Információs rendszer modellezése hálótervezési eljárás segítségével

DOMOKOS Miklósné

A hálótervezés a gazdaságmatematikának egy, a gráfelméleten alapuló eljárása. Alkalmazási területe az idő- és költségtervezések optimalizálása, termelési vagy kutatási feladatok tervezése, végrehajtásuk ellenőrzése. A hálótervezés módszerei sokfélék, közös matematikai alapjuk a gráfelmélet, amelyből elöljáróban néhány szükséges fogalmat idézni kell.

Bizonyos tevékenységeket - amelyek összefüggő láncot képeznek, ha a köztük lévő logikai kapcsolatokat figyelembe vesszük - gráfok segitségével tudunk leirni.

Tekintsünk egy véges számu elemből ~~álló~~ álló halmazt, az elemeket x_1, x_2, ... x_n-nek, a halmazt magát X-szel jelöljük:

$$X = \{x_1, x_2 \ldots\ldots x_n\}$$

Rendeljünk az X halmaz minden x_i eleméhez 0, 1 vagy több darab másik X-beli elemet. Ezzel a hozzárendeléssel halmazelméleti szempontból gráfot képeztünk. Irásmódja: G = (X,Γ), ahol Γ a hozzárendelés leirása.

A halmaz elemeit a gráf "csucsainak" nevezzük, a hozzárendelés pedig tulajdonképpen azt jelenti, hogy egy csucsból hova vezet kapcsolatot jelölő összeköttetés, "él". Ha pl. x_i-hez 0-t rendelt hozzá a Γ szabály, akkor x_i végpontja a gráfnak, mert belőle sehova nem vezet él. Ha x_i-hez x_j-t rendeli, akkor az x_i-től x_j felé irányitott él vezet.

A fentiekben néhány állitást a matematika nyelvén kellett megfogalmazni, de esetünkben a hétköznapi szóhasználat igen közel áll a matematikaihoz.

A hozzárendelés azt jelenti, hogy valamilyen módon kapcsolatot létesitek két dolog között, amely dolgokat a gráfelmélet csucsoknak nevez, de lehetnének tárgyak, események, vagy akár személyek is.

Képzeljünk el például - a fenti jelölésrendszer használatát megtartva - egy négy lányból álló halmazt:

$$X = \{\text{Sári, Kati, Teri, Juli}\}$$

A köztük lévő, Γ -val jelölt kapcsolat jelentse ebben az esetben azt, hogy "ismerni" (pontosabban: "Ismerni valakit a halmaz többi eleme közül").

Irjuk most fel azt a két állitást, hogy "Sári ismeri Katit és Terit" és "Juli nem ismeri egyiküket sem":

$$\Gamma\,\text{Sári} = \{\text{Kati, Teri}\}$$
$$\Gamma\,\text{Juli} = \{0\}$$

A szándékosan egyszerü példa bizonyára elegendő lesz ahhoz, hogy a továbbiakban előforduló néhány gráfelméleti alapfogalom ne tünjék teljesen idegennek az e fogalmak körében járatlan olvasó számára sem.

Egy gráfot többféleképpen adhatunk meg, például: felirhatjuk a szabályt részletesen:

$$X = \{A,\ B,\ C,\ D\}$$

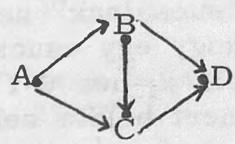
$$\Gamma A = \{B,\ C\} \qquad \Gamma B = \{C,\ D\} \qquad \Gamma C = \{D\} \qquad \Gamma D = \{0\}$$

(vagyis: A-ból B és C-be, B-ből C és D-be, C-ből D-be vezet kapcsolat, D-ből pedig nem vezet sehova.)

Felirhatjuk a fenti gráfot egy mátrix segitségével:

	A	B	C	D
A	0	1	1	0
B	0	0	1	1
C	0	0	0	1
D	0	0	0	0

Felrajzolhatjuk a gráfot nyilak segitségével is. Aszerint, hogy melyik megadásmódra van szükség, mindhárom ugyanazt jelenti.



A fenti gráfot, amely csak egyirányu kapcsolatokat tartalmaz, **irányitott hálónak** nevezzük; lényege az, hogy egy pontjába sem lehet mégegyszer visszatérni.

Megállapodás szerint a következő jelöléseket használjuk:

Az események szimbóluma pont, a tevékenységeké irányitott vonalszakasz (nyil). Ezeket "csucs"-nak és "él"-nek nevezzük.

Lényeges tudnivalók még:

1. Az irányitott háló csak olyan utat tartalmaz, amely egyetlen csucsot sem érint többször.

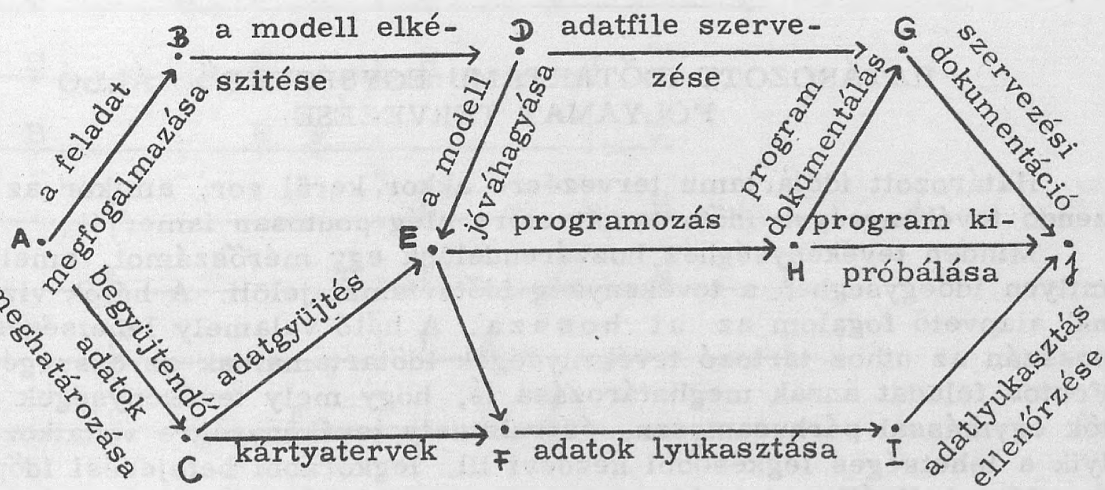
2. Van kezdőpontja (ahova él nem fut be), és van végpontja (ahonnan él nem indul ki).

3. Minden irányitott élhez tartozhat egy nem-negativ mérőszám - ha a kapcsolatnak van mennyiségi tartalma. Ilyenkor az él mellé odairjuk ezt a mérőszámot.

P r o g r a m r á f n a k vagy h á l ó n a k nevezzük az olyan gráfot, amely egy meghatározott, ismert cél megvalósitását szolgálja, ismerjük - vagy becsülni tudjuk - benne minden tevékenység időtartalmát és a sorrendi kapcsolatokat.

Az alapfogalmak felvázolása után nézzünk egy egyszerü példát a módszer alkalmazására. Feladatunk: olyan információs rendszer tervezése, amely bizonyos adatokat begyüjt, tárol, gépi adathordozóra visz és valamilyen módon feldolgoz. A kitüzött cél eléréséhez elvégzendő munkák: modellkészités, adatgyüjtés, programirás, szervezés, stb. E tevékenységek időbeli egymásutánjára logikai sorrend szabható meg. Bizonyos tevékenységeket végezhetünk egymással párhuzamosan, más esetekben viszont az egyik munkafolyamatnak be kell fejeződnie, mielőtt a másikhoz hozzáfoghatunk.

Most - erős egyszerüsitéssel - bontsuk részfolyamatokra a fent leirt munkákat, és ábrázoljuk háló segitségével. Az ábrán a részfolyamatokat - tevékenységeket - a háló élei szemléltetik. Szimbolizálhatja a tevékenységet a kezdetét és végét jelző betük egymás mellé irása is. (A rövidség kedvéért pl. az ábra "adatgyüjtés" tevékenységét CE-nek, a "modell elkészitésé"-t BD-nek jelölhetjük.)



Tevékenység jele	Tevékenység megnevezése
AB	A feladat exakt megfogalmazása
BD	A modell elkészitése
DE	A modell jóváhagyása
AC	A begyüjtendő adatok körének leirása
CE	Adatgyüjtési munkák
CF	Kártyatervek elkészitése
EF	Adatellenőrzés

EH	Programozás
FI	Adatok kártyára lyukasztása
IJ	Adatrögzités ellenőrzése, javitása
DG	Adatfile megszervezése
HG	Program dokumentálása
GJ	Teljes szervezési dokumentáció elkészitése
HJ	Program kipróbálása, javitása

Ábránkon a háló élei irányitottak, a csucspontok egymáshoz való rendelése értelmezi, nyillal jelzi az irányokat. Látható, hogy a hálót meghatározza csucspontjainak halmaza, és ezek egymáshoz rendelése.

Az ábrán kitüntetett szerepe van az A és J pontoknak. A nem végpontja és J nem kezdőpontja egyetlen irányitott élnek sem. A-t kezdő, J-t végpontnak nevezzük. A háló irányitott éleinek olyan sorozatát, ahol minden irányitott él végpontja a következő él kezdőpontja, - a kezdő- és végponttól eltekintve - utnak nevezzük.

Az ábrán egy lehetséges ut pl.:

A - B - D - E - F - I - J.

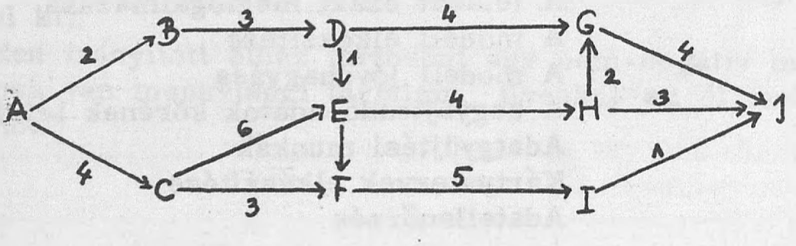
HATÁROZOTT IDŐTARTAMU EGYSÉGEKBŐL ÁLLÓ FOLYAMAT TERVEZÉSE

Határozott időtartamu tervezésre akkor kerül sor, amikor az elvégzendő tevékenységek időtartamát előre elég pontosan ismerjük.

Minden tevékenységhez hozzárendelünk egy mérőszámot, amely valamilyen időegységben a tevékenység időtartamát jelöli. A hálók vizsgálatánál alapvető fogalom az ut hossza. A háló valamely lehetséges utjának hosszán az uthoz tartozó tevékenységek időtartamainak az összegét értjük. Fontos feladat annak meghatározása is, hogy mely tevékenységek végezhetők egymással párhuzamosan, és valamely tevékenységre vonatkozóan melyik a lehetséges legkésőbbi kezdési ill. legkorábbi befejezési időpont.

Meg kell állapodni abban, hogy egy meghatározott N eseményből kiinduló tevékenységek közül egy sem kezdődhet el addig, amig az N-ben végződő tevékenységek közül valamennyi be nem fejeződik.

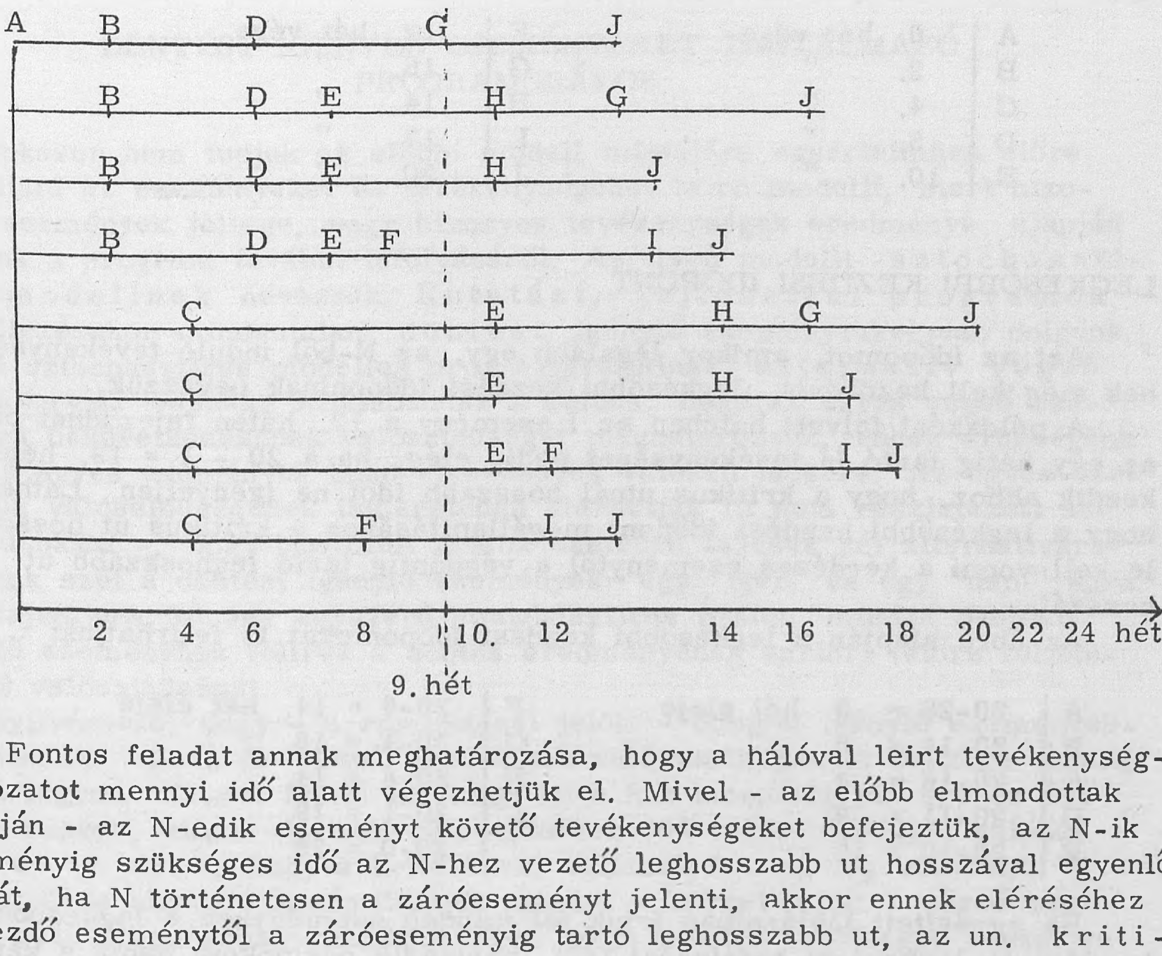
A bevezetőben megadott feladatra vonatkozóan most felvázolunk néhány eljárást, természetesen leegyszerüsitve. Először is felrajzoljuk a hálót az élekhez rendelt időtartamok feltüntetésével, amelyek az egyszerüség kedvéért reális nagyságrendü, de kerekitett számok (hétben vagy hónapban megadva).



A kiindulópont és a végpont közötti lehetséges utak a következők:

ABDGJ	2+3+3+4	= 12
ABDEHGJ	2+3+1+4+2+4	= 16
ABDEHJ	2+3+1+4+3	= 13
ABDEFIJ	2+3+1+2+5+1	= 14
ACEHGJ	2+6+4+2+4	= 20
ACEHJ	2+6+4+3	= 17
ACEFIJ	4+6+2+5+1	= 18
ACFIJ	4+3+5+1	= 13

A lehetséges utakat egy ábrán jelezve leolvashatjuk, hogy adott időegység folyamán mely tevékenységek folynak, ill. folyhatnak egymással párhuzamosan. Például a 9. hét végén az EH. CE. GJ. DH és FI tevékenységek folyhatnak egyidejüleg.



Fontos feladat annak meghatározása, hogy a hálóval leirt tevékenységsorozatot mennyi idő alatt végezhetjük el. Mivel - az előbb elmondottak alapján - az N-edik eseményt követő tevékenységeket befejeztük, az N-ik eseményig szükséges idő az N-hez vezető leghosszabb ut hosszával egyenlő. Tehát, ha N történetesen a záróeseményt jelenti, akkor ennek eléréséhez a kezdő eseménytől a záróeseményig tartó leghosszabb ut, az un. kritikus ut szükséges.

A kritikus ut meghatározására többféle manuális és gépi eljárást ismerünk, egyszerü példánkban ezek alkalmazása nem szükséges, a felirt lehetséges utak közül közvetlenül kiválaszthatjuk a leghosszabbat:

A-C-E-H-G-J = 4+6+4+2+4 = 20 hét.

Ha a kritikus uton a tevékenységek végrehajtásában késés következik be, akkor ez az egész feladat teljesitési idejét növeli. Egyes tevékenységek végrehajtásához viszont tartalék idő maradhat, ezek meghatározásához néhány jellemző paraméter nyujt segitséget. Közülük a két legfontosabb a legkorábbi befejezési időpont és a legkésőbbi kezdési időpont.

LEGKORÁBBI BEFEJEZÉSI IDŐPONT

Azt az időpontot, amikorra be lehet fejezni valamennyi, N-ben végződő tevékenységet, a legkorábbi befejezési időpontnak nevezzük. Ebből a meghatározásból következik, hogy az N-edik eseményre nézve a legkorábbi befejezési időpont a kezdőesemény és az N esemény közötti utak maximális hosszát jelenti. Az ábra segitségével leolvashatjuk minden eseményhez a legkorábbi befejezési időpont értékét.

A	0. hét vége	F	12. hét vége
B	2. "	G	16. "
C	4. "	H	14. "
D	5. "	I	17. "
E	10. "	J	20. "

LEGKÉSŐBBI KEZDÉSI IDŐPONT

Azt az időpontot, amikor legalább egy, az N-ből induló tevékenységnek meg kell kezdődnie, legkésőbbi kezdési időpontnak nevezzük.
A példaként felvett hálóban az I esemény a 17. héten fejeződhet be, az egy hétig tartó IJ tevékenységet pedig elég, ha a 20 - 1 = 19. héten kezdik ahhoz, hogy a kritikus utnál hosszabb időt ne igényeljen. Láthatjuk, hogy a legkésőbbi kezdési időpont megállapitásához a kritikus ut hosszából le kell vonni a kérdéses eseménytől a végpontig tartó leghosszabb ut hosszát.
Az ábra alapján a legkésőbbi kezdési időpontokat is felirhatjuk:

A	20-20 = 0. hét eleje	F	20-6 = 14. hét eleje
B	20-14 = 6. "	G	20-4 = 16. "
C	20-16 = 4. "	H	20-6 = 14. "
D	20-11 = 9. "	I	20-1 = 19. "
E	20-10 = 10. "	J	20-0 = 20. "

Ha egyesitett táblázatban irjuk fel minden eseményhez a legkésőbbi kezdési és legkorábbi befejezési időt, harmadik oszlopként pedig a kettő különbségét, akkor ez a harmadik oszlop adja meg számunkra az eseményekhez tartozó t a r t a l é k i d ő t.

Láthatjuk, hogy a kritikus uton (A - C - E - H - J) nincs tartalék idő, más utat választva viszont egyes tevékenységek számára lehet időtartalékot biztositani.

esemény	legkorábbi bef. idő	legkésőbbi kezdési idő	tartalék idő
A	0	0	0
B	2	6	4
C	4	4	0
D	5	9	4
E	10	10	0
F	12	14	2
G	16	16	0
H	14	14	0
I	17	19	2
J	20	20	0

DÖNTÉST IGÉNYLŐ ESEMÉNYEKET TARTALMAZÓ PROGRAMGRÁFOK

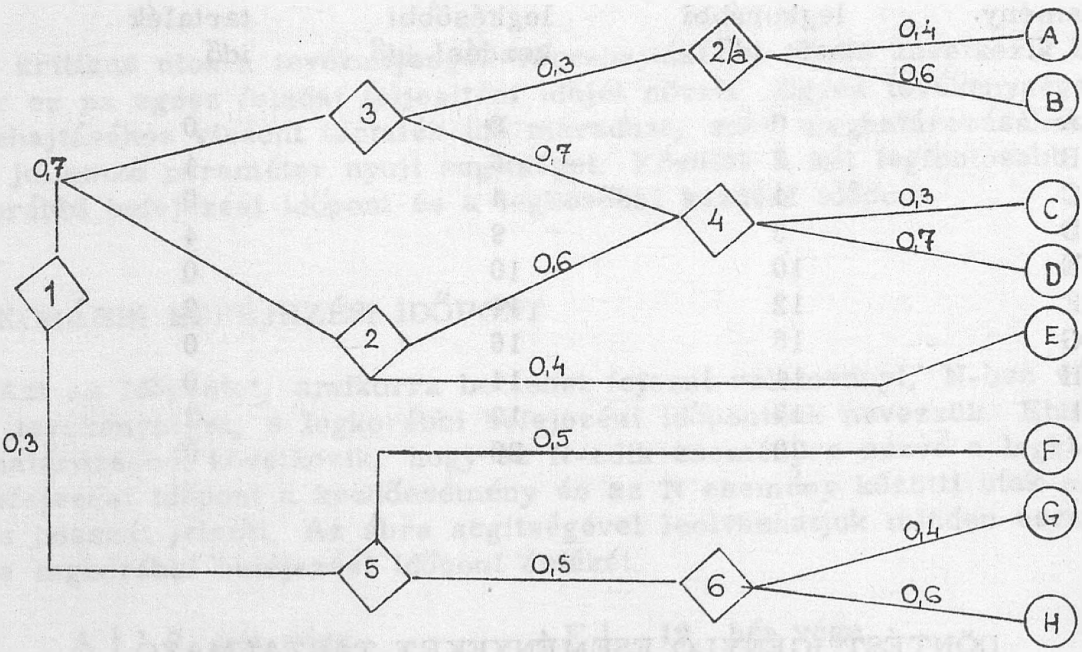
Sokszor nem tudjuk az előbbi modell mintájára egyértelmüen előre felállitani az eseményeket és tevékenységeket leiró modellt, mert bizonyos események jellege, vagy bizonyos tevékenységek eredménye alapján döntünk a program további lefolyásáról. Az ilyen modellt sztochasztikus modellnek nevezzük. Kutatási, fejlesztési programok modellezésekor minduntalan döntést igénylő eseményekkel van dolgunk.

A sztochasztikus modellek programgráfjainak alternativ végső eseményei vannak. Általában az a célunk, hogy az egyes végső események bekövetkezésének valószinüségét meghatározzuk, ehhez szükségünk van az egyes események bekövetkezésének valószinüségére. Az egyes események valószinüségének ismeretében elérhetjük itt nem részletezett átalakitásokkal -, hogy bonyolult gráfok esetében is csak két alternativára váljanak szét a döntést igénylő események: egy "igen" és egy "nem" ágra.

Rajzoljunk fel egy egyszerü sztochasztikus gráfot, minden döntést igénylő eseményhez felirva a döntés eredményének apriori (előre feltételezett) valószinüségét.

Nyilvánvaló, hogy - a rombusszal jelölt - döntést igénylő eseményekből kiinduló "igen" és "nem" események valószinüségeinek összege mindig 1 kell legyen. Ez azt fejezi ki, hogy ha a két lehetőség pl. 0,4 és 0,6 valószinüségü, akkor egyikük 40%, másikuk 60% valószinüséggel valósul meg, de az biztos, hogy a kettő közül valamelyik meg fog valósulni.

Az ábra alapján kiszámithatjuk minden - körrel jelölt - végső esemény bekövetkezésének valószinüségét. Nem minden lehetséges esetet veszünk figyelembe, hiszen egy konkrét feladat programjában sem adhatunk értelmet minden kombinatorikusan előállitható eseményláncnak.



Végső esemény	Valószinüség
A	0,4 x 0,3 x 0,7 = 0,084
B	0,6 x 0,3 x 0,7 = 0,126
C	0,7 x 0,3 x 0,7 x 0,6 = 0,0882
D	0,7 x 0,7 x 0,6 x 0,7 = 0,2058
E	0,7 x 0,4 = 0,28
F	0,5 x 0,3 = 0,15
G	0,4 x 0,5 x 0,3 = 0,06
H	0,3 x 0,5 x 0,6 = 0,09

A megszervezendő feladat szempontjából nagyon hasznos lehet, ha a végső eseményeket bekövetkezési valószinüségük szerint csoportositjuk. Példánkban D volt a legvalószinübb, G a legkevésbé valószinü végső esemény.

A végső események valószinüségeinek összevetésére a fizikából ill. az információelméletből Shannon formula néven ismert entrópiafüggvényt használhatjuk. Ez a függvény mérőszámot ad arra, hogy a végső események valószinüségei alapján mennyivel kedvezőbbek az ugyanarra a folyamatra vonatkozó programgráfok közül bizonyosak, mint mások.

Az entrópiafüggvény definiciója:

$$H = -\sum_{i=1}^{N} p_i \times {}^{2}\log p_i$$

ahol:

H az entrópia

p_i az i-edik végső esemény (vagy eseménykombináció) apriori eseményekből számitott valószinüsége

N a végső eseménykombinációk száma

$\overset{2}{\log}\, p_i$ p_i kettes alapu logaritmusa

A képletből, még mielőtt az előbbi példa számait behelyettesitenénk, a következőket olvashatjuk ki:

a felállitott kisérleti terv végrehajtása során általában annál több információt nyerünk - H annál nagyobb - minél bizonytalanabb a kimenetele, vagyis minél egyenletesebbek a program egyes végső eseménykombinációihoz tartozó valószinüségek. Például, ha két, 1/2 valószinüségü végső esemény között kell választanunk, akkor $H = 1$. A másik szélsőséges esetben, mikor 1 és 0 valószinüségü alternativáink vannak, akkor $H = 0$.

Rögzitsük N-et, a végső eseménykombinációk számát, akkor H értéke akkor maximális, ha az N darab végső esemény valószinüsége egymással egyenlő:

$$H_{max} = \overset{2}{\log}\, N$$

Egy rendszer relativ bizonytalanságát mérhetjük az

$$E = \frac{H}{H_{max}} \text{ hányadossal.}$$

Előbbi számszerü példánkból tehát:

$$H_{max} = \overset{2}{\log}\, 8 = 3$$

$$H = -\sum_{i=1}^{8} p_i \times \overset{2}{\log}\, p_i = 2,88$$

Ebből $E = \frac{2,88}{5} = 0,96$

Az E mutató értéke tehát 0 és 1 között mozoghat. Minél közelebb van 1-hez, annál nagyobb a rendszer bizonytalansága. A "nagy bizonytalanság" megfogalmazás azt jelenti, hogy a végső események valószinüségei közel egyenlők, tehát csak bizonytalan előrejelzést adhatunk arra, hogy közülük melyik következik be. Minél élesebb az eltérés a végső események számitott valószinüségei között, annál kisebb a rendszer bizonytalansága, annál kisebb az E értéke.

A döntést igénylő eseményekre vonatkozó számitási eljárást, amelyet felvázoltunk, egyszerü feladatok megoldására viszonylag ritkán alkalmazzák, összetettebb problémák esetén pedig a számitási munka olyan sok, hogy feltétlenül számitógépes feldolgozást kiván. Információs-dokumentációs szakterületen az ilyen eljárás alkalmazása csak kivételes esetben lehet gazdaságos.

Nem vonatkozik ez azonban a cikk első részében tárgyalt egyszerübb, határozott időtartamu, döntések nélküli folyamatok hálótervére, melyet igen könnyen, kézi munkával, - és minden matematika nélkül - elkészithetünk. A feladat hálószerü, grafikus szemléltetése még akkor is hasznos segitség lehet a végrehajtásban, ha a számitásokat nem végezzük el. A könyvtári, információs munkákra jellemző a több szakaszból álló összetettség, az ilyen tipusu munkáknak nagyon jól segitségére lehet a hálótervezés, ha elemi fokon végezzük is.

A könyvtárközi kölcsönzés tapasztalatai egy megyei könyvtárban

LENGYEL Gézáné - MAGDA András

A könyvtárközi kölcsönzés a könyvtárak központi szolgáltatásainak egyik fontos területe, a tájékoztatás és információ nélkülözhetetlen eszköze. Ennek révén jut el többnyire kellő időben és a tárolás helyétől függetlenül a keresett anyag, az eredeti szöveg a használóhoz. A könyvtárközi kölcsönzés ma már nemzetközi szolgáltatás. A "minden dokumentumot hozzáférhetővé kell tenni" elv fogalmazódik meg az 1963-as miniszteri utasitásban, s legfrissebben az Elnöki Tanács 1976. évi 15. sz. törvényerejü rendeletében.

A szolnoki "Verseghy Ferenc" Megyei Könyvtár közel másfél évtizede látja el az olvasók, kutatók, érdeklődők által támasztott igények könyvtárközi kölcsönzés utján való kielégitését. E dolgozat bevezetőjeként néhány megyei összesitő adatot közlünk az utóbbi évek kapott és adott állományegységeiről. Bár e számok csökkenő tendenciát mutatnak, nyilvánvaló, hogy ez a tény semmiképpen sem negativ jelenség, sokkal inkább a tanácsi könyvtári hálózat egyre javuló állománygyarapitási tevékenységének bizonyitéka.

Év	kapott könyvek	adott könyvek
1968	2399	1152
1969	3051	1717
1970	2495	1899
1971	2909	1369
1972	2794	1116
1973	2856	1286
1974	2441	1074
1975	2049	952