

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ НАНЕСЕННЯ УШКОДЖЕНЬ В СУДОВО-МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

М.А.Томчук

Вінницький державний технічний університет

Об'єктивна судово-медична експертиза є необхідною умовою для становлення правової держави. Розвиток сучасних достовірних методів експертизи є найактуальнішим питанням на цьому шляху, оскільки вони дозволяють встановити істину та відтворити хід подій. Існує безліч методів визначення терміну нанесення тілесних ушкоджень, але абсолютна більшість з них мають руйнуючу основу, тобто є івазивними, а також ґрунтуються на суб'єктивних (метамірних) оцінках характеристик, наприклад, кольору. Останім часом в цій галузі широко використовується спектрофотометрія. Об'єктивні спектрофотометричні дані, що дозволяють визначати різні стадії запального процесу травми (а по них і їх термін нанесення), потребують досить складної обробки. Особливу роль у розв'язку цієї задачі призвані Едіграти експертні системи (ЕС), які мають достатньо багаті та розвинені бази знань про досліджувану предметну область (ПО), вмінь, підсистеми логічного виводу (ПЛВ), інтерпретації результатів, функції самонавчання, роз'яснення ходу логічних висновків та прийняття рішень. Відомо, що людство переживає в наші часи просто бум медичних експертних систем [1], але вони потребують немало затрат - як людських так. і фінансових. Для роботи з стаціонарним обладнанням більш ширше застосовуються !-евелпкі проблемно-орієнтовані ЕС для підтримки прийняття рішень, зокрема, про діагноз. Такі системи дозволяють інтеле ктуазувати складне обладнання, володіють всіма перевагами ЕС і потребують суттєво Менше затрат.

При вирішенні вищезазначених задач судової медицини для роботи з контрольно-Е им ірювал ьною системою спектр.офотометрич ної діагностики (КВСС Д-1) нами створено і використовується експертна система СЕД1 з інтегрованою програмною оболонкою (ГПО) для спектрофотометричної діагностики біотканин в судово-медичній експертизі. Розроблена програма, використовуючи дані спектрофотометричної комп'ютерної системи, проводить діагностику прижиттєвості нанесених травм у трупів та термін їх нанесення до смерті. Перша реалізація такої системи, що базувалась на логічних правилах, була реалізована на • Turbo Vision у відповідності до стандарту SAA/CUI, займала близько 396 кБт дискової пам'яті і показала пристойні показники в роботі. СЕД I мала структуру, характерну для більшості традиційних ЕС, побудованих на правилах [2]. В подальшому при ускладненні задач діагностики, зокрема, використання кольору в процесі діагностики, реалізація її проходила на апараті нечіткої логіки [3] у вигляді окремої підсистеми, що дістала назву системи експертної неінвазивної оптичної діагностики (СЕН ОД+). В дану підсистему були вкладені ті ж функції, що і в підпрограму на логічних правилах (СНЕД-1). Таки чином, у створеній проблемно-срієнтованій системі розділено методи реалізацій на дві підпрограми, вибір яких залежить від використання для виводу діагнозу нечітких даних. Налагодження функцій підсистем можна проводити з СЕД 1. Розглянемо побудову такої ЕС більш детально.

З метою більш вірного прийняття рішення експертною системою про діагноз та термін нанесення травми для факторів x_i які мають розмиті кількісні характеристики показника R_q , а також факторів V_u-V_j , які нерідко мають неодноманітний колір травми, використаємо для формування функцій належності переваги нечіткої або розмитої логіки [3], а для визначення діагнозу терміну будемо використовувати і ймовірно-статистичний підхід.

Формалізуємо поставлену задачу і проведемо ідентифікацію знань таким чином. Множина діагнозів (тини судово-медичних заключень при встановленні прижиттєвості та давності нанесення синців) в судово-медичній експертизі складає 7 видів.

122

Біомедичні вимірювання і технології

На першому етапі відбувається визначення діагнозу; синець нанесений після смерті — аи чи до смерті — а2. У випадку останнього на другому етапі роботи ЕС проводиться визначення терміну його нанесення по такій шкалі:

- 1) синець, нанесений безпосередньо перед смертю ~ v_1
- 2) синець, нанесений від 5 хв. до 1 год до смерті - v_2
- 3) синець, нанесений від 1 год до 6 год до смерті - v_3 ;
- 4) синець, нанесений від 6 год до 24 год до смерті - v_4 ;

5) синець, нанесений, від 24 год до 48 год до смерті - в5:

6) синець, нанесений від 48 год і більше до смерті - в6.

При логічному встановленні діагнозу та заключення системою беруться до уваги такі фактори та їх показники. При визначенні прижиттєвості нанесення травми: домінуючий колір синця - показник у , який лежить в межах від 1 до 3; відносний показник коефіцієнта дифузного відбивання R4 на трьох довжинах хвиль, який відповідає кількісним показникам гемоглобіну та його похідних і характеризує стадію запального процесу:

X1 - Rq 460 мм - білірубін; x? - P4 460 нм - гемоглобін; x2 - P4 460 нм ~ метгемоглобін.

Для кожного з визначених термінів часу нанесення ушкоджень існує своя комбінація значень відносного показника, тому пріоритет надається саме йому. Формалізовані знання, отримані від експерта, для більшої наглядності занесемо в табл. L Колір синця розподілений на три групи, які властиві кожному з виділених діагнозів, причому група: 1 - червоний колір з фіолетовим; 2- червоно-пурпурний, пурпурний, фіолетово-пурпурний; 3- жовто-зелений, жовтий. Це допустимо і спрощує, процес виводу діагнозу. При формуванні баз знань фактори xг-x3, уг-у\ь які впливають на систему прийняття рішення і на формування остаточного висновку/будемо розглядати як лінгвістичні змінні (ЛЗ) [4].

Таблиця 1

Формалізовані знання факторів xi, yi, з введеними якісними нечіткими гермами

Показники	Посмертне пошкодження	До 5 хв	5-60 хв	1-6 год	6-24 год	24-48 год	48-72 год	>72 год
Білірубін X1 460нм	9,07±2.66	4.79±1.13 ДН	12.54±0.48 НС	9.0311.29 1-І, НС	9.6112.02 Н. НС	16.1611.28 С	15.0311.47 С	9.2411-54
Гемоглобін X2 580 нм	19.14.07 BC".	10.91±1.89 НС Н	22.07±0.57 BC	18.9310.47 BC	20.4612.42 BC, с	29,212,29 дв, в	21,51 ±2.7 BC B	13.6811.33
Метгемоглобін X3 630нм	6.59±4.64 Н,ДН	17.28+2.98 С BC	17.8911.91 С BC	19.4711.26 BC	18.1311.82 СBC	17.0911.61 С	24.0712.07 B, BC	13.5911.45
Основний колір	2 в 100% випадків	1-100%	1-100%	2-89%	1-45%. 2-89%	2-78% 3-22%	2-11% 3-89%	3
Допустимий колір	1-2	1	1	1-2	1-2	1-2-3	2-3	2-3

Знання у вигляді якісних термів і їх значень для наших лінгвістичних змінних Xj і Yi занесемо в табл.2 і 3.

Таблиця 2

Якісні терми для лінгвістичних змінних y1-Уз

Терм	Як часто зустрічається колір синця
Промак (П)	Не зустрічається зовсім
Дуже низький (ДН)	y,, < 30%
Низький (Н)	30% < y,, < 60%
Середній (С)	60% < уп
Високий (В)	Майже в 100%

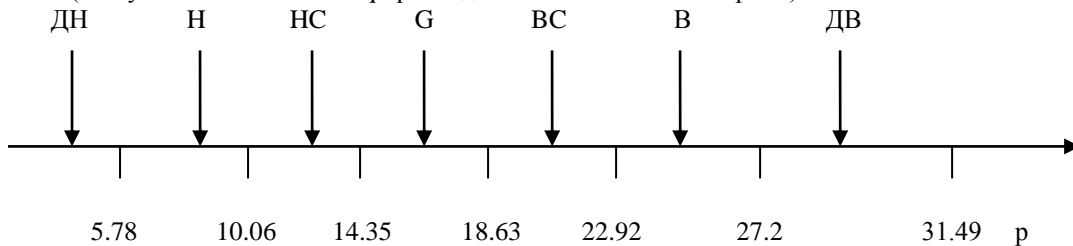
Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах №4'98

ЯКІСНІ ТерМИ ДЛЯ ЛІНГВІСТИЧНИХ ЗМІННИХ Xj-X3

Терм	Нижній рівень Pq	Верхній рівень Pq
Промак (П)	31.49	1.95
Дуже низький (ДН.)	1.95	5.78
Низький (Н)	5.78	10.06
Нижче середнього (НС)	10.06	14.35
Середній (С)	14.35	18.63
Вище середнього (ВС)	18.63	22.92
Високий (В)	22.92	27.2
Дуже високий (ДВ)	27.2	31.49

Задача судмедекспертної діагностики ЕС полягає у тому, щоб множині значень вимірних показників Xf-X3 та уг-у3 знайти відповідність діагнозу посмертного чи прижиттєвого нанесення травми СJ-Ci2 і у випадку останнього визначити точний термін його нанесення в {~вб}.

Для оцінки ЛЗ хг Х3 введемо систему якісних термів, яка складається з чотирьох рівнів. Так як закон розподілу вимірних випадкових величин наближається до нормального, то якісні терми для X1-X3 будуть такі: (можуть мати 8 значень Pq і розподіляться по такій шкалі рисі.)



Рисі. 1 кал а якісних нечітких термів для логічних змінних Xj-Vj, або діапазони показника P4

Замість формування матриці правил занесемо введені нечіткі якісні терми до табл.1. Для вивода діагноза ЕС достатньо подати розв'язок таких рівнянь:

$$a^f(x_h y; y). (1)$$

$$h = :fb(x_h y h a j). (2)$$

При формуванні функції належності для більшої наглядності запишемо формалізовані знання для лінгвістичних змінних x, y і в таблиці 4 і 5.

Таблиця 4

Дані про знання для лінгвістичних змінних угУз

№	Y1	Y2	Y3	at	Bi
1	ДН	В	п	ai	
2	в	п	П	ai	В1
3	в	п	п	a.	В2
4	ДН	С	п		В3
5	Н	С	п	a2	В4
6	ДН	С	ДН	a2	В5
1	п	ДН	С	a2	В6

Користуючись табл. 4,5, визначимо функції належностей (x, y, a . > нечітких термів: ДН, Н, НС, С, ВС, В, ДВ:

уі'Uоj)**" (хх)->*<*Г)->И (*Г)ч»н (*х)-vK (Н)->W і перепишемо її з врахуванням таблиць Г.

$$И''(x, y) = цн(X1) \cdot uBC(X2) \cdot IXй(X,) - цДП (y) \cdot ца(уг) \blacksquare и''(y,) \vee ixв(X1) \cdot$$

$$ч1'Ж)-цаЧх,) ^чу,) -цЧу2)УЧу^и^$$

$$\vee U-(X1) \cdot ^{(X2)- U;BJ(X,,) \cdot 1Xт(Y,)У(УгУ ЦП(У:,) \vee иИ(x,) \blacksquare ЦBC(x2) \cdot ц''(x3) \cdot ^{(Ух)У(Уг) '}$$

$$\blacksquare ц (y3) \vee ц''(X1) \cdot цк(хг) \cdot iAx,) \cdot iЛу,)У(Уг) \blacksquare M''(У3) \vee Цис(x,) \cdot иж:(хг) \cdot Ax,) - цп(У|).$$

124

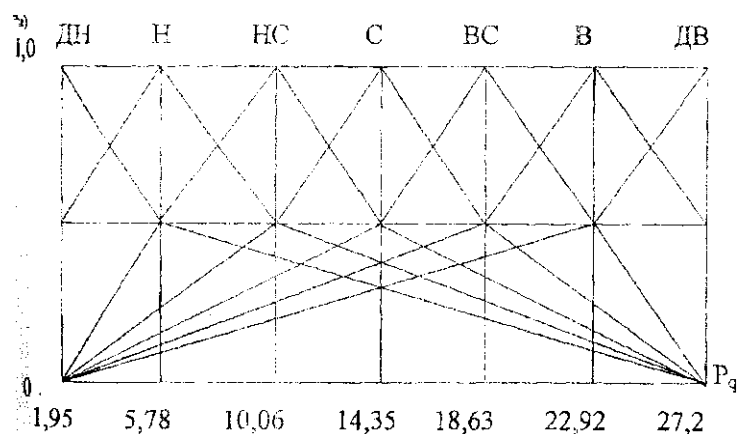
Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах №4'98

Біомедичні вимірювання і технології

Таблиця 5

Дані про знання для лінгвістичних змінних хгх3

№	X ₁	X ₂	X ₃	ai	bi
1	Н	ВС	Н	ai	-
2	Н	ВС	ДН	ai	-
3	НС	ВС	Н	ai	-
4	НС	ВС	ДН	ai	-
5	ДН	НС	С	ai	В1
6	ДН	НС	ВС	a2	В1
7	дн	Н	С	a?	Вi
8	ДН	П	ВС	a2	В2
9	КС	ВС	С	a2	В2
10	НС	І	ВС	a?	В2
11	Н	ВС	ВС	a?	В3
12	НС	ВС	ВС	a2	В3
13	и	ВС	С	a2	В4
14	Н	С	С	a2	В4
15	Н	С	ВС	a2	В4
16	НС	ВС	С	a2	В4
17	НС	С	С	a?	В4
18	НС	С	ВС	a2	В4
19	Н	ДВ	С	a2	В5
20	Н	в	С	a2	В5
21	Н	ВС	в	a2	В6
22	НС	ВС	ВС	a2	В6
23	НС	в	в	a?	В6
24	НС	в	ВС	a?	В6



Таким же чином формуються рівняння ДЛІА ц":(x,y.)uu,>{x ,y)

Формування функцій належності. Для можливості , використання дані логічні рівняння необхідно визначити множину функцій належності нечітких термів: |.ідн(и), цн(и), рпг(и)> цс(и), цвс(и), Лlib(и), u:m(и), Один з можливих варіантів зображений на рис.2. Можливі і інші, більш точніші реалізації цих функцій [5].

Визначимо і запишемо дані функції належності в аналітичному вигляді. Згідно [5], для семи діагнозів вони

будуть мати такий вигляд:

:1

$$\tilde{\mu}^{дн}(u) = \begin{cases} 1 - 0,5u, u \in [0,1] ; \\ \frac{6-u}{10}, u \in [1,6] \end{cases} ; \quad \tilde{\mu}^{н}(u) = \begin{cases} 0,5 + 0,5u, u \in [0,1] ; \\ 1,5 - 0,5u, u \in [1,2] ; \\ 1 - 0,666u, u \in [2,6] \end{cases} ; \quad (3)$$

$$\tilde{\mu}^{нс}(u) = \begin{cases} 0,5u, u \in [0,2] ; \\ 2 - 0,5u, u \in [2,3] ; \\ \frac{6-u}{1,5}, u \in [3,6] \end{cases} ; \quad \tilde{\mu}^{с}(u) = \begin{cases} 0,25u, u \in [0,2] ; \\ 0,5u - 0,5, u \in [2,3] ; \\ 2,5 - 0,5u, u \in [3,4] ; \\ \frac{6-u}{4}, u \in [4,6] \end{cases} ; \quad (4)$$

$$\tilde{\mu}^{*k}(u) = \begin{cases} \frac{1}{6}u, u \in [0,3) \\ 0,5u - 1, u \in [3,4) \\ 3 - 0,5u, u \in [4,6) \end{cases}; \quad \tilde{\mu}^{*l}(u) = \begin{cases} \frac{1}{8}u, u \in [0,4) \\ 0,5u - 1,5, u \in [4,5) \\ 3,5 - 0,5u, u \in [5,6) \end{cases}; \quad (5)$$

$$\tilde{\mu}^{*m}(u) = \begin{cases} \frac{1}{10}u, u \in [0,5) \\ 0,5u - 2, u \in [5,6) \end{cases}. \quad (6)$$

У такому виконанні підсистема СЕНОД+ створеної ЕС працювала менш якісно, ніж реалізація на логічних правилах, навіть після налагодження. Тому як доробку було запропоновано і знайшли використання функції неналежності нечітких термів для ^, -, адже з табл.1 видно, що є групи кольорів, які не належать деяким з видів діагнозу, а помилкові логічні висновки вносили саме лінгвістичні змінні угузі. При такому підході рівняння (1) зміниться і прийме такий вигляд: д

Відповідно зміняться і рівняння (3)-(6), Після такої доробки підсистема працює на рівні з підсистемою СНЕД-1, хоч і є ще можливість внесення, окрім кольору, до ПЛВ і інших слабо формалізованих ЛЗ таких, як ступінь крововиливу в ушкодженні, термоасиметрія, наявність рентгенодіагностики і таке інше.

Література

1. Геловани В.А., Ковригин О.В. Экспертные системы в медицине // Математика, кибернетика. — г 1987. — № 3.32с.
2. Построение экспертных систем / Под ред. Ф. Хейес-Рот, Д. Уотерман, Д. Ленат.- М.; Мир, 1987.: ---- 441с.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. — М.: Мир, 1976. — 167 с.
4. Диференційна діагностика ішемічної хвороби серця на основі нечіткої логіки/О.П.Ротштейн, М.О.Жупанова, В.М.Шеверда//Вісник ВПІ. -.....1994.—№ 2 .--С.32—38.
5. Ротштейн АЛЕ Медицинская диагностика на нечеткой логике. —Винница: Континент — ПРИМ, 1996, ---- 132с.