SZOLGÁLTATÁSI FOLYAMATOK LOGISZTIFIKÁLÁSÁNAK MATEMATIKAI MODELLJE
MATHEMATICAL MODELL OF THE LOGISTIFICATION OF SERVICE FLOWS

Dr. Gubán Ákos[1]-Dr. Kása Richárd[2]-Sándor Ágnes[3]
[1]tanszékvezető főiskolai tanár , BGF PSZK, 1149 Budapest, Buzogány utca 10-12., +36-1-4696692, guban.akos@pszfb.bgf.hu
[2]tudományos munkatárs, BGF PSZK, 1149 Budapest, Buzogány utca 10-12., +36-1- 469-6600/6792, kasa.richard@pszfb.bgf.hu
[2]tanszéki demonstrátor

ÖSSZEFOGLALÓ (10 PT NAGYBETŰS, DŐLT, FÉLKÖVÉR)
A cikkben a szolgáltatási folyamatok nem megfelelő működésének vizsgálatához mutatunk be egy matematikai modellt. A modell a feltárt folyamatokon áramló fluidumok vizsgálatára épül. A fluidum áramlás definiálásával alapot teremtünk egy a véges automatákon alapuló elemző eszköz kialakítására, mely segítségével fel tudjuk tárni az ekvivalens áramokat, és meg tudjuk határozni a rendszer hibásan működő folyamatait és csomópontjait. Bemutatjuk a kialakítandó modell alapfogalmait, megalapozzuk a fluidum áramlás elméleti alapjait. Mivel a fluidumáramok ekvivalenciája nagyon bonyolult olyan matematikai eszközt kell alkalmaznunk, amely a fluidumáramokat egyértelműen osztályozni fognak, így könnyedén ki lehet alakítani az új folyamatrendszert. Mindezekhez kapcsolódik egy szolgáltatást igénybevevők vizsgálata, mely az output halmaz meghatározásához nélkülözhetetlen.
(1 üres sor)
SUMMARY (10 PT NAGYBETŰS, DŐLT, FÉLKÖVÉR)
Az angol nyelvű összefoglalás szövege 10 pt, dőlt, maximum 12 soros.
(2 üres sor)

1. BEVEZETÉS

A szolgáltatási folyamatok elemzésének egy hatékony megoldása lehet, ha folyamatokat ugyan olyan aspektusból vizsgáljuk, mint a termelési logisztikai folyamatokat. Mivel a logisztikai folyamatok vizsgálatához –egzaktságuk miatt „könnyen" készíthető vizsgálati módszer esetleg módszertan ezért, ha a logisztikai folyamatokhoz kialakítjuk, akkor ez átmenthető szolgáltatási folyamatokra is. A műszaki-matematikai elemzések abban előnyösek, hogy nem azt vizsgálják, hogy a folyamat elemei mit csinálnak, részenként hogyan működnek, hanem elsősorban azt figyelik, hogy a teljes rendszer folyamatainak milyen az egymással való kapcsolata, hogyan működnek együtt. Valamint figyeli a folyamatokhoz kapcsolódó anyagok, bizonylatok, dokumentumok, alkatrészek, félkésztermékek, esetleg maguk az emberek, vagy más esetleg elvont elemek stb. milyen módon áramlanak. Ilyen típusú áramlások minden rendszer folyamataiban kimutathatók és megmutatják a rendszerfolyamatok szerkezetét. Mivel az anyagáramlás egyik legfontosabb kísérőfolyamata - de tekinthető elsődleges folyamatnak is - az információáramlása. Ez utóbbi annyiban tér el az anyagáramlástól, hogy azzal megegyező és fordított irányban is zajlik. Igen fontos ma már az ezekkel az anyagáramlási folyamatokkal egyidőben konkurensen zajló információáramlások. Ettől eltekintve a két áramlási folyamat szerkezete és modellje azonos. A cikkben többek között ezt szeretnénk megmutatni.
A vizsgálatainkhoz bevezetünk egy új fogalmat a logisztizálást.
Logisztizálás alatt bármely rendszer folyamatainak a folyamatok időbeli, térbeli kapcsolódó adatbeli változásait, valamint együttes hatékonyság, érzékenység és optimalitás szempontjából történő modellezését, és elemzését fogjuk érteni, a folyamatban áramló általánosított anyagot, információt, stb. fluidumnak fogjuk hívni.
A szöveg 12 pt, normál, sorkizárt. A *képletek* betűnagysága 10 pt, a *hivatkozásokat* a név után zárójelben (Kovács, 2011). A *táblázatok* címei a fejléc felett középre igazítva, az *ábrák* címei az ábra alatt középen legyenek (a táblázatokra, ábrákra a szövegben hivatkozni kell). A táblázat, az ábra címe, a táblázat szövege és a forrás neve 10 pt. legyen.

2. LOGISZTIZÁLÁS

A logisztizálást - a fenti meghatározásnak megfelelően - modellezési és elemzési eszközként fogjuk a szolgáltatási és más a gazdaságban előforduló folyamatok vizsgálatához felhasználni. Mivel rendszerekben gondolkodunk, ezért első lépésben a rendszerhatárokat jelöljük ki. Az így meghatározott elemzési rendszerben keressük meg a folyamatokat és ezeket fogjuk logisztizálni. A szolgáltatási-, termelési folyamatok nem statikusak ezért a fluidumáramlás lesz a számunkra érdekes kérdés. A rendszerben feltárt folyamatokat áramlási szempontból vizsgáljuk, majd megkeressük, mely folyamatoknak mik lesznek a kezdeti - azaz áramlás szempontjából bemeneti -, és záró azaz kimeneti pontjai, hol lesznek a folyamatokban más folyamatokhoz kapcsolódások, milyen típusúak a kapcsolódási pontok. A rendszerben csak véges sok folyamat szerepelhet, ellenkező esetben – amennyiben lehetséges – ki kell választani a vizsgálat szempontjából legjelentősebb véges számú folyamatot. (Gazdasági rendszerek esetében ez nem okoz nagy problémát.)
Az ilyen típusú elemezés eredményeként kapott modellről már lecsupaszíthatók a gazdasági környezet által szolgáltatott zavaró és elemzési szempontból felesleges elemek.
A továbbiakhoz meg kell határozni a rendszer azon paraméterhalmazait, amelyeket a modellben fel kívánunk használni.

Legyen $n \in N^+$ a rendszerben feltárt folyamatok száma, valamint $P_i\ (0 < i \le n)$ a rendszerben egy folyamat, jelölje:
D: a rendszerben áramló a fenti értelemben általánosított fluidumok véges halmaza; amennyiben a fluidum egy időpontban a P_i folyamathoz tartozik, akkor $d \in D$ esetén $d \uparrow P_i$ jelöléssel élünk.
τ: a rendszerben előforduló fluidumok típushalmaza, azaz az a szerep, amelyet az adott vizsgálati pontban betölt, például lehet a bizonylat egy folyamat bementén bizonylat, a lehet egy adott csatlakozási ponton adat, egy döntéshozatali helyen információ, de lehet várakozási elem is. A típus halmaznak vannak általános elemei, de vannak rendszer és folyamat alrendszer specifikus elemei is.
Továbbá jelölje
$[t_s; t_f]$: a rendszervizsgálati időintervallumot.
$R[r_{ij}]$: mátrix mutatja, hogy a P_j folyamat valamilyen módon fluidumot szolgáltat a P_j folyamat $(0 < i, j \le n)$ számára $r_{ij} := \{((d;T) | d \in D; T \in \tau)\}$ a "fluidumkapcsolat" halmaza lesz. (Nyilvánvaló, hogy a mátrix nem szimmetrikus.)

Fontos meghatározni a folyamatok bemeneteit, kapcsolódási pontjait, valamint kimeneteit áramlási szempontból fontos jellemzőit.
$I(P_i) = \{(d;T;t) | d \in D; T \in \tau; t \in [t_s; t_f]\}$: egy folyamat (alfolyamat) bemeneti fluidumjellemző halmazt, amelyben a bemeneti fluidum, a típusa és a bementen megjelenés időpontja szerepel, az idő lehet részidőintervallum is. (Az idő relatív is lehet, amennyiben a folyamatindulásához viszonyítunk, illetve alkalmazzuk a $(d;T;t) \uparrow P_i$ jelölést.)

$O(P_i) = \{(d;T;t) | d \in D; T \in \tau; t \in [t_s; t_f]\}$: egy folyamat (alfolyamat) kimenetei fluidumjellemző halmazt, amelyben a kimeneti fluidum, a típusa és a kimeneten megjelenés időpontja szerepel, az idő lehet részidőintervallum is.
c_{ij}: a $P_i\ (0 < i \le n)$ folyamat *j*-edik kapcsolódási pontja (egy kitüntetett pont).
$\hat{C}(c_{ij}) = \{(d;T;t) | d \in D; T \in \tau; t \in [t_s; t_f]\}$: egy folyamat *j*-edik kapcsolódási pontjának fluidumjellemző halmaza, amelyben az fluidum, a típusa és a megjelenés időpontja szerepel, az idő lehet részidőintervallum is. Itt olyan speciális fluidum is lehet, mint pl.: 'várakoztatás … ideig', 'csatlakozás várakozás nélkül', stb.

$(T_i;T_j)_d$: *d* fluidum transzformációja, transzformáció történhet magán a folyamaton, de történhet csomópontban is. T_d a *d* fluidum lehetséges típushalmazát jelenti. $(0 < i; j \leq |T_d|)$. (A továbbiakban a transzformációkat egyszerűség kedvéért $\hat{T}$ jelöljük, valamint $\hat{\emptyset}$ az üres transzformációt jelenti, azaz, ha nem történ típusváltás.)
Ezek segítségével, már lehetőségünk nyílik a folyamatok elemzésére.

2.1. Fluidum áramlása

Fluidum áramlása áramlási szempontból két csoportra osztható, csomóponti áramlás, folytonos áramlás. A csomópontos áramlás esetén a fluidum transzformáció csak a csomóponton érzékelhető és fejti ki hatását, folytonos esetben a transzformáció hatása a folyamat bármely pontján hatást fejthet ki. A vizsgálataink szempontjából – mivel szolgáltatási folyamatok szimulációját szeretnénk elvégezni, ezért számunkra a csomópontos áramlás lesz a fontos, és ezt tekintjük át.
Legyen *d*∈*D* egy fluidum, valamint legyen P_0 a fluidum vizsgálatának kezdeti időpontjában (t_0) az a folyamat, amelyben, vagy amelynek bemenetén megjelenik a fluidum, és legyen a fluidum kezdeti típusa T_0. Így

$$(d, T_0, t_0) \in P_0 \cup I(P_0).$$

A fluidum áramlása a $[t_s; t_f]$ időintervallumban a következő módon írható le:

$$F(d)_{[t_s;t_f]} = (\hat{T}_0; (c_{i_0 j_0}; t_{s0}; t_{o0}); \hat{T}_1; (c_{i_1 j_1}; t_{s1}; t_{o1}); \dots; \hat{T}_m; (c_{i_m j_m}; t_{sm}; t_{om}); \hat{T}_{m+1})$$

sorozat, ahol

$$\hat{T}_l \in \{(T_i;T_j)_d\} \cup \{\hat{\emptyset}\}; l = 1; \dots; m+1$$

és
$(c_{i_l j_l}; t_{sl}; t_{ol}); l = 1; \dots; m+1; c_{i_l j_l}$ kapcsolódási pont; $t_{sl} \leq t_{ol} \in [t_s; t_f]$] valamint $t_{ol} \leq t_{sl+1}$.
A t_{sl} a csomóponthoz érkezés időpontja, t_{ol} a csomópont elhagyás időpontja. A teljes fluidum áramlás időtartama a $[t_s; t_f]$] időintervallumban $[t_{s0}; t_{om}]$.
Megjegyzés:
A $\tilde{C}(F) = (c_{i_0 j_0}; c_{i_1 j_1}; \dots; c_{i_m j_m})$ sorozatban, egy csomópont akár többször is szerepelhet, egyetlen egy megkötés van, a csomópontok sorozata véges.
Homogén a fluidum-áramlás, ha $F(d)_{[t_s;t_f]}$ fluidum áramlás és $\hat{T}_l = \hat{\emptyset}; l = 1; \dots; m+1$.
A fenti modell akkor jó, ha a fluidumokat egységnyi „mennyiségűnek” tekintjük és az áramló fluidum minden esetben ennek természetes számú többszöröse. Könnyen belátható a modell nem használható az információáramlás vizsgálatához, mivel az információ mennyisége tetszőleges pozitív valós számú többszöröse lehet. Emiatt bevezetjük a fluidum súlyfüggvényt. Mivel ez az érték a folyamaton haladva változhat ezért ezt is beépíthetjük a transzformációba.
Legyen $(T_i;T_j)_d$ típus-transzformáció. Valamint legyen $w(T): T \in \tau$ súlyfüggvény, mely fluidum-típushoz rendelt és még a nem negativitás sem megkötés. mivel a negatív fluidumsúly jelenthet egy ellentétes áramlást is.
Ekkor egy transzformáció:

$$\hat{T}_{ij} = ((T_i; w_i); (T_j; w_j))_d$$

ahol a súlyok a fluidum aktuális típusához tartózó értékek. Ez a megoldás anyag esetén mennyiségi és minőségi változást is megenged egy fluidumon. Mivel a típus halmaz, tartalmazhat diszkrét és folytonos típusokat – a definíció nem tartalmaz megkötéseket) így egy azon módon kezelhető egy diszkrét anyagáramlás, egy információ áramlás figyelembe véve, hogy az információ mennyiségének mértéke is változhat, hasonlóan, mint az anyag esetében egy megmunkálás során. Hasonlóan Kezelhető lesz egy szolgáltatás hatásának vizsgálata, ahol érzékenységvizsgálat maga is egy fluidum-áramlási folyamat lesz.
A kibővített csomópontos fluidum-áramlás a $[t_s; t_f]$ időintervallumban a következő módon módosul:

$$F(d)_{[t_s;t_f]} = (\hat{T}_0; (c_{i_0 j_0}; t_{s0}; t_{o0}); \hat{T}_1; (c_{i_1 j_1}; t_{s1}; t_{o1}); \ldots; \hat{T}_m; (c_{i_m j_m}; t_{sm}; t_{om}); \hat{T}_{m+1})$$

sorozat, ahol

$$\hat{T}_l \in \left\{ \left((T_i; w_i); (T_j; w_j) \right)_d \right\} \cup \{\hat{o}\}; l = 1; \ldots; m+1$$

és
$((c_{i_l j_l}; t_l): l = 1; \ldots; m+1; c_{i_l j_l}$ kapcsolódási pont; $t_l \in [t_s; t_f]$
A fenti fluidum áramlás a rendszerben feltárt folyamatokhoz újabb a fluidumhoz köthető áramlási folyamatok tárhatók fel. ezek sokkal informatívabb folyamatok lesznek, mint a kezdeti folyamataink.
Legyen két áramlási folyamat $F_1 = F(d_1)_{[t_{s1}; t_{f1}]}; F_2 = F(d_2)_{[t_{s2}; t_{f2}]}$ azt mondjuk, hogy az $F_1 \leq F_2$ azaz F_1 részfolyamata az F_2-nek, ha $[t_{s1}; t_{f1}] \subseteq [t_{s2}; t_{f2}]$ és $\check{C}(F_1) \subset \check{C}(F_2)$ azaz részsorozata. Ez a meghatározás finomítható, ha sorozat tartalmazásban nem várjuk el, hogy teljes sorozat része legyen az másik sorozatnak. $\left(\check{C}(F_1) \subseteq \check{C}(F_2)\right)$.

2.1. Áramlások ekvivalenciája

Egy nagyon fontos és nehéz feladat annak meghatározása mely folyamatok tekinthetők ekvivalensnek. A bonyolultságot az is fokozza, hogy az áramlások eltérő fluidumokat áramoltatnak és esetleg kismértékben eltérő csomóponthalmazon. természetesen eltérés lehet a csomópontok közötti láncokban is, a kérdés az, vajon mely áramlások azok, amelyek még közel azonosnak tekinthetők.
A megoldásban a véges automaták elméletét használjuk fel.
Ebben a cikkben csupán a gondolatmenet vázát mutatjuk, a későbbi kutatások feladata a pontos matematikai modell megalkotása.

1. lépés

Minden feltárt folyamatot meghatározunk a csomópontjaival és a csomóponthoz köthető fluidum halmazzal.

2. lépés

Meghatározzuk a szolgáltatást igénybe vevők igényhalmazát. (ennek a halmaznak a meghatározása a kutatási projektünk egy másik alcsoportjának a feladata, a igénybevevők halmazának szegmentálásával együtt.)

3. lépés

A rendszerbe inputként belépő fluidumokon keresztül meghatározzuk a fluidum áramlásokat. Úgy, hogy a vizsgáljuk az igényhalmaz mely elemére mutatnak outputként.

4. lépés

Minden feltárt folyamathoz készítünk egy véges automatát, amelynek állapotváltozásait a csomópontokban definiált transzformációk fognak szimbolizálni.

5. lépés

A fluidumok áramlását a definíciós gráfon végigvezetve megkapjuk a feltárt folyamatokat reprezentáló automaták közötti kapcsolatokat (átmeneteket).

6. lépés

Az így kapott automata rendszerből generálunk annyi új véges automatát, amelyben az állapotok száma optimális és számuk nem haladja meg az előre definiált folyamatszámot.

A továbbiakban két fluidum áramlást ekvivalensnek fogunk nevezni, ha ugyanazon az automatán lehet megvalósítani.

3. EREDMÉNYEK

A cikkben sikerült a fluidumáramláshoz kapcsolódó alapfogalmak definiálni és a logisztikában használatos eszközöket beépíteni. megadtunk egy nagyvonalú eljárást, melynek segítségével, könnyedén meghatározható egy szolgáltatási rendszer azon csomópontjai, amelyek a fluidumok áramlása szempontjából „magas sűrűséggel" rendelkeznek, azaz ahol a folyamatok nem megfelelően működnek. Az automataelméleti modell segítségével kialakítható az új folyamatrendszer, melyek alapját a fluidum áramlások csoportjai, azaz a őket definiáló automaták adnak.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A cikkben vázolt automata elméleti modell megalkotása a következő fontos feladat. Ezáltal sikerül meghatározni azokat az automatákat, melyek egy ekvivalencia reláción keresztül meghatározza a folyamatcsoportokat. Azaz nem lesz olyan fluidum áramlás, mely két automatához tartozna. Ilyen előfordulása esetén, valamelyik automata nem lenne optimális, azaz a feladatunkat nem megfelelő módon készítettük el. A kialakított automatákra már elkészíthető egy szimulációs modell, mely segítségével feltérképezhető a nem megfelelően működő szolgáltatási folyamatok nem megfelelően működő csomópontjai, szűkkeresztmetszetei.

5. IRODALOMJEGYZÉK

1. Szerző (év): Periodika címe, xxx. évf. xxx. sz. pp. xx-xx.
2. Szerző (év): Könyv címe, kiadó, hely
3. Számozva, folyamatosan
4. www hivatkozások a végén legyenek