

Т.В. Ляшенко, аспір.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Дала

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС МЕХАНІЗМУ ПРИЗНАЧЕННЯ ЛІКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ЛІКАРСЬКИХ РІШЕНЬ З МЕТОЮ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ХВОРИХ НА ТИРЕОТОКСИЧНЕ СЕРЦЕ

(Представлено д.т.н. проф. Самокоціним Б.Б.)

У статті представлена концепція апарату моделювання лікування системи підтримки прийняття лікарських рішень для діагностики, лікування та моніторингу хворих на тиреотоксичне серце. Ретельно розглянутий математичний механізм призначення лікувальних засобів в умовах неповної та нечіткої інформації.

Нехай заданий список (перелік) симптомів S . Симптоми з безлічі S пронумеровані числами від 1 до m . Цей список симптомів визначається також, як у п. 3. Вектор $s = (s_1, s_2, \dots, s_m)$, де $s_i \in \{0, 1\}$ для усіх i будемо називати вектором симптомів.

Нехай тепер $L = \{I_1, I_2, \dots, I_q\}$ – безліч лікарських засобів. Кожному лікарському засобові I_i , $i \in \overline{1, q}$, відповідають два вектори симптомів s_i і \bar{s}_i . Які є, відповідно, векторами показань і протипоказань. Це означає, що коли для деякого лікарського засобу I_i компонента s_{ij} відповідного йому вектора симптомів дорівнює одиниці, то симптом j можливо лікувати лікарським засобом I_i . Якщо ж \bar{s}_{ij} дорівнює одиниці, то для симптому j даний лікарський засіб I_i протипоказаний.

Вектори симптомів s_1, s_2, \dots, s_n і $\bar{s}_1, \bar{s}_2, \dots, \bar{s}_n$ передбачаються відомими і є еталонними. Вони отримані в результаті практичної лікарської діяльності.

Нехай $s_j = (s_{1j}, s_{2j}, \dots, s_{mj})$, де $j = \overline{1, q}$. Розглянемо булеву матрицю T розміру $m \times q$ з елементами τ_{ij} . Для будь-яких $i = \overline{1, m}$ і $j = \overline{1, q}$ елемент $\tau_{ij} = s_{ij}$. Тобто стовпці матриці T збігаються з векторами s_1, s_2, \dots, s_q . Аналогічним чином побудуємо матрицю протипоказань \bar{T} , стовпці якої будуть збігатися з векторами $\bar{s}_1, \bar{s}_2, \dots, \bar{s}_q$.

Очевидно, що список лікарських засобів, призначених хворому, повинний задовольняти наступним мінімальним умовам:

1. Лікуванню повинні піддаватися всі симптоми хворого.
2. У списку призначених лікарських засобів не повинно бути таких, що протипоказані хворому.
3. Бажано, щоб список призначених лікарських засобів був мінімальний.

Нехай тепер дано вектор симптомів пацієнта p . Також кожному пацієнтові зіставлена безліч \bar{L} індивідуальна нестерпних лікарських засобів.

Алгоритм побудови списку лікарських засобів складається з декількох етапів. На першому етапі необхідно побудувати безліч лікарських засобів, що не протипоказані пацієнтові. Позначимо через \tilde{L} безліч

$$\tilde{L} = \{I_i \in L \mid \forall_{j \in \overline{1, m}} \bar{s}_{ij} \neq p_j\}.$$

Далі, виключимо з безлічі лікарських засобів \tilde{L} безліч лікарських засобів, протипоказаних конкретному пацієнтові

$$\tilde{L}_0 = \tilde{L} \setminus \bar{L}.$$

Безліч \tilde{L}_0 є вихідною безліччю лікарських засобів, за якою можна призначати ліки для лікування конкретного пацієнта.

Позначимо через $N(s)$ безліч номерів симптомів, що є присутнім у векторі s , тобто

$$N(s) = \{i \mid s_i = 1\}.$$

Розглянемо деяку безліч номерів симптомів Y і довільний вектор симптомів \mathbf{s} . Позначимо через $\eta(\mathbf{s}, Y)$ число, обумовлене рівністю

$$\eta(\mathbf{s}, Y) = \sum_{i \in Y} s_i.$$

Позначимо через $N_0 = N(\mathbf{p})$, де \mathbf{p} – вектор симптомів пацієнта. Помітимо, що N_0 – безліч номерів симптомів у пацієнта, на які необхідно впливати за допомогою медикаментозного лікування.

Для кожного лікарського засобу $\mathbf{I}_i \in \tilde{L}_0$, знайдемо числа $\eta(\mathbf{s}_i, N_0)$. Виберемо серед них максимальне. Нехай це буде i_0 . Тоді першим з лікарських засобів, призначених пацієнтові, буде \mathbf{I}_{i_0} .

Далі, позначимо через N_1 безліч

$$N_1 = N_0 \setminus N(\mathbf{s}_{i_0}),$$

а через \tilde{L}_1 безліч

$$\tilde{L}_1 = \tilde{L}_0 \setminus \mathbf{I}_{i_0}.$$

На наступному кроці для кожного лікарського засобу $\mathbf{I}_i \in \tilde{L}_1$ знову знаходимо числа $\eta(\mathbf{s}_i, N_1)$. Нехай i_1 – максимальне серед них, тоді наступним призначеним лікарським засобом буде \mathbf{I}_{i_1} .

Нехай тепер знайдені лікарські засоби $\mathbf{I}_0, \mathbf{I}_1, \dots, \mathbf{I}_{k-1}$. Для перебування наступного лікарського засобу будемо безлічі:

$$N_k = N_{k-1} \setminus N(\mathbf{s}_{i_{k-1}}),$$

$$\tilde{L}_k = \tilde{L}_{k-1} \setminus \mathbf{I}_{i_{k-1}}.$$

Для кожного лікарського засобу $\mathbf{I}_i \in \tilde{L}_k$, будуються числа $\eta(\mathbf{s}_i, N_k)$. Максимальне з них i_k і буде номером наступного призначеного лікарського засобу \mathbf{I}_{i_k} .

Даний процес будемо продовжувати до того моменту, поки $N_k \neq \emptyset$. По завершенні одержимо список лікарських засобів $\mathbf{I}_0, \mathbf{I}_1, \dots, \mathbf{I}_n$, призначених для лікування.

Для успішного медикаментозного лікування пацієнта необхідно впливати на кожний з його симптомів, тому необхідно задати умови, при яких алгоритм перебування лікарських засобів п.1 у результаті своєї роботи одержить список ліків, що впливають на всі симптоми пацієнта. Для цього безліч лікарських засобів $L = \{\mathbf{I}_1, \mathbf{I}_2, \dots, \mathbf{I}_q\}$, а також безліч \bar{L} індивідуальна нестерпних пацієнтом лікарських засобів повинні задовольняти наступним умовам.

1. Для кожного лікарського засобу перетинання безлічі симптомів, на які воно впливає, і безлічі протипоказаних симптомів, повинне бути порожньою безліччю:

$$(\mathbf{s}_y = 1) \Leftrightarrow (\bar{\mathbf{s}}_y = 0), \quad \forall \mathbf{I}_i \in L.$$

2. Для будь-якого симптому повинен знайтися лікарський засіб, що впливає на даний симптом

$$\forall_{j \in 1..m} \exists \mathbf{I}_i \in L (\mathbf{I}_i = 1).$$

3. Якщо викинути з безлічі лікарських засобів L , безліч індивідуальна нестерпних конкретним пацієнтом лікарських засобів \bar{L} , то в отриманій безлічі $\tilde{L} = L \setminus \bar{L}$ повинні знайтися ліки для кожного симптому, що присутні у пацієнта:

$$\forall_{p=1} \exists \mathbf{I}_i \in \tilde{L} (\mathbf{I}_i = 1),$$

де \mathbf{p} – вектор симптомів пацієнта.

Помітимо, що умови 1 і 2 не зв'язані з конкретним пацієнтом, а залежать тільки від бази лікарських засобів в наявності. Тому для ефективного лікування необхідно, щоб база наявних лікарських засобів задовольняла умовам 1 і 2.

Умова 3 накладає індивідуальні обмеження на лікування кожного пацієнта окремо.

Розглянемо тепер можливі варіанти роботи алгоритму.

1. Якщо виконані умови 1–3, то, мабуть, у результаті роботи алгоритму буде отримана безліч лікарських засобів, що впливають на всі симптоми пацієнта, при цьому в ньому не буде лікарських засобів, протипоказаних пацієнтові.

2. Якщо ж виконані тільки умови 1–2, то можливий випадок, при якому для деякого симптому може не знайтися лікарський засіб, що впливає на нього. Це зв'язано з тим, що після виключення з бази лікарських засобів індивідуально нестерпних ліків для пацієнта, у базі може не залишитися лікарських засобів, що впливають на даний симптом. У цьому випадку потрібне втручання лікаря для призначення додаткових лікарських засобів для лікування хворого.

База лікарських засобів, що використовується в програмі, була перевірена на виконання умов 1–2 і цілком їм задовольняє. Звідси можна зробити висновок, що коли індивідуальна нестерпність пацієнта не перешкоджає лікуванню, то отримані в результаті роботи алгоритму лікарські засоби будуть ефективні для його лікування.

ЛЯШЕНКО Тетяна Валеріївна – аспірант Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля.

Наукові інтереси:

– системи підтримки прийняття рішень.

Подано 14.09.2002