

Módszer a programvezérlés optimális tartalékolásának szimuláció alapján történő meghatározására

KRBILOVÁ IZABELLA
Zsolnai Egyetem

Tételezzük fel, hogy a centralizált programvezérlés rendszere soros alrendszerekre osztható. Minden alrendszer egy vagy több párhuzamosan kapcsolt funkcionális blokkot tartalmazhat.

A centralizált programvezérlés szimulációs modellje előállítja a megbízhatóságra jellemző események időkoordinátáit. Ezek az események a következők:

- egy funkcionális blokk meghibásodása;
- egy alrendszer ún. katasztrofális meghibásodása;
- az előbbi meghibásodás elhárítása
- a centralizált programvezérlés működésének kezdete, illetve vége.

Az említett események időpontjai véletlen intervallumok (az egyes blokkok két meghibásodása közötti intervallumok, és a javítási idők) generálása által határozhatók meg.

Az analitikus megoldás során olyan típusú rendszereknél, mint pl. a centralizált programvezérlés, a meghibásodás nélküli működési időt és a javítási időt exponenciális eloszlásúnak tételezik fel. Ez a feltételezés azonban nem annyira a valóságban, mint a folyamat matematikai leírásai lehetőségein alapul.

A szimulációs modell általánosabb típusú eloszlás választását is megengedi.

A most ismertendő szimulációs modell számára eltolt Erlang-eloszlást választottunk, amely magában foglalja a nem negatív valószínűségi változójú eloszlások számos osztályát, így az exponenciális eloszlást is.

Matematikai modell

Az Erlang-eloszlású valószínűségi változó generálásának alapja egy pszeudovéletlen számokat előállító generátor. Ehhez kongruens algoritmussal előállított, a (0,1) intervallumban egyenletes eloszlású véletlen számokat választottunk.

Amennyiben más eloszlás is szükséges, mint egyenletes, azaz egy tetszőleges $F(y)$ eloszlásfüggvényhez akarunk valószínűségi változókat generálni, kiindulunk az x_1, x_2, \dots egyenletes eloszlású számsorból, és kiszámítjuk az

$$y_i = F^{-1}(x_i)$$

számsort, ahol

F^{-1} az F eloszlásfüggvény inverze.

Mivel

$$P\{y_i < y\} = P\{F^{-1}(x_i) < y\} = P\{x_i < F(y)\} = F(y),$$

az y_i valószínűségi változók valóban $F(y)$ eloszlásúak.

Ezt a módszert inverz módszernek nevezzük, s akkor alkalmazható, ha az $F(y)$ függvény inverze létezik és analitikus formában kifejezhető.

Az inverz módszer nem alkalmazható közvetlenül az Erlang-eloszlású valószínűségi változók értékének generálásához. Ez esetben a sűrűségfüggvény

$$f(y) = \frac{b^a (y - y_0)^{a-1} \cdot e^{-b(y-y_0)}}{(a-1)!}, \quad \text{ha } y \geq y_0,$$

ahol:

a természetes szám, $b > 0$

(mindkettő az eloszlás paramétere), y_0 az eltolás értéke.

Az előbbihez tartozó eloszlásfüggvény

$$F(y) = \int_{y_0}^y \frac{b^a (y - y_0)^{a-1}}{(a-1)!} e^{-b(y-y_0)} dy.$$

Ennek a függvénynek egyértelműen definiált inverz függvénye van, de az inverz függvény értékeinek számítása bonyolult és hosszadalmas.

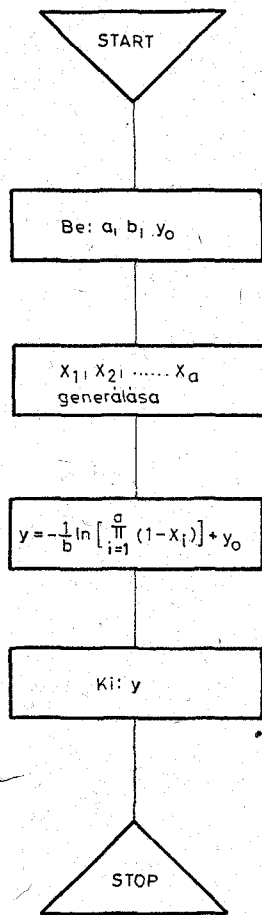
Előnyösen hasznosíthatjuk viszont az Erlang-eloszlás azon ismert tulajdonságát, amely szerint az eltolt Erlang-eloszlású valószínűségi változó értéke meghatározható mint a független változójú, b paraméterű és y_0 eltolású exponenciális eloszlású valószínűségi változók összege.

Az exponenciális eloszlású valószínűségi változó értékei az egyenletesen elosztott véletlen számokból inverz módszerrel generálhatók, mert az eloszlásfüggvény inverz függvénye:

$$z_i = -\frac{1}{b} \ln(1 - x_i).$$

Az eltolt Erlang-eloszlású valószínűségi változó értékei generálásának folyamata az 1. ábrán látható.

Egy y érték generálására e szerint az algoritmus szerint a darab pszeudovéletlen számot kell előállítania



H715-1

1. ábra

ni. Az eljárásához három különböző bemeneti paramétert kell megadni. Az egyik ilyen az eltolás értéke (y_0) amely egyben a modellezett valószínűségi változó elméleti minimuma.

Az a és b paramétereket úgy határozzuk meg, hogy

$$\frac{a}{b} + y_0$$

a modellezett valószínűségi változó várható középértéke,

$$\frac{a}{b^2}$$

pedig a középérték szórása legyen.

Az a paraméter értékét egész értékre kerekítjük, a b paraméter értékét pedig a középértékre vonatkozó előbbi összefüggésnek megfelelően alakítjuk.

Az Erlang-eloszlás speciális eseteit a következőképpen kapjuk:

- az $y_0=0$ értéknél kapjuk a nem eltoló eloszlásokat;
- az $a=1$ esetben kapjuk az eltoló exponenciális eloszlást b paraméterrel és y_0 eltolással;
- az $a=0$ és b tetszőleges pozitív értéke mellett állandó y_0 értéket kapunk.

A centralizált programvezérlés szimulációs modellje változó időközű szinkron modell az egyes funkcionális blokkok meghibásodásának és javításának vizsgálatára. A leírt generátor segítségével képződik a legközelebbi esemény idő-koordinátája minden funkcionális blokk számára. Ez az esemény lehet valamely blokk meghibásodásának kezdete, illetve vége.

Az idő-koordinátákból kiválasztódik a legkisebb érték, és a rendszer állapota a bekövetkező esemény típusa szerint alakul.

A számítás menete

A program felépítése a tömbvázlaton látható (2. ábra).

1. A program indítás után kéri a következő bemenő adatokat:

- az alrendszerek n számát,
- az i -edik alrendszer párhuzamosan kapcsolt blokkjainak $D(i)$ számát,
- az Erlang-eloszlás paramétereit a két meghibásodás közötti intervallum jellemzésére:

$$A(i, 1) = a,$$

$$B(i, 1) = \frac{1}{b},$$

$$C(i, 1) = y_0;$$

- az előbbiekkkel analóg módon a javítási időre vonatkozó $A(i, 2)$, $B(i, 2)$, $C(i, 2)$ paramétereit,
- a T_{sz} szimulált időt, amely alatt vizsgáljuk a rendszer működését.

2. A kumulált változók kinullázása. A kumulált változókhoz tartozik:

- a katasztrofális meghibásodások száma,
- a katasztrofális meghibásodások összidőtartama,
- azon események száma, amikor egy vagy több, de nem az összes, az i -edik alrendszerhez tartozó, párhuzamosan kapcsolt funkcionális blokk meghibásodik,
- az előbbiekkhez tartozó összidőtartam.

3. A ciklikus futás előtt minden funkcionális blokk számára generálódik az első meghibásodásig eltelt idő:

$$I(i, j),$$

ahol i – az alrendszer sorszáma,

j – a funkcionális blokk sorszáma.

4. Az első meghibásodás időpontjának meghatározása.

5. A javítás időtartamának generálása:

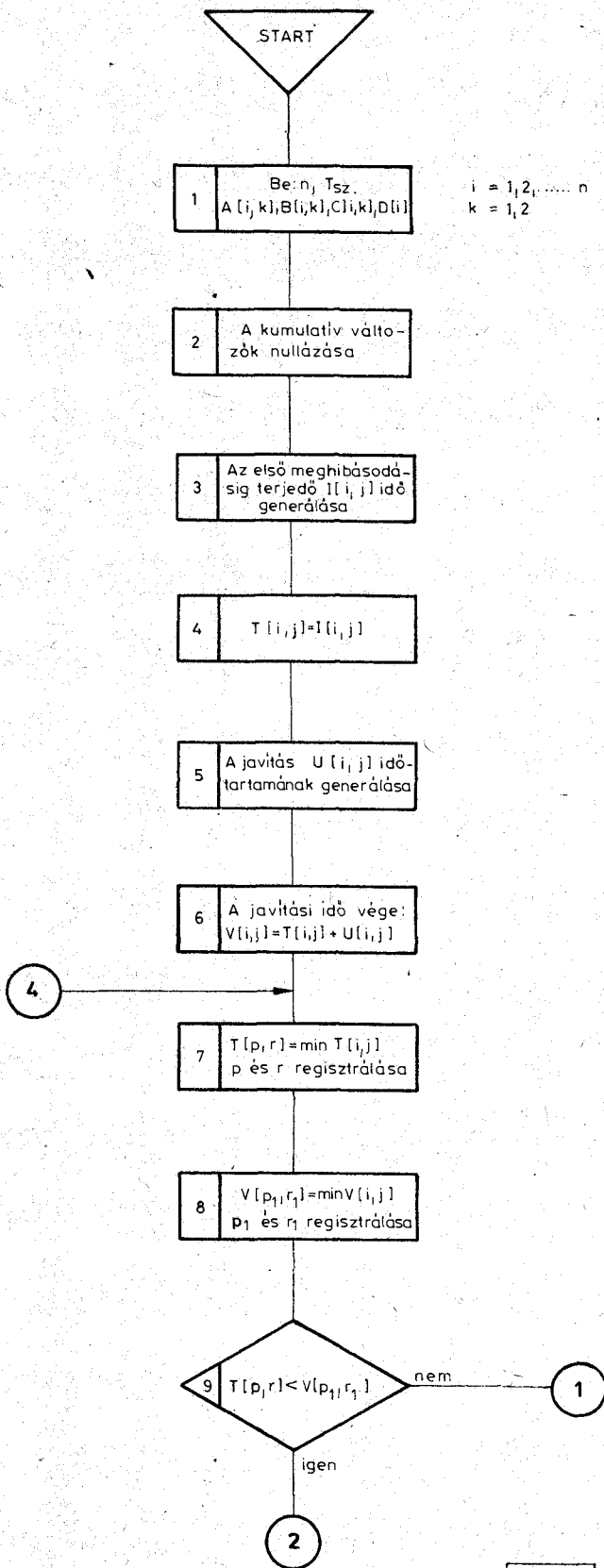
$$U(i, j).$$

6. A javítás befejezési időpontjának számítása.

7. A legközelebbi meghibásodás időpontjának számítása:

$$T(p, r).$$

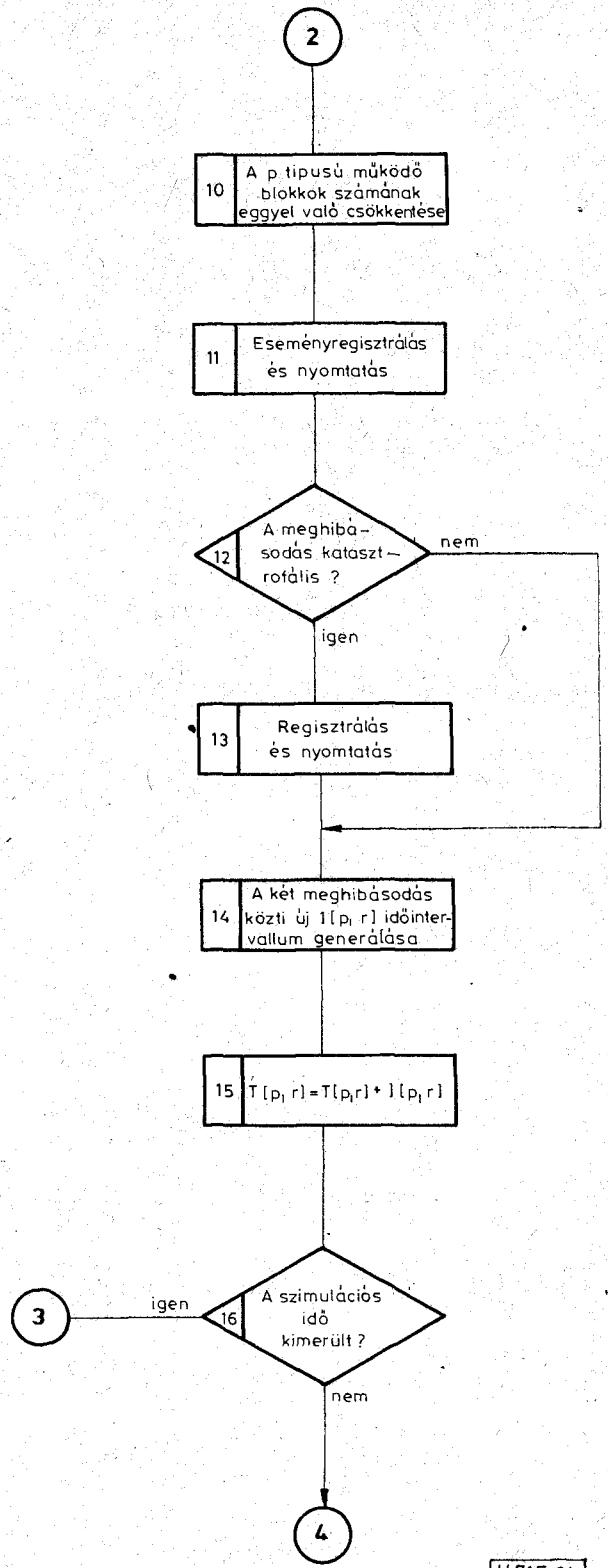
Azon p és r indexek meghatározása, amelyeknél $T(p, r)$ minimális.



2/a ábra

8. A javítás befejezési időpontjának az előbbivel analóg számítása:

$$V(p_1, r_1),$$



2/b ábra

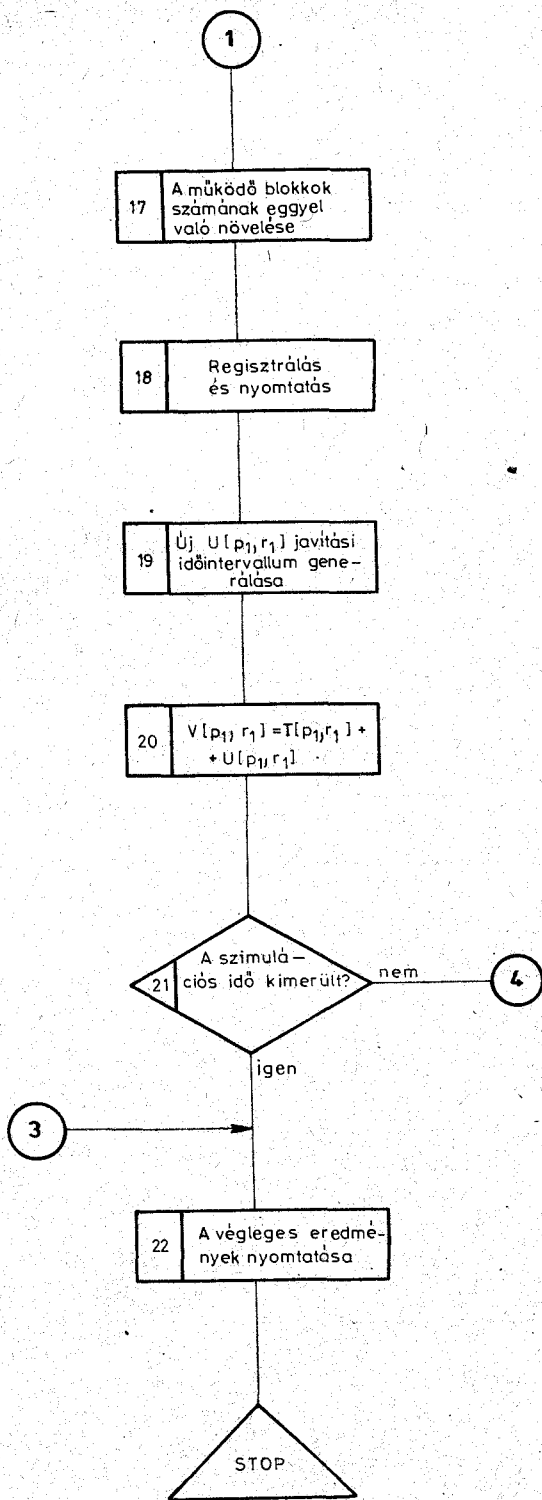
H715-2a

és a minimumhoz tartozó p_1 és r_1 feljegyzése.
9. Ha

$$T(p, r) < V(p_1, r_1),$$

akkor a legközelebbi esemény meghibásodás, egyébként a javítás befejezése (folytatás a 17-nél).

H715-2b



2/c ábra

10. A működő funkcionális egységek számának eggyel való csökkentése.
11. Az előbbi esemény és a korábbi állapot időtartamának regisztrálása és nyomtatása.

12. Annak vizsgálata, hogy a modellezett meghibásodás az egész rendszer katasztrofális meghibásodását jelenti-e.
13. A katasztrofális meghibásodás feljegyzése és nyomtatása.
14. A következő meghibásodásig eltelt idő generálása.
15. A következő meghibásodás időpontjának meghatározása.
16. Annak vizsgálata, hogy kimerült-e a szimulációs idő. Ha igen, a végeredmények kiírása (22. blokk) következik, egyébként a program futása a 7. bloktól ismétlődik.
17. Abban az esetben, ha a tesztelés a 9. blokkban negatív eredményű, a legközelebbi modellezett esemény a javítás befejezése, aminek következtében a működő blokkok száma eggyel nő.
18. A javítási időtartam regisztrálása és nyomtatása.
19. Új javítási intervallum generálása.
20. Az újabb javítás befejezési időpontjának meghatározása.
21. Annak vizsgálata, hogy kimerült-e a szimulációs idő.
22. A végeredmények kiírása.

A most ismertetett tömbvázlat részletesebb változata alapján egy HP 9830A kalkulátorra BASIC nyelven készített program az E10 típusú telefonközpont maximális kiépítésének vizsgálatára alkalmas. A program 220 utasítást tartalmaz, hat alrendszer mellett 5000 esemény szimulációja nem egészen egy órát vesz igénybe.

A szimulációs eredmények alapján az egyes alrendszerek számára meghatározható a tartalékok optimális mennyisége, illetve a centralizált vezérlés számára megadható egy olyan konfiguráció, amely biztosítja a megbízhatósági paraméterek teljesítését.

Annak ellenőrzésére, hogy az üzemben hogyan teljesülnek az előírt paraméterek, szintén jól hasznosítható a kidolgozott szimulációs modell.

A modell továbbfejlesztése lehetőséget adhat részletes üzemi és megbízhatósági rendszertulajdonságok meghatározására a centralizált programvezérléshez hasonló más összetett rendszereknél is.

IRODALOM

- [1] Baslenko, N. P.: *Matematičeskoe modelirovanie proizvodstvennyh procesovna cifrovych vyčislitelnyh mašinach*. Izdatelstvo Nauka, Moskva, 1964.
- [2] Compagnie Industrielle des Télécommunications, Département Commutation Société Lannionnaise d'Electronique: *System der zeitlichen Vermittlung*, Citedis, 1971.
- [3] Guillonnet, J.—Hardy, D.: *Évaluation de la capacité d'écoulement de trafic des organes centraux du systeme E10*. Commutation et Électronique, № 44, 1974. január.
- [4] Kozlov, B.—Ušakov, I.: *Spravočnik po rasčetu nadežnosti*. Moskva, Szovetszkoe Radio, 1975.
- [5] Mereur, J. N.: *La systeme E10 un an d'exploitation*. Commutation et Électronique, № 36, 1972. január.