

Rodzaje modeli rozmytych

Celem tworzenia nowych modeli jest dążenie do uzyskania coraz większej dokładności, wymiarowości lub też chęć uproszczenia struktury. Konieczność tworzenia nowych modeli spowodowana jest również wielką różnorodnością systemów rzeczywistych, różnym stopniem dostępności informacji o tych systemach oraz różnymi jej formami.

Główną zaletą modeli rozmytych względem konwencjonalnych modeli matematycznych jest możliwość ich opracowania na bazie znacznie mniejszej ilości informacji o systemie. Informacja ta może mieć charakter nieprecyzyjny, rozmyty. Najważniejszym i najczęściej stosowanym typem modelu rozmytego jest model Mamdaniego.

1. Modele Mamdaniego

Idea rozmytych modeli lingwistycznych imitujących ludzki sposób myślenia opracowana została przez Zadeha. Zastosował tę ideę do sterowania rozmytego obiektów dynamicznych pokazując przy tym, jak można stworzyć model człowieka-regulatora sterującego obiektem. W modelach Mamdaniego modelowany system traktuje się na zasadzie czarnej skrzynki cechującej się brakiem informacji o zjawiskach fizycznych zachodzących w jej wnętrzu. Model Mamdaniego jest zbiorem reguł, z których każda definiuje jeden rozmyty punkt (fuzzy point) w tej przestrzeni. Zbiór rozmytych punktów tworzy wykres rozmyty (fuzzy graph), w którym interpolacja pomiędzy punktami *zależy* od użytych elementów aparatu logiki rozmytej.

Celem jest opracowanie takiego modelu, który będzie realizował **odwzorowania wejść modelu (wektor X) na wyjście F^* .**

Pewna funkcja oznacza pewną powierzchnię geometryczną.

2. Modele Takagi-Sugeno (TS)

Modele Takagi-Sugeno różnią się od modeli Mamdaniego postacią reguł. O ile w przypadku modelu Mamdaniego systemu jedno wejście/jedno wyjście reguła ma postać (5.7.2/1),

$$\text{JEŚLI } (x \text{ jest } A) \text{ TO } (y \text{ jest } B), \quad (5.7.2/1)$$

gdzie: A, B - zbiory rozmyte typu „mały”, „blisko 5”, to w przypadku modelu TS reguły mają postać (5.7.2/2):

$$\text{JEŚLI } (x \text{ jest } A) \text{ TO } (y = f(x)). \quad (5.7.2/2)$$

konkluzja w modelach TS ma bardziej złożoną formę matematyczną, nie jest ona tak łatwo zrozumiała jak konkluzja modelu Mamdaniego.

3. Modele relacyjne

Ich zasadniczą cechą jest to, że reguły lingwistyczne nie są traktowane jako całkowicie prawdziwe, lecz jako częściowo (mniej lub bardziej) prawdziwe. Poszczególnym regułom przypisuje się odpowiedni współczynnik ufności. Baza reguł reprezentowana jest przez rozmytą relację, a do jej identyfikacji i analizy stosowana jest teoria równań relacyjnych.

4. Globalne i lokalne modele rozmyte

Pierwsze modele rozmyte miały charakter globalny, tzn. dotyczyły całej przestrzeni wejść. Szybko jednak stwierdzono, że dążenie do wysokiej dokładności modelu globalnego prowadzi w przypadku niektórych systemów do ogromnej komplikacji wyrażającej się w wielkiej ilości reguł. Okazało się też, że modele globalne są efektywne (strojenie parametrów) przy względnie małej ilości wejść $n \leq 4$.

5. Wielomodele rozmyte

Jest ono bardzo ważne, bowiem traktowanie systemu o charakterze wielomodelowym jako jednomodelowego prowadzi do błędnej interpretacji wyników. Poza tym, z systemami wielomodelowymi mamy dość często do czynienia. System ten jest jednoznaczny względem wejścia x : każdej wartości x odpowiada tylko jedna wartość wyjścia y . System może być opisany jednym modelem rozmytym przedstawionym

6. Rozmyte modele neuronowe

Tworzenie modelu rozmytego wymaga określenia wszystkich jego elementów: bazy reguł, ilości i rodzaju funkcji przynależności, każdej ze zmiennych modelu, parametrów funkcji przynależności, rodzaju operatorów logicznych. Pierwsze modele rozmyte tworzone były na bazie wiedzy eksperta modelowanego systemu. W drodze wywiadu uzyskiwano od eksperta informacje o systemie, które ekspert modelowania rozmytego przekształcał następnie w model. Metoda ta nazywa się **akwizycją wiedzy**. Jest ona efektywna, jeżeli ekspert systemu posiada o nim pełną wiedzę, potrafi ją słownie sformułować i przekazać. W praktyce wiedza eksperta jest często niepełna, niedokładna lub trudna do sformułowania. Może nawet zawierać sprzeczności. Jest to wiedza subiektywna, tzn. różne osoby mogą mieć różne poglądy na działanie tego samego systemu. Korzystne byłoby więc oparcie modelowania o obiektywną informację o systemie. Informację taką stanowią dane pomiarowe wejścia/wyjścia systemu. Zdobywanie wiedzy z tych danych określane jest **mianem ekstrakcji wiedzy**. Zdolność taką posiadają sieci neuronowe.

7. Modele alternatywne

Rozmyte modele Mamdaniego posiadają następujące cechy:

- a) realizują (hiper-) prostokątny podział przestrzeni wejść,,
- b) granice prostokątnych sektorów są zwykle liniowe,
- c) powierzchnie lokalnych modeli sektorowych są zwykle słabo nieliniowe (np. wieloliniowe).

Wymienione cechy mogą być, zależne od przyjętego kryterium oceny, zarówno zaletami jak i wadami modeli rozmytych. Prostokątny podział przestrzeni wejść umożliwia sformułowanie modelu w postaci reguł zrozumiałych dla człowieka. Ponieważ jednak funkcje przynależności definiowane są oddzielnie dla każdej zmiennej modelu, próba dodania nawet jednej tylko nowej funkcji powoduje gwałtowny przyrost ilości reguł.