

KÖVETKEZTETÉS FUZZY SZABÁLYMÓDOSÍTÁSSAL

Johanyák Zsolt Csaba, Kovács Szilveszter

Abstract

Several fuzzy systems working with a sparse rule base apply reasoning techniques that follow the generalized methodology of the fuzzy rule interpolation (GM) [1]. In the second step of the GM the conclusion is determined by firing a fuzzy rule, which overlaps the observation at least partially. Due to the modular structure of the methodology several inference techniques can be applied for this task. This paper presents and compares the single rule inference techniques Similarity Transfer method (ST) [2], Fixed Point Law (FPL) [3] and Fixed Value Law (FVL) [3] as potentially suitable ones.

Összefoglalás

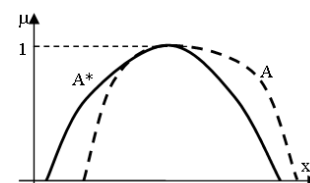
A ritka szabálybázissal rendelkező fuzzy rendszerek jelentős része olyan következtetési technikákat alkalmaz, amelyek a fuzzy szabályinterpoláció általánosított módszertana (GM) [1] által meghatározott struktúrát követik. A GM második lépésében egy megfigyelés és egy arra legalább részben illeszkedő szabály ismeretében állítják elő a következményt. A módszertan moduláris felépítése következtében számos következtetési eljárás alkalmazható erre a feladatra. Dolgozatunkban áttekintjük és értékeljük a hasonlóság megőrzési módszert [2], valamint a rögzített pont és a rögzített érték törvényét [3], mint lehetséges megoldásokat.

1. Bevezetés

A fuzzy logikán alapuló rendszerek működése során gyakran előfordul, hogy a következtetési folyamat bemeneteként jelentkező megfigyelés (A^*) csak részben fedí le egy vagy több szabály antecedens részét (A). Egydimenziós antecedens alaphalmaz esetén az 1. ábra segítségével szemléltethetjük a helyzetet. Ilyenkor a következmény előállítását az általánosított modus ponens (1) alkalmazásával történik.

Megfigyelés: x értéke A^*
Szabály: ha x értéke A akkor y értéke B (1)
Következmény: y értéke B^*

ahol x és y a bemeneti és kimeneti nyelvi változók, A és B az antecedens és a konzekvens alaphalmazbeli nyelvi értékek, A^* a megfigyelés és B^* az előállított következmény. A Zadeh féle kompozíciós következtetéstől a különböző revíziós elvekig számos megoldás született az általánosított modus ponens gyakorlati megvalósítására.



1. ábra.

A továbbiakban áttekintünk és összehasonlítunk néhányat ezek közül. A szemléletesség érdekében az eljárások ismertetése során egydimenziós antecedens és konzekvens

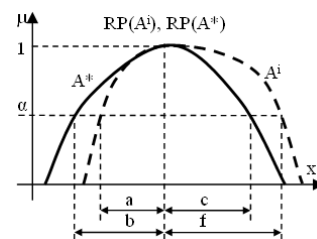
alaphalmazokat feltételezünk, de megemlítjük a többdimenziós alkalmazhatóságot ott, ahol ez lehetséges.

2. Egyszabályos következtetési módszerek

Egyszabályos fuzzy következtetési módszereknek nevezik azokat a technikákat, amelyek egyetlen fuzzy szabályból és az annak feltétel részével nem feltétlenül azonos megfigyelésből kiindulva előállítják a következményt. A folyamat alapja valamilyen hasonlóságmérték meghatározása és az általánosított modus ponens olyan megvalósítása, hogy amilyen mértékben hasonlít a megfigyelés a szabály antecedens részére, ugyanolyan mértékben hasonlítson az előállított következmény a szabály konzekvens részére. A rendelkezésre álló módszerek közül csak olyanokkal foglalkozunk a továbbiakban, amelyek egy bizonyos speciális feladatra alkalmazhatóak. Ez a kiemelt terület a fuzzy szabály-interpoláció egy részfeladata, mégpedig a becsült következmény meghatározása az általánosított módszertan [1] második lépésében. Itt egy fuzzy szabály-interpolációval előállított szabállyal dolgozunk, amelynek antecedens halmazához rendelt referencia pont azonos abszcisszájú a megfigyelés referencia pontjával. A referencia pont feladata a fuzzy halmaz helyzetének egyértelmű meghatározása. Definiálása során több lehetőség közül választhatunk, pl. a mag vagy a tartó középpontja, esetleg a tömegközéppont is elláthatja ezt a feladatot. A megfelelő típus kiválasztása során figyelembe kell venni a partíció halmazainak alakját és a szükség szerint alkalmazott defuzzifikálási módszert is.

2.1. Hasonlóság megőrzési módszer

A Similarity Transfer (ST) módszert [2] Yan, Mizumoto és Qiao dolgozta ki. A technika alap gondolata az, hogy α -vágatonként egy alsó és felső hasonlósági mértéket (S_L és S_U) számolnak a szabály antecedens (A^i) és a megfigyelés (A^*) között a (2) és (3) képletek felhasználásával (2. ábra).



2. ábra.

$$S_L(A^*, A^i, \alpha) = \frac{b}{a} = \frac{d(\inf\{A^*_\alpha\}, RP(A^*))}{d(\inf\{A^i_\alpha\}, RP(A^i))} \quad (2)$$

$$S_U(A^*, A^i, \alpha) = \frac{c}{f} = \frac{d(\sup\{A^*_\alpha\}, RP(A^*))}{d(\sup\{A^i_\alpha\}, RP(A^i))} \quad (3)$$

Ahol \inf és \sup az α -vágat alsó és felső végpontja, RP a referencia pont. A következmény adott α -vágatának végpontjait úgy határozzák meg, hogy a szabály konzekvenséhez mért alsó és felső hasonlósági értéke egyezzen meg a feltétel oldalon számolt értékekkel. A módszer egyszerű, kis

számításigényű és hatékonyan alkalmazható kis karakterisztikus pontszámmal leírható konvex és normál halmazalakok esetén. Normalitás alatt azt értjük, hogy minden halmaz magassága 1-es értékű kell legyen. Az eljárás gyenge pontja az, hogy szubnormális és nem-konvex esetekben nem használható, valamint nem tartalmaz megoldást a valós alkalmazásokban legtöbbször előforduló többdimenziós antecedens alaphalmaz esetére.

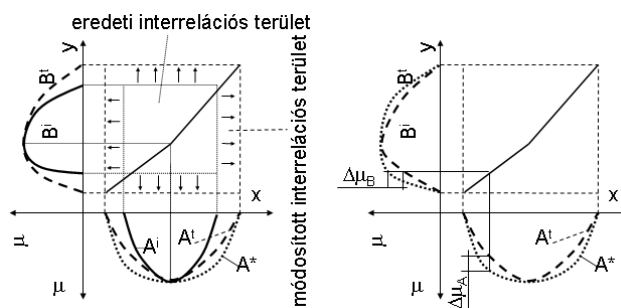
2.2. A lineáris revízió elven alapuló módszerek

A Shen, Ding és Mukaidono által kidolgozott (pl. [3]) és az [1]-ben is lehetséges megoldásként javasolt két lineáris revízió elven alapuló módszert vizsgálunk meg a továbbiakban.

A rögzített pont törvénye

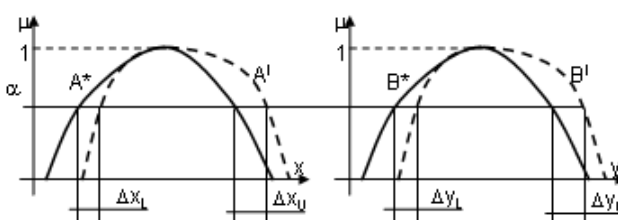
(Fixed Point Law - FPL)

[3][1] egy interrelációknak nevezett függvénykapcsolat (Inter-Relation Function - IRF) segítségével egy egyértelmű leképezést definiál a szabály antecedens



3. ábra.

(A^i) és konzekvens (B^i) halmazának elemei között. Az így meghatározott téglalapot interrelációs területnek (InterRelation Area - IRA) nevezi. A továbbiakban, amennyiben ez szükséges, az IRA-t és az érintett két nyelvi értéket arányosan módosítja [1] ($A^i, B^i \rightarrow A^t, B^t$) úgy, hogy elérje az egybeesést az IRA megfelelő oldala és megfigyelés (A^*) tartója között (3. ábra). Feltételezve, hogy az így kapott IRF azonos a megfigyelés és a következmény (B^*) közötti valós interrelációs kapcsolattal, a becsült következmény pontjait úgy számolja ki, hogy az A^* minden kiválasztott halmazelemére kiszámolja a megfigyelés és az antecedens nyelvi értékhez való tartozás mértékét kifejező tagsági függvények különbségét, és ugyanezzel az értékkel módosítja a B^t konzekvens halmaz interreláció által meghatározott pontjának tagsági értékét (3. ábra). Az eljárás előnyös tulajdonsága, hogy az IRF bevezetése egy jól hangolható technikát eredményez. Hátrányaként említhető az IRF használat és az IRA módosítás következtében megnövekedett számításigény, a bonyolultabb megvalósíthatóság és az a tény, hogy csak konvex és normál fuzzy halmazok esetén használható. Az FPL-t eredetileg egydimenziós esetre dolgozták ki, de az [1] irodalomban találunk megoldási javaslatot a többdimenziós alkalmazásra.



4. ábra.

A rögzített érték törvénye (Fixed Value Law

- FVL) [3][1] a tagsági függvény értékek (μ) mentén haladva határozza meg a következményt. Minden

szükséges α szinten a megfigyelés (A^*) és az antecedens (A^i) halmazok azonos oldali vágatvégpontjainak távolságából (Δx_L és Δx_U) kiindulva a (4) és (5) képlet segítségével számítja ki, hogy milyen mértékben (Δy_L és Δy_U) szükséges eltolni a konzekvens vágatvégpontjait a módosítás során.

$$\Delta y_L = \frac{\inf\{A^*\} - \inf\{A^i\}}{\inf\{A^i\} - x_{\min}} \cdot (\inf\{B^i\} - y_{\min}) \quad (4)$$

$$\Delta y_U = \frac{\sup\{A^*\} - \sup\{A^i\}}{\sup\{A^i\} - x_{\max}} \cdot (\sup\{B^i\} - y_{\max}) \quad (5)$$

ahol x_{\min} , x_{\max} és y_{\min} , y_{\max} az antecedens és konzekvens alaphalmaz értelmezési tartományának alsó és felső végpontjai. A módszer egyszerű, kis számításigényű és hatékonyan alkalmazható kis karakterisztikus pontszámmal leírható konvex és normál halmazalakok esetén. Hátrányos tulajdonsága az, hogy a kapott eltolás érték erősen függ attól, hogy a szabály antecedens és konzekvens milyen távolságban helyezkedik el saját alaphalmazának alsó és felső végpontjaitól. Könnyen előfordulhat olyan abnormális eredmény, amikor egy halmazelemhez több tagsági érték is tartozik. Az eljárás csak konvex és normál fuzzy halmazok esetén használható. Az FVL-t eredetileg egydimenziós esetre dolgozták ki, de az [1] irodalomban találunk megoldási javaslatot a többdimenziós alkalmazásra.

Irodalom

- [1] Baranyi, P., Kóczy, L. T. and Gedeon, T. D.: A Generalized Concept for Fuzzy Rule Interpolation. In IEEE Transaction On Fuzzy Systems, Vol. 12, No. 6, 2004, pp. 820-837.
- [2] Yan, S., Mizumoto, M., Qiao, W. Z.: An Improvement to Kóczy and Hirota's Interpolative Reasoning in Sparse Fuzzy Rule Bases, in International Journal of Approximate Reasoning, 1996, Vol. 15, pp. 185-201.
- [3] Shen, Z., Ding, L., Mukaidono, M.: Methods of revision principle, in Proc. 5th IFSA World Congr., 1993, pp. 246–249.

Johanyák Zsolt Csaba
 Kecskeméti Főiskola, GAMf Kar, Informatika Tanszék
 Tel: +36-76-516-300, e-mail:johanyak.csaba@gamf.kefo.hu

Kovács Szilveszter, PhD
 Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Általános Informatikai tanszék
 Tel: +36-46-565-111 e-mail: szkovacs@iit-uni-miskolc.hu