Protsessihaldus

Ülevaade

- Protsessi mõiste
- Protsesside planeerimine
- Operatsioonid protsessidega
- Protsesside koostöö
- Protsessidevaheline side
- Side klient-serversüsteemides

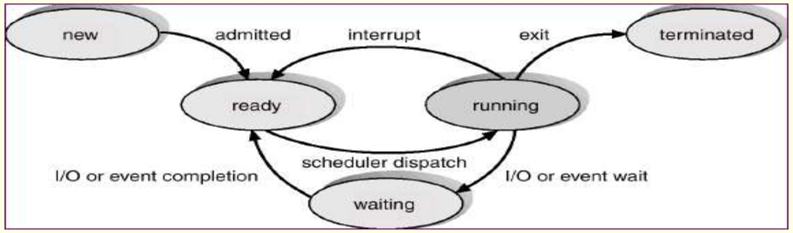
Protsessi mõiste

- Opsüsteem täidab mitmesuguseid töid:
  - Pakktööd (*batch jobs*)
  - Aega jagavad tööd (*time-sharing tasks*)
- Protsess – täitmisel olev programm
- Programmi täidetakse järjest (programm kui käsujada, retsept)
- Protsess koosneb:
  - Koodisektsioonist
  - Käsuloendurist (*program counter, instruction pointer*)
  - Magasinist
  - Andmesektsioonist
  - Protsessori seisust (registrid)

Protsessi olek

- Täitmise käigus satub protsess järgmistesse olekutesse:
  - Uus (*new*) – protsess luuakse
  - Töös (*running*) – selle protsessi käske täidetakse
  - Ootel (*waiting*) – Protsess ootab mingi sündmuse toimumist
  - Valmis (*ready*) – protsess ootab, et tema käske täitma hakataks
  - Lõpetatud (*terminated*) – protsessis olev programm on täidetud (edukalt või ebaedukalt)

Protsessi olekudiagramm



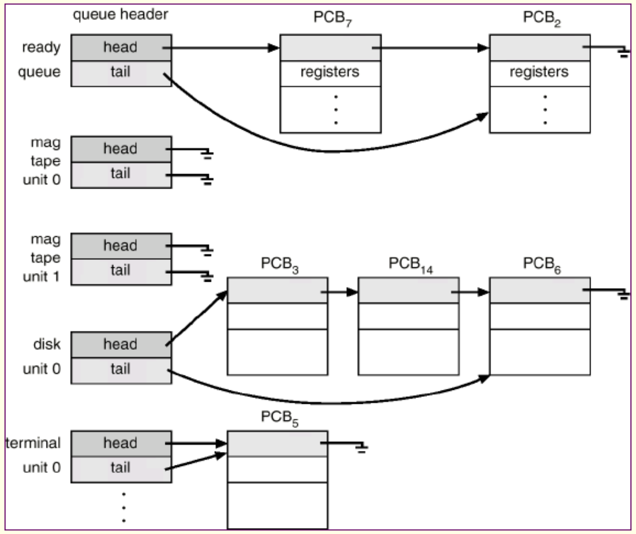
Protsessi andmed operatsioonisüsteemis

- Iga protsessiga on seotud
  - Protsessi number
  - Protsessi olek
  - Käsuloendur
  - Protsessori registrite seis
  - Protsessoriaja planeerimise info
  - Mäluhaldusinfo
  - Arvepidamisinfo
  - I/O staatus

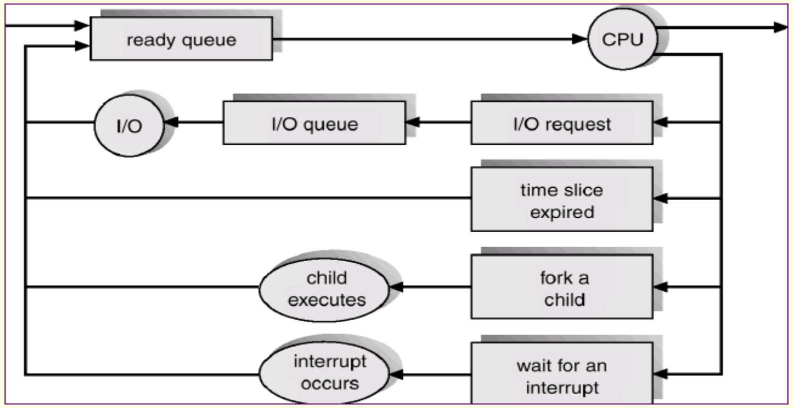
Planeerimisjärjekorrad

- Tööde järjekord – kõik süsteemi protsessid
- Töövalmis tööde järjekord – kõik protsessid, mis on mälus ning valmis täitmiseks
- Seadmete järjekorrad – protsessid, mis on seadmete taga I/O lõppemise ootel
- Protsesse liigutatakse vastavalt vajadusele järjekordade vahel
- *Load average* – töövalmis tööde järjekorra keskmine pikkus

Järjekorrad

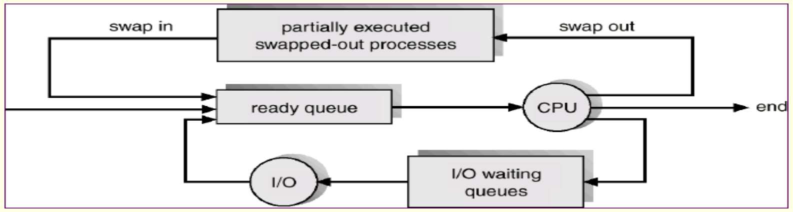


Järjekordade diagramm



Planeerijad

- Lühiajaline planeerija
  - Valmis protsesside hulgast sobiva tööks valimine
  - Töötab tihti, peab olema kiire
- Pikaajaline planeerija
  - Uute protsesside loomine
  - Hoolitseb multiprogrammeerimise astme eest
  - Käivitub harva, pole kiirusekriitiline
  - Õige protsessisegu hoidmine (I/O taga ootavad ja protsessori taga ootavad protsessid)
- Vahepealne planeerija – protsesside välja ja sisse saalimine (*swapping*)



Konteksti vahetus

- *Context switch*
- Ühelt protsessilt teisele lülitumisel tuleb salvestada vana protsessi olek ja laadida uue protsessi salvestatud olek
- See aeg on lisakulu, vähendab rakendustele jäävat protsessoriaega
- Kuluv aeg sõltub protsessori võimalustest

Protsesside loomine

- Vanemprotsessid võivad luua lapsprotsesse
- Iga lapsprotsess võib olla teistele protsessidele omakorda vanemaks
- Nii tekib protsesside puu
- Ressursside jagamine
  - Vanem ja laps jagavad kõiki ressursse
  - Laps saab alamhulga vanema ressurssidest
  - Vanem ja laps ei jaga mingeid ressursse
- Töötamine
  - Vanem ja laps töötavad paralleelselt
  - Vanem ootab, kuni laps töö lõpetab
- Eri mudelid: fork+exec, CreateProcess

Protsessi lõpetamine

- Protsess võib lõppeda vabatahtlikult (`exit`)
  - Vanemale anatakse tagasi väljundinfo (`wait`)
  - Operatsioonisüsteem vabastab protsessiga seotud ressursid
- Sunniviisiliselt – vanemprotsess tapab (`kill`), opsüsteem tapab, vaneprotsess sureb ja opsüsteem tapab seetõttu

Koostööd tegevad protsessid

- Sõltumatud protsessid ei saa teisi protsesse mõjutada ega teiste protsesside poolt mõjutatud saada
- Koostööd tegevad protsessid saavad teisi protsesse mõjutada ja/või teiste protsesside poolt mõjutatud saada
- Miks protsesside koostööd vaja on?
  - Info jagamine
  - Töö kiirendamine
  - Modulaarsus
  - Mugavus

Tootja-tarbija probleem

- Tootja - *producer*, tarbija - *consumer*
- Protsesside koostöö paradigma
- Tootjaprotsess toodab mingit infot ja tarbijaprotsess saab selle kätte ja kasutab
- Puhverdamine
  - Piiramata puhvriga – praktiliselt pole piire kahe protsessi vahelisel puhvril
  - Piiratud puhvriga – sidepuhvri(te)l on fikseeritud suurus

Näide piiratud puhvrist: jagatud mälu

```
#define BUFFER_SIZE 10
typedef struct {
    . . .
} item;
item buffer[BUFFER_SIZE];
int in = 0;
int out = 0;
```

Töötab, aga kasutada saab kuni `BUFFER_SIZE - 1` elementi

Piiratud puhver: tootja ja tarbija

- Tootja protsess

```
item nextProduced;
while (1) {
  while (((in + 1) % BUFFER_SIZE) == out)
  ; /* do nothing */
  buffer[in] = nextProduced;
  in = (in + 1) % BUFFER_SIZE;
}
```


Piiratud puhver: tootja ja tarbija

- Tarbija protsess

```
item nextConsumed;
while (1) {
  while (in == out)
  ; /* do nothing */
  nextConsumed = buffer[out];
  out = (out + 1) % BUFFER_SIZE;
}
```


Protsessidevaheline side

- IPC – *Interprocess Communication*
- Opertsioonisüsteemi poolt pakutav mehhanism protsesside vahel side pidamiseks ja tegevuste sünkroniseerimiseks
- Jagatud mälu või teadete edastamine
- Näide: System V IPC – jagatud mälu, semaforid, teadete järjekorrad
- Näide: UNIXi torud (*pipe*)
- Näide: Windowsi aknateated (*window messages*)

Teadete saatmine

- IPC mehhanism pakub kahte operatsiooni:
  - `send(message)` – teate suurus fikseeritud või vaba
  - `receive(message)`
- Kui protsessid P ja Q tahavad suhelda, siis peavad nad
  - Omavahel mingi ühenduse looma
  - Vahetama teateid `send/receive` abil
- Ühenduse omadusi:
  - Otsene või kaudne suhtlus?
  - Sümmeetriline või asümmeetriline suhtlus?
  - Automaatne või käsitsi toimuv puhverdamine?
  - Koopia või viida saatmine?
  - Kindla või suvalise pikkusega teated?

Otsene suhtlus

- Protsessid saadavad teateid otse üksteisele
- Peavad üksteise nimesid teadma:
  - `send(P, message)` – teate saatime protsessile P
  - `receive(Q, message)` – teate vastuvõtt protsessilt Q
- Sidakanali omadused
  - Ühendused luuakse automaatselt
  - Ühendus on seotud täpselt ühe paari protsessidega
  - Iga protsessipaari vahel on täpselt üks ühendus
  - Ühendus võib olla ühesuunaline, enamasti on kahesuunaline

Kaudne suhtlus

- Teated saadetakse postkastidesse ja võetakse vastu postkastidest (*mailbox*, tihti ka port)
  - Igal postkastil oma ID
  - Protsessid saavad suhelda ainult siis, kui nad jagavad mingit postkasti
  - Postkast võib kuuluda nii rakendusele kui operatsioonisüsteemile
- Sidakanali omadused
  - Ühendus luuakse ainult siis, kui protsessid jagavad postkasti
  - Ühendus võib olla paljude protsesside vahel
  - Iga protsesside paar võib jagada mitut postkasti
  - Ühendus võib olla nii ühe- kui kahesuunaline

Postkastide kasutamine

- Operatsioonid postkastidega:
  - `send(A, message)` – teate saatime postkasti A
  - `receive(A, message)` – teate vastuvõtt postkastist A
  - Kui postkastid kuuluvad opsüsteemile, on olemas primitiivid ka postkastide loomiseks ja kustutamiseks
- Postkastil on omanik (protsess)
- Lugeda saab kas ainult omanik või ka omaniku poolt lubatud teised protsessid
- Omanikuõigust ja lugemisõigust saab edasi saata
- Mis juhtub, kui postkasti tuleb teade ja lugejaid on mitu?
- Näited: Mach, Windows 2000

Sünkroniseerimine

- Teadete saatmine võib olla nii blokeeruv kui mitteblokeeruv
- Blokeerumine annab sünkroonse suhtluse
- Mitteblokeerumine annab asünkroonse suhtluse
- Saatmine ja vastuvõtt võivad teineteisest sõltumatult olla blokeeruvad või mitteblokeeruvad

Puhverdamine

- Ühendusega on seotud teadete järjekord
- Järjekorra pikkuse jaoks mitu võimalust:
  - Null – mitte ühtegi teadet, käsitsi puhverdamine
  - Piiratud maht – etteantud arv teateid, kui saatmisel on järjekord täis, siis sünkroonne saatja blokeerub ruumi vabanemiseni
  - Piiramatu maht – saatja ei blokeeru kunagi

Klient-server mudel: soklid

- Sokkel – side otspunkt
- Side toimib kahe sokli vahel
- Sokli aadressiks on masina aadressi ja protsessi identifikaatori komplekt
- Näiteks TCP/IP puhul IP aadress + pordi number
- Näide: sokkel 161.25.19.8:1625 ühes otsas ja sokkel 193.40.5.125:80 teises otsas.

Klient-server mudel: kaugprotseduurid

- Kaugprotseduuri väljakutse (RPC – *Remote Procedure Call*) üldistab protseduuride väljakutseid erinevate arvutite protsesside vahel
- Stub – kliendipoolne proksi, mida kutsutakse välja tegeliku protseduuri asemel
- Stub otsib serveri ja kodeerib parameetrid õiges formaadis
- Serveripoolne stub saab teate, kodeerib parameetrid lahti ja kutsub tegeliku protseduuri välja
- Näide: SunRPC (+XDR), DCE RPC
- Portmapper (ka matchmaker, rendezvous deemon)

Klient-server mudel: Java kaugmeetodid

- Kaugmeetodite väljakutse (RMI – *Remote Method Invocation*) on RPC-sarnane mehhanism Javas
- Võimaldab kutsuda välja kaugobjekti meetodeid
- Kaugobjekt – asub teises Java virtuaalmasinas
- Kasutajale läbipaistev
- *Stub* – endiselt kliendipoolne proksi
- *Skeleton* – serveripoolne proksi
- *Marshalling* – parameetride kodeerimine saatmiseks
- *Parcel* – RMI reeglite järgi kodeeritud saadetis

RMI: tehnilist

- Parameetriteks saab kaasa anda ka terveid objekte
- Lokaalsed objektid kodeeritakse ja pannakse kaasa
- Parameetriteks minevad kaugobjektid edastatakse viida kaudu, serverobjekt saab neid omakorda RMI kaudu kasutada
- Objektide serialiseerimine – baidijadaks kodeerimine, et saaks üle võrgu saata (objekti oleku edastamiseks)
- Et oma objekte saaks RMI parameetritena kasutada, peab klass realiseerima liidese `java.io.Serializable`.