



Egy hibrid automata kétrétegű háló modellje

Bánkuti Gy., Csukás B.

Kaposvári Egyetem, Matematika és Informatikai Intézet, Kaposvár, 7400 Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatunkban egy háromtermékes szakaszos feldolgozási probléma kétrétegű háló modell alapú szimulációs vizsgálatával foglalkozunk. A feladat és a kétrétegű háló modell, valamint a javasolt fuzzy értékelési mechanizmus részletes ismertetése után bemutatunk néhány reprezentatív szimulációs eredményt. Eredményeink egyeznek az együttműködő partnerünk által a probléma matematikai vizsgálatánál tapasztaltakkal, azaz a megoldások kezdeti tranzien szaksz után periódusossá válnak.
(Kulcsszavak: szimuláció, generikus kétrétegű háló, fuzzy logika, genetikus algoritmus, hibrid automata)

ABSTRACT

Generic bi-layered net model of a hybrid automation

Gy. Bánkuti, B. Csukás

University of Kaposvár, Institute of Mathematics and Information Technology, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor u. 40.

This paper describes an actual solution of the Single Switched Server problem, as well as suggests a methodology for a new representation of the hybrid automata. The solution is based on the idea of Direct Computer Mapping and on the new conceptual modeling methodology called Generic, Bi-layered Net (GBN) approach. It is a novel framework for process simulation, as well as an adequate software technology that makes possible the common implementation of the hybrid (discrete & continuous) models. The very simple example for a Switched Server System illustrates how we can describe a "hybrid automaton" with this tool. Actually, the choice between the three possible products is controlled by the fuzzy evaluation functions, associated with the various storage volumes. The results show that the given system evolves into a periodic solution that is in good agreement with the other published approaches.

(Keywords: simulation, generic bi-layered net, fuzzy logic, genetic algorithm, hybrid automation)

BEVEZETÉS

A generikus kétrétegű háló reprezentáción alapuló modellezést sokféle feladat szimulációs leírására alkalmazhatjuk. A közelmúltban született publikációinkban összefoglaltuk a módszer alapjait és felhasználási lehetőségeit Csukás és Bánkuti, 2003 valamint (Bánkuti, 2003). Ezek áttanulmányozása elegendő ismeretet nyújt a jelen dolgozat megértéséhez. A módszer alkalmas mind megmaradási, (fizikai) mind információs feladatok modellezésére, illetve olyan folyamatok leírására is melyekben mindkét típus egyszerre van jelen. Ilyen típusú feladattal foglalkozik dolgozatunk is,

melyben a módszer elvi alapjainak részletezése nélkül egy diszkrét/folytonos, megmaradási/információs feladat szimulációs modellezését kívánjuk bemutatni.

PÉLDA ÉS MÓDSZER

Feladatunk egy egyszerű többtermékes szakaszos feldolgozás probléma.

Egy szakaszos gyártási folyamatot megvalósító üzemben egy gép háromtípusú „anyagot” (A,B,C) dolgoz fel, minden anyag egyedi feldolgozásra kerül (1. ábra).

Eredeti példa Perkins és társaitól (1989) származik, melynek hibrid automata reprezentációját matematikai modellel együttműködő partnereink Agarwal és társai (2002) vizsgálták.

1. ábra

Egyszerű többtermékes szakaszos feldolgozás probléma

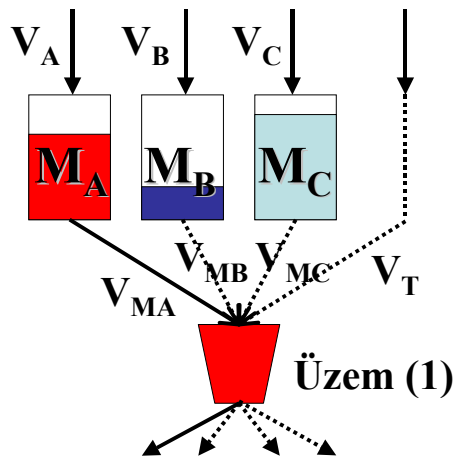


Figure 1: Single Server Switch Problem

Process(1)

A feldolgozás adott, tetszőleges kezdeti mennyiségekkel (M_{A0} , M_{B0} , M_{C0}) indul. Minden anyagnak saját, állandó betáplálási (v_A , v_B , v_C) és feldolgozási (v_{MA} , v_{MB} , v_{MC}) sebessége van. A gép tisztítására egyes feldolgozások után, átállás során a gyártott terméktől függő tisztítási időre (T_{SA} , T_{SB} , T_{SC}) van szükség. A folyamat azon termék gyártásával kezd melynek a mennyisége a legnagyobb – ha ez már egy minimális szintet elér. Ezen termék feldolgozását akkor hagyja abba a rendszer ha ennek szintje a betápláló tartályban egy adott minimális szint alá csökken. Ekkor, az adott termék milyenségétől függő időt igénylő tartálytisztítás után a rendszer ismét választás előtt áll. Szabályunk szerint ismételtlen a legmagasabb szinten lévő tartályból kezdi meg a gyártást. A folyamatos betáplálást a tartálytúlsordulás elkerülése miatt egy automatika leállítja ha a tartály szint meghalad egy adott felső szintet.

Feladatunk egy hibrid (absztrakt/folytonos) automata problémának tekinthető – mivel folytonos függvények által leírt állapotok váltanak át más típusú rendszerekké a folytonos függvények bizonyos értékei esetén.

Dolgozatunkban ezen szakaszosan változó folyamat kétrétegű háló modell alapú szimulációjával foglalkozunk. A példa általunk használt kétrétegű háló reprezentációja a 2. ábrán látható.

2. ábra

Generikus kétrétegű háló reprezentáció

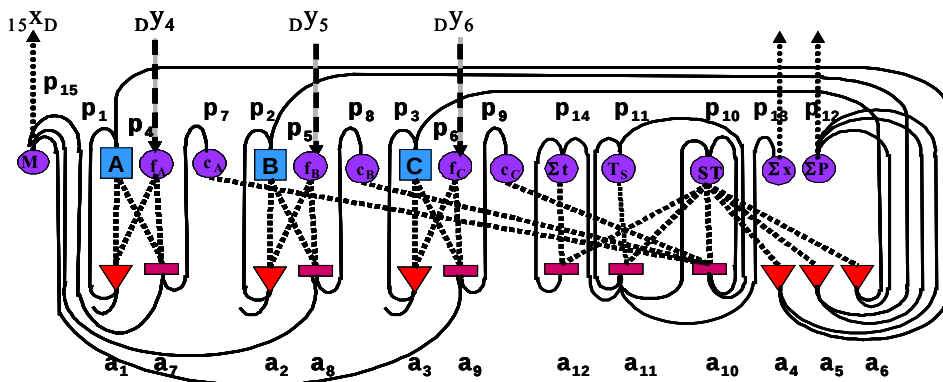


Figure 2: Generic Bi-layered Net Representation

A vizsgált modell passzív elemei a következők:

p_1 =az A jelű anyagot tartalmazó tartály;

p_2 =a B jelű anyagot tartalmazó tartály;

p_3 =a C jelű anyagot tartalmazó tartály;

p_4 =az A jelű anyagot tartalmazó tartály szintjének értékelését meghatározó trapezoidális fuzzy szám ($f(\text{Min}, \text{LN}, \text{LP}, \text{UP}, \text{UN}, \text{Max})$), a felső tervezési (irányítási) szintről módosítható paraméter;

p_5 =a B jelű anyagot tartalmazó tartály szintjének értékelését meghatározó trapezoidális fuzzy szám ($f(\text{Min}, \text{LN}, \text{LP}, \text{UP}, \text{UN}, \text{Max})$), a felső tervezési (irányítási) szintről módosítható paraméter;

p_6 =a C jelű anyagot tartalmazó tartály szintjének értékelését meghatározó trapezoidális fuzzy szám, $f(\text{Min}, \text{LN}, \text{LP}, \text{UP}, \text{UN}, \text{Max})$, a felső tervezési (irányítási) szintről módosítható paraméter; ahol:

Min: a fizikailag lehetséges minimális szint,

LN: az alsó negatív szint,

LP: az alsó pozitív szint,

UP: a felső pozitív szint,

UN: a felső negatív szint,

Max: a fizikailag lehetséges maximális szint.

A trapezoidális fuzzy megítéléseket (kevés, normál, sok) a 3. ábrán ennek látható módon transzformált alakját pedig a 4. ábrán szemléltetjük. Transzformációnk azért hasznos,

mert így egyetlen függvénnyel leírható a megítélés, ezáltal egyszerű nagyságrendi összehasonlítással el tudjuk dönteni mely anyag feldolgozásával folytatódjon a gyártás.

(Min,LP] tartományba jelen szabályzó mechanizmus mellett csak indításkor kerülhet a rendszer – mert folyamatos üzemben a gyártást már e fölött leállítjuk így ennyire nem csökkenhet le a szint. Ennek megfelelően az (LN,LP] tartományba eső megítélés értéknél az adott anyag gyártását megszünteti a rendszer és a státusz tisztításra vált. Az (LP,UP) tartományban megfelelő a szint - ekkor változatlanul folytatódik a betáplálás illetve a gyártás. [UP,UN) tartományokba eső megítélés értéket főként a következő gyártandó anyag kiválasztásához használjuk - de a fentieknek megfelelően erre a megítélő függvény bármely része alkalmas. Amely anyagnál a megítélő függvény a legnagyobb azzal folytatódik a gyártás. Az [UP,Max) tartománybeli értéknél a szabályzó mechanizmus leállítja a betáplálást.

3. ábra

A sok, normál, kevés megítélés fuzzy tagságfüggvényei

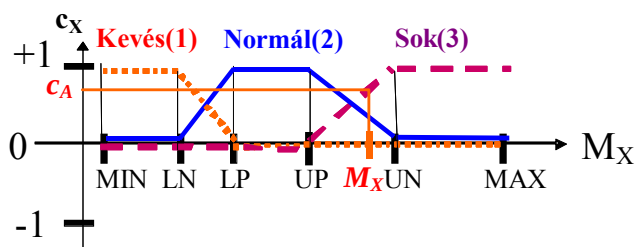


Figure 3: Fuzzy member functions of much, medium and few

Few(1), Medium(2), Much(3)

4. ábra

Transzformált fuzzy megítélő függvény

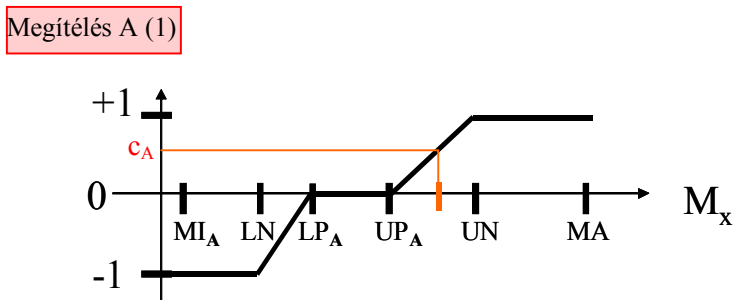


Figure 4: Transformed fuzzy evaluation

Evaluation of A(1)

- P_7 = az A jelű anyagot tartalmazó tartály megítélés értéke c_A ;
 P_8 = a B jelű anyagot tartalmazó tartály megítélés értéke c_B ;
 P_9 = a C jelű anyagot tartalmazó tartály megítélés értéke c_C ;
 P_{10} = a feldolgozó rendszer pillanatnyi státusa;
 P_{11} = az aktuális (soron következő) átállási (tisztítási, setup) idő;
 P_{12} = az előállított termékek teljes mennyisége, a felső tervezési (irányítási) szintre továbbítandó értékelő paraméter (ezt reprezentálja a szaggatott nyíl) ;
 P_{13} = az átállásnál tisztításra felhasznált segédanyag összes mennyisége, a felső tervezési (irányítási) szintre továbbítandó értékelő paraméter;
 P_{14} = a kieső idő összege, egy a felső tervezési (irányítási) szintre továbbítandó lehetséges további értékelő paraméter (pillanatnyilag nem használjuk);
 P_{15} = a nyersanyag tartályok időben kumulálva átlagolt szintje, a felső tervezési (irányítási) szintre továbbítandó értékelő paraméter.

A vizsgált modell aktív elemei a következők:

- a_1 = az A jelű anyagot tartalmazó tartály töltése (az előírt v_A sebességgel);
 a_2 = a B jelű anyagot tartalmazó tartály töltése (előírt v_B sebességgel);
 a_3 = a C jelű anyagot tartalmazó tartály töltése (előírt v_C sebességgel);
 a_4 = az A jelű anyagot tartalmazó tartály üritése (az előírt v_{MA} feldolgozási sebességgel);
 a_5 = a B jelű anyagot tartalmazó tartály üritése (az előírt v_{MB} feldolgozási sebességgel);
 a_6 = a C jelű anyagot tartalmazó tartály üritése (az előírt v_{MC} feldolgozási sebességgel);
 a_7 = az A jelű anyagot tartalmazó tartály minősítése (a pillanatnyi szint összevetése az elvárásokkal, valamint a megfelelő átállási idő közlése);
 a_8 = a B jelű anyagot tartalmazó tartály minősítése (a pillanatnyi szint összevetése az elvárásokkal, valamint a megfelelő átállási idő közlése);
 a_9 = a C jelű anyagot tartalmazó tartály minősítése (a pillanatnyi szint összevetése az elvárásokkal, valamint a megfelelő átállási idő közlése);
 a_{10} = a döntő szabály, amely az egyes tartályok értékelése (és a kapcsolódó átállási idő), valamint a feldolgozás pillanatnyi státusa ismeretében dönt a státusz szükség szerinti módosításáról és az ennek megfelelő átállási időről;
 a_{11} = az átállás végrehajtó szabály, amely szükség szerint elindítja, illetve leállítja az átállást;
 a_{12} = a várakoztató szabály, amely akkor működik és méri az időt, amikor sem feldolgozásra, sem átállásra nincs lehetőség.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A módszerrel kapott szimulációs eredményeket a 5., 6., 7. ábrán mutatjuk be.

A tartályszintek időbeli változását mutató grafikonon (5. ábra) láthatóan a gyártás minden előre adott kényszerítő feltétel nélkül is rövid indulási szakasz után periódikusan váltakozva folytatódik. Ez megegyezik az együttműködő partnerünk *Agarwal és társai* (2002) által a probléma matematikai leírásánál kapott eredményekkel. Természetesen a periódus nagysága függ a betáplálási és a gyártási sebességektől, ezek arányától. A grafikonon ábrázolt példa az alábbi gyártási paraméterekkel készült. A betáplálási sebességek: $v_A=20$, $v_B=30$, $v_C=40$ [kg/perc], a feldolgozási sebességek: $v_{MA}=70$, $v_{MB}=80$, $v_{MC}=90$ [kg/perc] a tisztítási idők pedig: $T_{SA}=4$, $T_{SB}=3$, $T_{SC}=2$ [perc].

Szimulációs programunk által számított eredményekből a termelt mennyiségek időbeli növekedését is ábrázolhatjuk grafikonon (6. ábra). Ebben a periodicitás ugyan kevésbé jól követhető, de a szakaszos gyártás – tisztítás itt is megfigyelhető.

5. ábra

A tartályszintek időbeli változása

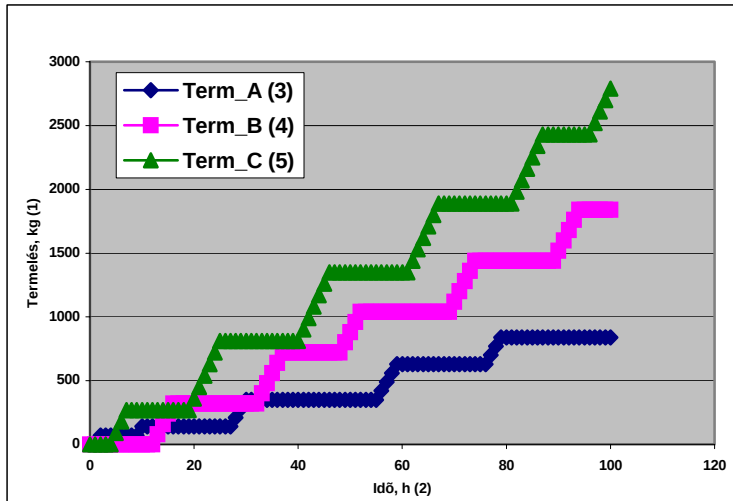


Figure 5: Changes in the storage level

Production (kg)(1), Time (h)(2), Production of A, B, C,(3, 4, 5)

6. ábra

A termelt mennyiségek

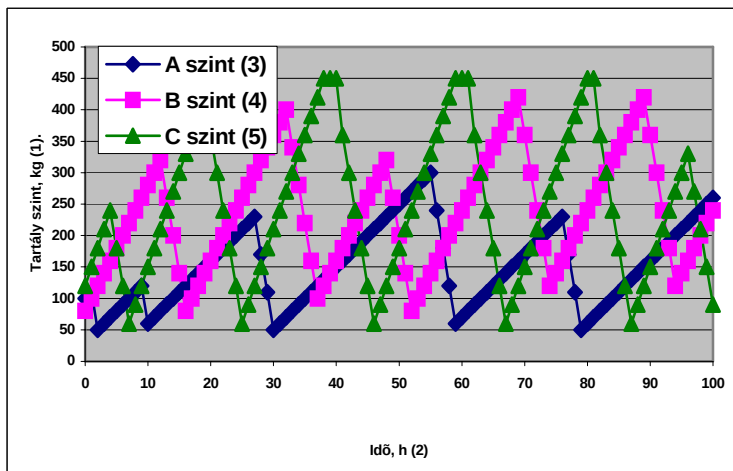


Figure 6: The processed products

Storage level (kg)(1), Time (h)(2), Level of A, B, C(3, 4, 5)

A túl gyakori váltások, rezonancia elkerülése miatt, valamint demonstrálandó, hogy módszerünk alkalmas ezen módszer beépítésére is a tartálysintek megítélését fuzzy értékelésekkel írjuk le.

Az értékelő fuzzy függvényünk időbeli változása nyomon követhető modellünkben (7. ábra). Ezen grafikon és a gyártott mennyiség, valamint a tartálysintek fedésbe hozásával érzékelhető megítélésünk fuzzy jellege, és paramétereit változtatásának hatása.

7. ábra

A fuzzy megítélő függvény időbeli változása

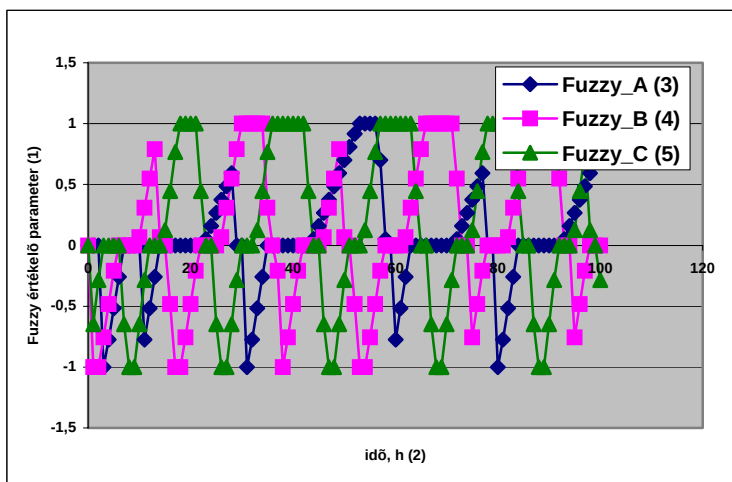


Figure 7: Temporal change of the fuzzy evaluation

Fuzzy evaluation parameter(1), Time (h)(1), Fuzzy evaluation of A, B, C,(3, 4, 5)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munka a T 037-297 számú OTKA pályázat támogatásával készült. A szimulációs vizsgálatokban történő közreműködésért köszönet Gudlin György kollégáknak.

IRODALOM

- Csukás, B., Bánkuti, Gy. (2003). Direct Computer Mapping of Process Models. Proceedings, Foundations of Computer Assisted Process Operations, I.E. Grossmann and C. McDonald, eds., AIChE INFORMS, 577-581.
- Bánkuti, Gy. (2003). Generikus kétrétegű háló modell alapú szimuláció. Főiskolák Fizika, Matematika és Számítástechnika Oktatóinak XXI. Országos Tanácskozása. Székesfehérvár, 2003. augusztus 27-29. (www.konferencia.kodolanyi.hu)
- Perkins, R., and Kumar, P.R. (1989). Stable, distributed, real-time scheduling of flexible manufacturing assembly disassembly systems. IEEE Transactions on Automatic Control, 34. 139-148.

Agarwal, A., Ydstie, B.E., Grossmann, I. (2002). Stability, Performance and Control of Switched Systems. Annual Meeting of Center of Computer Aided Process Design, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bánkuti Gyöngyi

Kaposvári Egyetem, Matematika és Informatikai Intézet

7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

University of Kaposvár, Institute of Mathematics and Information Technology

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

Tel: 36-82-526-346, Fax: 36-82-526-346

e-mail: bankuti@mail.atk.u-kaposvar.hu