

POLÁR-VÁGAT ALAPÚ FUZZY HALMAZ-INTERPOLÁCIÓ

Johanyák Zsolt Csaba, Kovács Szilveszter

Abstract

Systems working with fuzzy logic apply a rule based reasoning process. In several practical applications the rules belonging to the knowledge base do not cover all the possible input values. In such cases the classical fuzzy inference methods (e.g. Compositional Rule of Inference) must be substituted by approximate techniques. The methods following the ideas of the generalized methodology of fuzzy rule interpolation (GM) [1] determine the approximated conclusion in two steps. First a new rule is interpolated in the position of the observation and next the result is calculated by firing this rule. In this paper we propose a new fuzzy set interpolation technique called FEAT-p applicable in the first step of the GM for the determination of the antecedent and consequent part of the new rule. Its basic concepts are the virtual linguistic term shifting and the polar cut. As advantages can be mentioned the low computational complexity and the ability to handle even cases when one or more of the fuzzy sets are subnormal.

Összefoglalás

A fuzzy logikával működő rendszerek szabály alapú következtetéssel dolgoznak. Számos gyakorlati alkalmazásban a rendszer tudásbázisában rendelkezésre álló szabályok nem fednek le minden lehetséges bemeneti értéket. Ilyen esetekben a klasszikus kompozíciós következtetési módszereket közelítő technikákkal kell helyettesíteni. A fuzzy szabályinterpoláció általánosított módszertanát (GM) [1] követő technikák a becült következményt két lépésben állítják elő. Először egy új szabályt interpolálnak a megfigyelés által meghatározott helyen, majd ezt alkalmazva számítják ki az eredményt. Dolgozatunkban egy új fuzzy halmaz-interpolációs eljárást (FEAT-p) mutatunk be, ami az általánosított módszertan első lépésében alkalmazható az új szabály antecedens és konzekvens részének meghatározására. A módszer két fontos alap gondolata a nyelvi értékek virtuális eltolása és a polár-vágat fogalmának bevezetése. Előnyös tulajdonsága az alacsony számítási komplexitása, és azon esetek kezelésének képessége, amikor a partíció egy vagy több halmaza egynél kisebb magassággal rendelkezik.

1. Bevezetés

A fuzzy logikával működő rendszerek szabály alapú következtetést alkalmaznak. Tudásbázisuk egyik legfontosabb tulajdonsága a szabálybázis sűrű vagy ritka jellege. A szabályok halmazát akkor tekintjük ritkának, amikor egyes megfigyelések esetén nem találunk olyan szabályt, aminek feltétel része legalább részben lefedné a bemeneti értékeket az összes dimenzióban. A klasszikus következtetési technikák, mint pl. a Zadeh, Mamdani vagy Yager féle, nem képesek kezelni az ilyen eseteket. Ezért a ritka szabálybázisra épülő rendszerekben olyan fuzzy következtetési módszereket alkalmaznak, amelyek megfelelő szabályok hiányában is képesek megbecsülni az eredményt.

A szakirodalomban fellelhető közelítő következtetéssel dolgozó technikák nagy része valamilyen szabályinterpolációt alkalmaz. Ezeket a módszereket alapelvük szerint két csoportra oszthatjuk. Az elsőbe tartoznak azok a technikák, amelyek a megfigyelésből közvetlenül állítják elő a becsült következtetést. Ilyen például a Kóczy és Hirota által kidolgozott KH [2] vagy a Kovács és Kóczy által javasolt FIVE [3] módszer. A második csoport eljárásainak működését a legjobban az [1]-ben bevezetett általánosított módszertan segítségével írhatjuk le. A csoport jellegzetes képviselői pl. a Baranyi és társai által az [1]-ben javasolt módszercsoport és a Huang és Shen által kidolgozott IGRV [4]. A továbbiakban először röviden áttekintjük az általánosított módszertan által meghatározott kereteket, majd bemutatjuk az általunk javasolt halmaz-közelítési módszert.

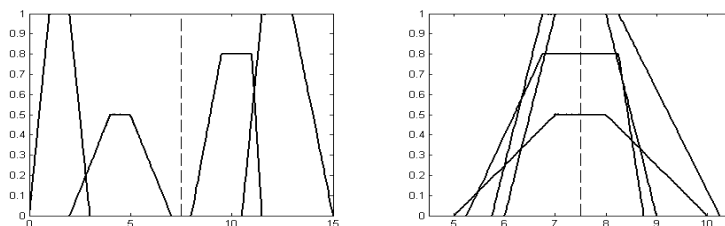
2. A fuzzy szabályinterpoláció általánosított módszertana

A Baranyi és társai által javasolt általánosított módszertan egy referencia pont (RP) segítségével jellemzi a fuzzy halmazok helyzetét. Erre a célra jól alkalmazható pl. a mag középpontja, a súlypont vagy a tartó középpontja. A kiválasztás során célszerű figyelembe venni az esetlegesen alkalmazott defuzzifikációs módszert is. A továbbiakban a halmazok távolságát a referencia pontok közötti vízszintes irányú távolsággal fejezik ki. A következmény meghatározása két lépésben történik. Először egy új szabályt interpolálnak úgy, hogy ennek referencia pontjai azonos vízszintes helyzetűek legyenek a megfigyelés megfelelő halmazának referencia pontjával minden dimenzióban. Itt három szakasz különböztethető meg. Az elsőben valamilyen fuzzy halmaz közelítési módszerrel meghatározzák a szabály antecedens részét. Ezt követően a konzekvens helyzetét számítják ki pl. a fuzzy szabályinterpoláció alapegyenlete (FERI) [2] segítségével, majd ugyancsak fuzzy halmazközelítést alkalmazva meghatározzák a szabály konzekvens részét. A második szakaszban az új szabályt tüzelve számítják ki a következményt. Mivel a szabály feltétel része ritkán esik egybe a megfigyeléssel, ezért ebben az esetben valamilyen speciális egyszabályos következtetési módszerre van szükség. A GM moduláris felépítésének köszönhetően minden lépésben és szakaszban az adott feladathoz legjobban illeszkedő technika választható ki.

3. FEAT-p

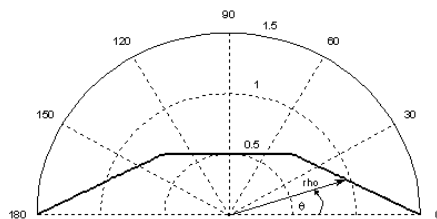
A FEAT-p (Fuzzy sEt interpolAtion based on linguistic Term shifting and polar cuts) egy fuzzy halmaz-interpolációs technika, amelynek az a célja, hogy meghatározza az új szabály antecedens és konzekvens részében szereplő nyelvi értékek alakját a GM első lépésében. A módszer egyszerre egy partícióval foglalkozik, a különböző dimenziókban a számítások egymástól függetlenül történnek. Az eljárás abból a feltételezésből indul ki, hogy a fuzzy partíciót valamilyen szabályosság jellemzi, és ennek figyelembe vételével igyekszik meghatározni egy olyan új nyelvi értéket, aminek pozíciója azonos a megfigyelésével. A módszer a partíció összes fuzzy halmazát figyelembe veszi a becslés során. Ez a megközelítés a számítási komplexitás csökkenését is eredményezi egyben, ugyanis kis

nyelvi értékszámú partíciókat feltételezve általában egyszerűbb az összes halmazt felhasználni, mint kikeresni a két közrefogó szomszédosat.



1. ábra. Eredeti partíció és virtuálisan eltolt halmazok

Első lépésként meghatározzuk a partíció összes halmazának referencia pontját, majd eltoljuk őket virtuálisan vízszintesen úgy, hogy referencia pontjuk abszcisszája essen egybe a megfigyelés aktuális dimenzióbeli halmazának referencia pontjával (1. ábra). Ezután az egymást átfedő alakzatokból meghatározzuk az új nyelvi értéket. A feladat több módon is megvalósítható. Például a [5]-ben ismertetésre kerülő technika α -vágatokon alapul. A most bemutatásra kerülő FEAT-p abból a feltevésekből indul ki, hogy az α -vágatokhoz hasonlóan a polár-vágatokra is felírható egy kiterjesztési és felbontási elv, azaz minden konvex fuzzy halmaz felbontható polár-vágatokra és leírható polár-vágatok összességéként. A módszer egy polár koordináta-rendszert használ, aminek a középpontja egybeesik a megfigyelés referencia pontjának a vízszintes tengelyre eső vetületével. A polár-vágat egy $\{rho, \theta\}$ érték pár, ami a halmazalak egy pontját jellemzi.



2. ábra. Polár-vágat

Az interpolált nyelvi érték körvonalát polár-vágatonként határozza meg a módszer súlyozott átlagot számolva a figyelembe vett halmazok azonos θ szintű polár-vágat hossz értékeiből (1). A súlyozás lehetővé teszi, hogy a megfigyeléshez közeli halmazok nagyobb hatást fejtsenek, ki mint a távolabbiak.

$$rho\{A_{j\theta}^a\} = \begin{cases} \frac{\sum_{k=1}^{n_j} w_{jk} \cdot rho\{A_{jk\theta}\}}{\sum_{k=1}^{n_j} w_{jk}} & d(A_j^*, A_{jk}) > 0 \\ rho\{A_{jk\theta}\} & d(A_j^*, A_{jk}) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$w_{jk} = \frac{1}{\lambda \cdot d(A_j^*, A_{jk})^p} \quad (2)$$

Az elvárásnak eleget tevő legegyszerűbb súlyfüggvény a távolság reciproka. Ennek két paraméterrel kibővített változata (2) jól hangolható, rugalmas halmazinterpolációt tesz lehetővé az általánosított módszertan első lépésében.

4. Összegzés

A szabályinterpoláció alapú fuzzy következtetési technikák biztosítják a megfelelő eredményt ritka szabálybázis esetén is. Ezen technikák jelentős része az általánosított módszertanban meghatározott lépéseket valósítja meg.

Dolgozatunkban egy olyan halmazinterpolációs módszert mutatunk be, ami a polár-vágat fogalmának bevezetésével leegyszerűsíti az új szabály antecedens és konzekvens részének meghatározását az általánosított módszertan első lépésében azokban az esetekben is, amikor a partíció egy vagy több halmazának magassága nem éri el az 1-es értéket. Előnyös tulajdonságai továbbá az alacsony számítási komplexitása és a szemléletessége.

Irodalom

- [1] Baranyi, P., Kóczy, L. T. and Gedeon, T. D.: A Generalized Concept for Fuzzy Rule Interpolation. In IEEE Transaction On Fuzzy Systems, ISSN 1063-6706, Vol. 12, No. 6, 2004. pp 820-837.
- [2] Kóczy, L. T., Hirota, K.: Rule interpolation by α -level sets in fuzzy approximate reasoning, In J. BUSEFAL, Automne, URA-CNRS. Vol. 46. Toulouse, France, 1991, pp. 115-123.
- [3] Kovács, Sz., Kóczy, L.T.: Application of an approximate fuzzy logic controller in an AGV steering system, path tracking and collision avoidance strategy, Fuzzy Set Theory and Applications, Tatra Mountains Mathematical Publications, Mathematical Institute Slovak Academy of Sciences, Vol.16, Bratislava, Slovakia, 1999, pp. 456-467.
- [4] Huang, Z., Shen, Q: Fuzzy interpolation with generalized representative values, in Proceedings of the UK Workshop on Computational Intelligence, pp. 161-171, 2004.
- [5] Johanyák, Z. C., Kovács, S.: Fuzzy set approximation based on linguistic term shifting, MicroCad 2006, megjelenés alatt.

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