Operációs rendszerek 1. – 5. előadás
Konkurens rendszerek

Soós Sándor

Nyugat-magyarországi Egyetem
Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és
Művészeti Kar
Informatikai és Gazdasági Intézet

E-mail: soossandor@inf.nyme.hu

Tartalomjegyzék.

Tartalomjegyzék

1. Ismétlés

1.1. Emlékeztető az előző órákról

A holtpont definíciója,.

- Definíció:
  - Egy rendszer folyamatainak egy H részhalmaza holtponton van, ha a H halmazba tartozó valamennyi folyamat olyan eseményre vár, amelyet csak egy másik, H halmazbeli folyamat tudna előidézni
- Megjegyzések:
  1. A definíció általános, az esemény nemcsak erőforrás felszabadulása lehet, hanem tetszőleges más valami is, amire egy folyamat várakozni tud
  2. A rendszerben lehetnek futó, élő folyamatok a holtponton lévők mellett, tehát nem biztos, hogy a befagyás teljes

3. Nem biztos, hogy a holtpont a folyamatok minden együttfutásakor kialakul, sőt az esetek jelentős részében igen kis valószínűséggel alakul ki. Ezért a jelenség nehezen reprodukálható, alattomos hibaforrás
4. A holtpont egyrészt azon funkciók kiesését okozza, amelyeket a befagyott folyamatok látnak el, másrészt csökkenti a rendszer teljesítőképességét, hiszen a befagyott folyamatok által lekötött erőforrásokhoz a többi folyamat sem tud hozzájutni

A holtpont kialakulásának szükséges feltételei.

(Mit jelent az, hogy szükséges feltétel?)

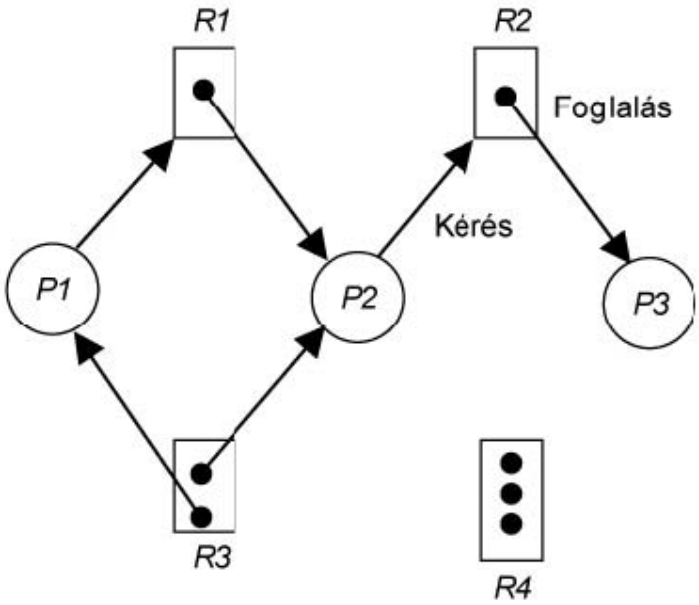
1. Kölcsönös kizárás: legyenek olyan erőforrások a rendszerben, amelyeket a folyamatok csak kizárólagosan használhatnak
2. Foglalva várakozás: legyen olyan folyamat a rendszerben, amelyik lefoglalva tart erőforrásokat, miközben más erőforrásokra várakozik
3. Nincs erőszakos erőforrás-elvétel a rendszerben: minden folyamat addig birtokolja az erőforrásokat, amíg ő maga fel nem szabadítja azokat
4. Körkörös várakozás: a rendszerben lévő folyamatok között létezik egy olyan $P_0, P_1, \ldots, P_n$ sorozat, amelyben P_0 várakozik egy P_1 által lefoglalva tartott erőforrásra, P_i egy P_{i+1}-re, P_n pedig P_0-ra várakozik

Ha ezek közül bármelyik feltétel nem teljesül, akkor nem alakulhat ki holtpont

Erőforrásfoglalási gráf,.

A rendszer pillanatnyi állapotának leírására szolgál az erőforrásfoglalási gráf:

- Kétféle csomópont:
  1. Folyamatok: körök, Pi
  2. Erőforrástípusok: téglalapok, Ri, a konkrét erőforrásokat pontokkal jelöljük a téglalapon belül
- Kétféle él:
  1. Kérés él: irányított él egy folyamattól egy erőforrástípus felé. Azt jelenti, hogy a folyamat igényelt az erőforrásból, de még nem kapta meg
  2. Foglalás él: irányított él egy konkrét erőforrástól egy folyamathoz. Azt jelzi, hogy a folyamat lefoglalta az erőforrást és még nem szabadította fel



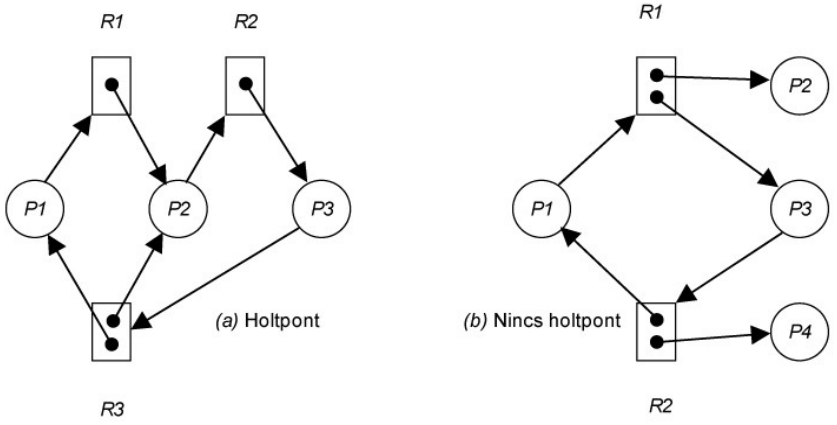
1. ábra. Erőforrásfoglalási gráf

- A rendszer működése során a gráf folyamatosan változik, ahogyan kérések, foglalások és felszabadítások történnek
- A gráf vizsgálatával következtethetünk a rendszerben előforduló holtpontokra
  - Körkörös várakozás esetén (a holtpont 4. szükséges feltétele) a gráfon is irányított kör van
  - Ha körben lévő minden erőforrás egypéldányos, a gráfon kimutatható kör egyben elégséges feltétel is a holtpont fennállására
  - Ha valamelyik erőforrás többpéldányos, akkor a kör nem jelent feltétlenül holtpontot
  - Vizsgáljuk meg a következő két gráfot!

A baloldali rendszerben van holtpont, a jobb oldaliban nincsen

A holtpontok kezelése.

- Mit tehet a rendszer(gazda) a holtponthelyzetek elkerülésére, feloldására?
- Három stratégiát használhatunk:



2. ábra. Irányított kört tartalmazó gráf holtponttal és holtpont nélkül

1. Nem csinálunk semmit (strucc algoritmus)
2. Holtpont észlelése és megszüntetése (detektálás és feloldás)
3. Holtpont kizárása
   - *megelőzés*: olyan rendszert tervezünk, ami kizárja a holtpont kialakulását, kizárjuk a szükséges feltételek valamelyikét
   - *elkerülés*: a rendszer futása közben csak olyan erőforráskéréseket elégítünk ki, amelyek nem vezetnek holtpontveszélyes helyzethez

.

Ismétlés vége

2. Klasszikus konkurens problémák

2.1. Miért foglalkozunk ezekkel?

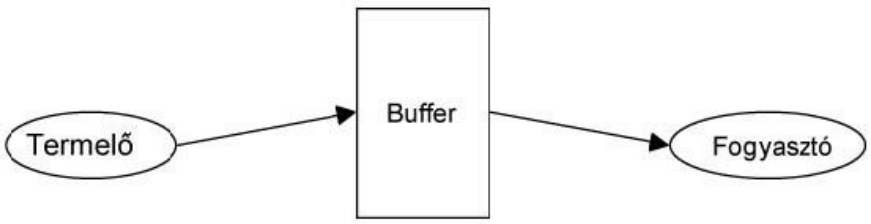
Miért foglalkozunk ezekkel?.

- A gyakorlatban előforduló feladatok nagy része visszavezethető ezekre az alapesetekre
- Ezeket szoktuk felhasználni egy-egy új együttműködési modell tesztelésére, vizsgálatára, különböző eszközök összehasonlítására
- Mi most arra fogjuk használni, hogy megvizsgáljuk a különböző nyelvi eszközöket

2.2. Termelő-fogyasztó probléma

Termelő-fogyasztó probléma,.

- A rendszerben egy termelő és egy fogyasztó folyamat fut egymással párhuzamosan
- Mindkét folyamat saját ütemében dolgozik
- A két folyamatot egy köztes tároló (puffer) segítségével kapcsoljuk össze
- A gyakorlatban a puffer véges kapacitású
- A termelő a saját ütemében előállít egy-egy „terméket" és elhelyezi a pufferben
- A fogyasztó kiveszi a „terméket" a pufferből és felhasználja
- A puffer kiegyenlíti a két folyamat közötti kisebb sebességkülönbségeket



3. ábra. Termelő-fogyasztó probléma

Termelő:

loop
  <előállít egy elemet>
  <beteszi az elemet a Buffer-be>
endloop

Fogyasztó:

loop
  <kivesz egy elemet a Buffer-ből>
  <felhasználja az elemet>
endloop

- Elvárások a rendszerrel kapcsolatban:
  - Ha a puffer üres, akkor a fogyasztó várakozik, amíg nem lesz feldolgoznivaló
  - Ha megtelt a puffer, akkor a termelő várakozik, amíg nem lesz szabad hely a pufferben
  - Elvárjuk, hogy a fogyasztó ugyanolyan sorrendben dolgozza fel az elemeket, ahogyan a termelő előállította azokat
- Feladat:
  - Hogyan tudnánk olyan programot írni valamilyen nyelven, valamilyen operációs rendszer alatt, ami megvalósítja ezt a rendszert?

2.3. Írók-olvasók problémája

Írók-olvasók problémája,.

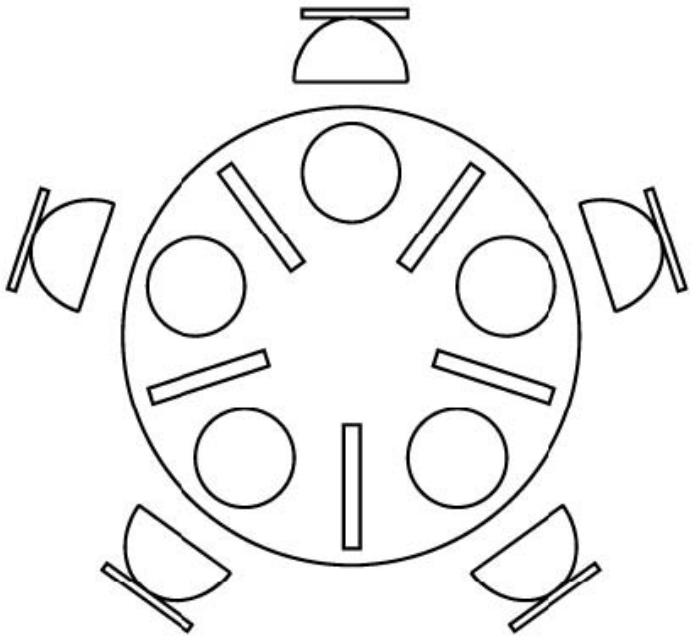
- Valamilyen adatszerkezetet egyszerre többen akarnak írni és olvasni
- A zavartalan működés érdekében a következő rendszabályokat kívánjuk betartatni:
  - tetszőleges számú olvasó olvashatja az adatokat egyszerre, nem zavarják egymást
  - írás és olvasás nem folyhat egyidejűleg, mert az olvasó félkész adatokat olvasna
  - több írás nem folyhat egyidejűleg
  - tehát új írás csak akkor kezdődhet, ha sem írás, sem olvasás nem zajlik
  - olvasás pedig akkor indulhat, ha nem folyik írás
  - célszerű lehet egy további szabály bevezetése, hogy elkerüljük az írások végtelen várakozását: ha van várakozó író, akkor újabb olvasó csak akkor kerülhessen sorra, ha a várakozó írók már végeztek. Ezt a változatot szokás írók-olvasók II. problémának nevezni
- Hogyan tudnánk olyan programot írni, ami megvalósítja ezt a rendszert?

2.4. Étkező filozófusok problémája

Étkező filozófusok problémája,.

- Egy tibeti kolostorban öt filozófus él

- Minden idejüket egy asztal körül töltik
- Mindegyikük előtt van egy tányér, amiből sohasem fogy ki a rizs
- A tányérok mellett jobb és baloldalon is egy-egy pálcika található
- A helyzetet a következő ábra szemlélteti:



4. ábra. Étkező filozófusok problémája

- A filozófusok életüket az asztal melletti gondolkodással töltik
- Amikor megéheznek, étkeznek, majd újra gondolkodóba esnek a következő megéhezésig
- Az étkezéshez meg kell szerezniük a tányérjuk melletti mindkét pálcikát
- Ezért amíg valamelyik szomszédjuk eszik, addig nem ehetnek
- Aki befejezte az evést, az leteszi a pálcikákat, így azokat a két szomszédjuk használhatja
- Hogyan kell viselkedniük a filozófusoknak, hogy...
  - ne vesszenek össze a pálcikákon

  - ne kerüljenek olyan megoldhatatlan probléma elé, amitől nem tudnak többé sem enni, sem gondolkodni (például, ha mindenki felveszi a baloldali pálcikát és nem teszi le, az holtponthelyzet)
  - senki ne haljon éhen, azaz aki éhes, az egy idő után biztosan tudjon enni (megkapja mindkét pálcikáját)

- Hogyan tudnánk olyan programot írni, ami leírja a filozófusok viselkedését?

2.5. Adatfolyamok illesztése

Adatfolyamok illesztése,.

- A probléma klasszikus megfogalmazása a következő:
  - Adott egy kártyaolvasó és egy nyomtató
  - A kártyaolvasóba helyezett kártyákon a kinyomtatandó szöveg karakterei vannak, egy kártyán legfeljebb 80 karakter
  - A bekezdések végét egy speciális karakter (NL) jelzi
  - A szöveget lapokra tördelve, oldalszámozással ellátva, a bekezdéseket új sorban kezdve, soronként 132 karakter írva kell kinyomtatni

5. ábra. Adatfolyamok illesztése

- A problémát általánosíthatjuk napjaink rendszereire is:
  - különböző típusú és szerkezetű adatfolyamok illesztése
  - különböző kommunikációs protokollokkal működő rendszerek illesztése
  - ...

- Hogyan tudnánk olyan programot írni, ami maximális sebességgel tudja működtetni a két oldalon lévő készülékeket?

Konkurens rendszerek programozása.

- Ha megpróbálunk programot írni az előbbi rendszerek megvalósítására, hagyományos operációs rendszerek és programozási nyelvek esetén különböző problémákba ütközünk
- Nem tudunk igazi párhuzamosan futó folyamatokat létrehozni
- Enélkül nem tudjuk megvalósítani ezeket a rendszereket
- Milyen eszközökkel kell kiegészítenünk a programozási nyelveket ahhoz, hogy ilyen rendszereket tudjunk programozni?

3. Nyelvi eszközök a folyamatok programozására

3.1. Folyamatokból álló rendszerek programozása

Milyen eszközökre van szükség?.

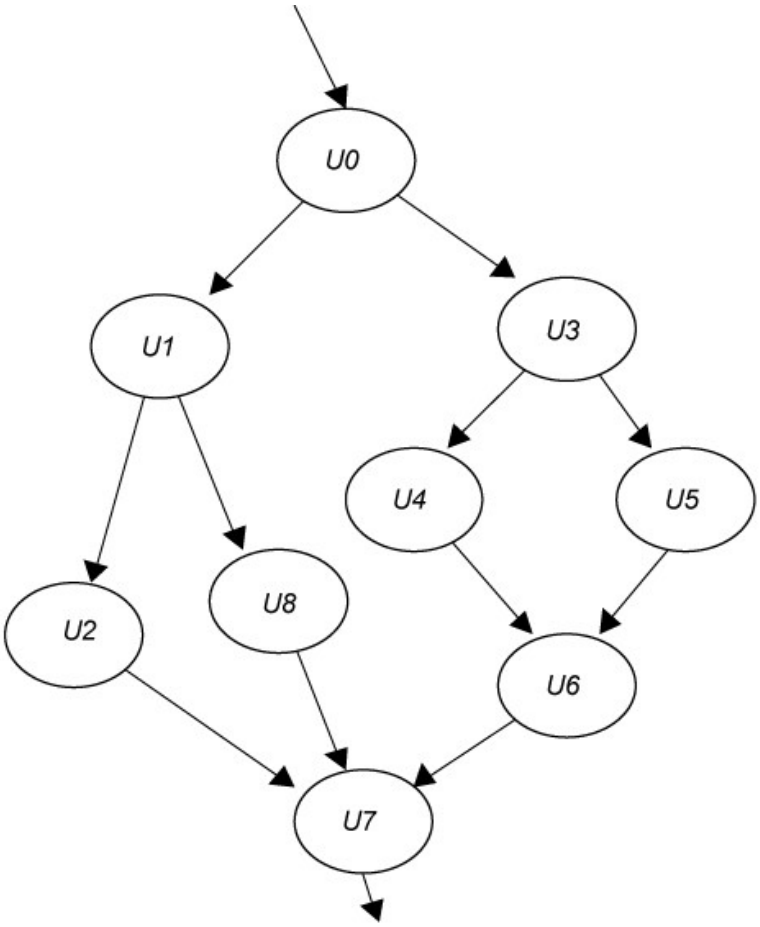
- Ahhoz, hogy ilyen rendszereket tudjunk programozni, különböző feladatokat kell tudnunk megoldani:
  1. Meg kell határoznunk, hogy mely programrészek lesznek önálló folyamatok
  2. Meg kell oldanunk a folyamatok szinkronizálását
  3. Lehetővé kell tennünk a folyamatok közötti kommunikációt
- Kétféleképpen oldhatjuk meg ezeket a feladatokat:
  1. Minden folyamatot külön programban valósítunk meg és a folyamatok kezelését az operációs rendszer rendszerhívásaival valósítjuk meg
  2. A programozási nyelv nyújt megfelelő eszközöket

3.2. A párhuzamosság leírása

Precedenciagráf,.

- Bontsuk fel a megoldandó feladatot elemi (tovább már nem bontható) műveletekre! Ezeket tekintsük elemi utasításoknak, vagy folyamatoknak!
- Ha nem mondunk mást, akkor ezek tetszőleges módon futhatnak egyik a másik után, vagy akár egymással párhuzamosan
- Az utasítások között megkövetelt precedenciáikat egy gráfban ábrázolhatjuk (**precedenciagráf**)

- A gráf csomópontjai az utasítások
- Él vezet az A csúcsból B-be, ha A lefutása meg kell, hogy előzze B futását
- Ekkor az irányított utakon elhelyezkedő elemi utasítások összefoghatók egyetlen folyamattá
- Bármely két utasítás, amit nem köt össze irányított út, párhuzamosan is végrehajtható, azaz konkurens



6. ábra. Precedenciagráf

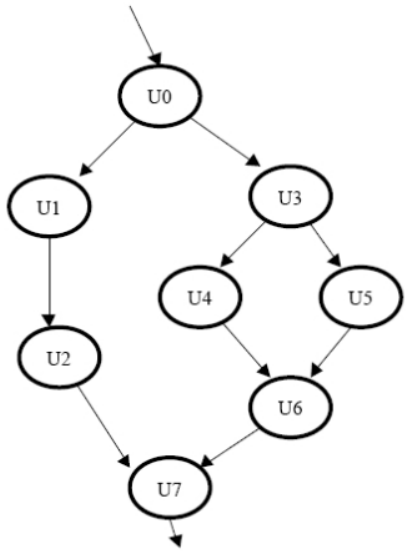
- A precedenciagráf jól kifejezi a folyamatok között fennálló párhuzamosságot
- Ez alkalmas a folyamatok között fennálló kapcsolatok dokumentálására, de csak síkban tudjuk lerajzolni, a programkód viszont lineáris szerkezetű

- Ezért megoldást kell találni arra, hogy a programkódban is le tudjuk írni ezeket
- Először az operációs rendszereket író programozóknak volt szükségük erre
- A megoldások kialakulása után a felhasználói alkalmazások programozói is elkezdték használni ezeket a technikákat

Fork-join utasításpár,.

- Az első megoldás a precedenciagráf nyelvi megvalósítására
- A **fork címke** utasítás egy új szálat indít
- A szál kezdőpontja a címke utáni első utasítás lesz
- A jelenlegi szál pedig folytatódik a **fork** után
- A **join n** utasítás n darab szálat összevár

```
        U0;
        FORK L1;
        U1;
        U2;
L3:     JOIN 2;
        U7;
        EXIT;
L1:     U3;
        FORK L2;
        U4;
L4:     JOIN 2;
        U6;
        GOTO L3;
L2:     U5;
        GOTO L4;
        END;
```



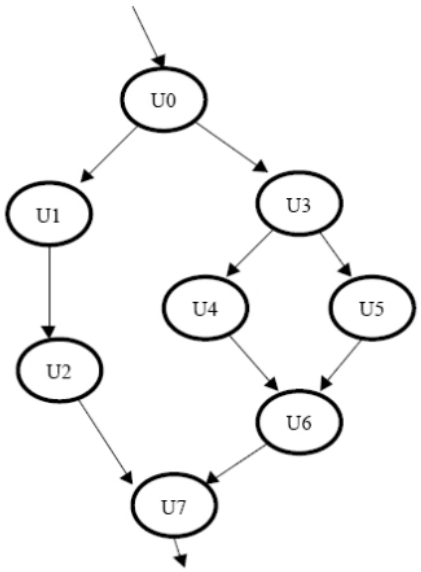
7. ábra. Fork-join utasításpár

- A fork-join utasításpár előnyei és hátrányai
  - ⊕ Bármely precedenciagráf leírható vele
  - ⊖ Nehezen tekinthető át
  - ⊖ Nem strukturált megoldás (hasonlít a goto utasításra)
  - ⊖ Miért nem szeretjük a goto utasítást?

Parbegin-parend utasításpár,.

- Strukturált szerkezetekkel írja le a folyamatok kapcsolatait
- Alternatív elnevezések: **parbegin-parend**, **cobegin-coend**
- A blokkban szereplő utasítások egymással párhuzamosan hajtódnak végre, csak ezután folytatódhat a végrehajtás a **parend** után
- Értékelés:
  - $\oplus$ strukturáltan, jól áttekinthetően és biztonságosan írja le a folyamatok közötti összefüggéseket
  - $\ominus$ nem lehet minden precedenciagráfot leírni, szükség van plusz szinkronizációs műveletekre

```
begin
  U0;
  cobegin
    begin
      U1;
      U2;
    end;
    begin
      U3;
      cobegin
        U4;
        U5;
      coend;
      U6;
    end;
  coend;
  U7;
end;
```



8. ábra. Cobegin-coend utasításpár

Folyamatdeklaráció.

- A ténylegesen megvalósított konkurens programozási nyelvekben (CPascal, MODULA, ADA) folyamatdeklaráció (process declaration) utasításokkal definiáljuk a folyamatokat
- Ez olyan, mint az eljárásdeklaráció a hagyományos nyelvekben

4. Befejezés

4.1. Emlékeztető kérdések

Emlékeztető kérdések.

1. Mutasd be a Termelő-fogyasztó problémát!
2. Mutasd be az Írók-olvasók problémáját!
3. Mutasd be az Étkező filozófusok problémát!
4. Mutasd be az Adatfolyamok illesztésének problémáját!
5. Mutasd be a precedenciagráf fogalmát! Mire használjuk?
6. Hogyan lehet leírni a precedenciagráfot különböző nyelvi eszközökkel?
7. Hasonlítsd össze a fork-join és a parbegin-parend utasításpárokat!

Befejezés.

Köszönöm a figyelmet!