

УДК 616-073:519.24

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА

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

В настоящее время достигнуты большие успехи в области медицинских исследованиях с применением математических методов. Такой подход в решении медицинских задач открывает новые возможности, в частности, при постановке диагноза. В процессе диагностирования заболеваний происходит переработка информации в логической последовательности (диагностический алгоритм) с применением разработанных математических моделей диагностирования адекватных врачебной логике. Данным требованиям отвечают разработанная авторами математическая модель диагностирования на основе метода проекции градиентов. Математический подход понижает субъективизм и обуславливает более объективное принятие решений. Созданная математическая модель принятия решений при нечеткой исходной информации позволила решить поставленную задачу, связанную с нахождением наиболее вероятного заболевания. Модель может быть использована как обучающий элемент в образовательном процессе.

Ключевые слова: принятие решений, математические методы, модель диагностирования, вероятности заболевания, нечеткая исходная информация

DIAGNOSING BASED ON MATHEMATICAL METHOD

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

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

²ОО «International Education Partners», Almaty;

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

Nowadays, there is a great progress in the field of medical research with using mathematical methods. This approach opens up the new possibilities, in solving the particular medical diagnosing problems. During the process of diagnosing the disease, information processes in a logical sequence (diagnostic algorithm) using mathematical models to making adequate medical decision. This paper meets these mathematical model requirements based on gradient projection method. The mathematical approach reduces subjectivity and makes a more objective decision-making. Presented mathematical model helps to find the most likely diseases with fuzzy initial information. Given model can be used as a teaching element in educational process.

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

Применение достижений фундаментальных наук, в том числе математики, в настоящее время наблюдается в самых различных областях: в экономике, лингвистике, в медицине. В настоящее время достигнуты большие успехи в понимании основных закономерностей в области биологии и медицины. Повысился интерес к выявлению общих принципов функционирования организмов, к пониманию сущности жизни. Все это и послужило предпосылками к проникновению в медицину математических методов. В медицинских исследованиях математика может быть использована с одной стороны для обработки результатов эксперимента, с другой – для создания различных математических моделей, описывающих те или иные процессы, происходящие при жизнедеятельности живого организма, а также для диагностирования различных заболеваний. Математический подход к решению задач диагностирования в медицине сводится не только к применению каких-либо математических приемов, расчетных

формул и т.п., а прежде всего в выработке общих понятий, к созданию моделей, пригодных для изучения и выяснения фундаментальных принципов организации изучаемых систем.

Математический подход в медицинских исследованиях открывает новые возможности в решении диагностических задач. При диагностировании заболеваний происходит переработка информации в логической последовательности (диагностический алгоритм) с применением математических моделей диагностирования адекватные врачебной логике. Разработанные [1-3] информационно-математические модели диагностирования и прогнозирования на основе методов теории нечетких множеств показывают перспективность такого подхода.

Диагностические таблицы, используемые в здравоохранении и встречающиеся в научных публикациях, представляют собой формализованную базу данных по соответствующим заболеваниям в рамках одного нозологического класса. Диагности-

ческими признаками могут быть как количественно-аналоговые (температура тела, артериальное давление, содержание СОЭ в крови и т.д.), так и бинарные (параметр в норме / не в норме, наличие / отсутствие раковых клеток в срезе и т.д.), а также нечетко выраженные (незначительное покраснение кожи, сильные боли в области сердца и т.д.). Степень соотношения признаков (симптомов) к соответствующим заболеваниям также могут быть представлены как в количественном виде, так и в виде качественного описания (характерно, редко, возможно и т.д.). Лингвистические переменные (признаки) требуют соответствующего представления в числовом эквиваленте.

Задача диагностирования различных заболеваний, основывающаяся на сложной и нечеткой информации, является актуальной. Биологические, в том числе и медицинские, информации носят в основном описательный характер, собранием более или менее систематизированных результатов наблюдений и экспериментов. Однако, обнаружены глубокие связи между явлениями, которые прежде представлялись обособленными.

Предлагается математическая модель диагностирования заболеваний на основе метода проекции градиентов. Заболевание относится к одному нозологическому классу. Составленная матрица полезностей для этих заболеваний (токсический зоб, вегетативная сосудистая дистония),

основываются на статистических данных взятых из практического здравоохранения. Обозначим заболевания: А1-контрольная группа, А2-диффузный токсический зоб, А3-вегетативная сосудистая дистония. Причем (контрольная группа) соответствует возможному нормальному состоянию пациента, без соответствующей патологии, либо не относящихся к рассматриваемым заболеваниям. Допустим, у пациента наблюдается плохой сон, одышка, учащенное сердцебиение, боль в области сердца, потливость, потери в весе и состояние пациента задано множеством:

$$X \sim = \{0.4/X_4, 0.2/X_5, 0.5/X_6, 0.2/X_7, 0.6/X_8, 0.7/X_9\}.$$

Значения (0.4; 0.2; 0.5; 0.2; 0.6; 0.7;) означают степень выраженности симптомов для данного пациента, которую представим в виде вектора \vec{C} :

$$\vec{C} = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 = 0.4 \\ C_2 = 0.2 \\ C_3 = 0.5 \\ C_4 = 0.2 \\ C_5 = 0.6 \\ C_6 = 0.7 \end{pmatrix}$$

и полезности для данного нозологического класса, взятые из диагностической таблицы, в виде матрицы А:

$$A = \begin{pmatrix} a_{1x4} & a_{1x5} & a_{1x6} & a_{1x7} & a_{1x8} & a_{1x9} \\ a_{2x4} & a_{2x5} & a_{2x6} & a_{2x7} & a_{2x8} & a_{2x9} \\ a_{3x4} & a_{3x5} & a_{3x6} & a_{3x7} & a_{3x8} & a_{3x9} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 3.5 & 4 & 4 & 4 & 3 \\ 6 & 8 & 9.5 & 7 & 7.6 & 7.5 \\ 0.5 & 7 & 7.6 & 8 & 6 & 4 \end{pmatrix}$$

И находим: $\vec{X} = A * \vec{C}$

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

$$A1 = X_1 = a_{1x4} * C_1 + a_{1x5} * C_2 + a_{1x6} * C_3 + a_{1x7} * C_4 + a_{1x8} * C_5 + a_{1x9} * C_6 = \\ = 4 * 0.4 + 3.5 * 0.2 + 4 * 0.5 + 4 * 0.2 + 4 * 0.6 + 3 * 0.7 = 8.6$$

Аналогично: $A2 = X_2 = 18,96$ и $A3 = X_3 = 15,2$

Отсюда множество: $\mu(A_{i_0}) \sim A_0 (\mu(A_{i_0})) = \max (8.6; 18.96; 15.2);$

Поскольку: $A(*) = \mu \sim (A_{20}) = 18.96$ то, оптимальной альтернативой является заболевание А2. Отсюда диагноз: наблюдается заболевание диффузный токсический зоб для заданного состояния системы и наблюдаемого у пациента симптомокомплекса.

С целью проверки полученного результата определим диагноз известным вероятностно-статистическим методом, в основе которого лежит формула Байеса.

$$P(B_j / S_{ki}) = \frac{P(S_{ki} / B_j) * P(B_j)}{P(S_k)}$$

где условные вероятности симптомокомплекса $P(S_{ki} / B_j)$ вычисляются:

$$P(S_{ki} / B_j) = P(S_1 / B_j) * P(S_2 / B_j) * \dots * P(S_k / B_j)$$

Полная вероятность наличия симптомокомплекса находится:

$$P(S_k) = \sum [P(S_{ki} / B_j) * P(B_j)]$$

$P(B_j)$ – априорные вероятности, определяемые как характеристики распространения болезней в данной группе населения с учетом географических, сезонных эпидемиологических факторов, считаем одинаковыми (для простоты расчетов).

Полученны вероятности заболеваний (0.1, 0.78, 0.2) соответственно для контрольной группы, диффузного токсического зоба и вегетативной сосудистой дистонии. Результаты показывают, что для данного пациента, имеющего перечисленный выше симптомокомплекс, наиболее вероятно заболевание: диффузный токсический зоб. Как видно, диагнозы совпали, что свидетельствует о корректности полученных результатов. Разработанная нами математическая модель диагностирования заболеваний универсальна и имеет существенное преимущество, так как в нем учитывается не только степень принадлежности (полезности $\mu(X_k)$) симптомов заболевания, но

и состояние системы, описываемое нечетким множеством:

$$X \sim = \bigcup \mu(X_k) / X_k$$

где $\mu(X_k)$ – степень выраженности симптома, что позволяет считать предлагаемую модель более уникальной и возможности которой гораздо шире.

Медицине, при диагностировании различных заболеваний, приходится решать задачи, основываясь на сложной и часто нечеткой информации, каковыми являются, например, клинично-anamnestические данные, поступающие от человека, иногда единственного источника информации. Применение математических моделей диагностирования понижает субъективизм и повышает достоверность при принятии решений.

Современные образовательные системы включают в себя инновационные технологии использующие, в частности, различные диагностирующие модели. В этом плане разработанная математическая диагностирующая модель становится важным элементом в процессе обучения. С помощью данной системы можно производить мониторинг по различным заболеваниям, основываясь на имеющихся базы данных, что свидетельствует о перспективности исследования.

Список литературы

1. Нурмаганбетова М.О., Нурмагамбетов Д.Е. Применение математического моделирования в медицине // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы и перспективы развития службы скорой и неотложной медицинской помощи», г. Шымкент, Вестник ЮКМА, № 6(32), 2006.
2. Нурмаганбетова М.О., Нурмагамбетов Д.Е., Оспан А.Б. Модель диагностирования на основе метода многокритериальной оценки и выбора альтернатив // Сб. докладов X-ой Юбилейной Международной научной конференции «Актуальные вопросы современной техники и технологии», РФ, г. Липецк, 2013.
3. Нурмаганбетова М.О. Математические подходы в медицинских исследованиях: монография. – Германия, Lambert Academic-Publishing, 2012. – С. 172.