

LUENTO 6

Säietoteutuksia: Windows, Solaris, UNIX

Samanaikaisuuden hallinta: UNIX, Solaris ja W2K

Ch 4.5 – 4.9 [Stal 05]
Ch 6.7 – 6.13 [Stal 05]
(Ch 11.4 [Tane 01])

1

Windows 2000 (eli W2K)

Säikeet ja SMP
Ch 4.4 [Stal 05]



2

W2K resurssien ja suorituksen hallinta

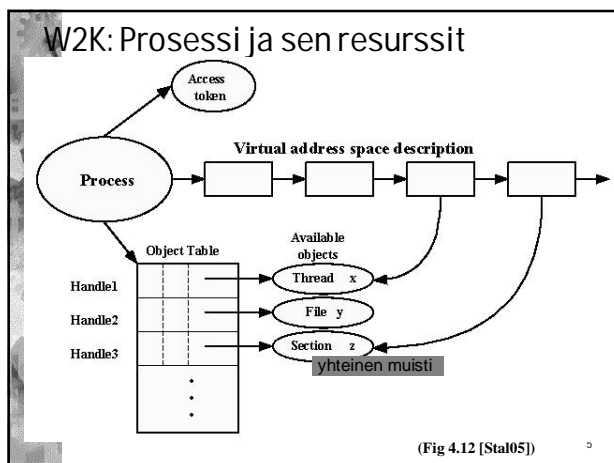
- Työ (job)
 - prosessien kokoelma, jolla yhteiset rajoitukset
 - max prosessien lkm, max CPU aika per prosessi,
- Prosessi (process)
 - omistaa resurssit
 - koostuu useasta säikeestä
- Säie (thread)
 - oma access token (saatu esim. asiakkaalta)
 - suorittava vuorotuksen yksikkö
 - kaksi pinoa, oma user ja kernel tiloissa suoritusta varten
- Kuitu (fiber) – "kevytsäie" (nopea vuorotus)
 - ydin ei tiedä kuiduista mitään Win32 API hoitaa kaiken
 - hyvin nopea vuorotus user tilassa (Win32 API hoitaa)
 - jos kuitu blokkaa, niin toinen saman säikeen kuitu vuorotetaan automaattisesti (säie ei siis blokkaannu)

3

W2K: Säikeet

- W2K tukee useita erilaisia ajoympäristöjä (Win16, Win32, Posix?, OS/2?), eroja:
 - prosessien nimeäminen
 - säikeitä vai ei
 - prosessin kuvaaminen
 - prosessin resurssien suojaus
 - prosessien välinen kommunikointi
 - prosessien sukulaisuussuhteet
- Perusta
 - prosessit ja säikeet toteutettu olioina
 - prosessi = yksi tai useampi säie
- Sekä prosessi- että säieoliolla synkronointiprimitiivejä

4



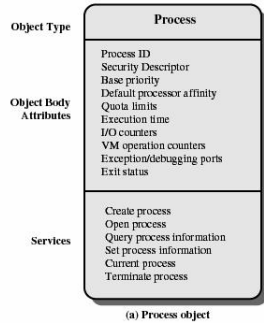
W2K: Prosessi ja sen resurssit

- Oliotaulukko (object table)
 - pääsy olioiden tietorakenteisiin
 - prosessiin liittyvät säikeet **access token**
- Pääsypoletti (pääsylimppu?) istuntoa käynnistettäessä
 - määrää oletusoikeudet luotaville olioille
 - esim. säikeille
 - myöhemmin säie voi saada esim. asiakkaan pääsypoletin, jolloin lisää oikeuksia
 - rajoittaa / sallii olioiden käyttöä
 - kuka saa käyttää, kuka ei
 - käyttötapa: read, write, change, ...
- Osa tietorakenteista vain KJ:n hallussa
 - sovelluksella ei suoraa kahvaa (esim. prosessin oma pääsypoletti)

W2K Prosessiolio

- prosessiolio
 - attributit: I/O counters, quota limits, debug ports, ...
 - palvelut
 - create process
 - terminate process

Fig 4.13 [Stal05]

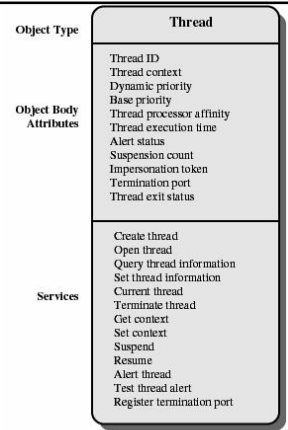


(a) Process object

W2K Säieolio

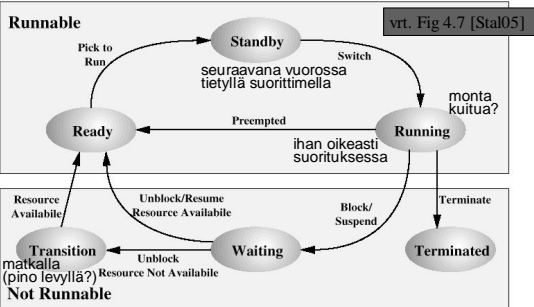
- säieolio
 - attributit: processor affinity, base priority, ...
 - palvelut
 - create thread
 - suspend, resume
 - get context

Fig 4.13 [Stal05]



(b) Thread object

W2K Säietilat



(Fig 4.14 [Stal05]) 9

W2K: SMP

- Prosessin säikeet voivat olla yhtä aikaa eri prosessoreilla
 - myös W2K Executive
- Prosessi/säie voidaan sitoa tietyille prosessorijoukolle (affinity)
 - tieto kirjattu sekä PCB:hen että TCB:hen
 - vuorotetaan aina samoille prosessoreille
 - thread affinity \subseteq process affinity
 - pehmeä sidonta (soft affinity) – yritä edes (välimuistin vuoksi)
 - kova sidonta (hard affinity) – muu ei kelpaa
- Pyritään vuorottamaan uudelleen samalle CPU:lle
 - välimuisti

Affinity: kinship by marriage or adoption, the force attracting atoms to each other

[hyperdictionary]

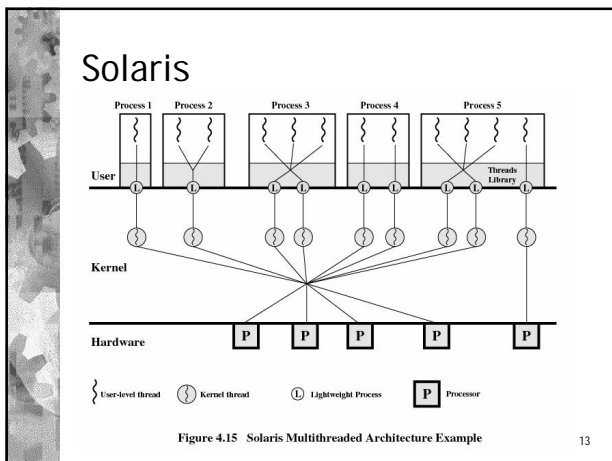
Solaris, UNIX Säikeet ja SMP

Ch 4.5 – 4.6 [Stal05]

Solaris: säikeet

Fig 4.15 [Stal05]

- Prosessi
 - PCB, prosessin osoiteavaruus (koodi, data), pino
- ULT (User Level Thread)
 - käyttäjätason säikeet
 - säiekirjasto (pthreads, Solariksen oma)
 - eivät näy KJ:lle, ohjelmoija hoitaa vuorottamisen
- LWP (Light Weight Processes) - kevytprosessit
 - kokoelma ULT säikeitä, jotka näkyvät ytimelle yhtenä nippuna (yksi tai useampi LWP säie)
- KLT: Kernel Level Thread – ytimen säie
 - vuorottaminen KJ:n heiniä
 - KLT = LWP? (ei ihan, koska myös muita KLT säikeitä)

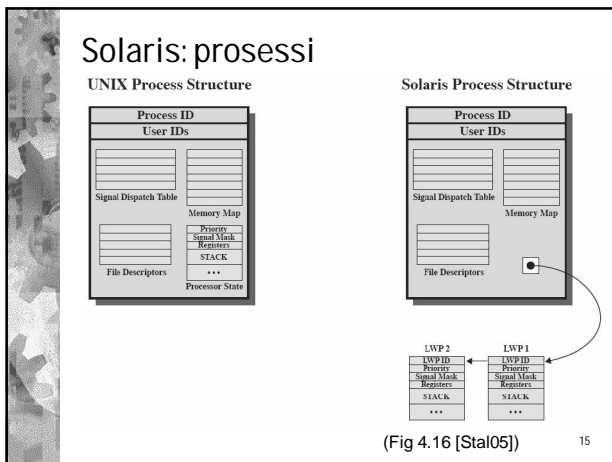


13

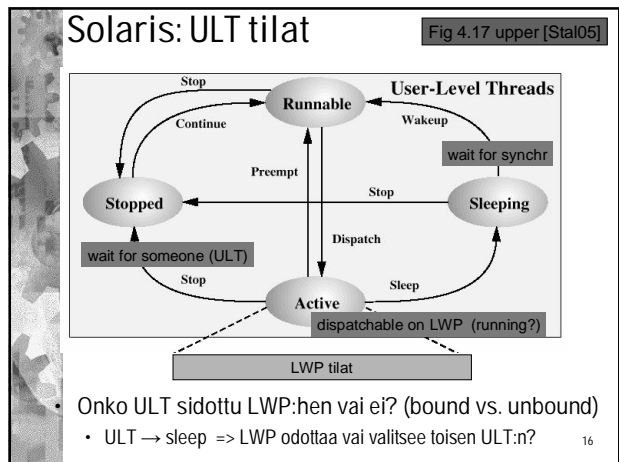
Solaris: ULT / LWP / KLT

- **Joustavuus** Fig 4.15 [Stal05]
 - ohjelmoi 'by-best-possible-taste'
 - laitetason rinnakkaisuus vs. looginen rinnakkaisuus
 - esim. ikkunointi
 - säiekirjaston ei tarvitse aina huolehtia prosessin säikeiden vuorottamisesta
- **Tehokkuus**
 - LWP: ei tarvitse kuormittaa KJ:tä ylim. säikeillä
 - ULT: vuorottaminen nopeaa (kirjasto)
 - KLT: Jos säie blokkaa, muut saman prosessin (tai KJ:n ytimen) KLT-säikeet voivat silti jatkaa

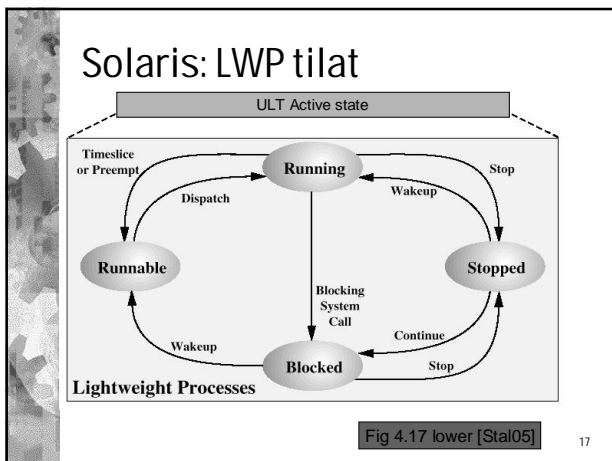
14



15



16



17

Solaris: SMP

- Normaalit SMP:n käyttötavat
 - KJ vapaakäyntinen
 - poissulkeminen hoidettu
- LWP:n voi sitoa (bind) tiettyyn CPU:hun
 - vrt. W2K "hard affinity"
 - välimuistin hyödyntäminen
 - vanhat tiedot juuri tämän CPU:n välimuistissa
 - vähemmän välimuistihuteja

18

Solaris: keskeytys

- Keskeytys voi sattua milloin tahansa
 - prosessi ei voi varautua
 - yleensä poissulkeminen estämällä keskeytykset käsittelyn ajaksi
- Käsittely KLT-säikeenä
 - prioriteetti, oma pino, oma talletusalue rekistereille
 - poissulkeminen kuten muillakin säikeillä
 - lukot, semaforit, ehdolliset muuttujat
 - poissulje vain ne rakenteet, joita käsitellään
 - odota tarvittaessa
- Keskeytyskäsitteilyssä suurin prioriteetti
 - korkeamman prioriteetin keskeytys voi keskeyttää
- Keskeytyskäsitteilyssä olemassa pysyvästi
 - aikaa ei kulu luontiin / siivoamiseen

19

Linux säikeet ja SMP



Ch 4.6 [Stal05]



20

Linux säikeet



- Ei erota käsitteellisesti prosessia ja säiettä
- toiminnallisesti ytimen säikeet (KLT, kernel level threads)
- käyttää yleistermiä task (tehtävä, työ, askare, puuha...)
- prosessille ja säikeelle ei erillistä kuvaajaa
 - säikeet ovat prosesseja, joilla on sama osoiteavaruus ja thread-group?
 - task_struct
 - linkittää task-kuvaajat myös sukulaissuhteiden mukaan

21

LINUX säikeet

- POSIX-säiekirjasto pthreads käyttäjätasolle
 - **man -k pthread**
- Task luodaan systeemikutsulla clone()
 - lapselle kopio äidin task_struct:stä
 - yhteiskäytössä olevat (sama groupid) resurssit, avoimet tiedostot sekä virtuaalimuisti (kuten säikeillä kuuluu ollakin)
- fork() perustuu clone()-kutsun käyttöön

22

Linux: Mitä yhteiskäytössä?

```
/* cloning flags: include/linux/sched.h */
#define CSIGNAL      0x000000ff  signal mask to be sent at exit
#define CLONE_VM     0x00000100  VM shared between processes
#define CLONE_FS     0x00000200  fs info shared between processes
#define CLONE_FILES  0x00000400  open files shared between processes
#define CLONE_SIGHAND 0x00000800  signal handlers and blocked signals shared
#define CLONE_PID    0x00001000  pid shared
#define CLONE_PTRACE 0x00002000  we want to let tracing continue on the child too
#define CLONE_VFORK  0x00004000  parent wants child to wake it up on mm_release
#define CLONE_PARENT 0x00008000  we want to have the same parent as the cloner
#define CLONE_THREAD 0x00010000  Same thread group?
#define CLONE_SIGNAL (CLONE_SIGHAND | CLONE_THREAD)
```

- Yhteiskäyttöisyys tavallaan määrää luotiinko 'prosessi' vai 'säie'!
 - otettava huomioon prosessin vaihdossa?
 - kuinka paljon ympäristöä pitää vaihtaa?



23

Linux: task_struct

- `include/linux/sched.h` (<http://lxr.linux.no/source>)
- Yhteiskäyttöinen tieto erillään varsinaisesta task_structista
 - viitteet useasta task_structista
 - varattujen muistialueiden kuvaus (koodi, data)
 - tiedostokuvaajat (= avoimet tiedostot)
 - muu tiedostoihin liittyvä data (pwd, umask, root)
 - signaalkäsittelijätaulu
- Yksittäiskäyttöisestä datasta omat kopiot
 - oma pinoalue
 - tallealue rekistereille
 - tunnistetiedot, linkkikentät



24

Linux: prosessin tilat

- **TASK_RUNNING**
 - CPU:lla tai odottamassa CPU:ta
- **TASK_INTERRUPTIBLE**
 - odotus, joka voidaan katkaista signaalilla (esim. ajastus)
- **TASK_UNINTERRUPTIBLE**
 - odottaa laitetapahtumaa
 - homma täytyy saada loppuun joskus!
 - ei ota vastaan signaaleja (esim. "kill -9 1234")
- **TASK_STOPPED**
 - pysäytetty, vaatii käyttäjän jatkotoimia, esim. taustaprosessi haluaisi tulostaa näytölle, lukea näppäimistöä
 - saanut signaalin SIGSTOP, SIGTIN tai SIGTTOU
 - odottaa nyt signaalia SIGCONT
- **TASK_ZOMBIE**
 - homma valmis, odottaa saattohoitoa

Fig 4.18 [Stal05]



25

Linux: SMP

- Normaalit SMP:n käyttötavat
- Systeemikutsu `sysmp()`
 - tehtävät (task) voi naittaa jollekin/joillekin prosessorille
 - PSET, processor sets
 - voi määritellä, ettei joku CPU saa suorittaa muita tehtäviä (task) kuin sille määritellyjä
 - jokin CPU:n voidaan kytkeä pois käytöstä
 - joku CPU:n voidaan määrätä suorittamaan vain yhtä prosessia ja sen säikeitä



(CPU suvun omaisuutena)

26

Samanaikaisuuden hallinta

Ch 6.7-10 [Stal05]

27

UNIX samanaikaisuuden hallinta

- IPC mekanismit
 - kommunikointi
 - putket
 - viestit
 - yhteinen muisti
 - synkronointi
 - semaforit
 - signaalit

28

IPC eri Unix'eissa

IPC Type	POSIX.1	SVR4	4.4BSD
Signals	•	•	•
Pipes (HDX)	•	•	•
FIFOs (named pipes)	•	•	•
Stream pipes (FDX)		•	•
Named stream pipes		•	•
Message queues		•	
Semaphores		•	
Shared memory		•	
Sockets		•	•
Streams		•	

29

UNIX Putki (pipe)

ls sourcedir | grep fileA

- Vuorottaisrutiinien laajennus
 - yksi lukija/yksi kirjoittaja, yhteinen puskuri
 - vuorottelu automaattisesti
 - mutex automaattisesti
 - kiinteä puskurin koko
 - voi olla monta prosessia pareittain
 - end-of-file välitetään sulkemalla putken pää
- esim: parent-child pipe
 - luodaan `int p[2]` taulukkoon putki kutsulla `pipe(p)`:
 - kaksi "tiedostoa": `p[0]` ja `p[1]`
 - `fork()`
 - isäprosessi sulkee toisen pään (esim `p[1]`) ja avaa toisen pään (`p[0]`) kirjoittamista varten
 - lapsiprosessi tekee päinvastoin

esim. seuraavalla sivulla

30

```
#define MSGSIZE 32
char *msg1 = "hi there";
char *msg2 = "terve siellä";
main() {
    char inbuf[MSGSIZE];
    int p[2], j;
    pid_t pid; /* open pipe, both ends now open */
    if (pipe(p) == -1) { perror("pipe call error"); exit(1); }
    switch(pid = fork()) {
        case 0: /* if child then write down pipe */
            close(p[1]); /* close the read end of the pipe */
            write(p[0], msg1, MSGSIZE);
            write(p[0], msg2, MSGSIZE);
            break;
        default: /* parent reads pipe */
            close(p[1]); /* close the write end of the pipe */
            for(j=0; j<2; j++) {
                read(p[0], inbuf, MSGSIZE);
                printf("Parent: %s\n", inbuf);
            }
            wait(NULL);
    }
    exit(0);
}
```

UNIX nimetty putki (named pipe)

- Yhdensuuntainen kommunikointi nimetyn tiedoston kautta (FIFO file)
- Ei tarvitse tietää toisen prosessin nimeä!
 - joku luo tiedoston `mkfifo(tdsto)`
 - joku prosessi avaa sen lukemiseen `open(tdsto)`
 - joku (tai jotkut) avaavat sen kirjoittamiseen
 - lukija/kirjoittajat blokkautuu kunnes molemmat paikalla `read(tdsto)` `write(tdsto)`
 - käyttö jatkossa kuten tavallisella putkella
 - toimii vain omassa koneessa, ei verkon yli

32

UNIX viestit (messages)

- Joka prosessilla oma viestijono: *msgid* (message queue, mailbox)
- Viesteillä tyyppi (esim. *long int*)
- Voi lukea seuraavan tai seuraavan tietyn tyyppisen viestin
- Myös lähetävä prosessi voi blokkautua

```
int msgsnd( int msgid, const void *msgp,
            size_t msgsz, int msgflg);
int msgrcv( int msgid, void *msgp,
            size_t msgsz, long msgtyp, int msgflg);
```

33

UNIX yhteinen muisti (shared memory)

- Yhteinen muisti helposti käytössä
 - nopea
- Synkronointiprimitiivit käytettävissä
 - mutex - spin vai wait?
 - semaforit monimutkaisempaan synkronointiin
 - muistetaanko käyttää?
 - luotetaan siihen, että muistetaan
 - käytetään oikein, ettei lukkiudu?

34

UNIX semaforit

- Kuten P/V, mutta monisärmäisempi ratkaisu
- Rakenne
 - arvo
 - pid viime prosessille
 - odottajien lkm raja-arvolle (> arvo)
 - odottajien lkm arvolle nolla (0)
 - odottavien prosessien jono
- Semaforijoukot (sets)
 - operaatio voi kohdistua kaikkiin joukon semaforeihin
- Monimutkaiset operaatiot, joilla toivon mukaan voi toteuttaa monimutkaisetkin synkronoinnit

35

UNIX Semafori-operaatiot

`semctl(semid, {sem_num, sem_op, sem_flg}+, nsops)`

- `sem_op > 0` (ALTER)
 - lisää `sem_op` arvoon
 - vapautaa arvon kasvamista odottajat
- `sem_op == 0` (READ)
 - jos arvo oli nolla, niin päästä tämä läpi
 - muuten odota, kunnes arvo on nolla
- `sem_op < 0` ja `|sem_op| ≤ arvo` (ALTER)
 - vähennä `|sem_op|` arvosta
 - jos arvo tuli nolaksi, herätä kaikki sitä odottaneet
- `sem_op < 0` ja `|sem_op| > arvo` (ALTER)
 - odota kunnes arvo kasvaa

36

UNIX signaalit

Tbl 6.2 [Stal 05]

- "Ohjelmiston antama keskeytys"
 - laitekeskeytyksen käsittelijä voi generoida
- Ei prioriteetteja
- Kaikki käsitellään, jossain järjestyksessä
- PCB:ssä vain yksi bitti per signaalityyppi
 - useasta saman tyyppisestä signaalista jää vain yksi jälki

- Eivät herätä *uninterruptible* tilasta
- tärkeä homma kesken, pitää lopettaa kunnolla
- ei saa tappaa tai häiritä signaaleilla!

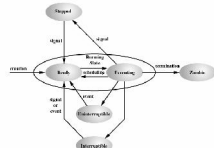


Fig 4.18 [Stal 05]

Table 6.2 UNIX Signals

Value	Name	Description
01	SIGHUP	Hang up; sent to process when kernel assumes that the user of that process is doing no useful work
02	SIGINT	Interrupt
03	SIGQUIT	Quit; sent by user to induce halting of process and production of core dump
04	SIGILL	Illegal instruction
05	SIGTRAP	Trace trap; triggers the execution of code for process tracing
06	SIGIOT	IOT instruction
07	SIGEMT	EMT instruction
08	SIGFPE	Floating-point exception
09	SIGKILL	Kill; terminate process
10	SIGBUS	Bus error
11	SIGSEGV	Segmentation violation; process attempts to access location outside its virtual address space
12	SIGSYS	Bad argument to system call
13	SIGPIPE	Write on a pipe that has no readers attached to it
14	SIGALRM	Alarm clock; issued when a process wishes to receive a signal after a period of time
15	SIGTERM	Software termination
16	SIGUSR1	User-defined signal 1
17	SIGUSR2	User-defined signal 2
18	SIGCHLD	Death of a child
19	SIGPWR	Power failure

38

Linux ja samanaikaisuuden hallinta

Ch 6.8 [Stal 05]

39

Linuxin samanaikaisuuden hallinta

- Kuten muissa Unix'eissa
 - putket, viestit, yhteinen muisti, signaalit, semaforit
- Etuoikeutetussa tilassa myös muita
 - atomiset *int*- ja *bitmap*-operaatiot
 - *spinlock* kriittisten vaiheiden suojaamiseen
 - *spinlock* variantit keskeytyskäsitteijöiden kriittisten vaiheiden suojaamiseen
 - *reader-writer spinlock* reader-writer -ongelmien ratkaisuun
 - *kernel semaphore* ylimen tason semaforiratkaisuihin
 - *barrier* synkronointiprimitiivi käskytyksen suorituksen kontrollointiin

40

Linux ytimen atomiset operaatiot

Katso: Tbl 6.3 [Stal 05]

- *Atomic int* operaatiot
 - vain erityiselle atomiselle kokonaislukuarvoiselle tietotyypille
 - tietotyyppiä ei voi manipuloida muilla tavoin
 - esim. kääntäjän optimoiman aliaksen kautta
 - *atomic int* operaatiot eivät voi manipuloida muuta dataa
 - hitaampaa kuin vastaavat normaali operaatiot
- *Atomic bitmap* operaatiot
 - manipuloi bittia osoittimen osoittamassa bittikartassa

41

Linux ytimen *perus-spinlock*

Katso: Tbl 6.4 [Stal 05]

- Neljä varianttia
 - *plain* on tavallinen *spinlock*
 - tavalliset poissulkemishommat
 - busy-wait kunnes resurssi vapaa
 - *_irq* keskeytyskäsitteijöille
 - estää keskeytykset odotuksen aikana (kesk. sallittu siis alkuun)
 - sallii keskeytykset odotuksen jälkeen
 - *_irqsave* keskeytyskäsitteijöille
 - kuten *_irq*, mutta keskeytyksen talletus/palautus
 - *_bh* keskeytyskäsitteijöiden top half/bottom half -toteutukseen
 - bottom half'ia ei saa suorittaa, kun top half on suorituksessa ja päinvastoin?

```
spin_lock (&lock);
/* kriittinen vaihe */
spin_unlock (&lock);
```

42

Linux ytimen *spinlock vs. SMP*

- Spinlock'in toteutus erilainen yhden suorittimen koneessa ja SMP:ssä
- Yksi suoritin
 - jos ytimen koodi on ei-keskeytyvä (non-preemptable) lukkoja ei tarvita ja kääntäjä jättää ne generoimatta
 - jos ytimen koodi keskeytyvä (preemptable), lukot voi käännösvaiheessa toteuttaa keskeytysten estolla
- Monta suoritinta (SMP)
 - spinlock'eista generoidaan busy-wait koodi

43

Linux ytimen *Reader-Writer spinlock*

- Multiple readers- single writer -ongelmaan
 - lukkomuuttujalla 2 kenttää
 - flag = 1, joss lukko vapaa
 - flag = 0, jos lukko varattu
 - counter = 0, jos lukko varattu kirjoittajalle
 - counter = n, jos lukko varattu n:lle lukijalle
 - kirjoittaja saa lukon varattua vain, jos flag = 1
 - odottava kirjoittaja ei estä uusia lukijoita
 - kirjoittaja voi odottaa kauan! epäreilua?
 - plain, _irq ja _irqsave -versiot
- Miksi ei semaforeilla?
 - tehokkuuden vuoksi busy-wait odotus

44

Linux ytimen *semafori*

Katso: Tbl 6.5 [Stal 05]

- Tehokkaampia kuin käyttäjätason semaforit
- Binary semaphore ja Counting semaphore
 - `down()` on tavallinen semaforin wait-operaatio
 - `down_interruptible()` sallii semaforia odottavan prosessin herättämisen myös ytimen signaalin vuoksi
 - `down_trylock()` on ei blockaava wait-operaatio
- Reader-Writer semaphore
 - multiple readers-single writer -ongelmaan
 - vain perusversio, prosessi odottaa kun saa luvan jatkaa

45

Linux ytimen *barrier*

Katso Tbl 6.6 [Stal 05]

- Käskytason suorituksen kontrollointiin
 - Suojaa koodia kääntäjän tai suorittimen tekemistä käskyjen suoritusjärjestyksen vaihtamisista aiheuttaneilta ongelmilta
 - tärkeä esim. spinlock-operaatioiden toteutuksessa
 - esim. I/O-kontrollialueita ei ladata välimuistiin, joten välimuisti ei huolehdi yhteneväisyysongelman ratkaisusta
 - Hidastavat suoritusta!
 - Varmista, että load/store operaatiot tietyssä järjestyksessä
 - järjestyksivaatimus ei ilmene koodinpätkästä sellaisenaan, vaan isommasta kokonaisuudesta
 - Esim. varmista, että muutettu arvo näkyy myös muilla suorittimilla
 - SMP-operaatioiden toteutus erilainen yhden suorittimen koneissa ja SMP:ssä
 - vain SMP:ssä tarvitaan suoritusajakaista suoja

```
a = 1;
wmb();
b = 1;
```

46

Solaris

47

Sun Solaris, säikeiden hallinta

- Omat primitiivit ytimessä ytimen säikeille
- Käytettävissä myös user-tason säikeille kirjaston avulla
 - mutex poissulkemisongelmaan
 - semaforit yleiseen synkronointiin
 - omat lukot multiple readers/single writer -ongelmaan
 - ehtomuuttajat (condition variables) barrier-tyyppiseen synkronointiin
 - eri "barrier" kuin Linux ytimen *käskytason* "barrier" käsite

48

Solaris säikeiden mutex

- Odotus spinaamalla busy-wait -loopissa oletusarvoisesti
- Odotus blocked (tai sleeping) -tilassa, jos halutaan
- Normaali `mutex_enter()` (eli wait)
 - voi blokata myös muut ryhmään kuuluvat ULT:t
 - voi valita odotustyyppin: busy wait tai sleep
- Normaali `mutex_exit()` (eli signal)
- `mutex_tryenter()` yrittää lukkoa (kuten `mutex_enter`)
 - jos lukko vapaa, niin ota se (kuten `mutex_enter`)
 - jos lukko varattu, niin palauta tieto siitä
 - säie voi nyt suosiolla antaa vuoron toiselle säikeelle tai ULT:lle (vältä block tai busy wait)
 - yritä uudelleen (kun saat suoritusvuoron takaisin)

49

Solaris säikeiden semaforit

- `sema_p()` ja `sema_v()` normaalit P ja V
- myös `sema_try()`
 - toimii kuten P, mutta palauttaa vain tiedon epäonnistumisesta, jos olisi blokkaantunut
 - kuten `mutex_tryenter()`

50

Solaris säikeiden Readers/Writer -lukko

- selkeä ratkaisu yleiseen ongelmaan
 - yhteinen data, yhteinen tiedosto
- `rw_enter(lock, access_type), rw_exit()`
- `rw_tryenter()`
 - kuten `sema_try()` tai `mutex_tryenter()`
 - yritä, mutta älä blokkaa
- `rw_downgrade()`
 - palaa kirjoituksen jälkeen vain lukijaksi
- `rw_tryupgrade()`
 - lukija yrittää päästä kirjoittajaksi
 - yritä, mutta älä blokkaa

51

Solaris säikeiden ehtomuuttujat

- yleisiin barrier-synkronointeihin
 - monta säiettä odottaa
 - yksi tai kaikki säikeet saa jatkaa
- voidaan käyttää minkä tahansa ehdon yhteydessä
 - käyttö pitää suojata dedikoidulla mutexilla
 - säie voisi muuten vaihtua ehdon laskemisen aikana
 - ehto voi olla mikä tahansa lauseke
 - `cv_wait(&cv, &mutex)` vapauttaa mutexin mahdollisen odottamisen ajaksi

```

mutex_enter(&mutex);
while ("complex condition")
    cv_wait(&cv, &mutex);
mutex_exit(&mutex);
    
```

mona yrittää, yksi pääsee läpi

kriitt. vaihe I


kriitt. vaihe II

kriitt. vaihe III

52

W2K samanaikaisuuden hallinta

Ch 6.10 [Stal05]
(+ Sect 11.4 [Tane91])



53

W2K IPC [Ch 11.4.2 Tane01]

- pipes, named pipes
 - tavu- ja viestiperustaiset
 - nimetyt putket verkon yli, tavalliset ei
- mailslots
 - W2K:ssa, mutta ei UNIXeissa
 - one-to-one, one-to-many, verkon yli
- sockets
 - verkon yli
- rpc
- yhteiskäyttöiset tiedostot
 - muistialue mapataan usealle prosessille
 - säikeet hoitavat mutex-ongelman (toivottavasti)
 - eri prosessien säikeillä voi olla yhteinen muistialue

putki, nimetty putki

"postilaatikko"

pistoke

54

W2K samanaikaisuuden hallinta

- Normaali toiminto, jota voidaan aina odottaa
 - prosessi tai säie päättyy Tbl 6.7 alaosa [Stal05]
 - tiedosto-operaatio valmis
 - syöte valmis Tbl 6.7 yläosa [Stal05]
- Tavalliset synkronointiprimitiivit
 - tietty muutos tiedostojärjestelmässä FindFirstChangeNotification("filter", "directory")
 - mutex
 - semafori
 - tapahtuma (event)
 - odotettava ajastin (waitable timer)

55

Table 6.7 Windows Synchronization Objects

Object Type	Definition	Set to Signaled State When	Effect on Waiting Threads
Event	An announcement that a system event has occurred	Thread sets the event	All released
Mutex	A mechanism that provides mutual exclusion capabilities, equivalent to a binary semaphore	Owning thread or other thread releases the mutex	One thread released
Semaphore	A counter that regulates the number of threads that can use a resource	Semaphore count drops to zero	All released
Waitable timer	A counter that records the passage of time	Set time arrives or time interval expires	All released
File change notification	A notification of any file system changes	Change occurs in file system that matches filter criteria of this object	One thread released
Console input	A text window screen buffer (e.g., used to handle screen I/O for an MS-DOS application)	Input is available for processing	One thread released
Job	An instance of an opened file or I/O device	I/O operation completes	All released
Memory resource notification	A notification of change to a memory resource	Specified type of change occurs within physical memory	All released
Process	A program invocation, including the address space and resources required to run the program	Last thread terminates	All released
Thread	An executable entity within a process	Thread terminates	All released

Uncolored (ylemmät rivit)
Note: Colored rows correspond to objects that exist for the sole purpose of synchronization.

W2K mutex

Tbl 6.7 [Stal05]

- Keskeytysten esto, spin-lock SMP:lle
- Binääriarvoinen semafori, odotus suspend-tilassa
 - mutex eri prosessien säikeiden välillä
 - ytimen olio WaitForSingleObject(lock);
 - timeout optio "critical section"
ReleaseMutex(lock);
- Critical Section yhden prosessin säikeiden välillä
 - toteutus user-tasolla (paitsi suspend) LPCriticalSection CritSect=1;
....
EnterCriticalSection(CritSect);
"critical section"
LeaveCriticalSection(CritSect);
 - nopea

57

W2K semafori

Tbl 6.7 [Stal05]

- Tavallinen semafori (counting semaphore)
 - arvo nolla tai isompi
 - ytimen olio, ytimen olioiden suojaukset

sem=CreateSemaphore(init_val, max_val)

WaitForSingleObject(sem)

status = WaitForSingleObject(sem, "timeout")

ReleaseSemaphore(sem)

58

W2K tapahtuma (event)

Tbl 6.7 [Stal05]

- Manual-reset event (& auto-reset event)
 - tilat: *set, cleared*
 - ResetEvent (ev)
 - aseta tilaksi *cleared*
 - WaitForSingleObject (ev)
 - suspend, jos tila *cleared*
 - SetEvent (ev)
 - Aseta tila *set*. Jos odottajia,
 - vapautaa kaikki, tilaksi jää *set*
 - vapautaa yksi ja aseta tilaksi *cleared* (auto-reset event)
 - PulseEvent (ev)
 - kuten SetEvent, mutta ei muistia
 - jos ei odottajia, niin tilaksi jää *cleared* (eli "unohda")
 - jos odottajia, niin vapauttaa yhden, tilaksi jää *cleared*

59

W2K odotettava ajastin (waitable timer)

- Ytimen olio
- Herättää tiettyyn aikaan tai tietyn ajan päästä
- Herättää aina tietyn aikaintervallin välein

60