

УДК 616-073:519.24

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ВЫРАЖЕННОСТИ СИМПТОМОВ НА ИСХОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

¹Нурмаганбетова М.О., ²Нурмагамбетов Д.Е.,

³Оспан А.Б.

¹Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы;

²ОО «Партнеры Международного образования», Алматы;

³Международный университет информационных технологий, Алматы,

e-mail: mug2009@mail.ru

Разработана математическая модель по выявлению влияния степени выраженности симптома на результат нахождения наиболее вероятное заболевание при данном симптомокомплексе. Предлагаемая модель диагностирования более эффективна по сравнению с другими, поскольку учитывает не только наличие симптомов, но их степень выраженности. Математический подход к изучению медицинских вопросов, связанных с диагностированием, основывающихся на обработке информационных данных и создание моделей адекватных врачебной логике позволяет исключить, в некоторой степени, субъективизм. Исследования такого рода актуальны. Модель диагностирования методом проекции градиентов дает возможность выявить влияние различных факторов на исход принятия решений. При технической реализации, с помощью электронной техники, может быть использована для мониторинга различных заболеваний, а в вузах как обучающая программа.

Ключевые слова: математические методы, модель диагностирования, вероятности заболеваний, принятие решений, база данных

INFLUENCE OF SYMPTOM'S DEGREE ON DECISION MAKING

¹Nurmaganbetova M.O., ²Nurmagambetov D.E., ³Ospan A.B.

¹University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty;

²International Education Partners, Almaty;

³International Information Technology University, Almaty, e-mail: mug2009@mail.ru

A mathematical model that helps to determine influence of symptom's degree on most probable disease has been developed. Proposed diagnostic model is more efficient than others, since it takes into account not only the presented symptoms, but also their degree (severity). The mathematical approach to the study health issues related with diagnosing based on the processing a lot of information. Such studies are relevant and developed mathematical model reduces subjective decision making. Current purposed model based on projection gradients makes possible the identification the influence of various factors on the outcome of the decision. In the technical implementation, using electronic equipment, can be used to monitor various diseases and in universities as a training program.

Keywords: decision making, mathematical methods, diagnosing model, the probability of disease, fuzzy initial information

В настоящее время наблюдается рост использования достижений фундаментальных наук в медицине. Медицинские объекты исследования иногда представляют собой сложную динамическую систему. Например, меняется со временем состояние пациентов, эпидемиологические показатели регионов, здоровье населения и множество других факторов. При исследовании таких систем в медицине используют различные подходы, в том числе и математические методы [1-3].

В данной работе предлагается использовать математический метод проекции градиентов [4,5] для выявления влияния степени выраженности симптомов на результат диагностирования, что соответствует изменению состояния пациента наблюдаемое в определенный промежуток времени. Для упрощения возьмем, что симптомокомплекс не меняется, а меняется степень выраженности того или иного симптома. Случай,

когда меняется и симптомокомплекс и степень выраженности симптомов относится к весьма сложным системам.

Рассмотрим несколько случаев с различной степенью выраженности симптома пациента, при данном симптомокомплексе. Диагнозы ставим на основе разработанной математической модели диагностирования с применением метода проекции градиентов. Итак, у пациента наблюдается плохой сон, одышка, учащенное сердцебиение, боль в области сердца, потливость, потеря в весе. Пусть состояние пациента задано множеством:

$$X = \{0.4/X_4, 0.2/X_5, 0.5/X_6, 0.2/X_7, 0.6/X_8, 0.1/X_9\}.$$

Значения (0.4; 0.2; 0.5; 0.2; 0.6; 0.1;) означают степень выраженности симптомов для данного пациента, которую представим в виде вектора $\vec{C}$:

$$\vec{C} = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 = 0.4 \\ C_2 = 0.2 \\ C_3 = 0.5 \\ C_4 = 0.2 \\ C_5 = 0.6 \\ C_6 = 0.1 \end{pmatrix}.$$

Введем понятие полезности для данного нозологического класса, взятые из известной диагностической таблицы, в виде матрицы A :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 3.5 & 4 & 4 & 4 & 3 \\ 6 & 8 & 9.5 & 7 & 7.6 & 7.5 \\ 0.5 & 7 & 7.6 & 8 & 6 & 4 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, имеем: $\vec{X} = A * \vec{C}$

$$\vec{X} = \begin{pmatrix} a_{1x4} & a_{1x5} & a_{1x6} & a_{1x7} & a_{1x8} & a_{1x9} \\ a_{2x4} & a_{2x5} & a_{2x6} & a_{2x7} & a_{2x8} & a_{2x9} \\ a_{3x4} & a_{3x5} & a_{3x6} & a_{3x7} & a_{3x8} & a_{3x9} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{pmatrix}$$

Рассмотрим, как будут меняться результаты диагностики с изменением степени выраженности симптома: потеря веса (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9).

$$0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.1/X9$$

$$\begin{aligned} A1 = X_1 &= a_{1x4}C_1 + a_{1x5}C_2 + a_{1x6}C_3 + \\ &+ a_{1x7}C_4 + a_{1x8}C_5 + a_{1x9}C_6 = \\ &= 4 \cdot 0,4 + 3,5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2 + \\ &+ 4 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,1 = 6,8. \end{aligned}$$

Аналогично:

$$A2 = X_2 = 14,46 \text{ и } A3 = X_3 = 12,8.$$

Отсюда множество: $\mu(A_{i0}) \sim A_0$
 $(\mu(A_{i0})) = \max(6,8; 14,46; 12,8);$

Поскольку: $A(*) = \mu \sim (A_{20}) = 14,46$ то, оптимальной альтернативой является заболевание $A2$. Отсюда диагноз: наблюдается заболевание диффузный токсический зоб для заданного состояния системы и наблюдаемого у пациента симптомокомплекса.

$$0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.3/X9$$

$$\begin{aligned} A1 = X_1 &= a_{1x4}C_1 + a_{1x5}C_2 + a_{1x6}C_3 + \\ &+ a_{1x7}C_4 + a_{1x8}C_5 + a_{1x9}C_6 = \\ &= 4 \cdot 0,4 + 3,5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2 + \\ &+ 4 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,3 = 7,4. \end{aligned}$$

Аналогично:

$$A2 = X_2 = 15,96 \text{ и } A3 = X_3 = 13,6$$

Отсюда множество:

$$\mu(A_{i0}) \sim A_0 (\mu(A_{i0})) = \max(7,4; 15,96; 13,6).$$

Итак $A(*) = \mu \sim (A_{20}) = 15,96$, следовательно оптимальной альтернативой является заболевание $A2$. Диагноз: наблюдается заболевание диффузный токсический зоб для заданного состояния системы и наблюдаемого у пациента симптомокомплекса.

$$0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.5/X9$$

$$\begin{aligned} A1 = X_1 &= a_{1x4}C_1 + a_{1x5}C_2 + a_{1x6}C_3 + a_{1x7}C_4 + \\ &+ a_{1x8}C_5 + a_{1x9}C_6 = \\ &= 4 \cdot 0,4 + 3,5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2 + \\ &+ 4 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,5 = 8. \end{aligned}$$

Аналогично:

$$A2 = X_2 = 17,46 \text{ и } A3 = X_3 = 14,4$$

Отсюда множество:

$$\mu(A_{i0}) \sim A_0 (\mu(A_{i0})) = \max(8; 17,46; 14,4);$$

Поскольку $A(*) = \mu \sim (A_{20}) = 17,46$ то, оптимальной альтернативой является заболевание $A2$. Ставится диагноз: заболевание диффузный токсический зоб для заданного состояния системы.

$$0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.7/X9$$

$$\begin{aligned} A1 = X_1 &= a_{1x4}C_1 + a_{1x5}C_2 + a_{1x6}C_3 + \\ &+ a_{1x7}C_4 + a_{1x8}C_5 + a_{1x9}C_6 = \\ &= 4 \cdot 0,4 + 3,5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2 + \\ &= 4 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,7 = 8,6, \end{aligned}$$

Аналогично:

$$A2 = X_2 = 18,96 \text{ и } A3 = X_3 = 15,2.$$

Итак, множество:

$$\mu(A_{i0}) \sim A_0 (\mu(A_{i0})) = \max (8.6; 18.96; 15.2).$$

Следовательно, поскольку:

$$A(*) = \mu \sim (A_{20}) = 18.96,$$

то оптимальной альтернативой является заболевание $A2$. Ставится диагноз: наблюдается заболевание диффузный токсический зоб для заданного состояния системы и симптомокомплекса.

$$0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.9/X9$$

$$\begin{aligned} A1 = X_1 &= a_{1x4}C_1 + a_{1x5}C_2 + a_{1x6}C_3 + a_{1x7}C_4 + a_{1x8}C_5 + a_{1x9}C_6 = \\ &= 4 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,9 = 9,2. \end{aligned}$$

Аналогично:

$$A2 = X_2 = 20.46 \text{ и } A3 = X_3 = 16.$$

Получаем множество:

$$\mu(A_{i0}) \sim A_0 (\mu(A_{i0})) = \max (9.2; 20.46; 16).$$

Отсюда

$$A(*) = \mu \sim (A_{20}) = 20.46,$$

значит, оптимальной альтернативой является заболевание $A2$. Следовательно, для заданного состояния системы и симптомокомплекса наблюдается заболевание диффузный токсический зоб. Результаты внесены в таблицу.

Результаты диагностики для различной степени выраженности симптома

№	Состояния	контроль- ная груп- па ($A1$)	диффузный токсический зоб ($A2$)	вегетативная сосудистая дис- тония ($A3$)
1	0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.1/X9	6.8	14.46	12.8
2	0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.3/X9	7.4	15.96	13.6
3	0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.5/X9	8	17.46	14.4
4	0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.7/X9	8.6	18.96	15.2
5	0.4/X4, 0.2/X5, 0.5/X6, 0.2/X7, 0.6/X8, 0.9/X9	9.2	20.46	16

В целом, диагноз не изменился, однако с увеличением степени выраженности симптома (потеря веса), вероятность заболевания токсический зоб значительно увеличивается по сравнению с заболеванием диффузный токсический зоб. Отсюда можно сделать вывод: симптом в большей степени относится к заболеванию токсический зоб.

Влияние изменения состояния системы (степени выраженности симптомов)

на результат диагностики, как показано в данной работе, очевиден. Следует отметить, что известный байесовский метод диагностирования не позволяет сделать аналогичный вывод.

Изменения состояния пациента можно рассматривать как динамический ряд и в дальнейшем, следует его усовершенствовать. Не исключается возможность использования данного метода для прогнози-

рования течения заболевания, что является актуальной проблемой, поскольку медицина постоянно сталкивается с влиянием внешних и внутренних факторов (действие радиации, лекарственных препаратов, ухудшения или улучшение здоровья пациента и др.). В таких условиях меняется степень выраженности симптома. Модель диагностирования методом проекции градиентов можно использовать, в целях обучения, в медицинских вузах. Применение новых методов диагностирования, каковым является представленная математическая модель, основывающаяся на применении базы данных, взятых из практического здравоохранения, дает возможность повысить эффективность при принятии решений. При соответствующей технической реализации, с помощью электронно-вычислительной

техники, может быть использована модель для мониторинга в медицине.

Список литературы

1. Нурмаганбетова М.О., Информационно-математическое моделирование диагностики и прогноза заболеваний в медицине: монография. – Алматы, 2007. – С.103.
2. Нурмаганбетова М.О., Нурмагамбетов Д.Е., Оспан А.Б. Модель диагностирования на основе метода многокритериальной оценки и выбора альтернатив // Сб. докладов X Юбилейной Международной научной конференции «Актуальные вопросы современной техники и технологии». – Липецк, 2013.
3. Нурмаганбетова М.О. Математические подходы в медицинских исследованиях: монография. – Германия, Lambert Academic-Publishing, 2012. – С.172.
4. Васильев Ф.П. Метод оптимизации. – М.:Факториал Пресс, 2002.
5. Гончаров М. Метод проекции градиента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.businessdataanalytics.ru>.