

Biztonságtechnikai vizsgálat fuzzy logika segítségével

Baróthy László, Dr. Hanka László PhD

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, Budapest, Magyarország

barlac98@gmail.com, hanka.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás:

A mai modern társadalomban életünk minden területén megjelenik a biztonság kérdése. Ez a biztonság lehet tárgyi, vagyoni, vagy akár online felületen megjelenő kézzel nem fogható információra értelmezett. Rengeteg módszer létezik a biztonságot igénylő, számunkra fontos és értékes dolgok védelmére. A sok eszköz és módszer végtelen szempontok szerint összehasonlítható, attól függően mire és hol használjuk. Ezen eszközök különböző mértékben nyújtanak védelmet, kombinációjuk, mennyiségbeli változatosságuk pedig hatványozza ezt. Lágyszámítás, fuzzy logika segítségével számszerű értékekkel tudjuk ezt a megfoghatatlan fogalmat jellemezni, ami segíthet az összehasonlításban, biztonsági rendszerek tervezésében.

Kulcsszavak: biztonság, biztonságtechnikai eszközök, fuzzy-rendszer, bizonytalanság, pontatlanság

1. A BIZTONSÁG KÉRDÉSE, FOGALMA A MAI VILÁGBAN

Mit is jelent a biztonság? Mit jelent biztonságban lenni? Milyen helyzetre, helyszínre mondhatjuk, hogy biztonságos? Egy ilyen megfoghatatlan, ősi és összetett dolgot megfogalmazni rendkívül bonyolult folyamat. Miért?

- régóta használt fogalom;
- egyidős az emberiséggel;
- folyamatosan változik, a technika fejlődésével újabb és újabb eszközei születnek.

Számtalan definíció és meghatározás létezik azonban ezek nem elég pontosak, nem fogják át a téma egészét, nagy bennük az eltérés, nem kielégítő, nem „jó fogalmak”. Létező példák:

- *Veszélyektől vagy bántódástól mentes (zavartalan) állapot.*[1]
- *A veszély hiánya.*
- *Adott nemzet (közösség) azon képessége, hogy megvédje nemzeti értékeit és érdekeit minden külső és belső fenyegetéssel szemben.*
- *Háborítás mentes lét, félelem nélküli élet.*
[2]

Jól közelítik meg a témát azonban mindben van valami kivetni való, mind kiegészítendő. Veszélymentes és zavartalan állapot sajnálatos módon az általunk ismert világban 100%-ban soha, semmilyen körülmények között nem lehetséges. Beszélhetünk itt tárgyi védelemről, személyi védelemről vagy információ biztonságról, a környezeti változók számszerűsége miatt kijelenthetjük, hogy a környezet tényezői akár egy személyt, akár egy szervezetet, akár egy állatot, vagy állatokat, akár tárgyakat, vagy szerkezeteket és a

környezetük viszonyait vizsgáljuk, legfeljebb statisztikai gyakoriságot figyelembe vevő, vagy becslés szintű valószínűséget jelentenek, de semmiképpen sem teljes biztonságot. Azonban rengeteg módszer, eszköz és megoldás létezik melyek segíthetnek minket a témával kapcsolatos tervezéseinkben.

1.1. Biztonságtechnika eszközei

A 21. századról teljes mértékben megállapítható hogy technika függő. Egyre gyorsabb tempóban jelennek meg az új eszközök, új fejlesztések, amik az ember mindennapi életét gyökeresen befolyásolják, megváltoztatják. Gondoljunk csak a mobiltelefon kialakulására, gyors fejlődésére. Jövőkutatók szerint a 2050-es években érjük el a szingularitást. Technológiai szingularitásnak (röviden szingularitás vagy különösség) nevezzük a tudományos-fantasztikus irodalomban és a jövőkutatásban azt a lehetséges jövőbeli eseményt, amikor az emberfeletti intelligencia megjelenése miatt a technológiai fejlődés és a társadalmi változások felgyorsulnak, olyan módon és sebességgel változtatva meg a környezetet, amit a szingularitás előtt élők képtelenek felfogni vagy megbízhatóan megjósolni.

Mindez igaz a biztonságtechnikára is [3], számtalan eszköz született a különböző védelmi mechanizmusok ellátására. Ezek lehetnek egyszerűek mint egy botló csapda (kifeszített zsinór, amibe beleakadva megszólaltat egy csengőt), vagy akár bonyolultabbak is, mint egy infra kamera. Csupán a felhasználástól függ hogy milyen típusú lámpákat használunk, melyek a sötét területek bevilágítására szolgálnak, milyen kamerát a tér megfigyeléséhez (halszem, térfelügyelő, eszközbe épített, rejtett), vagy egyéb eszközt alkalmazunk (mozgásérzékelő, behatolásérzékelő, némariasztó, vagy akár élőerő [4].

1.2. A vizsgált probléma

Vegyünk egy egyszerű példát, amely során összehasonlítjuk az eszközök által nyújtott biztonság mértékét. Adott egy nagyobb méretű csarnok, a feladatunk, hogy biztonságtechnikai eszközökkel lássuk el [5]. Honnan tudjuk megfelelő-e a védelmi szint? Ahogy korábban említve lett, millió és egy szempont van, ami ezt befolyásolja. Rengeteg az adat, amelyet nagyrészt becslésekkel, általunk alkotott szituációkkal vizsgálunk, sokszor hiányos, nem az általános matematika eszközeivel vizsgálunk. A fuzzy logika tökéletesen alkalmas e célra.

1.3. Fuzzy logika kapcsolódása az adott esethez

Az ember gondolkodásához nagyon hasonlóak a lágyszámítási módszerek [5], mivel pontos számítások helyett becsléseket és az emberi gondolkodást vesszük alapul. Számos olyan problémával találkozhatunk, amit matematikai modellekkel bonyolultabban, sokkal több számítás igénybe

véve és erőforrásokat pocsékolva tudunk csak megoldani. E módszerek egyike a fuzzy logika.

A ma már fuzzy logikaként ismert módszer [6] jól kezeli a matematikában fellépő bizonytalanságot, pontatlanságot, nem egyértelműen értékkel rendelkező tulajdonságokat. Olyan szubjektív példákról lehet szó, mint hogy valami nagy vagy kicsi, gyors vagy lassú, vagy a mostani esetben, hogy a védelem megfelelő, vagy sem.

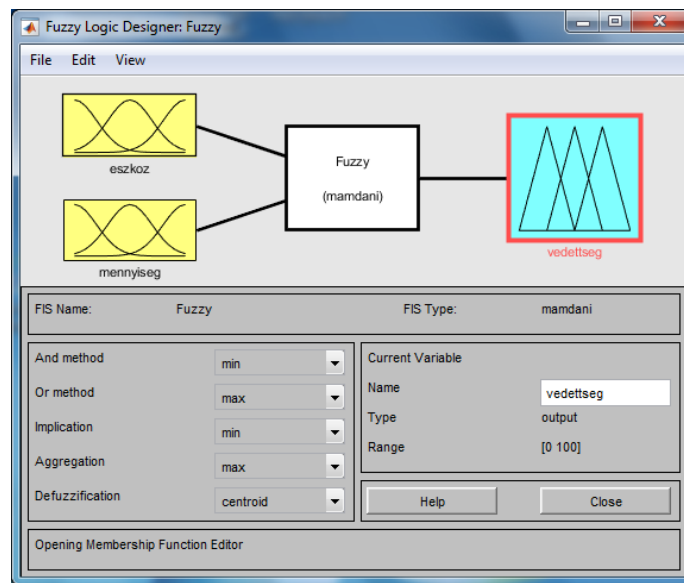
Ezeket az állításokat matematikailag nem tudjuk egyértelműen meghatározni, esetleg intervallumokba tudjuk helyezni, szempontok szerint osztályozni a be és kimeneti adatokat, melyeknek alapul a fuzzy halmaz elmélet szolgál, ahol a karakterisztikus függvényt általánosítva azalaphalmaz minden eleme $[0,1]$ intervallumból vesz fel értéket. A felvett értékek az adott halmazhoz tartozás mértékét mutatják meg.

Ezt a függvényt tagsági függvénynek nevezzük, az meghatározott halmazzal fuzzy halmaznak.

1.4. A modell megalkotása

Minden fuzzy alapja a bemeneti tényezők és kimenetek meghatározása, ezt követően a szabályrendszerének megalkotása. Mamdani, Sugeno (1. ábra) és Takagi Sugeno következtetési típusokból [7],[8] itt a Mamdanit célszerűbb használni, mivel ez tükrözi jobban az emberi gondolkodásra is jellemző pontatlanságot és bizonytalanságot, tökéletes a 2 bemenettel és egy kimenettel rendelkező rendszerek modellezésére.

Az alábbiakban végzett számítások és ábrák a Matlab software "fuzzy logic toolbox"-ának segítségével készültek, mind saját ábrák.



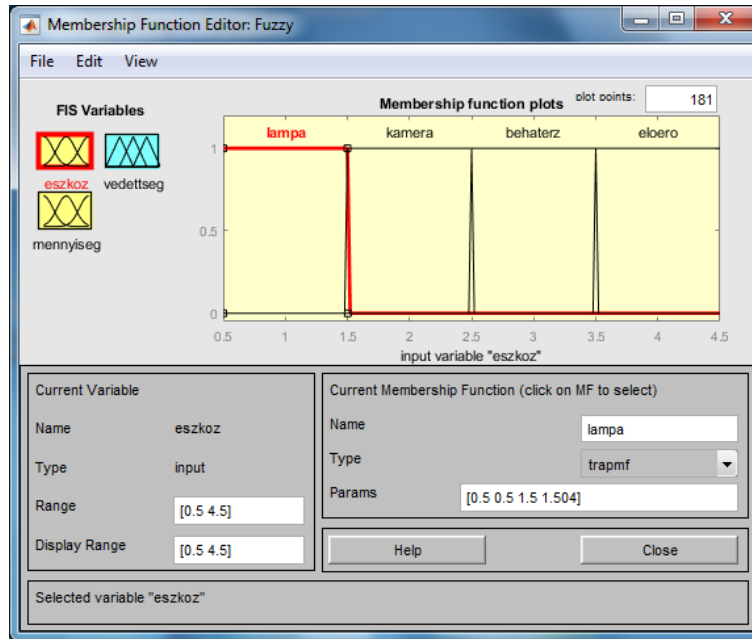
1. ábra: 2 bemenetes és egy kimenetes Mamdani következtetési rendszer

Bemeneteink:

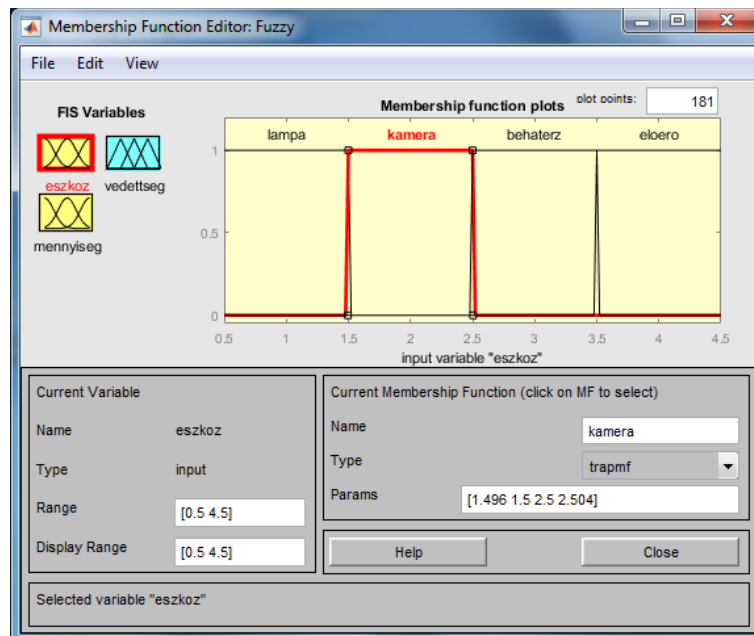
- eszköz;
- mennyiség.

Vizsgált eszközként lámpákat (2.ábra), kamerákat (3.ábra), behatolásérzékelőket (4.ábra) és magát az „élőerőt” (állat, ember) vesszük (5.ábra), mivel ezek a leggyakoribban előfordulók. Ezek az eszközök rengeteg konkrét típusal rendelkeznek, nem olyan egyéntől függő a meghatározásuk,

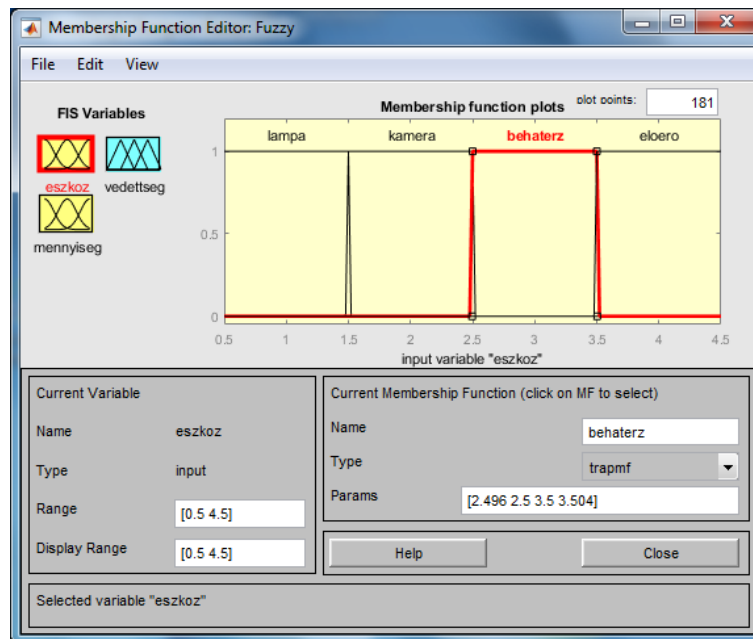
mint hogy valaki magas vagy alacsony, így tagsági függvényeik nem adhatók meg az általánosabb háromszög vagy trapéz alakkal. Egy lámpa nem lehet kamera, ahogy egy mozgásérzékelőre sem mondhatjuk azt, hogy biztonsági/vagyonőr. Ezért is választottam ezt az alakot a függvényeknek, nincs átmenet az eszközök közt, célszerű minél kisebb metszetet beállítani. A 0.5-4.5 határértékek saját belátás szerint, a könnyebb számítás és geometria kialakítás miatt vannak beállítva.



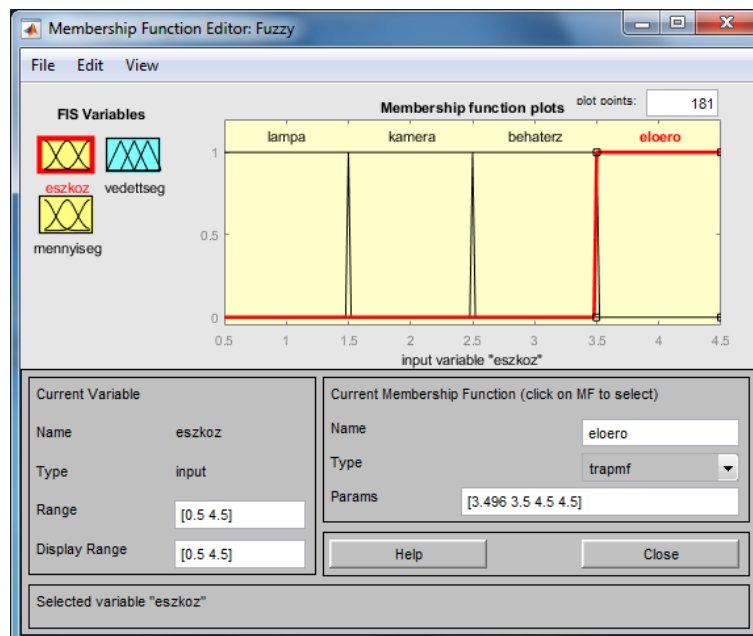
2. ábra: Lámpa változó



3. ábra: Kamera változó



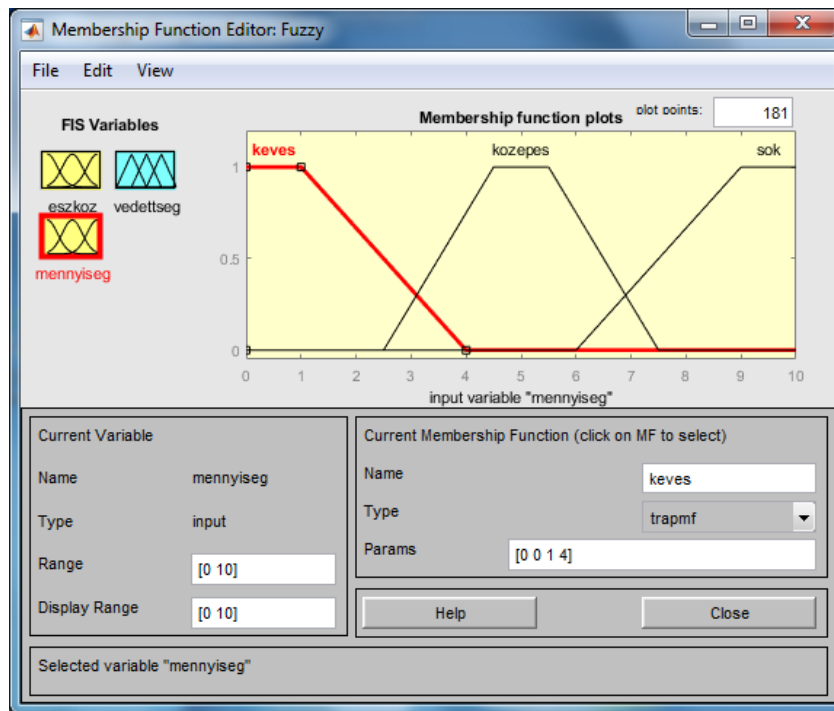
4. ábra: Behatolás érzékelő változó



5. ábra: Élőerő változó

Második bemenet a mennyiségként tekintettük azt, hogy egy adott eszközből mennyit veszünk igénybe (6.ábra). A mennyiség, mint fogalom sokkal jobban illik egy fuzzy következtetési rendszer komponensei közé, mivel meg van benne az a fokú bizonytalanság, amely például az első eszköz bemenetünkből hiányzik. Mennyiségnek beállíthatunk kevés, közepesen sok vagy sok eszközt. Hogy mi számít soknak vagy kevésnek eredményezi azt a határozatlanságot, amely

tökéletesen alkalmas bemenetté teszi a mennyiséget, egy lágyszámítási feladatba. Ebből kifolyólag a tagsági függvények beállíthatók a klasszikus háromszög, vagy akár trapéz alakra is [9],[10], az átmenetek két halmaz közt sokkal szemléletesebbek, mint az előző esetben. Paramétereiket tekintve a 0-10 felosztásban megjelennek az előbb említett „intervallumok”, a számítás és a későbbi Rule Viewer ablakon való beállítások szempontjából is előnyös.



6. ábra: A felhasznált mennyiség mint második bemenet

1.5. A szabálybázis

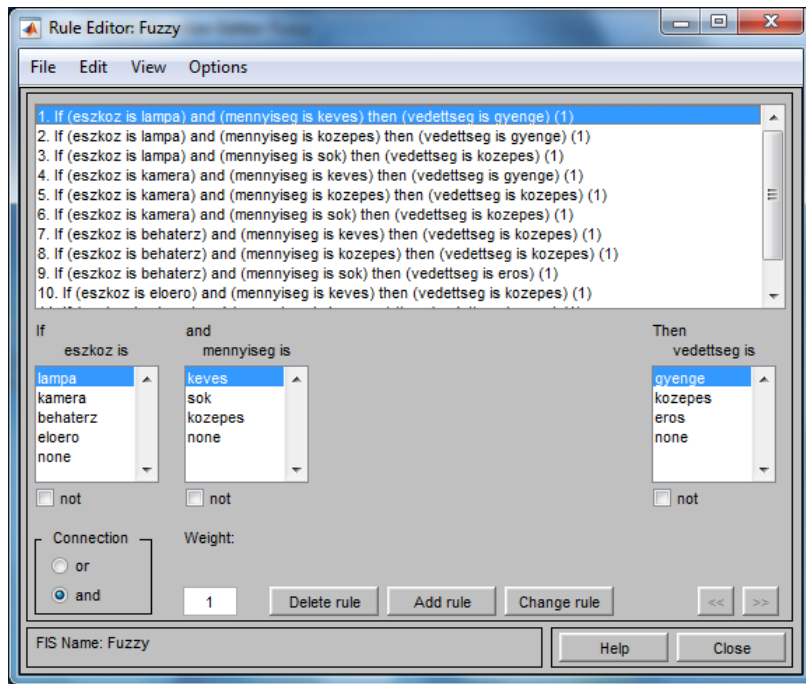
A kialakított szabálybázis az 1. táblázatban van összefoglalva [6],[7],[9].

1. táblázat. A szabályok meghatározását segítő tábla.

	kevés	több	sok
élőerő	közepes	erős	erős
behatolás érzékelő	közepes	közepes	erős
kamera	gyenge	közepes	közepes
lámpa	gyenge	gyenge	közepes

Az első oszlopban az eszköz bemenet komponensei szerepelnek, alulról felfelé nagysági sorrendben. Az első sorban pedig a mennyiség bemenet adatai, balról jobbra növekvő sorrendben. A táblázat adott oszlop és sor elemét kiválasztva a kettő adat adja meg a kimenet, vagyis az erősség mértékét. Ha egy „gyengébb” eszközt választunk egy nagyobb mennyiségben, a kettő átlaga közepes eredményt ad (lámpából sok). Azonban ha egy jobb eszközből sokat alkalmazunk az erős átlageredményeket fog adni. Ha pedig gyengébből keveset, értelemszerűen gyenge lesz a kimenet. A szabálybázis, mely szavakkal megfogalmazva a következő felsorolásban látható, a Matlab "fuzzy logic toolbox"-ában is definiálva lett, ezt mutatja a 7. ábra.

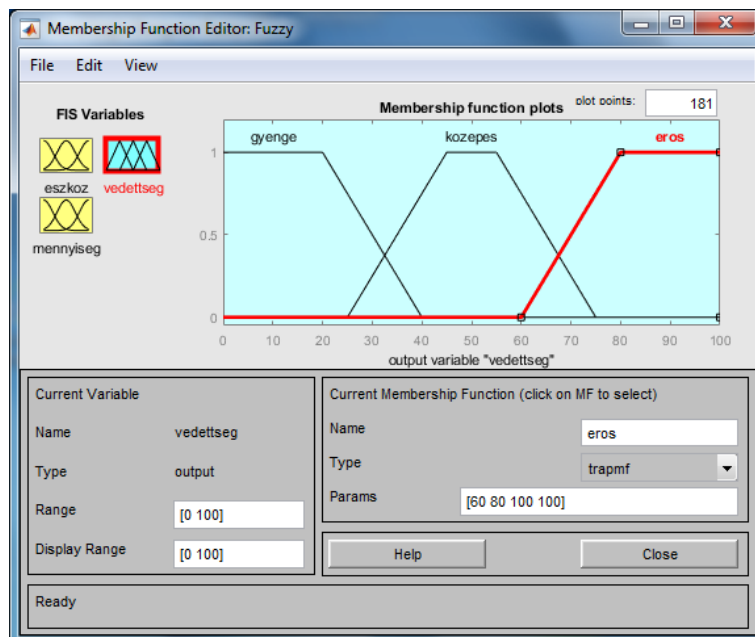
- 1 If (eszköz is lámpa) and (mennyiség is kevés) then (védetség is gyenge).
- 2 If (eszköz is lámpa) and (mennyiség is közepes) then (védetség is gyenge).
- 3 If (eszköz is lámpa) and (mennyiség is sok) then (védetség is közepes).
- 4 If (eszköz is kamera) and (mennyiség is kevés) then (védetség is gyenge).
- 5 If (eszköz is kamera) and (mennyiség is közepes) then (védetség is közepes).
- 6 If (eszköz is kamera) and (mennyiség is sok) then (védetség is közepes).
- 7 If (eszköz is behaterz) and (mennyiség is kevés) then (védetség is közepes).
- 8 If (eszköz is behaterz) and (mennyiség is közepes) then (védetség is közepes).
- 9 If (eszköz is behaterz) and (mennyiség is sok) then (védetség is erős).
- 10 If (eszköz is eloero) and (mennyiség is kevés) then (védetség is közepes).
- 11 If (eszköz is eloero) and (mennyiség is közepes) then (védetség is erős).
- 12 If (eszköz is eloero) and (mennyiség is sok) then (védetség is erős).



7. ábra: Szabálybázis

A kimenet a szabályok és az általunk használt eszközök mennyisége által meghatározott védettség. A második bemenethez hasonlóan (mennyiség), a védettségben is megvan az a szükséges bizonytalanság, megfoghatatlanság, amely a fuzzy logikára és a lágyszámítási módszerekre mind jellemző. Az hogy mi védett, ugyanolyan nehezen eldönthető, mint hogy valaki magas e vagy alacsony, nagyban függ az ember gondolkodásától is, hogy ő maga mit tart annak. Van, aki számára 3 kamera már biztonságot nyújt és van, aki úgy gondolja, hogy neki minden ablakra, ajtóra mozgásérzékelő kell, két vagyonőrrel, akik folyamatosan véletlenszerű pályán mozognak. E példának megfelelően határoztam meg gyenge,

közepes és erős védettségi szintet, a magas fokú határozatlanság ugyancsak nagy metszeteket, átmeneteket eredményez a halmazok közt, mint a második bemenetnél is. Ezen okokból a tagsági függvény alakjának az egyszerű háromszög vagy trapéz alakú függvény teljesen megfelelő. Esetünkben utóbbit alkalmaztam [11]. A beosztás 0-100 egységig tart, ezáltal a geometriáról (8.ábra) és a szabálmegjelenítő ablakról is egyfajta százalékos eredményt olvashatunk le, amelyet a korábban definiált 4x3-as mátrix szabályoz. Ezzel is könnyítve a kimenet adatainak a megértését.



8. ábra: Védettség szintjének kimenete

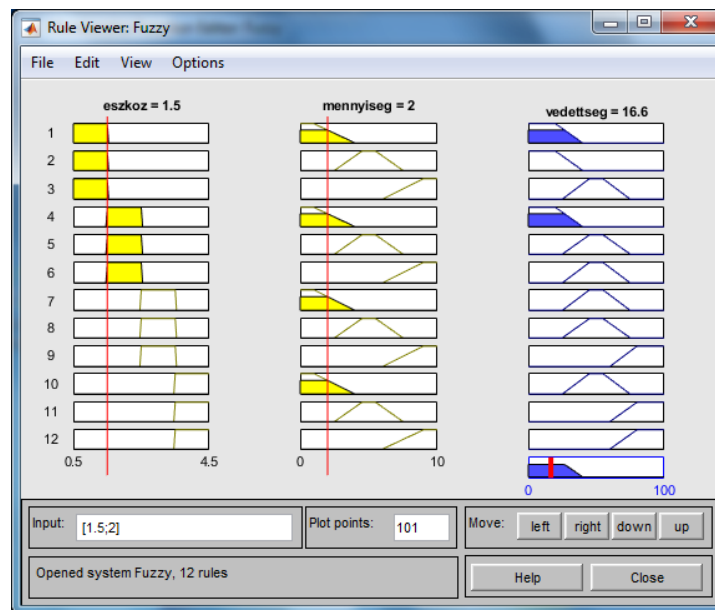
2. DEFUZZYFIKÁCIÓ

A defuzzyfikáció [9],[10],[11],[12] során láthatjuk egyrészt azt a triviális eredményt, hogy ha az alacsonyabb rendű, kisebb hatékonyságú eszközök kevesebbet használunk, akkor gyenge biztonsági szint adódik, és fordítva, magasabb rendű, nagyobb hatékonyságú eszközökből többet használva pedig fokozottabb biztonságot nyújt a berendezett csarnok számára.

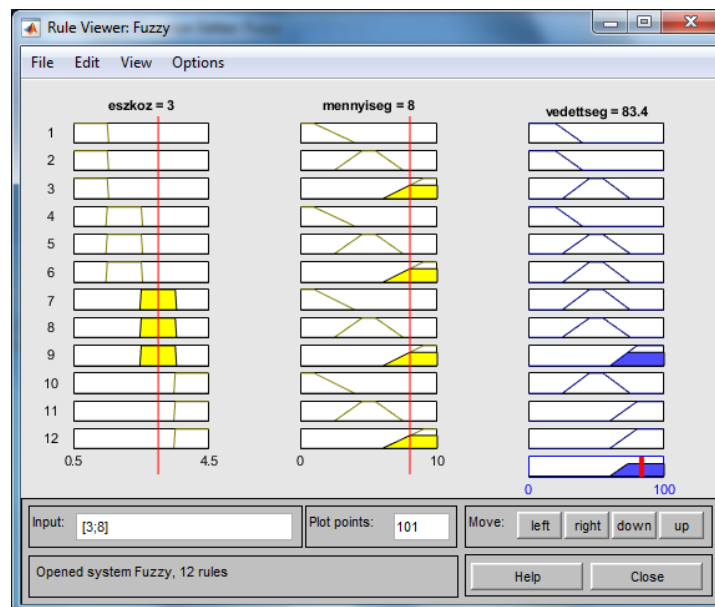
Konkrétabban a fuzzy következtetési rendszer látható grafikusán a 9. és 10. ábrákon grafikusán szemléltetve. Az ábrák szintén a Matlab "fuzzy logic toolbox"-ának segítségével készültek. A szabálybázis 4×3 méretű mátrixának megfelelően összesen 12 szabálynak megfelelő tagsági függvények és a szabálybázisnak megfelelő következtetések láthatók két konkrét, illusztráló példaként kiválasztott esetben, egy „alacsony” és egy „magas” biztonsági szint elemzése esetén.

Sárga színnel láthatók az input tagsági függvények, a piros színű segédegyenesek pedig abban segítenek, hogy jól lássuk mely szabályok „tűzelnek” és melyek nem. Az utolsó 13. sorban látható a defuzzyfikáció eredménye grafikusán, amely már egyetlen valós szám.

Ez utóbbi érték kiszámítására számos lehetőség van az elméleten belül. Ebben az esetben a leggyakrabban használt módszert, a súlypont (tömegközéppont, Center Of Gravity = COG) [10],[12] módszert használtuk, amely szemléletes értelmezése az ábrán, a kék színben kapott síkidom matematikai értelemben vett tömegközéppontja. Ez az output érték látható az ábrán a 3. oszlop felett a vizsgált két speciális esetben.



7. ábra: Alacsony biztonsági szint vizsgálata



8. ábra: Magas biztonsági szint vizsgálata

3. A FUZZY KÖVETKEZTETÉS 3D FELÜLETE

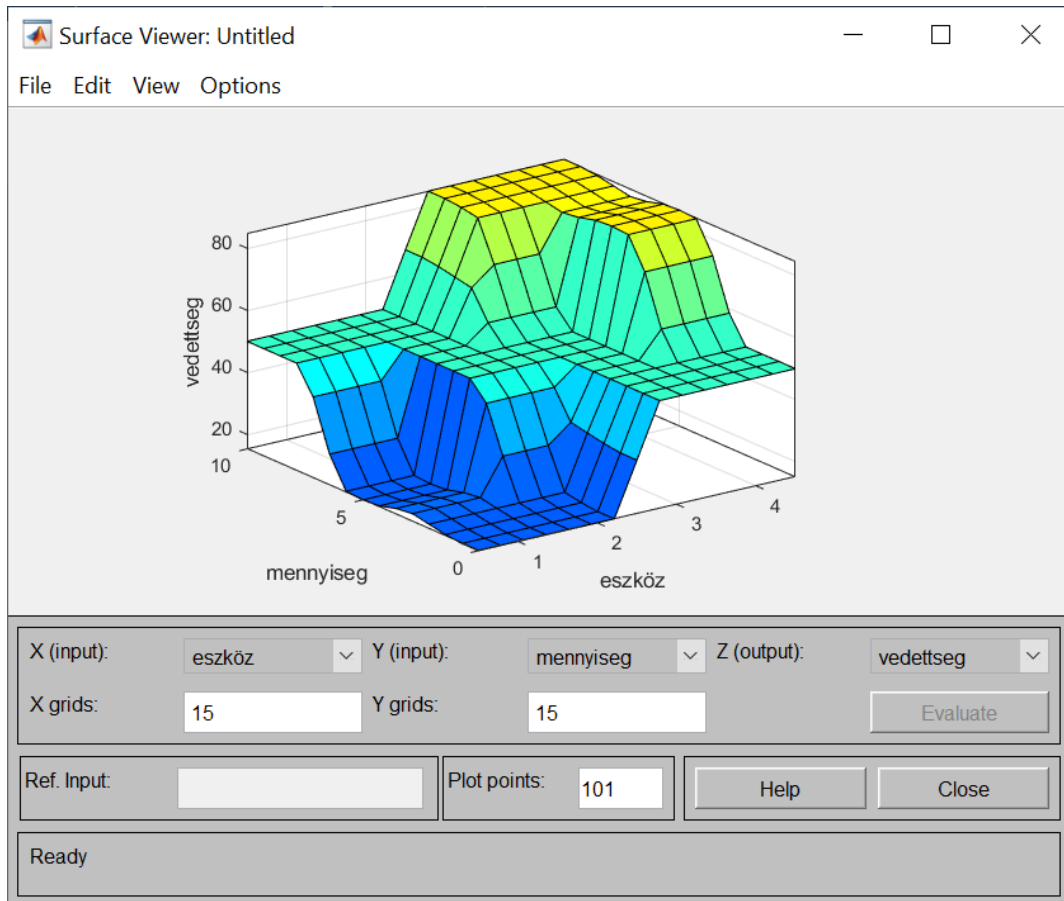
A szimuláció elkészítéséhez általam használt Matlab program "fuzzy logic toolbox"-ának egy nagyon fontos és hasznos funkciója a fuzzy leképezés megjelenítése egy 3 dimenziós felület segítségével [7],[10]. Ennek során egy 3D-s alakzat jön létre, melyen szerepelnek egyszerre a bemenetek és a kimeneti adatok is, amelyek a három tengely skálaértékei. Az ábráról (11. ábra) jól leolvasható minden adat, amely az adott feladat, a védettség megállapításához szükséges. Az előző két ábrában manuálisan is beállítható adatok és a hozzájuk tartozó eredmény itt egyszerre látszik, válasszuk ki bármilyen két bemenetet, a kimeneti adatuk is leolvasható egy időben.

Az alábbi 2. táblázatban példaként öt különböző adathármaszt állítottam be manuálisan,. A 3 adat mindig a felület egy pontja által van meghatározva. A 4-8-83.4 számhármast jelentése példaként a következő: egy magas szintű eszközből (élőerő) „nagy” mennyiséget használva, magas védettséget eredményez. Hasonlóan értelmezhetjük a felület többi pontja által megadott számhármast is.

Az alakzat formáját tekintve az ugrások közel azonosak és ismétlődők. Jól látható a két szint, az alacsonyabb és a magasabb százalékokat elválasztó sík 50%-nál.

2. táblázat: A fuzzy következtetési felület néhány összetartozó adata

eszköz	mennyiség	védettség
4	8	83.4
1	5	15.3
2.5	8.7	67
3.14	3.14	50
1.5	5	32.5



11. ábra. A következtetési rendszert illusztráló felület

4. KONKLÚZIÓ

Összefoglalásként át kell tekinteni mire jöttünk rá a vizsgálat során. Adott egy probléma/feladat, egy terem vagy csarnok

berendezése az általunk választott eszközökkel, választott mennyiségben. Olyan fogalmakat számszerűsítettünk, mint a biztonság, védettség, mennyiség, mindben szerepel egy fajta bizonytalanság, mely jellemző az emberi gondolkodásra. Igazi

lágyszámítást igénylő feladat. A fuzzy logika segítségével és a Matlab programot alkalmazva, sikerült egy következtetési rendszert alkotnunk, ami a bevitt adatok ellenében képes kiértékelni eszközeinket a feladat megoldás szempontjából. Osztályozza az erősséget, többféle módon is áttekinthető teszi az adatainkat, könnyíti az értelmezést.

A cikket végig olvasva és az eleinte tárgyalt problémát végig gondolva, levonhatjuk, hogy a fuzzy logika és bemutatott eszközei képesek eme feladat megoldására, sőt, még bővíthetik is a kérdést, további felhasználásra.

5. TOVÁBBI FELHASZNÁLÁS, INNOVATÍV ÖTLETEK

Ahogy azt már említettem, ehhez a feladathoz témérdek adata van szükség, amelyeket szinte lehetetlen mind összegyűjteni. Annyi hatás ér minket a mindennapokban, környezeti tényezők, váratlan események, egyénektől, felhasználóktól függő adatok. Ezek mind felhasználhatók e megoldás tökéletesítéséhez, én csak egy alapszintű vizsgálatot hoztam létre pár adattal, amely a végletekig kiegészíthető és bonyolítható. A fuzzy alkalmas arra, hogy mindezeket az adatokat jól és eredményesen kezelje.

Nagy potenciált látok a feladat tovább gondolásában, akár egy bonyolultabb és részletesebb szimuláció, akár egy összetett 3d-s tervezőprogram formájában, melyben bármilyen helyszínt megjelenítve egészíthetjük ki az adott eszközökkel, forrásadatokként és vizsgálatként egy ehhez hasonló rendszer tökéletesen megfelelné.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is fejezném ki hálámat Tóthné Dr. Laufer Edit Tanárnőnek, aki betekintést nyújtott ebbe az új és érdekes

világba, az Egyetemnek, hogy teret adtak a Szafari konferenciának, mely során számos hallgatótársammal megoszthattuk egymással ötleteinket, cikkeink témáját, amit elsajátítottunk tudást.

Köszönöm Dr. Hanka László Tanár Úrnak, aki időt nem sajnálva segített e kiadvány megalkotásában, tanácsaival bővítette tudásom e témában és megmutatta hogyan is tud együtt dolgozni hallgató és tanára.

Ez a cikk az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar és a Magyar Fuzzy Társaság támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] A Magyar Értelmező Kéziszótár. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985
- [2] Hadtudományi Lexikon, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1995
- [3] Berek Lajos: Biztonságtechnika. NKE HHK Budapest. 2014.
- [4] Tóth-Tóth: Biztonságtechnika. NKE RTK Budapest, 2014
- [5] Szabó Lajos: A biztonságsszervezés alapjai. Óbudai egyetem
- [6] Tóthné Dr. Laufer Edit: Fuzzy Rendszerek Mérnöki Alkalmazása. Óbudai Egyetem
- [7] Franck Dernoncourt: Introduction to fuzzy logic. MIT, 2013
- [8] Jan Jantzen: Tutorial On Fuzzy Logic. Technical University of Denmark, Department of Automation, Bldg 326, DK-2800 Lyngby, DENMARK. Tech. report no 98-E 868, 19 Aug 1998
- [9] Zadeh, L. A. (1988). Fuzzy logic, , IEEE Computer 21 (4): 83–93.
- [10] René Jager: Fuzzy logic in control. Technische Universiteit Delft. 1995.
- [11] Klir – Juan. Fuzzy sets and fuzzy logic. Prentice hall. 1995
- [12] Kóczy – Tikk: Fuzzy rendszerek. Typotex. 2001.