

TÁVOLSÁGMÉRTÉKEK A FUZZY SZABÁLY-INTERPOLÁCIÓBAN

Drenyovszki Rajmund

Abstract

Contrary to the traditional compositional fuzzy reasoning methods (Zadeh [8], Mamdani [6], stb.) the inference techniques based on Fuzzy Rule Interpolation (FRI) are able to produce a proper result even in cases when the observation does not intersect or overlap any of the antecedents of the known rules.

Fuzzy reasoning methods using FRI determine the conclusion supposing a regularity between the known rules of the rule base. They use similarity/distance of the fuzzy sets in course of the calculations. The applied distance measure is an important characteristic of the methods. This paper presents three fuzzy distance measures emphasizing their key features and the FRI methods that use them.

Összefoglalás

A kompozíciós (Zadeh [8], Mamdani [6], stb.) fuzzy következtetési eljárásokkal ellentétben a fuzzy szabály-interpoláción alapuló módszerek olyan esetekben is képesek eredmény előállítására, amikor a rendszer bemenetén jelentkező megfigyelés egyetlen szabály antecedens (feltétel) részét sem metszi vagy lapolja át.

A fuzzy szabály-interpolációs eljárások az ismert szabályok között kapcsolatot feltételezve az antecedens- és az azonos dimenzióbeli megfigyelés halmazok közötti hasonlóságot/távolságot felhasználva határozzák meg a következményt. Ezen módszerek egyik fontos jellemzője és működésük kulcsa egyben az általuk alkalmazott fuzzy halmaz-távolság mérték. Cikkünkben három gyakran alkalmazott távolságmérési módot mutatunk be kiemelve fontos tulajdonságaikat és az őket felhasználó fuzzy szabály-interpolációs módszereket.

1. Bevezetés

A fuzzy szabályozók szabályok felhasználásával működnek. Két csoportba sorolhatók, az alapján, hogy a szabályok feltétel részében szereplő nyelvi értékek teljesen fedik-e az alaphalmazukat. Ez alapján beszélhetünk sűrű és ritka szabálybázisokról. A szabálybázis sűrű abban az esetben, ha az összes megfigyeléshez találunk legalább egy szabályt, amelynek feltétel része illeszkedik a bemenő adatokhoz. Ellenkező esetben beszélünk ritka szabálybázisról.

Ritka szabálybázisra épülő rendszerben a hagyományos kompozíciós következtetési módszerek (Zadeh [8], Mamdani [6], stb.) segítségével nem tudunk helyes eredményeket előállítani minden lehetséges bemenő érték esetén [1][3][4][5]. Ilyenkor általában fuzzy szabály-interpoláción alapuló eljárásokat alkalmaznak, ahol a fuzzy halmazok hasonlóságának és sorrendjének vizsgálata is szükséges. A hasonlóságot és sorrendet a legtöbb esetben a halmazok távolságának felhasználásával tudjuk meghatározni [2].

2. Távolság mértékek, használatuk feltételei

A fuzzy halmazok távolsága csak olyan alaphalmazok esetén értelmezhető, ahol az univerzum elemein teljes rendezés és metrika értelmezhető. Egy távolságfüggvényt az alábbi négy feltétel teljesülése esetén tekinthetünk metrikának [2]:

- a távolság nem lehet negatív;
- ha a távolság nulla, akkor a két halmaz egyenlő;
- a távolság nem függhet a halmazok sorrendjétől;
- a távolságokra érvényes kell legyen a háromszög egyenlőtlenség.

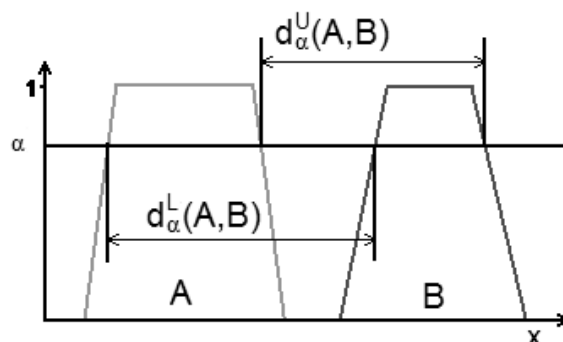
3. KH fuzzy távolság

A Kóczy és Hirota által kidolgozott következtetés (KH módszer) szabályok lineáris interpolációján alapul. Használatának előfeltétele, hogy találjunk legalább két szabályt, amelyek közrefogják a megfigyelést. Az eljárás két normalizált és konvex fuzzy halmaz távolságát α -vágataik végpontjait felhasználva α szintenként két értékkel jellemzi (ld. 1. ábra). Ezeket ($d_\alpha^L(A, B)$ és $d_\alpha^U(A, B)$) alsó (1) illetve felső (2) távolságoknak nevezzük, és értéküket a következőképpen számítjuk

$$d_\alpha^L(A, B) = \left| \inf \{ [B]_\alpha \} - \inf \{ [A]_\alpha \} \right|, \quad (1)$$

$$d_\alpha^U(A, B) = \left| \sup \{ [B]_\alpha \} - \sup \{ [A]_\alpha \} \right|, \quad (2)$$

ahol \inf az α -vágat alsó, \sup pedig felső végpontját jelöli. Ennek a távolság meghatározásnak a hátránya a nagy számításigény mellett az, hogy csak részleges rendezést biztosít a halmazok között [3], a halmazok sorrendje csak abban az esetben határozható meg, amikor az egyik halmaz összes α -vágata esetén mind alsó mind felső végpont megelőzi a másik halmaz megfelelő végpontját.



1. ábra. A és B fuzzy halmazok KH távolsága a szinten

4. VKK fuzzy távolság

Vass, Kalmár és Kóczy [7] a fuzzy halmazok távolságára hasonló módon az előzőhöz, α -vágat alapú megoldást javasoltak. Ebben az esetben az α -vágatokat nem végpontjaik segítségével írjuk le, hanem a vágat középpontjával (3) és szélességével (4).

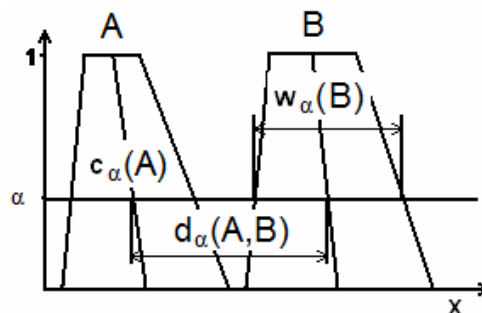
$$c_{\alpha}(A) = \frac{\inf\{[A]_{\alpha}\} + \sup\{[A]_{\alpha}\}}{2} \quad (3)$$

$$w_{\alpha}(A) = \sup\{[A]_{\alpha}\} - \inf\{[A]_{\alpha}\} \quad (4)$$

A VKK fuzzy távolság α -vágatonként a középpontok euklideszi távolságát méri (6), ami kisebb számításigényű, mint a KH távolság meghatározása. Az α -vágat középpontja, szélessége és a VKK távolság figyelhető meg a 2. ábrán.

$$d_{\alpha}(A, B) = |c_{\alpha}(A) - c_{\alpha}(B)| \quad (5)$$

Az eljárás bevezetése egyszerűsítette a számításokat, azonban itt is könnyen előfordulhat olyan eset, amikor a két középvonal metszi egymást, lehetetlenné téve a sorrend meghatározást [3].



2. ábra. VKK távolság

5. Referencia pont alapú fuzzy távolság

A fuzzy szabály-interpoláción alapuló következtetési módszerek többsége egy referencia pont segítségével definiálja a halmazok helyzetét. E feladatot legtöbbször a mag középpontja látja el (pl. [4]), de léteznek a tömegközéppontot vagy éppen a tartó középpontját alkalmazó módszerek is [3].

Referencia pont (RP) definiálása esetén az A és B halmazok közötti távolságot ($d(A, B)$) az alábbiak szerint számítjuk

$$d(A, B) = |RP(A) - RP(B)|. \quad (6)$$

A referencia pont alapú távolságmérés széles körű elterjedése annak köszönhető, hogy alacsony számításigény mellett biztosítható a halmazok teljes rendezése [3].

6. Összefoglaló

A ritka szabálybázisokhoz kidolgozott szabály-interpoláción alapuló fuzzy következtetési módszerek egyik kulcslépése a nyelvi értékek közötti távolság meghatározása. A dolgozatban három távolság mérési módot vizsgáltunk meg ismertette számításuk módját és kiemelve fontosabb tulajdonságaikat.

Míg az első két megoldás α -vágat alapú megközelítésének köszönhetően csak konvex és azonos magasságú halmazok esetén alkalmazható, addig a referencia pont alapú megközelítés jelentős számításigény csökkenés mellett mindig biztosítja a sorrend meghatározását.

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] Johanyák, Zs. Cs., Kovács, Sz.: Distance based similarity measures of fuzzy sets, SAMI 2005, Slovakian-Hungarian Joint Symposium on Applied Machine Intelligence, Herl'any, Slovakia, January 21-22 2005, pp. 265-276.
- [3] Johanyák Zs. Cs.: Fuzzy szabály-interpolációs módszerek és mintaadatok alapján történő automatikus rendszergenerálás, PhD disszertáció, Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2007.
- [4] Johanyák, Zs. Cs. and Kovács, Sz.: Fuzzy Rule Interpolation Based on Polar Cuts, in Computational Intelligence, Theory and Applications, Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 499-511.
- [5] Kóczy, L. T. and Hirota, K.: Approximate reasoning by linear rule interpolation and general approximation, in International Journal of Approximative Reasoning, Vol. 9, 1993, pp. 197–225.
- [6] Mamdani, E. H. and Assilian, S.: An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, in International Journal of Man Machine Studies, Vol. 7, 1975, pp. 1-13.
- [7] Vass, G., Kalmár, L. and Kóczy, L. T.: Extension of the fuzzy rule interpolation method, in Proceedings of the International Conference on Fuzzy Sets Theory Applications (FSTA '92), Liptovsky Mikulas, Czechoslovakia, 1992, pp. 1-6.
- [8] Zadeh, L. A.: Fuzzy Sets, Information and Control, Vol. 8, 1965, pp. 338-353.

Drenyovszki Rajmund (tanszéki mérnök)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar, KS Informatikai Intézet

Cím: 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-

E-mail: drenyovszki.rajmund@gamf.kefo.hu