

## МОЖЛИВИСНА МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

© Березко Л.О., Троценко В.В., 2009

**Запропоновано, створюючи модель предметної області, для експертних систем медико-біологічного призначення використовувати засоби теорії можливостей та арифметики нечітких чисел.**

**Application of the means of possibility theory and fuzzy numbers arithmetic to creating models of specialization for life sciences oriented expert systems is proposed.**

**Вступ.** Етап формалізації знань та даних є одним з найважливіших при розробці та створенні експертних систем. Вирішальним моментом під час формалізації, своєю чергою, є побудова моделі предметної області, оскільки саме модель дає можливість експертній системі генерувати експертний висновок [2, 5].

В експертних діагностичних системах медико-біологічного призначення проблема отримання формалізованої моделі значно ускладнюється, оскільки моделі та алгоритми оцінок і логічних виводів для них повинні бути адекватними тим біофізичним та біохімічним процесам, що відбуваються у біологічних об'єктах. Тому вирішення питання побудови моделі предметної області для медико-біологічних експертних систем є актуальним.

**Огляд літературних джерел.** З двох типів моделей, логічних та евристичних, перевагу надають евристичним, оскільки вони використовують експериментальну зв'язану інформацію про специфіку предметної області [2]. Створюючи модель предметної області дуже важливо розуміти природу даних та знань, з яких формується модель. Необхідно визначити їх найбільш важливі властивості. До них належать: достовірність (надійність, точність); повнота (достатність); визначеність (коефіцієнт визначеності); залежність від часу (стаціонарність).

У зв'язку з цим постає питання про отримання та обробку експериментальних (евристичних) даних, які мають, як правило, статистичне зображення, та побудови на цій основі адекватних моделей. Тобто виникає необхідність обробляти інформацію із істотним рівнем невизначеності. Здебільшого для математичного опису процесів, які досліджуються, використовується ймовірнісна модель, що не завжди є виправданим [2, 3, 5].

**Постановка задачі.** Для сфери медицини типовою є ситуація, коли під час виконання діагностичних експериментів і досліджень отримати однозначні і точні результати практично неможливо, оскільки маємо справу із дуже складними об'єктами. Правомірність застосування ймовірнісного апарата ґрунтується на гіпотезі, за якою простір випробувань можна поставити у взаємно-однозначну відповідність із простором подій. Але на практиці існує багато ситуацій, коли ця гіпотеза не підтверджується. Як тільки виникає неточність в окремій реалізації, ймовірнісна модель стає неприйнятною, оскільки ймовірнісний апарат орієнтовано на обробку точних, але суперечливих результатів досліджень.

Під час вимірювання параметрів медико-біологічних процесів отримати точну інформацію якщо і можливо, то вона є малокорисною, оскільки важко піддається інтерпретації. Як правило, процеси, які досліджуються, є унікальними і їх неможливо повторити в статистично подібних умовах, а отримати вибірку достатнього розміру є дуже складно, або взагалі неможливо.

Тому при створенні моделі для експертних медико-біологічних систем більш придатним є можливісний підхід [1,2]. Можливісна модель є природним засобом для математичного опису неточних, але узгоджених даних, а нечітка арифметика є тоншим інструментом опрацювання неповних, неточних, невизначених, але узгоджених даних, що є типовим для результатів медико-біологічних досліджень.

**Можливісне представлення та обробка інформації.** Пропонується кожний результат експериментів розглядати як нечітку величину з функцією належності у вигляді трапеції [1]:

$$m(x) = \{x_1; x_2; x_3; x_4\}, \quad (1)$$

$$x_1 = x - 2 \cdot \Delta x, m(x_1) \approx 0; \quad x_2 = x - \Delta x, m(x_2) = 1;$$

$$x_3 = x + \Delta x, m(x_3) = 1; \quad x_4 = x + 2 \cdot \Delta x, m(x_4) \approx 0;$$

де  $\Delta x$  – абсолютна похибка параметра, який вимірюється;

Під час обробки отриманих даних використовуються операції над нечіткими числами:

$$* \in \{+; -; \times; /; \wedge; \vee\} \quad (2)$$

Виконання цих операцій можна значно спростити, якщо розглядати нечітку величину тільки на обмеженій кількості  $a$ -зрізів. Для кожного  $a$ -зрізу  $m(x) = const$ . Як правило, потрібні тільки діапазони значень  $a$ -зрізів при  $m(x) = 1$  та  $m(x) \approx 0$ .

У такому разі операції над нечіткими даними з функціями належності вигляду (1) виконуються так:

$$A\{m(a_i), a_i\} * B\{m(b_i), b_i\} = [\min\{a_i * b_i\}, \max\{a_i * b_i\}],$$

де  $A\{m(a_i), a_i\}$ ,  $B\{m(b_i), b_i\}$  – нечіткі числа;  $a_i, b_i$  – елементи нечітких чисел;  $m(a_i), m(b_i)$  – відповідні функції належності ( $m(a_i) = m(b_i)$ ).

Зображаючи функції належності двох нечітких чисел  $A$  та  $B$  у вигляді трапецій, отримуємо:

$$A = \{m(a_1), a_1; m(a_2), a_2; m(a_3), a_3; m(a_4), a_4\};$$

$$B = \{m(b_1), b_1; m(b_2), b_2; m(b_3), b_3; m(b_4), b_4\};$$

$$m(a_1) = m(b_1) = m(a_4) = m(b_4) \approx 0; \quad m(a_2) = m(b_2) = m(a_3) = m(b_3) = 1.$$

Результатом додавання  $A$  та  $B$  буде нечітке число  $C$ :

$$C\{c_1; c_2; c_3; c_4\} = \left\{ \begin{array}{l} \min(a_1 + b_1, a_1 + b_4, a_4 + b_1, a_4 + b_4), \min(a_2 + b_2, a_2 + b_3, a_3 + b_2, a_3 + b_3), \\ \max(a_2 + b_2, a_2 + b_3, a_3 + b_2, a_3 + b_3), \max(a_1 + b_1, a_1 + b_4, a_4 + b_1, a_4 + b_4) \end{array} \right\}$$

при  $m(c_1) = m(c_4) \approx 0, m(c_2) = m(c_3) = 1$  – значення трапецієподібної функції належності нечіткого числа  $C$ .

Результатом множення тих самих нечітких чисел буде нечітке число  $D$ :

$$D\{d_1; d_2; d_3; d_4\} = \left\{ \begin{array}{l} \min(a_1 \times b_1, a_1 \times b_4, a_4 \times b_1, a_4 \times b_4), \min(a_2 \times b_2, a_2 \times b_3, a_3 \times b_2, a_3 \times b_3), \\ \max(a_2 \times b_2, a_2 \times b_3, a_3 \times b_2, a_3 \times b_3), \max(a_1 \times b_1, a_1 \times b_4, a_4 \times b_1, a_4 \times b_4) \end{array} \right\}$$

при  $m(d_1) = m(d_4) \approx 0, m(d_2) = m(d_3) = 1$  – значення трапецієподібної функції належності нечіткого числа  $D$ .

Коли  $m(a_i) \neq m(b_i)$  при  $i = const$ , та за умови, що всі нечіткі операнди задані в області визначення з однаковим кроком, результат додавання двох нечітких чисел (нечітке число  $C$ ) буде таким:

$$C = \{ \max(\min\{m(a_1), m(b_1)\}), a_1 + b_1; \\ \max(\min\{m(a_1), m(b_3)\}, \min\{m(a_3), m(b_1)\}, \min\{m(a_2), m(b_2)\}), a_2 + b_2, a_1 + b_3; \\ \max(\min\{m(a_2), m(b_4)\}, \min\{m(a_3), m(b_3)\}, \min\{m(a_4), m(b_2)\}), a_3 + b_3, a_2 + b_4; \\ \max(\min\{m(a_4), m(b_4)\}), a_4 + b_4 \}.$$

Так само виконуються операції ( 2 ), логічного об'єднання ( **U** ), логічного перетинання ( **I** ), а також операції доповнення, імплікації та еквівалентності.

Практичне застосування можливісних моделей предметної області в системах діагностики кліренсу біологічних тканин та позакліткового гомеостазу [4,5,6 ] дає можливість стверджувати про переваги такого підходу в експертних системах медико-біологічного призначення. Дещо громіздкий апарат виконання арифметичних та логічних операцій над даними, поданими у нечіткій формі, не є істотною перешкодою у його використанні з огляду на сучасні обчислювальні потужності. У роботах [7,8,9] пропонуються підходи до підвищення ефективності виконання таких операцій.

**Висновки.** Основною перевагою експертних та інформаційно-вимірювальних систем медико-біологічного призначення, які використовують можливісну модель предметної області, є отримання прийняттого експертного висновку навіть в умовах, коли результати експериментів, за якими будується модель, є недостатніми за обсягом та/або неможливо відтворити з достатньою точністю умови їх виконання.

1. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с. 2. Продеус А.Н., Захрабова Е.Н. Экспертные системы в медицине. – К.: ВЕК, 1998. – 320 с. 3. Нечёткие множества и теория возможностей. Последние достижения / Под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с. 4. Березко Л.А., Беген Р.И., Добрынин Ю.А., Соколов С.Е., Ступко А.И. Информационно-измерительная система диагностики внеклеточного гомеостаза // КИТ. – Вып. 47. – Львов: Свит, 1990. – С.121–124. 5. Березко Л.А, Соколов С.Е. Модель предметної області для експертної системи // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1997. – №322. – С.6–7. 6. Березко Л.О., Ірисов О.Є. Можливісне представлення та обробка інформації в комп'ютерних діагностичних комплексах // Вісн.Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1998. – №350. – С.4–7. 7. Березко Л.О., Троценко В.В. Особливості методів виконання операцій над нечіткими даними // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2002. – №463. – С.9–13. 8. Березко Л.О., Троценко В.В. Прискорення операцій над нечіткими величинами поданими парами // Вісн.Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2001. – №437. – С.3–5. 9. Березко Л.О., Ірисов О.Є. Засоби підвищення ефективності обробки нечітких даних // Вісн.Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2000. – №385. – С.13–16.