

LUENTO 12

Vuorotuksen algoritmien vertailua ja 1. periodin kertaus


Koealue: (Koe to 18.10 klo 16.00 A111)

- Kirjan luvut 1-8 (paitsi 5.1 – 6.6)
- Luennot 1-12, harjoitukset 1-6
- Opintopiiritehtävät 1 ja 2

Menetelmien vertailua

- Miten? → **Malli + Suorituskykyanalyysi**
- Paljon liikkuvia osia:
 - Palveluaikojen jakauma
 - Vuorotuksen ja prosessin vaihdon yleisrasite
 - Prosessien palveluntarve (CPU vs I/O – sidonnaisuus)
 - Prosessien saapumisten jakauma
 - CPU:n ja I/O:n suorituskyky

Mallinnus



Mallinnus:


- **täsmälliset** käsitteiden määrittelyt
- oletukset järjestelmän ja ympäristön käyttäytymisestä
- tulosten tarkkuus?
- mallin validiteetin rajat?

Suorituskyky:

- oletettu/vaadittu kyky vastata tiettyihin palvelupyyntöihin
- järjestelmän käyttäytyminen verrattuna määrittelyyn (vallitsevaa kuormaa suorittaessaan)


Suorituskyvystä ei voi puhua määrittelemättä työkuormaa

Mallinnus



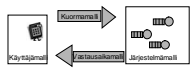
- Mallinnusprosessin tavoite
 - kuvauksien täsmällisyys
 - menetelmän arvioitavuus
 - kokeiden toistettavuus
- Mallin tavoite : oleellisen huomioonotto
 - järjestelmän toimintamekaniikan ymmärtäminen (mitä / miten / miksi ; syy-seuraussuhteet)
 - käyttökelpoisuus (laitteiston valinta, kapasiteetin suunnittelu, ohjauksen viritys, ...)
- Mallin ratkaisumenetelmät
 - mittaus
 - analyttiset mallit
 - simulointimallit

Mittaus



- Mallinnus
 - Mistä järjestelmän käyttäytymisestä ollaan kiinnostuneita?
 - Miten sitä voidaan mitata (suoraan tai epäsuorasti)?
 - Mitkä häiriötekijät on otettava huomioon?
- Järjestelmän instrumentointi
 - mittarien toteutus
 - mittarien häiriövaikutuksen arviointi
- Koesuunnittelu
 - kuorma
 - ajankohta, kesto
 - koeloistot
- Mittaustulosten validiteetti? Tulosten validiteetin rajat?

Simulointi



- Muodostetaan järjestelmää kuvaava toiminnallinen malli
 - komponentit
 - palveluaikajakaumat, saapumisväliaikajakaumat
 - toiden reititykset komponenttiverkon läpi
- Ohjelmoidaan simulaattori
 - haaste: verifiointi (toimiiko oikein?)
- Koesuunnittelu
 - koepisteiden määrittely: parametrien arvot kussakin pisteessä
 - kokeen määrittely: mittauksen kesto; koeloistojen määrä
- Simulointi: mittauskoe simulaattorin toiminnasta
- Haaste: validiteetti (mallintaako oikeaa järjestelmää?)

Analyttinen malli



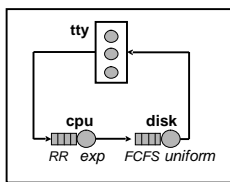
- Muodostetaan järjestelmää kuvaava matemaattinen malli
 - jonomalli
 - jonoverkkomalli
 - määrittelyt: yleensä todennäköisyysjakaumia
- Määritetään tai määritellään mallin parametrien arvot
- Lasketaan suorituskysyureiden arvot
- Menetelmäpaletti laaja
 - koulumatematiikka
 - jonoteoria
 - tasapainoyhtälönratkaisu (jne.)
- Mallin validiteetti? Tulosten validiteetin rajat?

Menetelmän valinta

Kriteeri	Mittaus	Simulointi	Analyttinen
Vaihe	proton jälkeen	milloin vain	milloin vain
Ajan tarve	vaihtelee	kohtalainen	pieni
Välineistö	"mittaristo"	ohjelmointikieli (*)	analyttikko
Tarkkuus (**)	vaihtelee	kohtalainen	karkea
"Entä jos ..."	vaikeaa	onnistuu	helppoa
Kustannus	korkea	kohtalainen	pieni
"Myytävyys"	korkea	kohtalainen	hankala

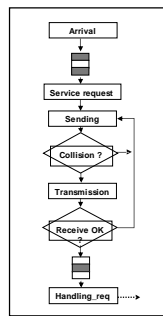
(*) ohjelmistotukea on olemassa
 (**) aina mahdollista: tulokset ovat täysin virheellisiä

Mallin rakenne

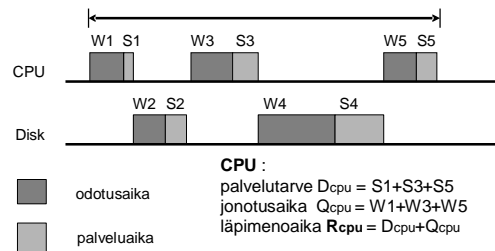


Abstrakti matemaattinen rakenne (esim. laskentaa varten)

Yksityiskohtainen toimintakuvaus (esim. simulointia varten)



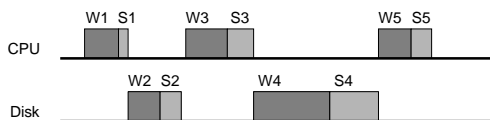
Palvelijan vastausajan synty (1)



CPU :
 palvelutarve $D_{cpu} = S1+S3+S5$
 jonotusaika $Q_{cpu} = W1+W3+W5$
 läpimenoaika $R_{cpu} = D_{cpu}+Q_{cpu}$

DISK : $R_{dk} = D_{dk}+Q_{dk}$
 Vastausaika $R = R_{cpu} + R_{dk}$

Palvelijan vastausajan synty (2)

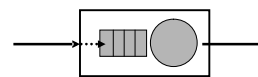


$$R = D_{cpu} + Q_{cpu} + D_{dk} + Q_{dk}$$

$$= D_{cpu} + D_{dk} + Q_{cpu} + Q_{dk}$$

Kevyt kuorma $\Rightarrow R \sim R_0 = \sum D_i$
 Kuorma kasvaa \Rightarrow kukin Q_i kasvaa (yllinearisesti)
 Raskas kuorma $\Rightarrow R \sim \sum W_i$ ($\gg R_0$)
 Viritys/kasvatus: D_i pienenee \Rightarrow vaikutus riippuu laitteen i kuormituksesta

Asiakkaat jonossa - jonomalli



T mittausaika
 A saapujien lkm
 C poistujien lkm
 B "busy time"

Operationaalinen jonomalli: kaikki suureet ovat mitattavissa

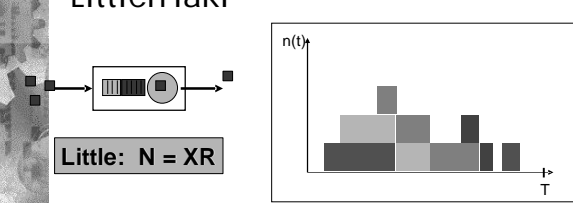
$$\frac{T_s}{\rho} S = B/C \quad \text{keskimääräinen palveluaika} \quad \lambda = A/T - X$$

$$U = B/T \quad \text{käyttöaste} \quad \text{saapumistiheys}$$

$$X = C/T \quad \text{suoritusteho, läpäisy} \quad U = \lambda S$$

Käyttöastelaki $U = XS$

Littlen laki




Little: $N = XR$

T_r W = kokonaisoleskeluaika järjestelmässä (tumma alue)

$R = W / C$ keskimääräinen vastausaika
 $N = W / T$ keskimääräinen jonopituus (*)
 $X = C / T$ läpäisy

(*) Huom: "jononpituus" sisältää myös palveltavan

Littlen laki: "perustelu"



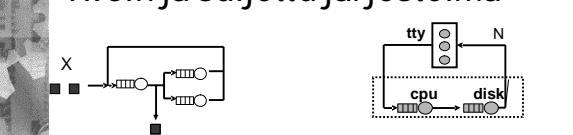
Saapumistiheys X R

- Asiakas saapuu jonoon
 - jonon pituuden odotusarvo on N
- Asiakkaan "läpimenoaika"
 - läpimenoajan odotusarvo on R
 - tänä aikana jonoon saapuu uusia asiakkaita XR
- Asiakas poistuu jonosta
 - jälkeen jäävän jonon pituuden odotusarvo on N

• => $N = XR$

• Littlen laki pätee myös "varsinaiseen jonoon"

Avoin ja suljettu järjestelmä



Avoin järjestelmä

- "(äretön) populaatio"
- asiakkaiden lkm vaihtelee
- saapumistiheys = poistumistiheys
- kysymys:
 - vastausajan käyttäytyminen
 - (käyttöaste?)

Suljettu järjestelmä

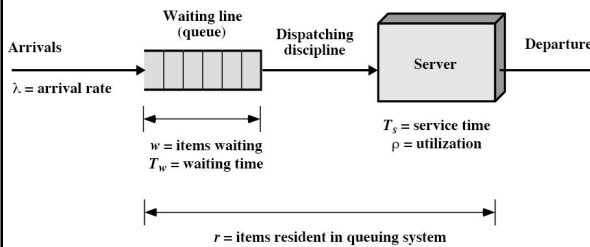
- kiinteä asiakasjoukko
- kysymys:
 - vastausajan käyttäytyminen
 - "vuon" nopeus
 - (käyttöasteet?)

Jonomalli

HUOM: Tässä on eri symbolit kuin alkuosan kalvoissa!

Fig 9.23 [Stal05]

• Lisätietoja:
<http://WilliamStallings.com/StudentSupport.html>



Arrivals $\lambda =$ arrival rate

Waiting line (queue)

Dispatching discipline

Server $T_s =$ service time
 $\rho =$ utilization

Departures

$w =$ items waiting
 $T_w =$ waiting time

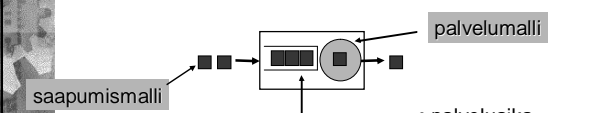
$r =$ items resident in queuing system
 $T_r =$ residence time

Jonomallin merkinnät

Table 9.8 Notation for Queuing Systems

λ	= arrival rate; mean number of arrivals per second
T_s	= mean service time for each arrival; amount of time being served, not counting time waiting in the queue
ρ	= utilization; fraction of time facility (server or servers) is busy
w	= mean number of items waiting to be served
T_w	= mean waiting time (including items that have to wait and items with waiting time = 0)
r	= mean number of items resident in system (waiting and being served)
T_r	= mean residence time; time an item spends in system (waiting and being served)

Jonomallin rakenne



saapumismalli

skedulointi-algoritmi

palvelumalli

- saapumisväliaika-jakauma
- jonon koon vaikutus saapumiseen
- populaation koko
- ryhmäsaapumiset
- palveluaika-jakauma
- palvelijaryhmä (multiserver)
- jonoton palvelija (infinite server)
- rajoitettu puskuri
- FCFS
- Round Robin
- prioriteetti
 - keskeytyvä
 - keskeytymätön

Jonot: Kendallin notaatio



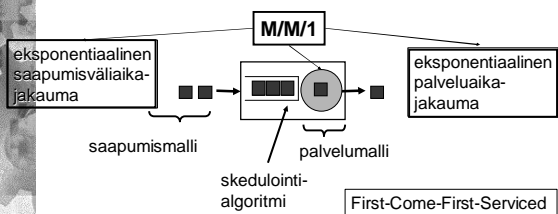
- A saapumisväliaikajakauma (M, E_k, H_k, D, G, \dots)
- S palveluaikajakauma (M, E_k, H_k, D, G, \dots)
- m palvelijoiden lukumäärä palvelupisteessä
- B jonopuskurin koko
- K populaation koko (asiakkaita maailmassa)
- SD skedulointialgoritmi (service discipline)

Jonot: Kendallin notaatio (jatk)



- Jakaumamerkinnot
- M eksponentiaalijakauma
 - E_k Erlangin jakauma
 - H_k hypereksponentiaalinen
 - D deterministinen (yksi mahdollinen arvo)
 - G mielivaltainen jakauma (general)
- Tavallisia jonomalleja:
M/M/1, M/M/m, M/M/m/B, M/G/1, M/D/1

Jonomallin ratkaisu



Järjestelmän tila: asiakkaiden lukumäärä
Mallin ratkaisu: järjestelmän tilojen todennäköisyydet
Esim: $P(0)?$, $P(\text{asiakkaiden lukumäärä} > 10)?$

Eksponentiaalinen jakauma

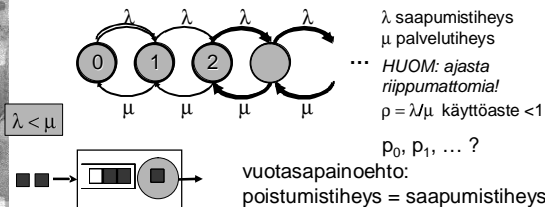
- Täysin satunnaisen tapahtuman todennäköisyys
- (Ainoa) oletus: $P(\text{tapahtuma sattuu välillä } \Delta t) = \lambda * \Delta t$

=>

tiheysfunktio $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ $t > 0$
kertymäfunktio $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ $t > 0$
odotusarvo $E(t) = 1/\lambda$
hajonta $1/\lambda$

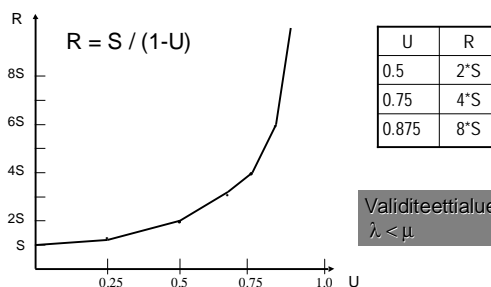
- Esimerkkejä:
 - riippumattomien saapumisten väliajan jakauma
 - satunnaisen eliniän jakauma

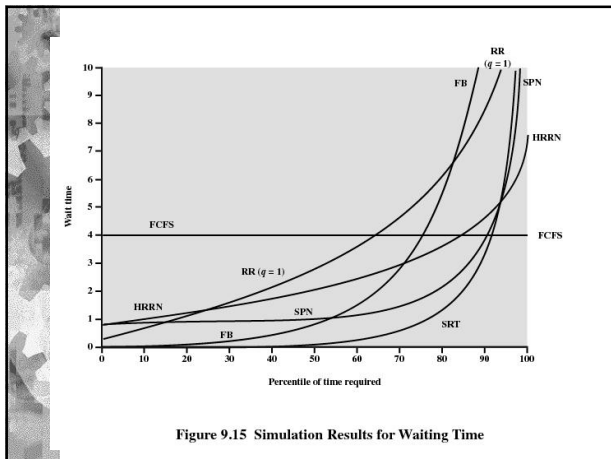
Jonon tilamalli (M/M/1)



0: $\lambda p_0 = \mu p_1$ $p_1 = \lambda/\mu p_0 = \rho p_0$
1: $(\lambda + \mu)p_1 = \lambda p_0 + \mu p_2$ $p_2 = \rho p_1 = \rho^2 p_0$
2: ...
 $\rho_0 = (1 - \rho) \Rightarrow p_n = \rho^n (1 - \rho)$ $p_n = \rho^n p_0$

Käyttöasteen vaikutus





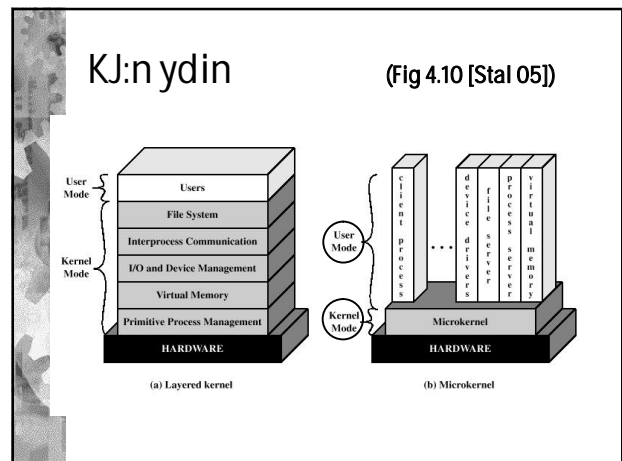
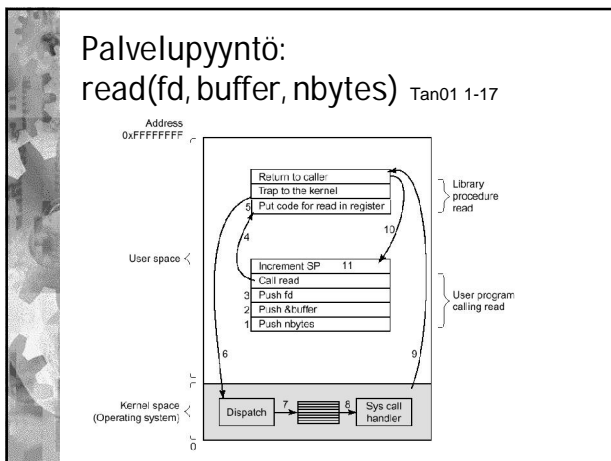
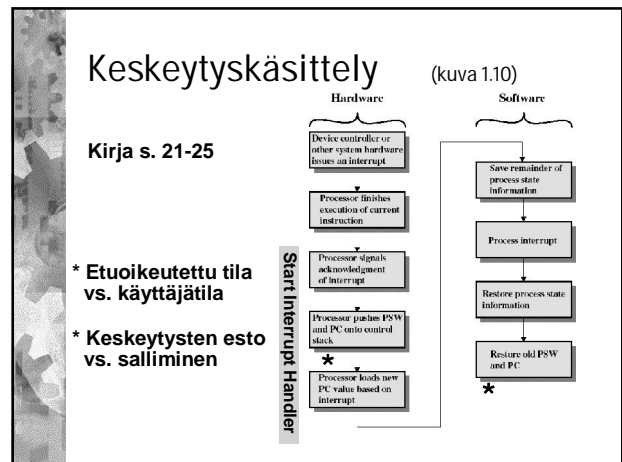
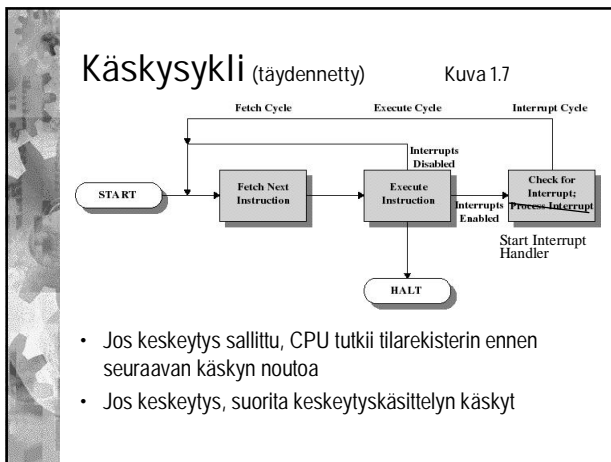
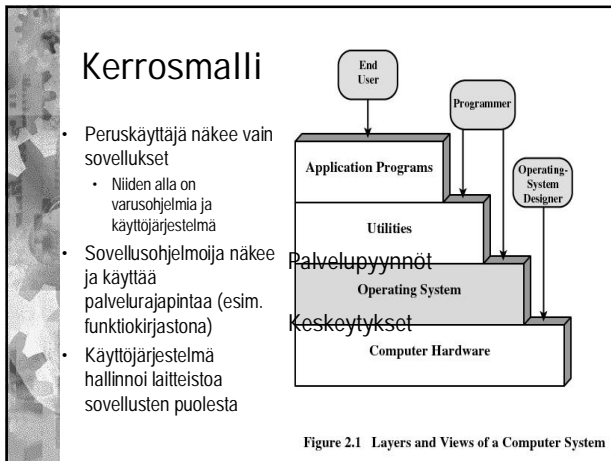
Kertaus

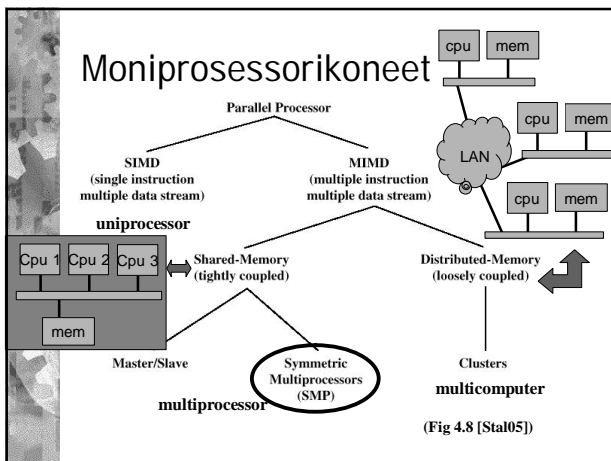
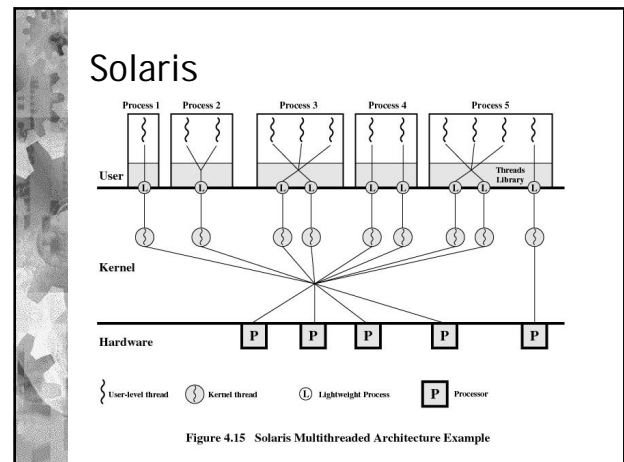
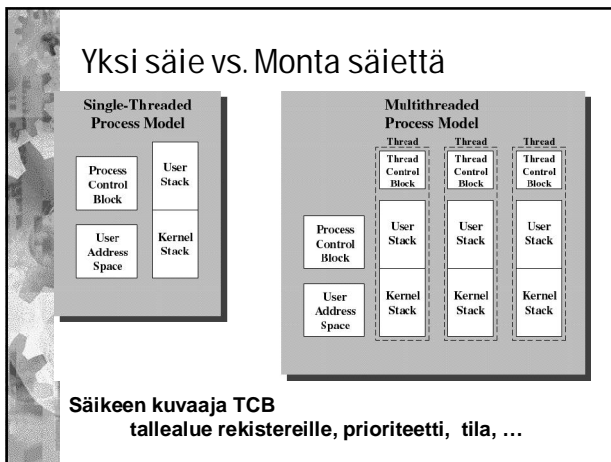
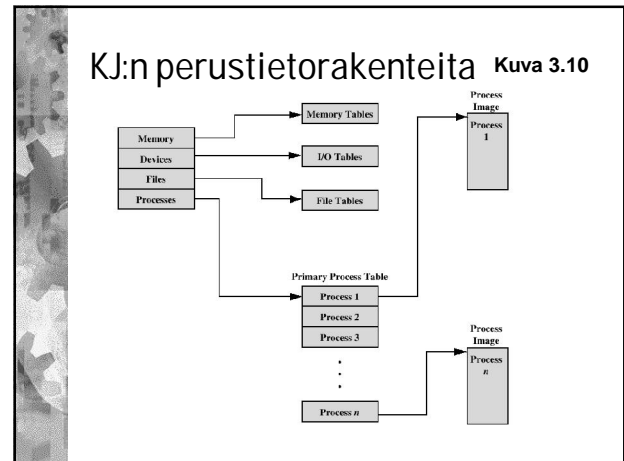
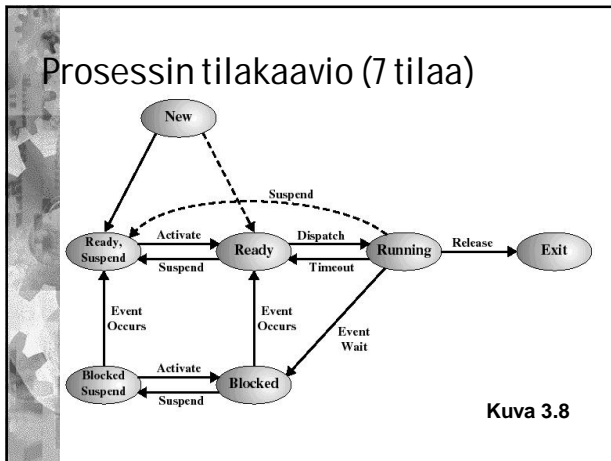
- ### Tärkeitä asioita 1/2
- KJ:n perusrakenne
 - Prosessi ja säie
 - Kuvaaja, suoritus, tilan ja kontekstin vaihto
 - Muistinhallinta
 - MMUn rakenne
 - Eri menetelmät
 - Muistin varaukset, osoitteenmuunnos
 - Virtuaalimuistimekanismi
 - Sivutuksen periaate, osoitteenmuunnos
 - PTR, Sivutaulu, osoitteenpuutoskeskeytykset
 - Algoritmit ja politiikat

- ### Tärkeitä asioita 2/2
- Paikallisuus
 - Keskeytysmekanismi
 - Moniajo
 - Etuoikeutettu tila

- ### Muita asioita
- UNIX, Linux, Windows
 - KJ:n historia
 - Synkronoinnin ja poissulkemisen mekanismit
 - Välimuisti
 - Käy läpi kirjan "Review Questions!"
 - Jos osaat vastata kaikkiin hyvin, niin kokeessakin pitäisi pärjätä.
 - Varmista, että osaat myös laskuharjoitustehtävät

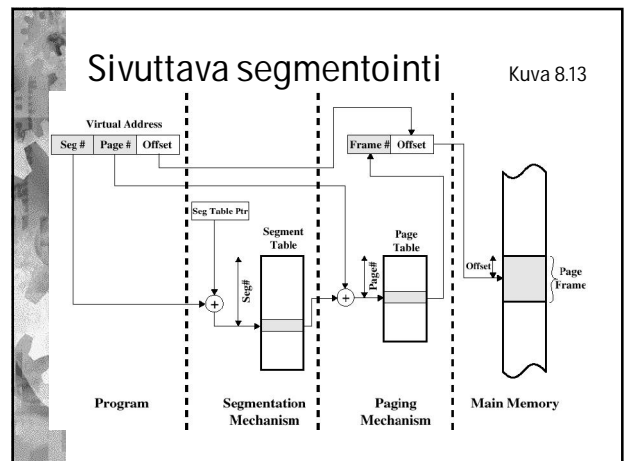
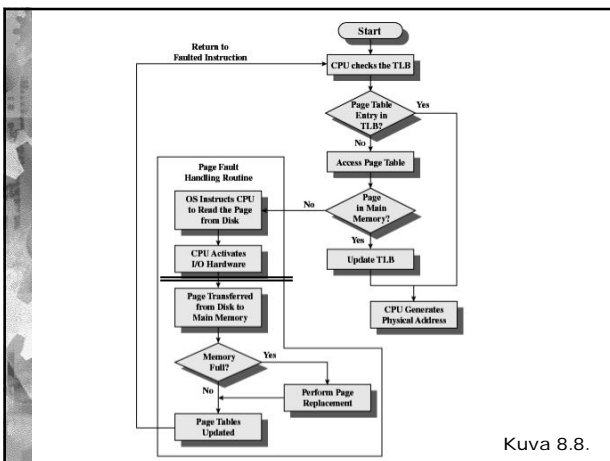
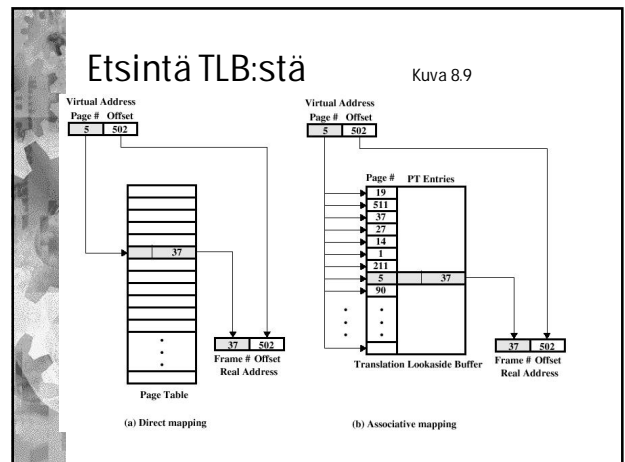
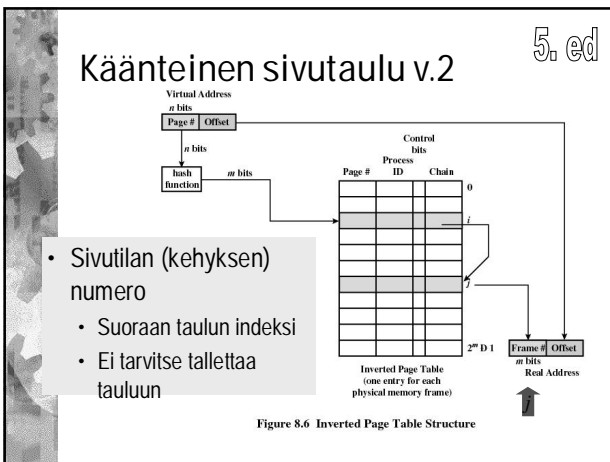
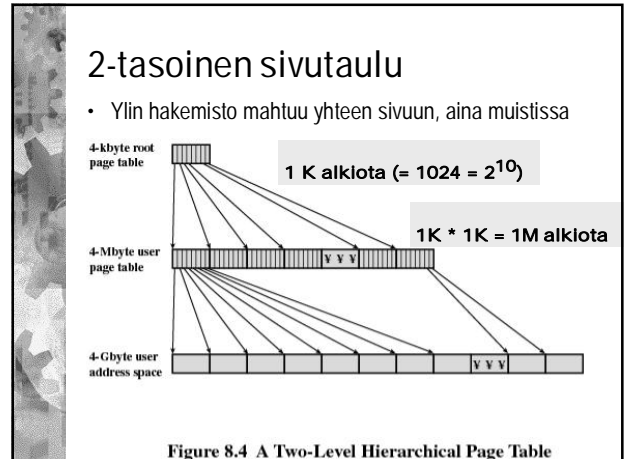
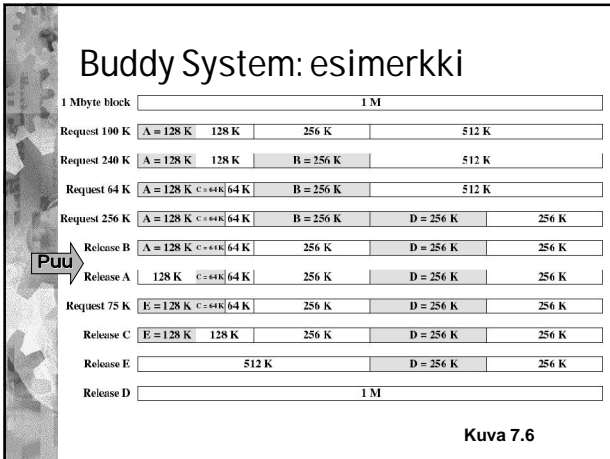
Kertausta Osa2:
(vanhoja kalvoja)

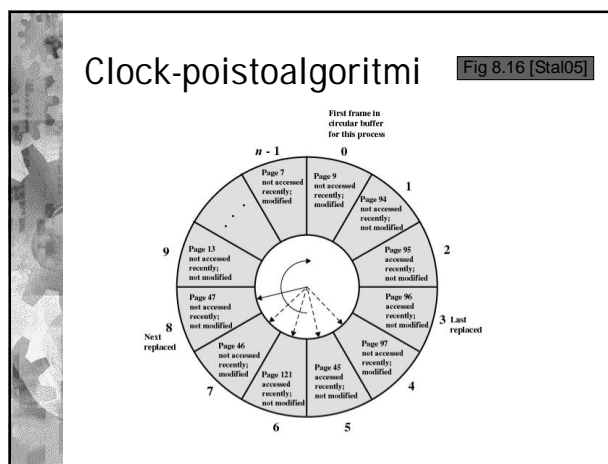
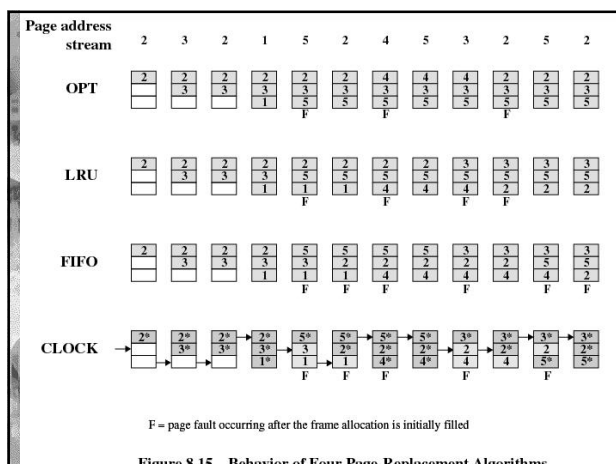




Yksinkertainen muistinhallinta

Menetelmä	kuvaus	vahvuudet	heikkoudet
Kiinteä partitio	Muisti jaettu etukäteen osiin. Prosessi vain yhdessä osassa.	helppo toteutus	sisäinen pirstoutuminen maksimi prosessimäärä rajoitettu
Dynaaminen partitio	Muistia varataan tarpeen mukaan. Prosessi vain yhdessä osassa.	ei sis. pirst. par. muistin käyttöaste	ulkoinen pirstoutuminen, tiivistämistarve
Buddy System	Muistinvar. dyn., mutta kiinteänkokoisina osina. Prosessi vain yhdessä osassa.	ei juurikaan ulkoista pirstoutumista	vähäinen sisäinen pirstoutuminen
Yks. segmentointi	Prosessi jaettu segmentteihin. Segm. sijoitettavissa vapaasti.	ei sis. pirst. par. muistin käyttöaste	ulkoinen pirstoutuminen
Yks. sivutus	Prosessi ja muisti jaettu sivuihin. Sij. vapaasti	ei ulk. pirst.	hyvin vähän sis. pirst. (vain viimeinen sivu)





Esimerkki: Käyttöjoukko

Sequence of Page References

Window Size, Δ

Fig 8.19 [Stal05]

	2	3	4	5
24	24	24	24	24
15	24 15	24 15	24 15	24 15
18	15 18	24 15 18	24 15 18	24 15 18
23	18 23	15 18 23	24 15 18 23	24 15 18 23
24	23 24	18 23 24	*	*
17	24 17	23 24 17	18 23 24 17	15 18 23 24 17
18	17 18	24 17 18	*	18 23 24 17
24	18 24	*	24 17 18	*
18	*	18 24	*	24 17 18
17	18 17	24 18 17	*	*
17	17	18 17	*	*
15	17 15	17 15	18 17 15	24 18 17 15
24	15 24	17 15 24	17 15 24	*
17	24 17	*	*	17 15 24
24	*	24 17	*	*
18	24 18	17 24 18	17 24 18	15 17 24 18

- ### 2. periodi
- Luennot jatkuvat 30.10.
 - Harjoitukset jatkuvat
 - Englanniksi to 1.11.
 - Suomeksi pe 2.11.