

УДК 519.6:004+61

ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

ПУЛАТОВА З.М., УСМОНОВ Ж.Т.

*Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми
(г. Ташкент, Узбекистан)*

Аннотация. При работе с данными для определения диагноза пациента нужно учитывать разнотипные данные. Данная статья посвящена данным, с которыми может работать автоматизированная система медицинской диагностики и созданию лингвистической модели. Для описания состояния объекта диагностики определяются модели состояния пациента и диагностики. После применения модели на основе полученных данных предложены варианты медицинской диагностики.

Ключевые слова: медицинская диагностика, лингвистическая модель, лингвистическая переменная, нечёткое множество, построение модели, модели здоровья пациента и диагностики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Abstract. When working with data to determine the diagnosis of a patient, it is necessary to take into account different types of data. This article is devoted to the data with which an automated system of medical diagnostics can work and the creation of a linguistic model. To describe the state of the diagnostic object, models of the patient's state and diagnostics are determined. After applying the model, based on the data obtained, options for medical diagnostics are proposed.

Keywords: medical diagnostics, linguistic model, linguistic variable, fuzzy set, model construction, patient health and diagnostics models.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение

В настоящее время имеется тенденция к возрастанию числа разрабатываемых диагностических медицинских информационных систем. Однако большинство современных систем является узко специализированными. Кроме того, для поддержки их работоспособности требуется привлечение специалиста, владеющего знаниями в информационных технологиях, из-за необходимости создания и пополнения сложной базы знаний. Данные факторы существенно ограничивают массовое использование подобных систем [1].

В связи с этим разработка легко настраиваемой системы, направленной на повышение точности и оперативности получения диагностического решения, является актуальной и востребованной на рынке современных медицинских технологий.

Знания, с которыми система медицинской диагностики должна работать, можно разделить на формализованные и неформализованные. Формализованные знания формулируются в книгах, руководствах, документах в виде общих и строгих суждений (законов, формул, моделей, алгоритмов и т.п.).

Неформализованные знания обычно не попадают в книги и руководства в связи с их конкретностью, субъективностью и приблизительностью. Знания этого рода являются результатом обобщения многолетнего опыта работы и интуиции специалиста. Они обычно представляют собой множество эмпирических приемов и правил. Как правило, неформализованные задачи обладают неполнотой, ошибочностью, неоднозначностью и противоречивостью знаний.

Методика проведения эксперимента

Не всегда удается измерить совокупность признаков, характеризующих конкретное заболевание, то есть количественно оценить проявление определенного признака иногда невозможно. В большинстве случаев степень проявления симптома в организме больного может быть описана словами. Поэтому при описании состояния пациента в рассматриваемое время могут использоваться номинальные или качественные единицы (ранг, интервал, нечёткие и тому подобное) [2,4].

Основываясь на ранее изученных знаниях методов и моделей представления, рекомендуется использовать лингвистическую модель для выражения их закономерностей.

В ходе исследования существующих систем, поддерживающих решение проблем медицинской диагностики, было установлено, что многие системы предназначены для работы на основе трехступен-

чатых моделей. Прежде всего это обусловлено тем, что международная классификация болезней [3] разделяет все заболеваний на три степени: 1) классы; 2) блоки; 3) диагностика.

На первом уровне могут быть представлены заболевания конкретного организма, например, болезни дыхательной системы, болезни нервной системы и т.д. На следующей стадии представлены узкий спектр специализированных заболеваний, например, касательно дыхательной системы, такие как острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей, грипп, пневмония и др. В автоматизированной системе медицинской диагностики предлагается использовать трехступенчатую модель описания всех возможных состояний системы.

Описание состояния диагностического объекта на каждой подсистеме многоступенчатой процедуры можно представить в виде:

$$s_k = F(s_{k-1}, x_k) + w_k, \quad (1)$$

$$y_k = H(s_k) + v_k,$$

$$s_k \in S, x_k \in X, y_k \in Y, v_k \in V, w_k \in W \quad (2)$$

где s_k - состояние диагностического объекта в k -й момент времени; x_k - n -мерный вектор, измеряемый и оказывающий существенное влияние на состояние объекта; $F(\cdot)$ - модель, отражающая переход в новое состояние под влиянием входных переменных; y_k - вектор выходных переменных, доступный для наблюдения или оценки с точностью до V ; $H(\cdot)$ - модель преобразования состояния s_k в значения измеряемых или оцениваемых выходных переменных; w_k - переменная принимающая случайные значения из множества W и характеризующая остаточную неопределенность объекта; v_k - переменная характеризующая погрешность измерения или оценивания, принимает случайные значения из множества V ; S - множество значений состояния объекта (набор заболеваний); X - множество значений факторов влияющих на состояние объекта; Y - множество возможных значений выходных наблюдаемых показателей; W - множество возможных значений внешних неконтролируемых факторов; V - совокупность возможных значений погрешностей модели.

Состояние объекта на каждом уровне определяется моделью здоровья пациента (1) и диагностической моделью (2), каждая из которых определяется своим уникальным набором входных и выходных переменных.

В этом случае автоматизированная система медицинской диагностики будет выполнять действия с функциями принадлежности нечётким множествам соответствующих лингвистических переменных таких значений как x_k, y_k, s_k , а не с данными значениями конкретно:

$$M_1 : \bigcup_{j=1}^{l_x} \bigcap_{i=1}^n \mu_{a_{ji}}(x_i) \rightarrow \mu_{d_j}(s_k), \quad a_{ji} \in A_j \subseteq A, \quad d_j \in D, \quad (3)$$

$$M_2 : \mu_{d_j}(s_k) \rightarrow \bigcap_{m=1}^{l_y} \mu_{b_{jm}}(y), \quad b_m \in B_j, \quad (4)$$

здесь n - количество входных переменных; a_{ji} - j -ое нечёткое множество i -го входного показателя; l_x - количество конъюнкций, определяемых в значениях входных переменных; b_{jm} - j -ое нечёткое множество m -й выходной переменной; l_y - количество конъюнкций, определяемых в значениях выходных переменных; d_j - j -ое нечёткое множество, соответствующее k -му состоянию системы D ; D - множество нечётких множеств лингвистической переменной "состояние пациента"; $\mu_c(z)$ - функция принадлежности значения базовой переменной z нечёткому множеству c .

Модели (3), (4) строятся в режиме обучения автоматизированной медицинской диагностической системы по выборкам данных, содержащей точные (подтвержденные) данные о состоянии объекта s или $\mu_{d_j}(s)$ объекта.

Результаты и их обсуждение

После создания моделей, автоматизированная система медицинской диагностики может использоваться в рабочем режиме для медицинской диагностики. Режим работы начинается с набора входных и выходных значений, влияющих на объект диагностики. В зависимости от полученных данных может быть три варианта медицинской диагностики:

- если имеется информация в основном о входных переменных, текущее состояние объекта может быть определено на основе модели здоровья пациента (3), которая описывает состояние объекта как историю болезни, а также образ жизни, вредные привычки и т. д.;

- если имеется информация в основном о выходных переменных, то текущее состояние объекта можно определить по диагностической модели (4), которая отражает изменения состояния объекта диагностики в зависимости от указанных на данный момент симптомов;

- при наличии информации о входных и выходных переменных, в зависимости от значений входных переменных можно выделить конечное подмножество S' или D' , которое содержит заранее определенное искомое состояние, используя модель здоровья пациента (3), а затем на основе значений выходных переменных из этого подмножества определяется единственное состояние, полученное с помощью диагностической модели (4).

Заключение

Такой взаимный контроль позволяет не только обеспечить доверие, необходимое для принятия решений, но и контролировать правильность представления входных данных, что особенно важно при представлении значений переменных в виде лингвистических переменных. Кроме того, использование модели здоровья пациента позволяет повысить точность диагностического решения, поскольку оно используется на фоне заболеваний пациента.

Использование рассмотренных моделей позволяет удовлетворить все требования, предъявляемые к методу создания автоматизированных моделей и методу оценки состояния диагностического объекта.

Список литературы

1. Ваганова Е.В. Медицинские информационные системы как объект оценки: факторы и тенденции развития. Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2017; (37). DOI: 10.17223/19988648/37/9.
2. Анисимова Т. С. Стратегия антиципативной педагогики и образовательной практики. ISBN 978-5-91327-435-9. Москва. Академия Естествознания. 2016.
3. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). <https://mkb-10.com/>
4. Слепцов А.И., Соденкамп М.А. Принятие решений в сложных системах. Мягкие информационные технологии. НПУ имени М.П. Драгоманова, 2007. – 148с.

Сведения об авторах

Пулатова З.М., ассистент Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми.

Усмонов Ж.Т., PhD, доцент Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми.

Адрес для корреспонденции

Узбекистан, город Ташкент, ул. Амира Темура, 108, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми

Телефон: 8 71 238 64 15;

e-mail: pulatova-ziyoda@mail.ru

Пулатова Зиёда Махмуджоновна

Information about the authors

Pulatova Z. M., assistant at the Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi.

Usmonov J. T., PhD, associate Professor of the Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi.

Address for correspondence

Uzbekistan, Tashkent, 108 Amir Temur street, Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Phone: 8 71 238 64 15;

e-mail: pulatova-ziyoda@mail.ru

Ziyoda Pulatova Mahmudjonovna