

FUZZY HIPERMÁTRIXOK

A *fuzzy hipermátrix* alapú osztályozó tehát egy olyan, lehető leggyorsabb működésre tervezett osztályozó, ami fuzzy logika segítségével képes általánosítani az ismert adatmintákból. Alapötlete megegyezik a keresési táblázatok ötletével, viszont míg az előbbi egy (jellemzően kétparaméteres) valószínűségi függvényt valósít meg az ismert minták előfordulási gyakoriságait használva, addig az *FHM* osztályozó az ismert minták környezetét minősíti. Ezt fuzzy logika segítségével oldja meg: az ismert tanítópontok helyén az azonos osztályba való tartozás mértéke teljes (100%), míg attól távolodva fokozatosan csökken.

Az osztályozó N -dimenziós tömböket (ún. hipermátrixokat) használ a problémátér leírására és tárolására (ahol N az adott probléma attribútumainak száma). Kétféle típusú hipermátrixok kerülnek alkalmazásra: egy C hipermátrix, melyben az ismert minták osztályai vannak megjelölve, és N darab μ fuzzy hipermátrix, melyek tárolják az egyes előre kiszámított fuzzy tagsági függvény értékeket ($[0,100]$ egészértékű vagy $[0,1]$ valós értékű értéktartományokban, ábrázolástól függően).

Amennyiben a probléma olyan, hogy az egyik osztály számossága jóval nagyobb, mint a másiké; vagy feltételezhető, hogy az ismeretlen területek (olyan adatminta érték kombinációk, melyek nem szerepelnek a tanító mintahalmazban) megfeleltethetők az egyik osztálynak, akkor elég csak a többi $(N-1)$ osztályhoz fenntartani egy-egy μ FHM-et, ezzel megtakarítva tárhelyet és időt. Nevezzük ezt az osztályt *nullosztálynak* (vagy *default*, alaposztálynak). Egy jó példa egy ilyen esetre egy olyan két osztályos szűrő alkalmazás, melyben a cél pozitív minták meghatározása. Az ismeretlen (az ismert pozitív mintákhoz nem hasonló) mintapontok negatívnak (és így *nullosztálynak*) tekinthetők.

Kiértékeléskor az $x_1 \dots x_N$ bemeneti értékekre a rendszer kimenete annak az osztálynak az azonosítója (λ), amelyiknek a megfelelő μ_λ -beli értéke a legnagyobb az adott paraméterekre nézve:

$$y(x_1, \dots, x_N) = \begin{cases} \lambda, & \mu_\lambda(x_1, \dots, x_N) > 0 \\ \text{ismeretlen, egyébként} \end{cases} \quad (1)$$

ahol λ egyben a válasz bizonyossági foka is:

$$\lambda = \operatorname{argmax}_j (\mu_j(x_1, \dots, x_N)) \quad (2)$$

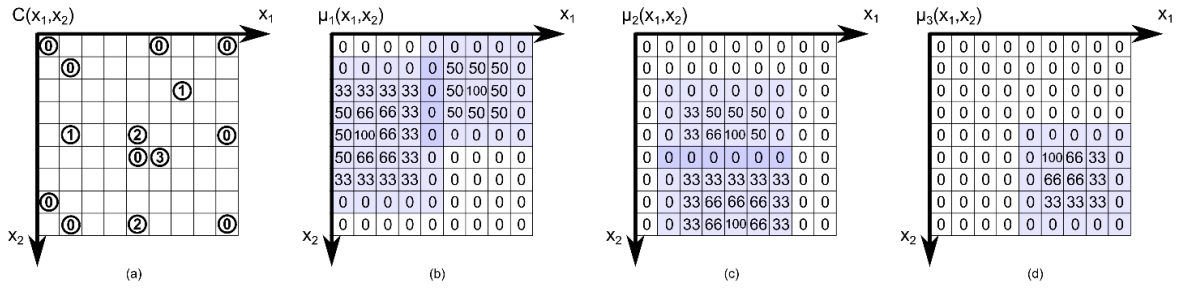
Nullosztály létezése esetén továbbá egy adott T küszöbértéket (mely jellemzően 50%) is meg kell haladnia a legnagyobb értéknek, különben a nullosztály azonosítója a kimenet:

$$y(x_1, \dots, x_N) = \begin{cases} \lambda, & \mu_\lambda(x_1, \dots, x_N) \geq T \\ \lambda_{\text{nullosztály}}, & \text{egyébként} \end{cases} \quad (3)$$

Mivel az osztályozó csak pozitív egész bemeneti értékekkel dolgozik, így a nem egész értékeket egészszé kell alakítani minden attribútumra nézve egy alkalmas lineáris függvénnyel:

$$x'_i \approx a_i x_i + b_i, \quad i = 1 \dots N \quad (4)$$

ahol $a_i, b_i \in \mathbb{R}$ minden i -re.



1. ábra

Egy 4 osztályos, 2 dimenziós FHM osztályozó hipermatrixai: (a) az osztályok jelölő mátrixa, (b,c,d) az egyes osztályok fuzzy hipermatrixai (a nullosztály kivételével)

2.1. Tanítás

A tanítási fázisban a rendszer először feltölti a C hipermatrixot az ismert tanító minták segítségével. C egyes mezőiben a tanító mintákhoz rendelt osztályok kerülnek tárolásra:

$$(x_1, \dots, x_N, z) \rightarrow C_{x_1, \dots, x_N} = z \quad (5)$$

Miután az összes tanítóminta feldolgozásra került ilyen módon, akkor következik az egyes μ FHM-ek elemeinek kiszámítása: a C -ben megjelölt helyeken a megfelelő FHM-ben 100 értékre, annak ρ sugarú környezetében (ahol ρ egy pozitív egész) a megjelölt helytől távolodva egyre csökkenő értékkel. Mivel ez a távolság egészértékű koordináták között számítandó, az egyszerűség kedvéért használható Manhattan távolság annak kiszámítására.

Az 1. ábra illusztrál egy 4 osztályos és 2 dimenziós osztályozót, annak C osztályjelölő hipermatrixát (a) és az egyes osztályokhoz tartozó fuzzy μ_i FHM-eket (b,c,d). A 0-val jelölt osztály a nullosztály. Ebben a példában az egyes fuzzy halmazok csak a legközelebbi, sajátjuktól eltérő osztályú mintáig terjednek, de legfeljebb 2 Manhattan távolságig ($\rho=2$).

2.2 Alkalmazhatóság

Bármely osztályozási problémára nézve az FHM alapú osztályozó alkalmazhatósága könnyen eldönthető az adatstruktúra méretének vizsgálatával. Jelöljük a tároláshoz szükséges memória méretét S_M -el (bájtokban mérve):

$$S_M = S_T \cdot (Q_c + 1) \cdot \prod_{i=1}^N D_i \quad (6)$$

ahol D_i az i -edik attribútum értelmezési tartományának mérete, S_T az alkalmazott változó típusának (amit meghatároz az egyes mátrixelemek értékkészlete) mérete (bájtokban) és Q_c a nem-nullosztályok száma.

Egy 3 osztályra kiképzett színszűrőt tekintve, néhány behelyettesítéssel (karakter tömböt alkalmazva típusnak: $S_T=1$, $D_i=255$; $N=3$, $Q_c=3$) azt kapjuk, hogy az egész struktúra ~16 MB memória tárhelyet igényel osztályonként.