

BELÉPÉSI PONTOK MEGHATÁROZÁSA MARKOVI MODELLEL, NAGY LÉTSZÁMÚ ÜZEMEK BIOMETRIKUS BELÉPTETÉSÉNÉL

DETERMINATION OF ACCESS POINTS WITH THE MARKOV MODEL FOR BIOMETRIC ACCESS CONTROL IN LARGE HEADCOUNT PLANTS

OTTI CSABA

(ORCID: 0000-0002-9266-639X)

otti.csaba@bgk.uni-obuda.hu

Absztrakt

A beléptető rendszerek méretezése jellemzően a menekülési útvonalakra vonatkozó életvédelmi szempontok szerint történik. Nagy létszámú beléptetési helyeken az ezen túlmutató biztonsági és üzleti igények miatt sokszor felmerül a biometrikus azonosítás igénye. A biometrikus rendszerek működése valószínűségi változókkal jellemezhető, amely jelentősen képes befolyásolni a beléptési folyamatot.

Matematikai szempontból a beléptetés egy diszkrét állapotterű, emlékezet nélküli sztochasztikus folyamat, így az Markov láncsal írható le.

Jelen tanulmány bemutatja a beléptető rendszerek folyamatmodelljét, valamint számítási eljárásokat ad meg a tervezéshez amellyel biztosítható a bevezetési projekt sikeressége.

Kulcsszavak: beléptetés, beléptető rendszer, biometria, sorbanállás, markov lánc

Abstract

The scaling of access control systems is usually done with respect only to the life protection rules pertaining escape routes. However, in the case of access points with a large traffic, further business and security requirements point towards biometric identification. Operation of such systems can be characterised by probability variables that can affect the access procedure significantly.

From a mathematical standpoint, access control is a discrete state space stochastic process without a memory and thus can be described with a Markov chain.

This study will first demonstrate the process model of access control systems and then provide calculation processes to aid the design of such systems which can ensure the success of their introduction.

Keywords: access control, access control system, biometrics, queuing, Markov chain.

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.04.11.

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.05.16.

BEVEZETÉS

A beléptető rendszerek biztonsági felhasználása természetessé vált a vállalati alkalmazásokban. Általában különösebb megfontolást és méretezést [1, p. 59§ (8)] – a menekülési útvonalakon szükséges előírásokon túlmenően - nem igényelnek ezek a rendszerek. Problémák ott merülnek fel ahol vagy hosszadalmas a beléptetési procedúra az objektum biztonsági fokozata miatt (fémkereső kapu, csomagátvizsgálás) vagy nagy létszám érkezik rövid idő alatt¹. A belépési folyamat egyes lépései jól azonosíthatók és becsülhető az időtartamuk, azonban biometrikus beléptetés esetén valószínűségi változóval leírható [2, p. 69] tevékenységet viszünk a rendszerbe, mely működési bizonytalansága komoly kockázatot jelent a teljes rendszerbevezetés sikerességének összefüggésében. Ezért fontos, hogy kidolgozásra kerüljön egy olyan eljárás, amely az üzleti és biztonsági kérdésekre [2, p. 64] egyértelmű, megbízható válaszokat szolgáltat már a tervezési szakaszban.

Jelen tanulmány tudományos megközelítéssel vizsgálja a beléptető rendszereket, amelyek egy objektumba történő személybeléptetés a belépés előkészítésére, az ellenőrzési feladatokra, az azonosításra, és az APAS (Access Point Actuators and Sensors - Beléptetőpont működtetett szerkezetei és érzékelői)² működtetésére épülő sztochasztikus folyamatként írhatók le [3]. A belépési folyamat modellvizsgálatával megállapítható, hogy a távozások függetlenek a múltbeli eseményektől, az csak a vizsgált időpont állapotától függ, ez alapján matematikailag Markov folyamatnak tekinthető és sorbanállási modellel leírható [4, pp. 156-158].

A publikáció célja a fenti üzemeltetéselméleti, valószínűségszámítási, matematikai modellezési, valamint műszaki diagnosztikai munkák tudományos eredményeinek, módszereinek összegzése és a kitűzött specifikus alkalmazás a beléptetési folyamatainak sorbanállási modellel történő leírása, illetve gyakorlati alkalmazásuknak vizsgálata.

A tanulmány az alábbi részekből áll: a 2. fejezet a beléptetési folyamatot és állapotokat mutatja be. A 3. fejezetben ismertetésre kerül a sorbanállási modell, majd az előzőek alapján a 4. fejezetben kidolgozásra kerül a beléptetési folyamat markovi modellje. Az 5. fejezet példákat mutat be az alkalmazásra, a 6. fejezet összegzi a tanulmányt.

A BELÉPTETÉS

A beléptető rendszer Bunyitai szerint: „Komplex elektromechanikai-informatikai rendszer, amely telepített ellenőrző pontok segítségével lehetővé teszi objektumokban történő személy- és járműmozgások hely-, idő- és irány szerinti engedélyezését vagy tiltását, az események nyilvántartását, visszakeresését.” [5, p. 18] A beléptető rendszer feladata pedig : „a belépő azonosítása, a belépési jogosultság megállapítása, az esemény dokumentálása, valamint az áthaladás szabályozása.”

A beléptető rendszerek általános felépítése:

- Olvasók: az azonosítási ponthoz érkező felhasználót azonosítja. Lehet kódos, kártyás, biometrikus vagy ezek kombinációja.
- Vezérlők: az olvasó által azonosított kódról dönti el, hogy az adott helyen és időben jogosult-e a belépésre a felhasználó.
- APAS: A rendszer által vezérelt fizikai korlátozó és mechanikus eszközök, illetve érzékelők tartoznak közéjük. A vezérelt eszközök lehetnek: mágneszár, ajtótartó mágnes, forgóvilla, forgókereszt, forgókapu, automata ajtó, stb. Érzékelők például infrakapu, nyitásérzékelő vagy mozgásérzékelő.

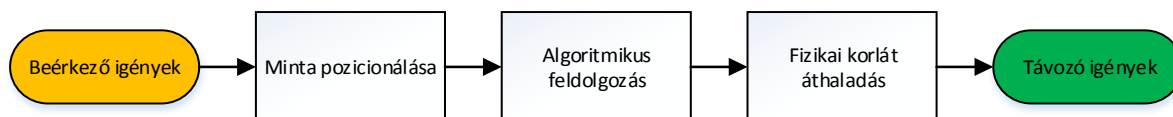
¹ A két jelenség együttes fellépésére jó példa a repülőtér, de ott meg azért nem probléma, mert az emberek kivárik a sorukat, akár több órás várakozási idővel is. Ez nyilván nem elfogadható egy munkahelyi beléptetésénél.

² Például egy mágneszár, forgóvilla vagy nyitásérzékelő.

- Felügyeleti szoftver: a rendszer és felhasználói beállítások kezelésére, valamint a rendszer begyűjtött jelzéseinek feldolgozására, naplózására, tárolására szolgáló alkalmazás.

A beléptetési folyamat állapotai

A beléptetési folyamat állapotait a **1. ábra** mutatja be.



1. ábra: A beléptetési folyamat állapotai; forrás: [2]

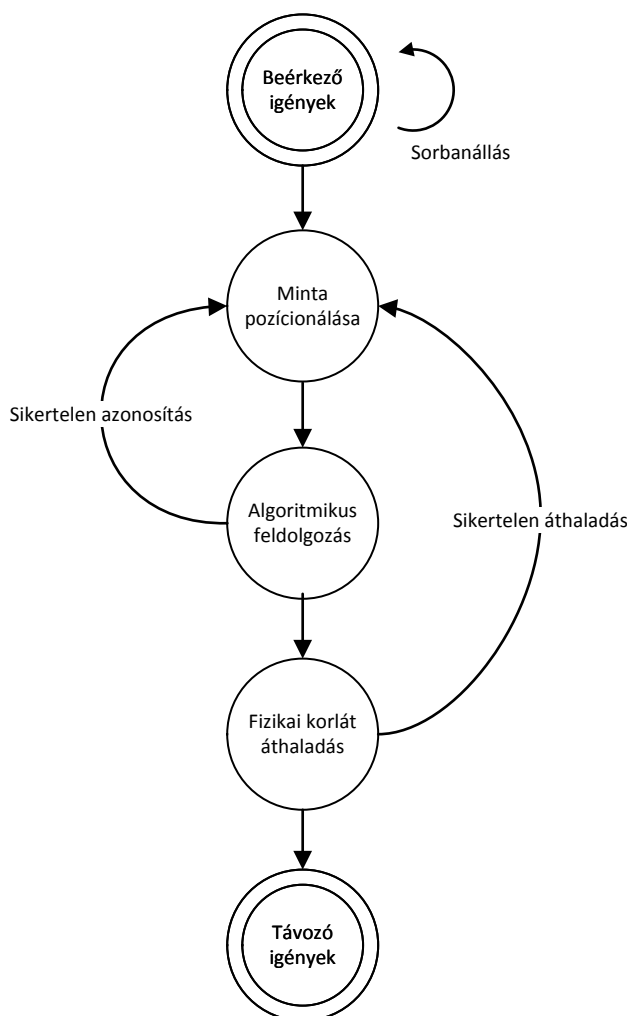
Az egyes állapotok leírása és jellemzői:

- Beérkező igények: A dolgozó vagy felhasználó megérkezik az áthaladási ponthoz és sorbanáll.
- Minta pozicionálása: A felhasználó felkészül az azonosításra és biometrikus mintáját a szenzornak bemutatja, hogy áthaladhasson. Analóg módon értelmezhető a kártyás beléptetésnél a kártya olvasóhoz történő érintése.
- Algoritmikus feldolgozás: A prezentált mintát feldolgozza az olvasó és sikeres vagy elutasított jelzést ad. Ezt a lépést csak a biometrikus rendszereknél értelmezzük, és itt tapasztalható meg a biometria valószínűségi jellege, mivel soha nem 100%, hogy egy jogosult személy elsőre át fog tudni haladni az azonosítási ponton. Másik következménye a tulajdonságnak - ami biztonsági kockázatot hordoz magában -, hogy az sem biztos 100%-ig, hogy egy jogosulatlan nem jut át. Ez a valószínűségi jelleg kártyás vagy PIN kódos rendszereknél nem áll fenn.
- Fizikai korlát áthaladás: A sikeres azonosítást követően a vezérlő jelet ad a fizikai korlátozó elemnek, hogy az áthaladást tegye szabaddá.
- Távozó igények: a felhasználó elhagyja az azonosítási pontot.

Egy ideális környezetben a jogosultak mindig át tudnak haladni az azonosítási ponton, a támadókat pedig mindig elutasítja a rendszer, ezért ismerni kell azokat a pontokat, ahol a valóságban ettől eltérően működhet a rendszer.

- A Beérkező igények lépésnél sorbanállás lehetséges.
- A Minta pozicionálása lehet sikertelen, például: nem jól teszi oda az ujját az ujjnyomat azonosító szenzorra, szakállat növeszt és emiatt nem működik az arcfelismerő, elejti a kártyát, stb.
- Az algoritmikus feldolgozás rossz eredményt ad vissza és újra kell próbálkozni.
- A fizikai korlát nem működik megfelelően, beragad az ajtó, nem fordul át a korlát vagy a felhasználó használja rosszul az eszközt, például túl gyorsan lép be a villához, ami emiatt megszorul és újra kell próbálkozni.

Ezek alapján a belépési folyamat leírható egy, a **2. ábra** látható irányított gráffal.



2. ábra: Belépési folyamat gráfja; forrás: saját.

SORBANÁLLÁSI MODELL

Sorbanállási rendszerek az élet számos területén előfordulnak, ahol kiszolgálás történik valamilyen elosztott erőforrás hozzáférésehez. Bármely rendszer, ahol a vevő kiszolgálása véges erőforrással történik, tekinthető sorbanállási rendszernek. [6] Ilyen rendszerekre példa egy fagyizóban a fagyira várakozás, egy banki sor, a repülőgépek leszállási és karbantartási kiszolgálása, a számítógép processzorának adatfeldolgozása vagy akár a vizsgára várakozó hallgatók is.

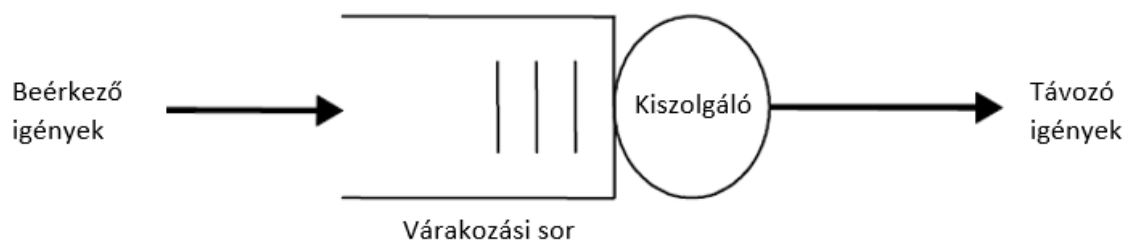
Pokorádi szerint „*Sorbanállási, kiszolgálási rendszeren olyan rendszert értünk, amelybe a fogyasztók véletlenszerűen érkeznek be, az eltérő igényeik kielégítésére várnak, majd a kiszolgálásuk után távoznak.*”. [4, pp. 173-175] A sorbanállási rendszereket Tömegkiszolgálási Rendszernek is szokás nevezni. A sorbanállási problémákat analitikus modellezéssel vagy szimulációs eljárásokkal lehet becsülni, elemezni és értékelni. Az analitikus eljárás egyszerűbb sorbanállási rendszereknél használható, ahol a valóságos folyamat feltételeinek szűkítésével egyszerűen előállíthatók a modell egyenletei. A valóságban sokszor nagyon nehéz leírni egy ilyen rendszert, mert nem vehető figyelembe minden tényező vagy olyan bonyolult egyenlet keletkezik amely algoritmikus futásideje nem polinomiális idejű. [7, pp. 42-43] Ezekben az esetekben hatékony vizsgálati eljárás a

szimulációs módszer. A működési elve az, hogy a rendszer működést szimuláljuk nagy elemszámmal és ezek eredményeiből vonjuk le a következtetéseket. [8, p. 78]

Ezekben a rendszerekben közös:

- A rendszer felépítése.
- Beérkező igények.
- Várakozási sorok.
- Kiszolgálók.
- Kiszolgálás.
- Távozó igények.

A 3. ábra a legegyszerűbb sorbanállási rendszert ábrázolja sematikusán.



3. ábra: Legegyszerűbb sorbanállási rendszer, forrás: [8]

Sztochasztikus folyamat

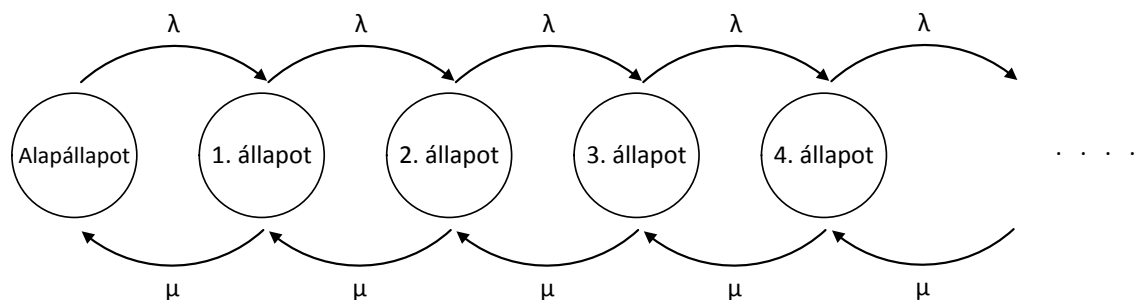
A műszaki tudományok területén sokszor előfordul az a helyzet, hogy az analízishez szükséges alapvető mennyiségek $\{X(t), t \in T\}$ alakulása a véletlenül múlik. Ezek a mennyiségek jellemzően a vizsgált tényező idő és/vagy térbeli változásait írják le. Ekkor az $\{X(t), t \in T\}$ mennyiségeket értelmezhetjük a T paraméterhez tartozó valószínűségi változók együtteseként. Ha T paraméterhalmaz a pozitív félegyenes $T \subseteq [0, \infty)$ részhalmaza lesz, akkor t tekinthető időparaméternek, röviden időnek. A valós számok halmaza rendezett, ezért értelmezhető a folyamat múltja és jövője. Ha jelen időpillanatnak tekintjük $t \in T$ rögzített értéket akkor értelmezhető az $\{X(s): s > t\}$ folyamat jövője, az $\{X(s): s < t\}$ pedig a múltja. [9, pp. 3-5]

Markov folyamat

Markov folyamatnak nevezzük azokat a sztochasztikus folyamatokat, amelyek jövőbeli állapotait a folyamat múltja csak a jelen állapoton keresztül befolyásolja, más szóval a folyamat emlékezet nélküli. Ha például egy forgóvillás beléptető kapunál öten állnak sorban, akkor mindegy, hogy az úgy alakult ki, hogy hatan voltak és egy áthaladt, vagy hárman voltak és ketten még érkeztek hozzá.

A beléptetési folyamat tekinthető folytonos idejű, diszkrét állapotterű Markov folyamatnak, más néven Markov láncnak.

A 4. ábra egy egy kiszolgálós sor, diszkrét állapotterű Markov lánc reprezentációját mutatja be.



4. ábra: Egy csatornás Markov lánc; forrás: saját.

Minden állapot a rendszerben várakozók és aktuálisan kiszolgálásra kerülők darabszámát jelenti. A rendszerben várakozók számának növekedését a λ - érkezési intenzitás, a csökkenésüket pedig a μ - kiszolgálási intenzitás írja le. A rendszer alapállapota az, hogy senki nincs a rendszerben.

Kendall jelölésrendszere

A tömegkiszolgálási rendszerek leírásához szükséges általános jelölésrendszert Kendall publikálta 1953-ban. E szerint a sorbanállási rendszerek típusai akkor írhatók le, ha ismerjük a beérkezési eloszlást, a sor tulajdonságait és a kiszolgálási mechanizmust. [10, pp. 338-340] Jelen dolgozat céljait legjobban Sztrik „A sorbanállási elmélet alapjai” című könyvének modellje szolgálja ki. [11] A sorbanállási rendszerek jellemzésére használható jelölésrendszer:

$$A / B / m / K / n / E$$

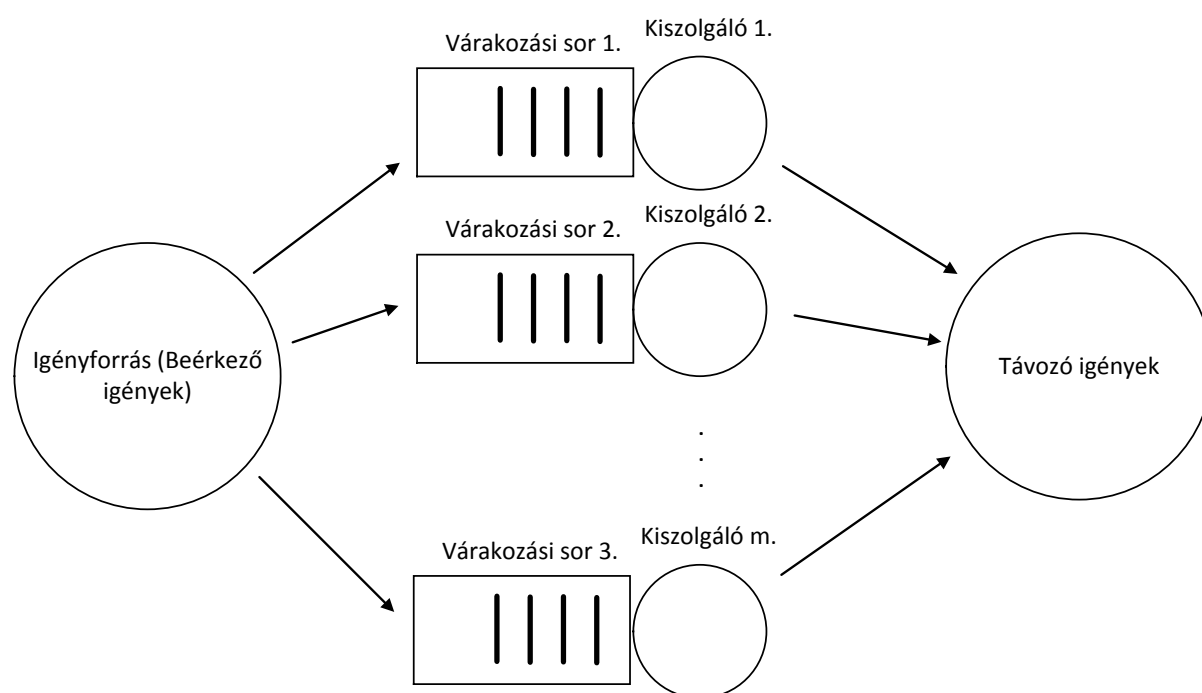
ahol:

- A - a beérkező igények idejének eloszlásfüggvénye.
- B: a kiszolgálási idők eloszlásfüggvénye.
- m: a kiszolgálók száma.
- K: a rendszer befogadóképessége, azaz a kiszolgálóegységben és a várakozási sorban tartózkodó igények maximális száma.
- n: az igényforrás számossága.
- E: a kiszolgálás elve.

Az eloszlásfüggvények (A,B) lehetnek determinisztikus (D), exponenciális (M) vagy általános (G) típusúak. A rendszer befogadóképessége (K) és igényforrása (n) lehet véges vagy végtelen, általában ez utóbbit alkalmazzuk. A kiszolgálás elve (E) lehet FIFO (First In First Out – az elsőként beérkező kerül először kiszolgálásra), LIFO (Last In First Out – az utolsóként beérkező kerül elsőként kiszolgálásra), véletlenszerű vagy prioritásos.

A BELÉPTETÉSI FOLYAMAT MODELLJE

A beléptető rendszerek általában több kiszolgáló egységből álló párhuzamos kiszolgálóegységű rendszerként írhatók le, grafikusan az 5. ábra mutatja be általános formában.



5. ábra: Több kiszolgálós beléptető rendszer modellje; forrás: saját.

A sorbanállási rendszerek matematikai tárgyalásához szükséges, hogy néhány megszorítást tegyünk a feltételekben. Ezek érdemben nem befolyásolják a modell valóságosságát, azonban ha mégis el kell ezektől térnünk, akkor valamilyen szimulációs eljárás használható a modellezésre. [12] A feltételeket Kendall jelölésrendszere alapján vesszük sorra. A beérkező igények eloszlásfüggvénye Poisson eloszlású, a kiszolgálási idők eloszlásfüggvénye szintén exponenciális, a kiszolgálók száma m – véges, természetes szám, a rendszer befogadóképessége és az igényforrás számossága végtelen, a kiszolgálás elve FIFO. Ez alapján a beléptető rendszerek modellje: $M/M/m/\infty/\infty/FIFO$. Ilyen esetekben az utolsó három paramétert nem szokás kiírni, ez alapján egy egy csatornás beléptető rendszer $M/M/1$, egy több csatornás $M/M/m$ tömegkiszolgálási rendszerrel modellezhető.

A biometrikus beléptetés

A világban tapasztalható biztonságérzet csökkenésével párhuzamosan egyre nagyobb az igény a felhasználók hiteles azonosítására. Egyedül a biometrikus azonosítás az a technológia, amely az emberek egyedi, lehetőség szerint megmásíthatatlan és hamisíthatatlan tulajdonságait vizsgálja. A jelenlegi rendszerek sem sebezhetetlenek, azonban a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően egyre magasabb biztonsági és kényelmi elvárásoknak felelnek meg. [13, pp. 251-253]

Biometrikus technológiák csoportosítása:

- Képkalkotás alapú technológiák
 - Ujjnyomat azonosítás
 - Írisz azonosítás
 - Arc azonosítás
 - Erezet azonosítás
 - Kézgeometria azonosítás
 - Alírást vizsgáló
- Nem (vagy nem közvetlenül) képkalkotással dolgozó technológiák

- Hangazonosítás
- DNS vizsgálat
- Viselkedés alapú vizsgálatok

A 0-es fejezet 1-es ábráján látható beléptetési folyamatban a biometrikus azonosítás a „Minta pozicionálása” és az „Algoritmikus feldolgozás” lépéseket befolyásolja. A sorbanállási modellt a biometrikus eszközök kiszolgálási tényezője módosítja. A kiszolgálás – ellentétben a hagyományos azonosítási eljárásokkal – valószínűségi változó, mely legnagyobb mértékben a a rendszert jellemző FRR (False Rejection Rate – Hibás elutasítási arány) értéktől függ. Definiálható ξ valószínűségi változó a következő módon: Legyen egy adott időszakban az n db regisztrált felhasználó egyszeri belépése esetén r azok száma akiket a rendszer elutasít. Ekkor ξ definíció szerint binomiális eloszlású:

$$P(\xi = r) = \binom{n}{r} p^r (1 - p)^{n-r}; r = 0, 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

A relatív gyakoriság sztochasztikusan konvergál a p valószínűséghez, ha a megfigyelések száma, n minden határon túl növekszik. Amennyiben ezt a paramétert szeretnénk becsülni, akkor a legjobb becslés a vizsgált esemény relatív gyakorisága (Maximum Likelihood), ami esetünkben éppen az FRR értékkel egyezik meg. Részletes levezetése Hanka Matematikai módszerek a biometriában 1. publikációjában megtalálható. [14]

Az FRR definíciójából következik – amit a méréseink is alátámasztanak -, hogy

- az algoritmus futási idejének várható értéke a legmagasabb bármilyen sikeres azonosításhoz képest, mivel a téves elutasítás megalapozott meghozatalához a teljes adatbázist végig kell vizsgálni (1:N azonosításnál, azaz amikor nincs előválasztás PIN kóddal vagy kártyával), valamint
- a felhasználónak újra kell a mintát prezentálnia, ami a teljes azonosítási ciklus megismétlését jelenti.

Ez a két tényező a hibás elutasításos azonosítás idejét a normálhoz képest körülbelül két – háromszorosára növeli.

Fentiekből következően a biometrikus eszközök kiszolgálási idejének a legnagyobb a szórása, továbbá az FRR-től közvetlen függ a kiszolgálási idő, amely kritikus a beléptető és munkaidő nyilvántartó alkalmazásoknál. [15, pp. 209-215]

Mérőszámok

A modellalkotás célja, hogy képesek legyünk meghatározni a rendszert jellemző mérőszámokat amelyek leírják a teljesítményét. [11] [16] [17]

Jelölés	Leírás	Megjegyzés
n	Beérkező igények száma	
s	Kiszolgált igények száma	$s = (s_1, s_1, s_1, \dots)$ sorozat, ahol s_i az i . ügyfél kiszolgálási idejét jelenti.
T	A vizsgált időintervallum	

1. táblázat: Jelölések

Megnevezés	Képlet	Leírás
Beérkezési intenzitás	$\lambda = \frac{n}{T}$	Beérkező igények száma időegységenként
Kiszolgálási intenzitás	$\mu = \frac{s}{T}$	Kiszolgált igények száma időegységenként
Kihasználtsági tényező (M/M/1)	$\rho = \min\left\{\frac{\lambda}{\mu}; 1\right\}$	A konvergencia feltétele. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a maximális kiszolgálási kapacitásán működik a rendszer.
Rendszerben tartózkodók átlagos száma (M/M/1)	$N_a = \frac{\rho}{1 - \rho}$	
Átlagos sorhossz (M/M/1)	$N_s = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$	Fő
Átlagos várakozási idő	$t_a = \frac{N_a}{\lambda}$	

2. táblázat: Egy kiszolgálós beléptető rendszer mérőszámai

Megnevezés	Képlet	Leírás
Beérkezési intenzitás	$\lambda = \frac{n}{T}$	Beérkező igények száma időegységenként
Kiszolgálási intenzitás	$\mu = \frac{s}{T}$	Kiszolgált igények száma időegységenként
Kihasználtsági tényező (M/M/m)	$\rho = \frac{\lambda}{m * \mu}$	
Egy kiszolgáló egység kihasználtsága (M/M/m)	$a = \frac{\lambda}{m * \mu} = \frac{\rho}{m} < 1$	
Átlagos sorhossz (M/M/m)	$N_s = P(0) \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{m!} \frac{a}{(1 - a)^2}$	Fő
Rendszerben tartózkodók átlagos száma (M/M/m)	$N_a = \rho + N_s$	
Átlagos várakozási idő	$t_a = \frac{N_a}{\lambda}$	

3. táblázat: Több kiszolgálós beléptető rendszer mérőszámai

A MÓDSZER ALKALMAZÁSA

A beléptetés funkciója jellemzően valamilyen fizikai korlát működtetéséhez kapcsolódik, azonban kiemelt biztonságú objektumokban ezeken túlmenően további biztonsági lépések is beiktatásra kerülnek. A **4. táblázat** összefoglalja a jellemző elemeket és azok gyártók által megadott illetve valós rendszerekben tapasztalt kiszolgálási idejét.

Megnevezés	Kiszolgálási idő (s)	Átlag (s)	μ (kiszolgálás /perc)	Megjegyzés
Kártyás azonosítás	1-2	1,5	40	
PIN kód	1-4	2,5	24	
Biometrikus azonosítás	1-9	5	12	A kiszolgálási idő nagy szórását az FRR okozza.
Ajtó	0-2	1	60	Mágneszár, ajtótartó mágnes.
Forgóvilla, gyorskapu, forgókereszt	2-3	2,5	24	20-30 ember/perc átbocsátási képesség.
Forgókapu, személyzsilip	3-10	6,5	9,23	
Vendég regisztráció	30 - 180	105	0,57	Személyi igazolvány vizsgálat, adatrögzítés, kártyakiadás, kísérő értesítése
Csomagröntgen	30 – 150	90	0,67	
Fém-detektor kapu	10 – 30	20	3	
Kézi átvizsgálás	20 - 60	40	1,5	

4. táblázat: Belépési folyamat jellemző elemei

Példa egy csatornás beléptetésre

Tekintsünk egy forgóvillás, az adott időszakban egy irányban üzemeltetett belépési pontot, ahova a felhasználók kártyás azonosítással léphetnek be. A kiszolgálás átlagos ideje kártyás azonosítás + forgóvilla működés = 4 s, ebből az egy perces kiszolgálási intenzitás $\mu_{1\text{perc}} = 60\text{s} / 4\text{s} = 15$. A dolgozók reggeli beérkezési eloszlása azt mutatja, hogy a legtöbb ember 7 és 8 óra között lép be. Az adatok 15 perces felbontásban állnak rendelkezésre. Ekkor a kiszolgálási intenzitás normalizálható a kiértékelés T időtartamára, ami 15 perc, azaz $\mu_{15\text{perc}} = 225$. A számításoknál figyelembe kell venni, hogy az eredményeket szintén a vizsgált 15 perces intervallumra kell normálni.

Időintervallum	15 perces beérkezési intenzitás (λ)	Kihasználtsági tényező (ρ)	Átlagos sorhossz (N_s)	Átlagos várakozási idő percben
7.00 – 7.15	50	0,222	0,063	0,086
7.15 – 7.30	100	0,444	0,356	0,12
7.30 – 7.45	150	0,667	1,333	0,2
7.45 – 8.00	215	0,956	20,54	1,5

5. táblázat: 1 csatornás beléptetési számítás

Példa több csatornás beléptetésre

Egy termelő vállalatnál az az elvárás, hogy a dolgozók a beléptetési folyamatban 5 percnél többet ne várokozzanak. A beléptetést kártyával és biometriával tervezik megvalósítani. Hány forgókapura van szükség, hogy az üzleti igényt kielégítő rendszer valósuljon meg?

A rendszer kiszolgálási ideje:

Forgókapu működési idő:	6,5 s
Kártyás azonosítás:	1,5 s
+ Biometrikus azonosítás:	5 s
Összesen:	13 s

A belépési adatok 20 perces felbontásban állnak rendelkezésre, a műszakváltás 6 és 7 óra között zajlik le, ekkor kritikus a rendszer működése. A 20 perces kiszolgálási intenzitás csatornánként $\mu_{20\text{ perc}} = 1200\text{s} / 13\text{s} = 92,3$.

A dolgozók be és kilépési ugyanazon forgókapukon történnek, ezért a két adathalmazt összesíteni kell. A méretezést a legnagyobb terhelésű időszakra kell elvégezni, ez 6.20 és 6.40 között következik be, ekkor $\lambda = 275$ fő érkezik a rendszerbe. Ekkor:

$$\rho = \frac{\lambda}{m \cdot \mu} < 1 \quad (2)$$

egyenletnek teljesülnie kell, amiből adódik, hogy 3 csatornát legalább be kell állítani a rendszerbe, így $\rho = 0,993$ értékű lesz a kiszolgálási intenzitás. A formulát 3 csatornára alkalmazva $N_s = 183,4$ fő az átlagos sorhossz, az átlagos várakozási idő $t_a = 13,5$ perc lesz, ami nem elfogadható, ezért növelni kell a csatornák számát. Ha 4 forgóvilla kerül telepítésre, akkor az átlagos várakozási idő kevesebb, mint fél perc időtartamban alakul.

KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmány bemutatta a beléptető rendszerek Markov láncsal történő sztochasztikus modellje felállításának egy jól alkalmazható eljárását, valamint az erre épülő elemzésének egy új módszerét. A tanulmány során kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy kidolgozott elemzési eljárás alkalmas a biometrikus beléptető rendszerek bevezetésének tervezési fázisban történő minőségbiztosítására, az üzleti döntések támogatására.

A szerző célja a nagylétszámú beléptetési objektumok üzleti és biztonsági szempontok alapján történő projekt bevezetési sikertelenségének elkerüléséhez létrehozott matematikai szimuláción alapuló folyamat-, és rendszerelemzési eljárások kidolgozása, valamint – esettanulmányok felhasználásával – gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek bemutatása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról, 2014.
- [2] OTTI, Cs: „Classification of biometric access control systems based on real-time throughput,” in Proceedings of Fifth International Scientific Videoconference of Scientists and PhD. students or candidates, Bratislava, 2015.
- [3] MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET, MSZ EN 60839-11-2:2015. Riasztórendszerek és elektronikus biztonsági rendszerek. 11-2. rész: Elektronikus beléptető rendszerek. Alkalmazási irányelvek, 2015.
- [4] POKORÁDI L.: *Rendszerek és folyamatok modellezése*, Debrecen: Campus, 2008.
- [5] B. Ákos, „A beléptető rendszerek helye és szerepe a vagyonvédelemben,” *Hadmérnök*, %1. kötetVI., %1. szám4., pp. 17-25, 2011.
- [6] KLEINROCK L.: *Queueing Systems Volume 1: Theory*, New Yor: Wiley - Interscience, 1975.

- [7] LOVÁSZ L.: *Algoritmusok Bonyolultsága*, Budapest: ELTE, Matematikai Intézet, 2009.
- [8] SZEIDL L.: *Tömegkiszolgálás*, Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar, 2009.
- [9] S. G. PAP Gy.: *Sztochasztikus folyamatok*, Szeged: Szegedi Tudományegyetem, Bolyai Intézet, Sztochasztika Tanszék, 2014.
- [10] K. D. G., „*Stochastic processes occurring in the theory of queues and their analysis by the method of imbedded Markov chain,*” *Annals of Mathematical Statistics*, pp. 338-354, 1953.
- [11] SZTRIK. J.: *A sorbanállási elmélet alapjai*, Debrecen: Debreceni egyetem, Informatikai Kar.
- [12] LAW, A. M.: *Simulation Modeling and Analysis*. 5th edition., Tucson, Arizona, USA: McGraw-Hill , 2015.
- [13] OTTI Cs: „*Biometrikus rendszerek felhasználói minta pozicionálásának kérdései*” in *DOSZ, Tavaszi Szél 2016*, Budapest, 2016.
- [14] HANKA L.: „*A Binomiális Eloszlás Alkalmazási Lehetőségei Ujjnyomat Azonosító Rendszerek Vizsgálatában, A Maximum Likelihood Elv Alkalmazása*” in *TAVASZI BIZTONSÁGTECHNIKAI SZIMPÓZIUM 2013, ÓBUDAI EGYETEM*, Budapest, 2013.
- [15] WERNER, G. Á., HANKA, L.: „*Using the Beta-Binomial Distribution for the Analysis of Biometric Identification,*” in *SISY 2015 : IEEE 13th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics: Proceedings*, Subotica, Szerbia, International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, 2015, pp. 209-216.
- [16] PAUL, H. P.; FISHWICK A.: „*Queue Modeling and Simulation,*” in *Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach*, John Wiley & Sons, Inc, 2008.
- [17] LUKÁCS J.: *Beléptető kapu elhelyezési stratégia fejlesztése és bemutatása néhány kiválasztott metróállomáson keresztül*, Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2014.