem sie erfüllt werden müssen, und wie lange sie im worst case brauchen.
Voraussetzung: Interrupt Zeit und Kontextwechsel müssen nach oben abschätzbar sein
Anwendungen haben Deadline und Ready time (wann angefangen werden darf), sowie maximale Ausführzeit, Phase (Initiales offset/wann das erste Mal gerechnet wird), Periode (Frequenz in der diese Aufgabe abgearbeitet werden muss)
Echtzeitanwendungen dürfen nicht blockieren -> nicht mehr abschätzbar
Static/Dynamic Scheduling: Bei Static sind alle Faktoren bekannt
Explicit/Implicit: Implicit (Prioritäten für Anwendungen), Explicit (Definitiver Scheduler Plan der im Voraus schon feststeht)
Preemption: Eine Ausführung kann unterbrochen werden (Achtung: Kontextwechsel kostet)
EDF: Earliest Deadline First: Nicht preemptives EDF ist schlecht, preemptives ist optimal
Rate Monotonic Scheduling: Höhere Frequenz = Höhere Priorität

- Je höher die Frequenz, desto kleiner ist die Ausführzeit

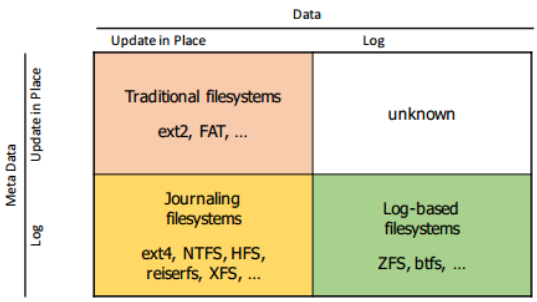
RMS Beispiel ohne Preemtion:



RMS Beispiel mit Preemtion:



Dateisysteme:
Typischerweise entweder sehr kleine oder sehr große Dateien
Meistens lesender Zugriff, manchmal von mehreren Nutzern
Metadaten: Dateiinformationen, Verzeichnisinfo, Geräteinfo
Logbased für Flashspeicher deutlich besser, da alle Zellen gleich stark benutzt werden



ZFS:
Integriertes Volume Management
Alle Speichersysteme in einem Pool verwaltet
Prüfsummen getrennt von Daten
Automatische Selbstheilung bei redundantem Aufbau
Copy-on-Write überschreibt alte Daten nicht
Erlaubt snapshots