Operációs rendszerek

ELTE IK. BSC.

Dr. Illés Zoltán

Miről beszéltünk korábban…

- Operációs rendszerek kialakulása
  - Sz.gép – Op.rendszer generációk
- Op. Rendszer fogalmak, struktúrák
  - Kliens-szerver modell, …
  - Rendszerhívások
- Fájlok, könyvtárak, fájlrendszerek
  - Fizikai felépítés
  - Logikai felépítés
  - FAT, UNIX, NTFS,…

Mi következik ma…

- Folyamatok- Processes
  - Létrehozása, befejezése- Creating, ending
  - Folyamat állapotok- States of processes
- Folyamatok kommunikációja- Process communication
  - Versenyhelyzetek, kritikus szekciók- Race situation
  - Szemaforok, mutexek, monitorok
- Klasszikus IPC problémák

Folyamatok modellje

- Program – folyamat különbsége
- Folyamat(process): futó program a memóriában (kód+I/O adatok+állapot)
- Egyszerre hány folyamat működik?
  - Single Task – Multi Task
  - Valódi Multi Task?
- Szekvenciális modell
- Processzek közti kapcsolás: multiprogramozás
- Egy időben csak egy folyamat aktív.

Rendszer modell

- 1 processzor + 1 rendszer memória + 1 I/O eszköz = 1 feladatvégrehajtás
- Interaktív (ablakos) rendszerek, több program, több processz fut
  - Környezetváltásos rendszer: csak az előtérben lévő alkalmazás fut
  - Kooperatív rendszer: az aktuális processz bizonyos időközönként, vagy időkritikus műveletnél önként lemond a CPU-ról (pl:Win 3.1)
  - Preemptív rendszer: az aktuális processztől a kernel bizonyos idő után elveszi a vezérlést, és a következő várakozó folyamatnak adja.
  - Real time rendszer

Folyamatok létrehozása

- Ma tipikusan preemptív rendszereket használunk (igazából a valós idejű is az)
- Több folyamat él, aktív.
- Folyamat létrehozás oka lehet:
  - Rendszer inicializálás
  - Folyamatot eredményező rendszerhívás
    - Másolat az eredetiről (fork)
    - Az eredeti cseréje (execve)
  - Felhasználói kérés (parancs&)
  - Nagy rendszerek kötegelt feladatai
- Előtérben futó folyamatok
- Háttérben futó folyamatok (démonok)

Folyamatok kapcsolata

- Szülő – gyermek kapcsolat
- Folyamatfa:
  - egy folyamatnak egy szülője van
  - Egy folyamatnak több gyermeke lehet
  - Összetartozó folyamatcsoport
  - Pl: Init, /etc/rc script végrehajtása
    - Az init id-je 1.- init-systemd
  - Fork utasítás…vigyázat a használatával
- Reinkarnációs szerver
  - Meghajtó programok, kiszolgálók elindítója.
  - Ha elhal az egyik, akkor azt újraszüli, reinkarnálja.

Folyamatok befejezése

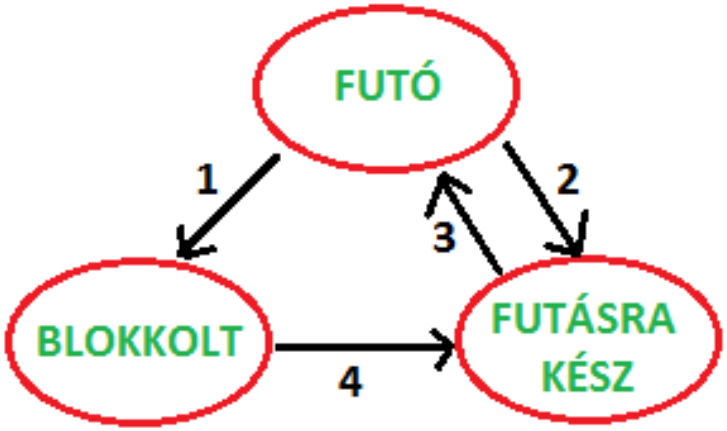
- Folyamat elindulása után a megadott időkeretben végzi (elvégzi) a feladatát.
- A befejezés okai:
- Önkéntes befejezések
  - Szabályos kilépés (exit, return stb.)
  - Kilépés valamilyen hiba miatt, amit a program felfedez (szintén pl. return utasítással)
- Önkéntelen befejezések
  - Illegális utasítás, végzetes hiba (0-val osztás, nem létező memória használat, stb)
  - Külső segítséggel. Másik processz, netán mi „lőjük” ki az adott folyamatot.

Folyamatok állapota

- Folyamat: önálló programegység, saját utasításszámlálóval, veremmel stb.
- Általában nem függetlenek a folyamatok
  - Egyik-másik eredményétől függ a tevékenység
- Egy folyamat három állapotban lehet:
  - Futó
  - Futásra kész, ideiglenesen leállították, arra vár, hogy az ütemező CPU időt adjon a folyamatnak.
  - Blokkolt , ha logikailag nem lehet folytatni a tevékenységet, mert pl. egy másik eredményére vár. (cat Fradi.txt|grep Fradi|sort, grep és sort blokkolt az elején…)

Állapotátmenetek

1. Futó -> Blokkolt
   - Várni kell valamire
2. Futó ->Futásra kész
3. Futásra kész ->Futó
   - Ezekről az ütemező dönt, a folyamatok nem nagyon tudnak róla.
4. Blokkolt->Futásra kész
   - A várt adat megérkezett



Folyamatok megvalósítása

- A processzor „csak” végrehajtja az aktuális utasításokat (CS:IP)
- Egyszerre egy folyamat aktív.
- Folyamatokról nem tud.
  - Ha lecseréljük az aktív folyamatot a következőre, mit kell megőrizni, hogy visszatérhessünk a folytatáshoz?
  - Mindent....utasítás számlálót, regisztereket, lefoglalt memória állapotot, nyitott fájl infókat, stb.
  - Ezeket az adatokat az un. Folyamat leíró táblában tároljuk (processz tábla, processz vezérlő blokk)
- I/O megszakításvektor

Folyamatok váltása

- Mi kezdeményezi?
  - Időzítő, megszakítás, esemény, rendszerhívás kezdeményezés.
- Ütemező elmenti az aktuális folyamat jellemzőket a folyamatleíró táblába
- Betölti a következő folyamat állapotát, a processzor folytatja a munkát.
- Nem lehet menteni a gyorsító tárakat
  - Gyakori váltás - többlet erőforrást igényel
  - A folyamat váltási idő „jó” megadása nem egyértelmű.

Folyamatleíró táblázat – Process Control Block (PCB)

- A rendszer inicializáláskor létrejön
  - 1 elem, rendszerindító már bent van mikor az rendszer elindul.
- Tömbszerű szerkezet(PID alapon) - de egy-egy elem egy összetett processzus adatokat tartalmazó struktúra.
- Egy folyamat fontosabb adatai:
  - Azonosítója (ID), neve (programnév)
  - Tulajdonos, csoport azonosító
  - Memória, regiszter adatok
  - Stb.

Szálak

- Tipikus helyzet: Egy folyamat – egy utasítássorozat – egy szál
- Néha szükséges lehet, hogy egy folyamaton belül „több utasítássorozat” legyen
  - Szál: egy folyamaton belüli különálló utasítás sor
  - Gyakran „lightweight process”-nek nevezik
- Szálak: Egy folyamaton belül több egymástól „független” végrehajtási sor.
  - Egy folyamaton belül egy szál
  - Egy folyamaton belül több szál-Ha egy szál blokkolódik, a folyamat is blokkolva lesz!
  - Száltáblázat
- Folyamatnak önálló címtartománya van, szálnak nincs!

Folyamatok-Szálak jellemzők

- Csak folyamatnak van:
  - Címtartománya
  - Globális változók
  - Megnyitott fájl leírók
  - Gyermek folyamatok
  - Szignálkezelők, ébresztők
  - …
- Szálnak is van:
  - Utasításszámlálók
  - Regiszterek, verem

Szálproblémák

- Fork- Biztos, hogy a gyerekben kell több szál, ha a szülőben több van! (Igen)
- Fájlkezelés- Egy szál lezár egy fájlt, miközben a másik még használná!
- Hibakezelés- errno globális értéke
- Memóriakezelés-…
- Lényeges: A rendszerhívásoknak kezelni kell tudni a szálakat (thread safe)

Folyamatok kommunikációja

- IPC – Inter Process Communication
- Három területre kell megoldást találni:
  - Két vagy több folyamat ne keresztezze egymást kritikus műveleteknél.
  - Sorrend figyelembevétel (bevárás). Nyomtatás csak az adatok előállítása után lehetséges.
  - Hogy küldhet egy folyamat információt, üzenetet egy másiknak.
- Szálakra mindhárom terület ugyanúgy érdekes, csak az információküldés, az azonos címtartomány miatt egyszerű.

„Párhuzamos” rendszerek

- Ütemező a folyamatok gyors váltogatásával „teremt” párhuzamos végrehajtás érzetet.
- Többprocesszoros rendszerek
  - Több processzor egy gépben
  - Nagyobb teljesítmény
  - Megbízhatóságot általában nem növeli
- Klaszterek (Fürt, Cluster)
  - Megbízhatóság növelése elsősorban
- Kulcskérdés: a közös erőforrások használata

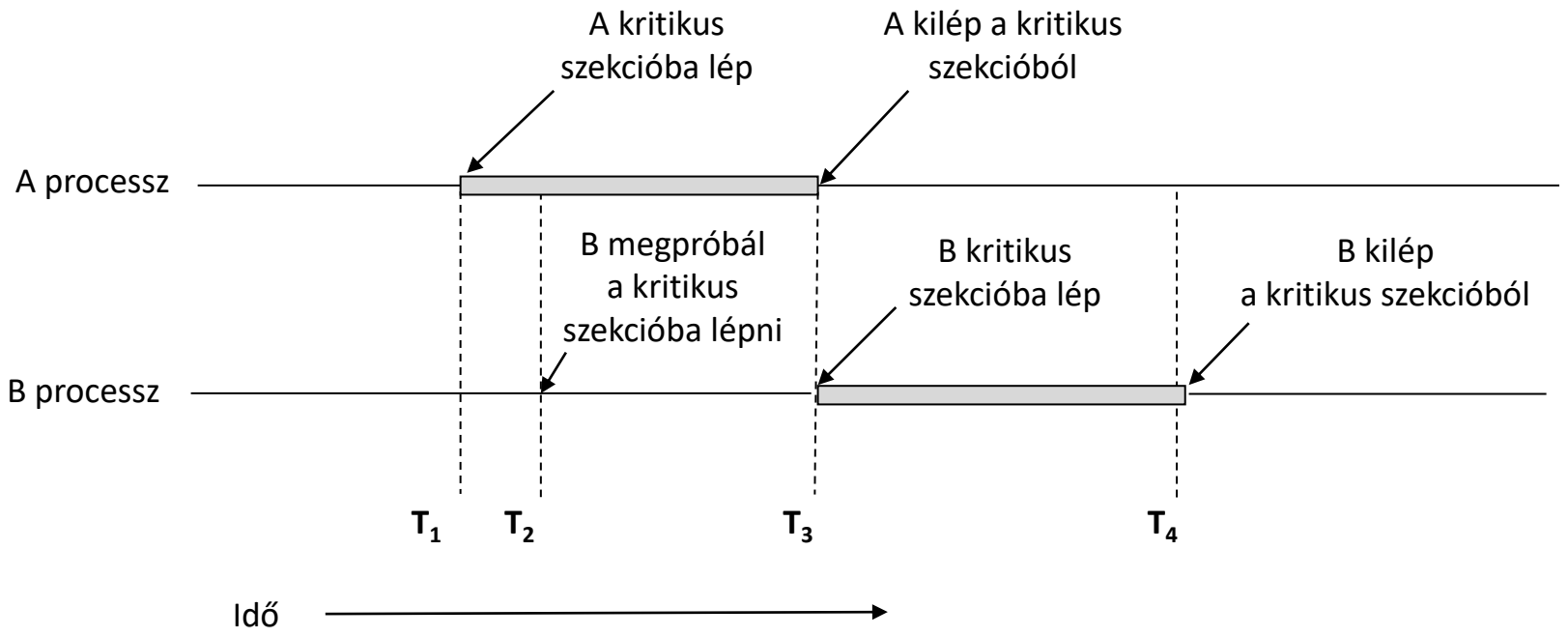
Közös erőforrások

- Avagy, amikor két folyamat ugyanazt a memóriát használja…
  - Közös ló …
  - Pl: 2 folyamat nyomtatása, közös nyomtatósor
- Versenyhelyzet: két vagy több folyamat közös memóriát ír vagy olvas, a végeredmény a futási időpillanattól függ!
  - Nehezen felderíthető hibát okoz.
- Megoldás: Módszer ami biztosítja, hogy a közös adatokat egyszerre csak egy folyamat tudja használni

Kölcsönös kizárás

- Kritikus programterület, szekció, az a rész mikor a közös erőforrást (memóriát) használjuk.
- A jó kölcsönös kizárás az alábbi feltételeknek felel meg:
  - Nincs két folyamat egyszerre a kritikus szekciójában.
  - Nincs sebesség, CPU paraméter függőség.
  - Egyetlen kritikus szekción kívül levő folyamat sem blokkolhat másik folyamatot.
  - Egy folyamat sem vár örökké, hogy a kritikus szekcióba tudjon belépni.

A megkívánt kölcsönös kizárás viselkedése



Kölcsönös kizárás megvalósítások I.

- Megszakítások tiltása (összes)
  - Belépéskor az összes megszakítás tiltása
  - Kilépéskor azok engedélyezése
  - Ez nem igazán jó, mivel a felhasználói folyamatok kezében lenne a megszakítások tiltása…persze a kernel használja.
- Osztott, un. zárolás változó használata
  - 0 (senki) és 1 (valaki) kritikus szekcióban van
  - Két folyamat is kritikus szekcióba tud kerülni!
    - Egyik folyamat belép a kritikus szekcióba, de éppen az 1-re állítás előtt a másik folyamat kerül ütemezésre.

Kölcsönös kizárás megvalósítások II.

- Szigorú váltogatás:
  - Több folyamatra is általánosítható.
  - A kölcsönös kizárás feltételeit teljesíti a 3 kivételével, ugyanis ha pl 1 folyamat a lassú, nem kritikus szekcióban van, és a 0 folyamat gyorsan belép a kritikus szekcióba, majd befejezi a nem kritikus szekciót is, akkor ez a folyamat blokkolódik mert a kovetkezo=1 lesz!(Saját magát blokkolja!)
  - 0. folyamat

```
while(1)
 {
   while(kovetkezo!=0) ;
   kritikus_szekcio();
   kovetkezo=1;
   nem_kritikus_szekcio();
 }
```

1.folyamat

```
while(1)
 {
   while(kovetkezo!=1) ;
   kritikus_szekcio();
   kovetkezo=0;
   nem_kritikus_szekcio();
 }
```

G.L.Peterson javítása

- 1981, a szigorú váltogatás javítása
- A kritikus szekció előtt minden folyamat meghívja a belépés, majd utána kilépés fv-t.

```
#define N  2
int kovetkezo;
int akarja[N];
/* a módosított folyamat*/
while(1)
  {
   belepes(processz);
   kritikus_szekcio();
   kilepes(processz);
   nem_kritikus_szekcio();
  }
```

```
void belepes(int proc)
{
  int masik;
  masik=1-proc; //mivel N=2…
  // masik=(proc+1) % N;
  akarja[proc]=1; //processz futni akar
  kovetkezo=proc;
  while(  kovetkezo==proc &&
        akarja[masik]);
}
void kilepes(int proc)
{
  akarja[proc]=0;   //hamis
}
```

Kis Peterson „javítás”- nagy hiba

- Tegyük fel proc=0!
- A jelölt ütemezés váltásnál a proc=1 belépése jön.
- Mivel akarja[0] értéke 0, ezért az 1-es process belép a kritikus szakaszba!
- Ekkor újra váltson az ütemező, akarja[1]=1, a következő értéke szintén 1, így a következo==proc hamis, azaz a 0. proc is belép a kritikus szakaszba!

```
void belepes(int proc)
{
  int masik;
  masik=1-proc; //mivel N=2…
  // masik=(proc+1) % N;
 kovetkezo=proc; //két sor csere
//* itt van ütemező váltás
 akarja[proc]=1; //proc futni akar
  while(  kovetkezo==proc &&
         akarja[masik]);
}
void kilepes(int proc)
{
  akarja[proc]=0;   //hamis
}
```

Tevékeny várakozás gépi kódban

- TSL utasítás – Test and Set Lock
  - Atomi művelet (megszakíthatatlan)

```
belepes:
        TSL regiszter, LOCK  ; LOCK a regiszterbe kerül
                             ; és LOCK=1
                             ; TSL alatt a CPU zárolja a
                             ; memóriasínt!!!
        cmp regiszter,0
        jne belepes      ; ha nem 0, ugrás
        ret
;
Kilepes:
        mov LOCK,0
        ret
```

Tevékeny várakozás

- A korábbi Peterson megoldás is, a TSL használata is jó, csak ciklusban várakozunk.
- A korábbi megoldásokat, tevékeny várakozással (aktív várakozás) megoldottnak hívjuk, mert a CPU-t „üres” ciklusban járatjuk a várakozás során!
- A CPU időt pazarolja…
- A CPU pazarlása helyett jobb lenne az, ha a kritikus szekcióba lépéskor blokkolna a folyamat, ha nem szabad belépnie!

Alvás - ébredés

- Az aktív várakozás nem igazán hatékony
- Megoldás: blokkoljuk(alvás) várakozás helyett a folyamatot, majd ha megengedett ébresszük fel.
  - sleep –wakeup, down-up, stb.
  - Különböző paraméter megadással is implementálhatók.
  - Tipikus probléma: Gyártó-Fogyasztó probléma

Gyártó-Fogyasztó probléma

- Korlátos tároló problémaként is ismert.
- PL: Pék-pékség-Vásárló háromszög.
  - A pék süti a kenyeret, amíg a pékség polcain van hely.
  - Vásárló tud venni, ha a pékség polcain van kenyér.
  - Ha tele van kenyérrel a pékség, akkor „a pék elmegy pihenni”.
  - Ha üres a pékség, akkor a vásárló várakozik a kenyérre.

Gyártó-Fogyasztó probléma egy megvalósítása

- Pék folyamat

```
#define N 100
int hely=0;
void pék()
{
  int kenyér;
  while(1)
   {
        kenyér=új_kenyér()
        if (hely==N) alvás();
        polcra(kenyér);
        hely++;
        if (hely==1)
            ébresztő(vásárló);
   }
}
```

Vásárló folyamat

```
 void vásárló()
{
  int kenyér;
  while(1)
   {
        if (hely==0) alvás();
        kenyér=kenyeret();
        hely--;
        if (hely==N-1)
            ébresztő(pék);
        megesszük(kenyér);
   }
}
```

Pék-Vásárló probléma

- A „hely” változó elérése nem korlátozott, így ez okozhat versenyhelyzetet.
  - Vásárló látja, hogy a hely 0 és ekkor az ütemező átadja a vezérlést a péknek, aki süt egy kenyeret. Majd látja, hogy a hely 1, ébresztőt küld a vásárlónak. Ez elveszik, mert még a vásárló nem alszik.
  - Vásárló visszakapja az ütemezést, a helyet korábban beolvasta, az 0, megy aludni.
  - A pék az első után megsüti a maradék N-1 kenyeret és ő is aludni megy!
- Lehet ébresztő bittel javítani, de több folyamatnál a probléma nem változik.

Szemaforok I.

- E.W. Dijkstra (1965) javasolta ezen új változótípus bevezetését.
- Ez valójában egy egész változó.
- A szemafor tilosat mutat, ha értéke 0.
  - A folyamat elalszik, megáll a tilos jelzés előtt.
- Ha a szemafor >0, szabad a pálya, beléphetünk a kritikus szakaszra.
- Két művelet tartozik hozzá:
  - Ha beléptünk, csökkentjük szemafor értékét. (down)
  - Ha kilépünk, növeljük a szemafor értékét. (up)
  - Ezeket Dijkstra P és V műveletnek nevezte.

Szemaforok II.

- Elemi művelet: a szemafor változó ellenőrzése, módosítása, esetleges elalvás, oszthatatlan művelet, nem lehet megszakítani!
- Ez garantálja, hogy ne alakuljon ki versenyhelyzet.
- Ha a szemafor tipikus vasutas helyzetet jelöl, azaz 1 vonat mehet át csak a jelzőn, a szemafor értéke ekkor 0 vagy 1 lehet!
  - Bináris szemafor
  - Ezt MUTEX-nek (Mutual Exclusion) is hívjuk, kölcsönös kizárásra használjuk.

Szemafor megvalósítások

- Up, Down műveleteknek atominak kell lenni.
  - Nem blokkolhatók!
- Hogyan?
  - Op. Rendszerhívással, felhasználói szinten nem biztosítható.
  - Művelet elején például letiltunk minden megszakítást.
  - Ha több CPU van akkor az ilyen szemafort védeni tudjuk a TSL utasítással
- Ezek a szemafor műveletek kernel szintű, rendszerhívás műveletek.
- A fejlesztői környezetek biztosítják.
  - Ha mégsem gáz van…

Gyártó-fogyasztó probléma megoldása szemaforokkal I.

- Gyártó (pék) függvénye

```
typedef int szemafor;
szemafor szabad=1;  /*Bináris szemafor,1 mehet tovább, szabad a jelzés*/
szemafor üres=N, tele=0;  /* üres a polc, ez szabad jelzést mutat*/
void pék()              /* N értéke a „kenyerespolc” mérete */
{
  int kenyér;
  while (1)
   {
     kenyér=pék_süt();
     down(&üres);           /* üres csökken, ha előtte>0, mehet tovább*/
     down(&szabad); /* Piszkálhatjuk-e a pékség polcát? */
     kenyér_polcra(kenyér);  /* Igen, betesszük a kenyeret. */
     up(&szabad);           /* Elengedjük a pékség polcát. */
     up(&tele);         /* Jelezzük vásárlónak, van kenyér. */
   }
}
```

Gyártó-fogyasztó probléma megoldása szemaforokkal II.

- Fogyasztó (Vásárló) függvénye.

```
void vásárló()          /* vásárló szemaforja a tele */
{
  int kenyér;
  while (1)
   {
     down(&tele);              /*tele csökken, ha előtte>0, mehet tovább*/
     down(&szabad); /*Piszkálhatjuk-e a pékség polcát? */
     kenyér=kenyér_polcról();  /* Igen, levesszük a kenyeret. */
     up(&szabad);              /* Elengedjük a pékség polcát. */
     up(&üres);          /* Jelezzük péknek, van hely, lehet sütni. */
     kenyér_elfogyasztása(kenyér);
   }
}
```

Szemafor példa összegzés

- Szabad: kenyér polcot (boltot) védi, hogy egy időben csak egy folyamat tudja használni (vagy a pék, vagy a vásárló)
  - Kölcsönös kizárás
  - Elemi műveletek (up, down)
- Tele, üres szemafor: szinkronizációs szemaforok, a gyártó álljon meg ha a tároló tele van, illetve a fogyasztó is várjon ha a tároló üres.

Szemafor példa

- Unix környezetben:
  - semget: szemafor létrehozása(System V)
  - semctl: szemafor kontrol, kiolvasás, beállítás
  - semop: szemafor operáció (up,down művelet)
  - sembuf struktúra
  - Gyakorlaton részletesen szerepel
  - sem_open,sem_wait,sem_post,sem_unlink (Posix)
- Most nézzünk egy C# példát szemaforokra.
  - VS 2008.
  - Szemafor-pék-vásárló példa.

Köszönöm a figyelmet!

zoltan.illes@elte.hu