

Bevezetés a lágy számítás módszereibe

***Döntések fuzzy környezetben
Közelítő következtetések***

Werner Ágnes

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

e-mail: werner.agnes@virt.uni-pannon.hu

Döntési szituáció

Operációkutatásban a döntéshozatal alapproblémájának formalizálása:

1. Adott a lehetséges alternatíváknak egy jól definiált A halmaza.
2. Az A halmazon definiálunk egy célkritériumot, amely minden alternatívánál pontosan visszatükrözi a döntéshozó rangsorolását.
3. A célkritériumot megadó $g : A \rightarrow R$ valós értékű függvény esetén olyan $a^* \in A$ alternatívát kell találni, amelyre $g(a^*) \geq g(a) \quad \forall a \in A$ -ra. Az a^* az optimális döntést adja.

Gyakorlatban: több cél, több kritérium alapján kell dönteni.

Több cél, több kritérium

- egyidőben nem lehet minden kritérium szerint optimális megoldást adni \Rightarrow kompromisszumos megoldás
- ha egy alternatíva néhány kritériumnál jobb a többi alternatívánál, rendszerint a további kritériumok szerint már rosszabb \Rightarrow több alternatívapár nem hasonlítható össze a végső rendezést adó reláció alkalmazásával



többkritériumos döntéshozatalnál **több g függvény** alapján kell az alternatívákat kiértékelni

Modellek: MCDM = multiple criteria decision making

MCDM

Lépések:

1. a probléma definiálása, struktúrája
2. a kritériumok megválasztása
3. az alternatívák és kritériumok kapcsolatának megadása: mátrix forma (p_{ij} : az i -edik alternatíva értékelését adja a j -edik kritérium szempontjából)
 - folytonos,
 - diszkrét adatokat felhasználó
 - iteratív
4. aggregációs eljárás választás és rendezés

Yager "max-min" módszere

Lényege:

- Legyen $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ az **alternatívák** egy véges sorozata.
- Legyen $K = \{k_1, \dots, k_m\}$ a **fuzzy-kritériumok**nak egy véges halmaza.
- Minden k_j kritériumhoz ($j = 1, \dots, m$) a $\mu_{k_j}(a_i)$ **tartalmazási függvény** megadja, hogy milyen jó az a_i alternatíva a k_j cél szempontjából.
- Legyenek g_1, \dots, g_m a **kritériumok valós súlyszámai**, és a súlyszámok összege legyen m .
- Képezzük $\forall k_j$ kritériumnál a következő exponenciálisan súlyozott $\sim \mu_{k_j}(x)$ tartalmazási függvényt
$$\sim \mu_{k_j}(a) = [\mu_{k_j}(a)]^{g_j} \quad \forall a \in A\text{-ra}$$

Yager "max-min" módszere

- Aggregációs műveletként a minimum műveletet választva $\forall a \in A$ alternatívánál határozzuk meg az alternatíva $\mu_D(a)$ hozzátartozási fokát a D fuzzy döntéshez:

$$\mu_D(a) = \min \sim \mu_{k_j}(a) \quad j = 1, \dots, m$$

- Az $a^* \in A$ optimális megoldásnak azon alternatívát kell választanunk, melynél $\mu_D(a)$ a legnagyobb:

$$\mu_D(a^*) = \max(\mu_D(a)) \quad \forall a \in A$$

Közelítő következtetések

Esettanulmány: Vállalati hitelképesség vizsgálata

A vállalat hitelképességét több olyan szempont, kritérium alapján határozza meg a bank, melyek fuzzy halmazokkal jellemezhetők és az eredményt a fuzzy logika módszereivel határozza meg.

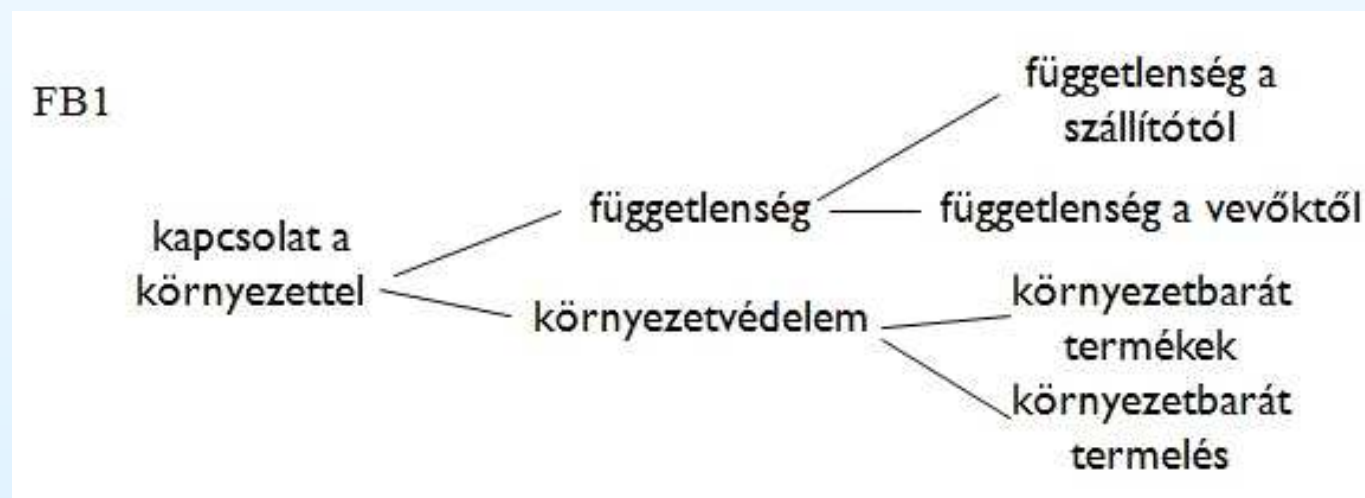
1. megközelítés:

- 28 kritérium - hitelképesség
- kritériumok hierarchikus struktúrába rendezése - 50 kérelmező adatai alapján
- 14 fuzzy-logika-művelet kombinálásával összesítették a kritériumok értékeit egy közös, a hitelképességet kifejező értékbe
- vizsgálatok \Rightarrow a feladat nagyon összetett, az eredmény a műveletek választása mellett függ a kritériumok súlyozásától és a kritériumérték definiálásától

Vállalati hitelképesség vizsgálata

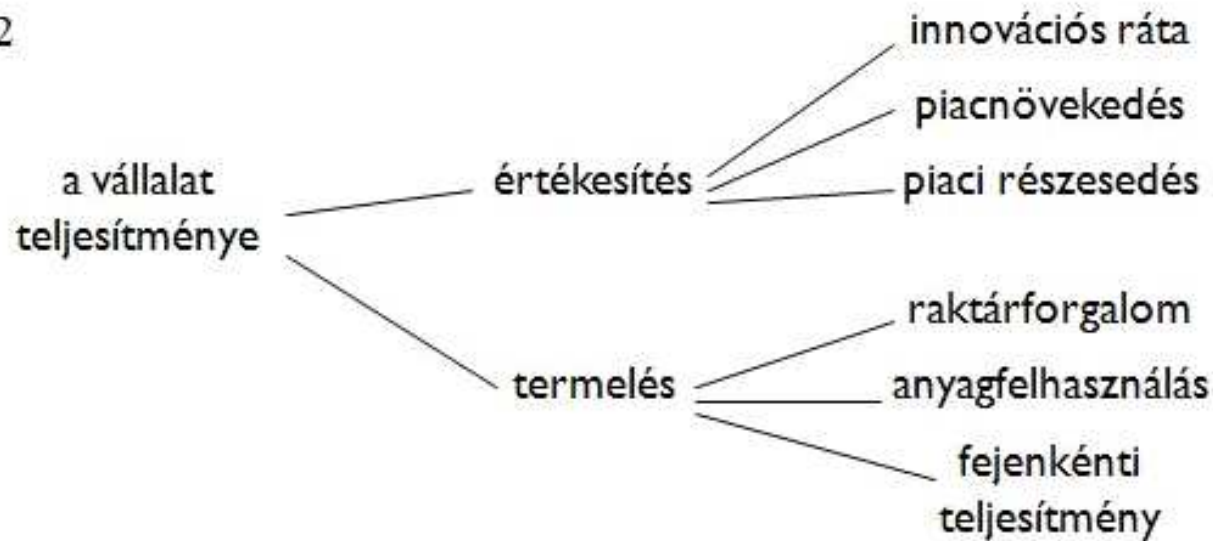
2. megközelítés:

- szabályok felírása \Rightarrow fuzzy szakértői rendszer a hitelképesség fokának meghatározására
- 31 kritérium
- kritériumok közti hierarchia meghatározása
- a 3 szintű kritériumstruktúra elemei közt a kapcsolatot szabályokkal írták le



Összefüggések 2,3

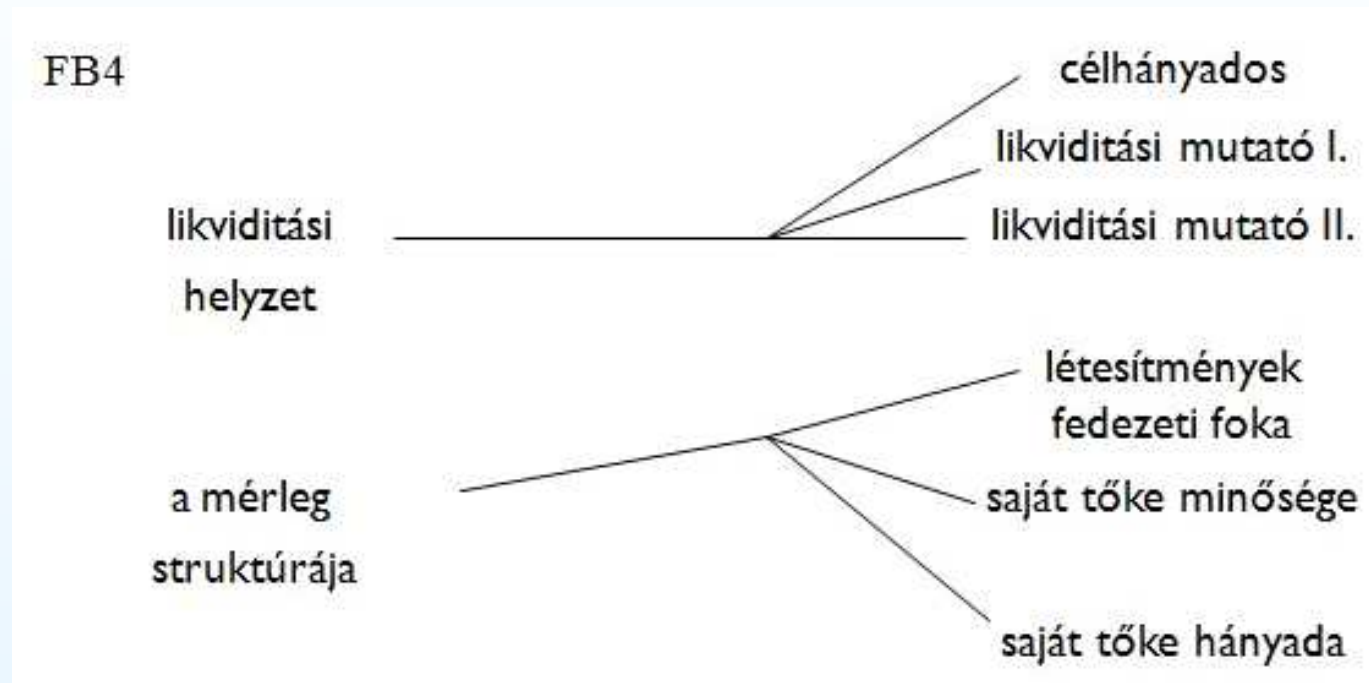
FB2



FB3



Összefüggések 4



Cash Flow ráta, dinamikus eladósodás foka

A Cash Flow rátát osztályzatokkal és nyelvi változókkal a következőképp definiálták:

| CF-ráta | Osztályzat | Nyelvi változó |
|---------|------------|------------------|
| 0%-2% | 6 | rossz |
| 2%-4% | 5 | (erős rizikó) |
| 4%-6% | 4 | közepes |
| 6%-8% | 3 | (közepes rizikó) |
| 8%-10% | 2 | jó |
| >10% | 1 | (csekély rizikó) |

A dinamikus eladósodás fokát (DEF) hasonlóan definiálták:

| DEF (évek) | Osztályzat | Nyelvi változó |
|------------|------------|----------------|
| >10 | 6 | rossz |
| 8-10 | 5 | |
| 6-8 | 4 | közepes |
| 4-6 | 3 | |
| 2-4 | 2 | jó |
| 2> | 1 | |

Szabályok

A saját finanszírozási erőt aggregáló szabályok táblázata:

| Szabály | CF-ráta | DEF | Saját finanszírozási erő |
|---------|---------|---------|--------------------------|
| 1 | Rossz | Rossz | (nagyon) rossz |
| 2 | Rossz | Közepes | rossz |
| 3 | Rossz | Jó | (gyengén) közepes |
| 4 | Közepes | Rossz | rossz |
| 5 | Közepes | Közepes | közepes |
| 6 | Közepes | Jó | (nagyon) közepes |
| 7 | Jó | Rossz | (gyengén) közepes |
| 8 | Jó | Közepes | jó |
| 9 | Jó | Jó | (nagyon) jó |

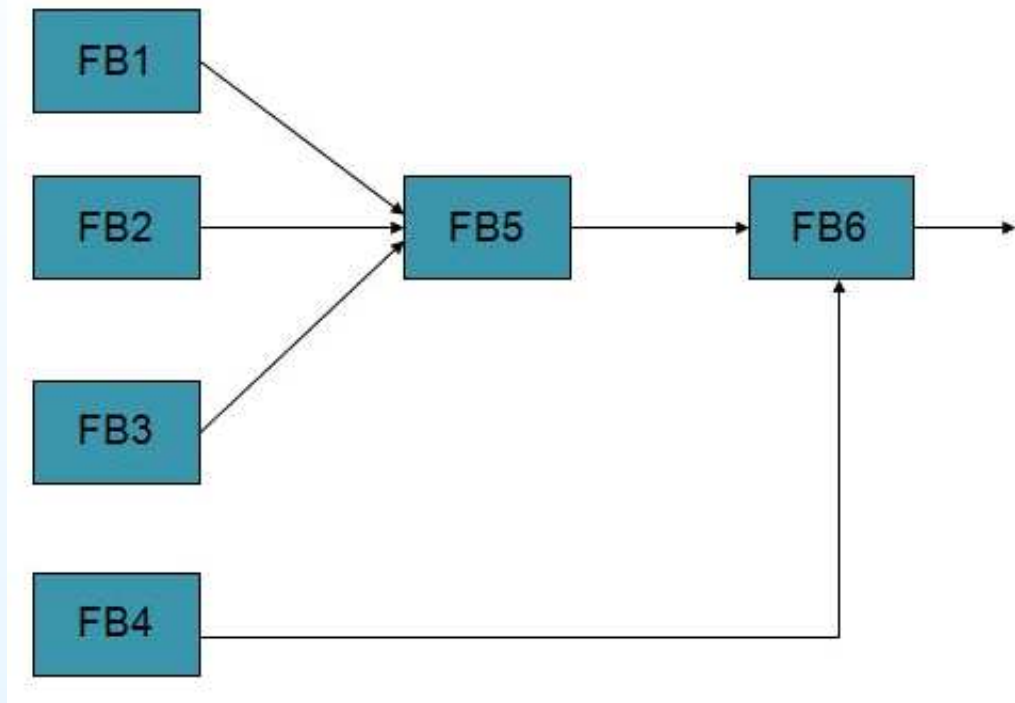
Vállalati hitelképesség vizsgálata

A működés lényege: Ha az első szinten nemcsak a CF-ráta és a DEF, hanem a többi kritérium értéke is rendelkezésre áll, akkor a rendszer párhuzamosan vizsgálva minden kritériumot, **adatvezérelt következtetéssel** végrehajtva a szabályokat, folyamatosan aggregálja a nyelvi változók értékeit, végül egy közös értékbe.

Mivel 31 kritériummal kell dolgozni és ezek adott **hierarchia** szerint kapcsolódnak egymáshoz, blokkokba csoportosítva célszerű a fuzzy kritériumokat feldolgozni.

Egy lehetséges csoportosítása a kritériumoknak legyen pl. az $FB1, FB2, \dots, FB6$.

Vállalati hitelképesség vizsgálata



Vállalati hitelképesség vizsgálata

FB1 input: függetlenség a szállítótól, függetlenség a vevőktől, környezetbarát termékek, környezetbarát termelés.

output: függetlenség, környezetvédelem.

FB2 input: innovációs ráta, piac növekedése, piaci részesedés, raktárforgalom, anyagfelhasználás, fejenkénti teljesítmény.

output: értékesítés, termelés.

FB3 input: dinamikus eladósodás foka, Cash Flow-ráta, forgalom jövedelmezősége, ösztöke jövedelmezősége.

output: saját finanszírozási erő, jövedelmezőség.

FB4 input: célhányados, likviditási mutató I., likviditási mutató II., létesítmények fedezeti foka, saját tőke minősége, saját tőke hányada

output: likviditási helyzet, a mérleg struktúrája.

FB5 input: függetlenség, környezetvédelem, értékesítés, termelés, saját finanszírozási erő, jövedelmezőség.

output: kapcsolat a környezettel, a vállalat teljesítménye, a jövedelem helyzete.

FB6 input: kapcsolat a környezettel, a vállalat teljesítménye, a jövedelem helyzete, likviditási helyzet, a mérleg struktúrája.

output: hitelképesség foka.

Vállalati hitelképesség vizsgálata

Nézzük a szabályok működését pl. az A vállalat esetén:

| Vállalat | CF-ráta | DEF |
|----------|---------|--------|
| A | 4.1% | 7.9 év |
| B | 7.9% | 4.1 év |
| C | 3.9% | 4.1 év |

A 4.1%-os érték a CF-ráta rossz és közepes nyelvi változóit különböző mértékben aktivizálja.

A 7.9 év a DEF közepes és rossz nyelvi változóit aktivizálja.

E változók az 1., 2., 4. és 5. szabályt egyszerre aktivizálják és a közös, aggregált eredményt a saját finanszírozási erő nagyon rossz, rossz és közepes nyelvi változók különbözőképp aktivizált halmazainak együttese lesz.

Az aktivizálás mértékét a nyelvi változók tartalmazási függvényei befolyásolják. Pl. a DEF közepes nyelvi változója a 7.9 értéknél a 0.43 tartalmazási függvény értéket veszi fel.

Így a szabály konklúziójában található nyelvi változó görbáját minden ponton 0.43-mal szorozza.

Az eredmény-defuzzifikálás egyetlen értéket jelöl ki végeredménynek.

Vállalati hitelképesség vizsgálata

Eredmények:

Az eredmények fuzzy halmazai jól szemléltetik, hogy a három vállalat saját finanszírozási ereje **különbözőképpen aktivizált halmazokból számolható** és **defuzzifikálással összehasonlítható** eredményeket kapunk:

| Vállalat | Eredmény | Eredmény nyelvi változókkal |
|----------|----------|-----------------------------|
| A | 2.3 | rossz-közepes |
| B | 4.8 | közepes-jó |
| C | 3.4 | közepes |

Az eredmény csak egy részeredmény a teljes rendszerben. Hasonló módon minden blokkot felírva, ill. előtte minden kritériumot definiálva, a rendszer a kiszámolt értékeket rendre továbbítja a következő blokk felé, és az utolsó, FB6 blokk pedig a végeredményt, a **hitelképesség fokát szolgáltatja**.