

МОБИЛЬНЫЙ КЛИЕНТ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПОСТАНОВКИ ДИАГНОЗА

И. П. Селетков, О. В. Теплюк

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

Проблема объективности постановки диагноза существует уже долгое время [1]. Результат лечения в значительной степени зависит от того, насколько правильно была произведена оценка состояния больного, и насколько точно был поставлен диагноз. В связи с этим возникает необходимость улучшения процесса диагностики заболеваний.

В работе [2] для количественной оценки величин по большому количеству разнообразных качественных критериев было предложено использовать матричный аппарат нечёткой логики.

Таким образом, основная цель данной работы заключается в том, чтобы помочь врачам повысить качество и объективность постановки диагноза.

Были рассмотрены такие технологии как «Доктор-онлайн» и «Мобильный доктор», но они не являются универсальными. В связи с этим было принято решение разработать новый продукт, позволяющий комплексно и качественно решать поставленную задачу.

Для проверки нового мобильного приложения, его работоспособности и качества выбранного метода реализации, ограничились спектром наиболее часто возникающих заболеваний и наиболее общими симптомами.

В работе используется матричный аппарат нечеткой логики. В нём используются модели логических операций, естественным образом обобщающие их «чёткие» аналоги на область нечётких переменных и предикатов. Этот аппарат позволяет свести задачи нечеткого логического вывода к решению системы линейных алгебраических уравнений с известными условиями существования и единственности решений, а также упростить формализацию правил базы знаний [3,4].

Рассмотрим алгоритм нечеткого вывода.

Строим базу знаний для помощи в постановке диагноза по оценкам выраженности симптомов респираторных заболеваний. Изначально были выбраны 6 самых часто встречающихся заболеваний:

1. Грипп,
2. ОРВИ,
3. Острый бронхит,
4. Внебольничная пневмония,
5. Хроническое обструктивное заболевание легких,
6. Ангина.

Со слов экспертов (врачей-терапевтов) и по данным справочника [4] был составлен список из 14 симптомов данных заболеваний, наличие которых можно оценить в домашних условиях.

Для некоторых из симптомов необходима не только оценка наличия или отсутствия, но также и оценка степени выраженности. Для учета этого, в соответствии со справочником [4], были сформулированы правила *modus ponens* вида «Если есть жар, то вероятность гриппа высокая» (Табл. 1).

Для демонстрации вывода оставим только 3 основных симптома: температуру тела, головную боль и насморк. Остальные симптомы обрабатываются аналогично. Пользователь оценивает в баллах степень выраженности симптомов, указывает температуру тела в градусах Цельсия. Обозначим эти параметры следующим образом:

t – температура тела в градусах $t \in [35,40]^{\circ}\text{C}$,

ha – головная боль $ha \in [0,10]$,

nsm – насморк $nsm \in [0,10]$,

результатом работы алгоритма будет:

$p^{(s)}$ – оценка вероятности s -того заболевания $p^{(s)} \in [0,100]$.

Все параметры имеют «чёткие значения». Степень справедливости соответствующего правила для каждого из симптомов задается в виде функций.

Работа экспертной системы задается правилами, сформулированными на языке лингвистических переменных t , ha , nsm , соответствующих входным параметрам, и выходу p . Каждая лингвистическая переменная принимает ряд значений в соответствии с выраженностью симптомов.

Значения лингвистических переменных количественно описываются нечеткими подмножествами «универсальных» множеств (универсумов) A^t (множество допустимых значений температуры), A^{ha} (множество оценок силы головной боли), A^{nsm} (множество оценок силы насморка) и B (множество допустимых значений вероятности) соответственно. Они задаются векторными функциями принадлежности $\mu^{(t)}_i(t)$, $\mu^{(ha)}_j(t)$, $\mu^{(nsm)}_k(t)$ и $\mu^{(p)}_m(p)$ точек универсума нечетким подмножествам (Рис. 1).

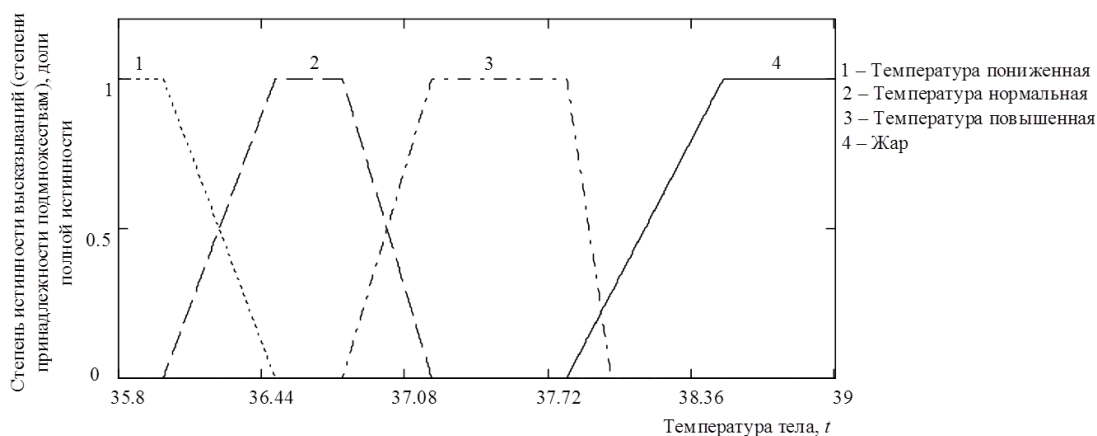


Рис. 1. Пример функций принадлежности для нечеткой экспертной системы «Электронный доктор» для оценки температуры тела

Лингвистические правила аналитически записываются в виде:

$$p_m = P(t_i, ha_j, nsm_k)$$

Все правила для рассматриваемых симптомов сформулированы в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1. Степени справедливости правил экспертной системы «Электронный доктор»

Симптомы Наименование болезни	Температура				Головная боль			Насморк			
	Низкая	Нормальная	Повышенная	Жар	Нет	Слабая	Сильная	Нет	Слабый	Средний	Сильный
Грипп	0,000	0,000	0,083	0,092	0,000	0,000	0,092	0,092	0,000	0,000	0,000
ОРВИ	0,000	0,064	0,096	0,000	0,106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,053
Острый бронхит	0,000	0,073	0,049	0,000	0,122	0,000	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000
Внебольничная пневмония	0,000	0,000	0,023	0,091	0,000	0,023	0,091	0,114	0,000	0,000	0,000
Хроническое обструктивное заболевание легких	0,000	0,115	0,000	0,000	0,115	0,000	0,000	0,115	0,000	0,000	0,000
Ангина	0,000	0,000	0,022	0,089	0,000	0,056	0,056	0,111	0,000	0,000	0,000

Количественная реализация алгоритма сводится к нахождению параметра $p^{(s)}$ по заданным значениям входных параметров t , ha , nsm . Находим значения $\mu^{(t)}_i(t)$, $\mu^{(ha)}_j(t)$, $\mu^{(nsm)}_k(t)$, которые являются некоторыми числами из отрезка $[0, 1]$. Для вычисления $p^{(s)}$ в соответствии с матричным алгоритмом [2] строим вспомогательную функцию $G(y)$, имеющую следующий вид:

$$G(p^{(s)}) = \bigvee_{i,j,k,m} \delta_{i,j,k,m,s} \left\{ \mu^{(t)}_i(t) \vee \mu^{(ha)}_j(t) \vee \mu^{(nsm)}_k(t) \vee \mu^{(p)}_m(p) \right\} \wedge z_{i,j,k,m,s}.$$

Результат находим, собирая все функции в одну таким образом, чтобы получить его в процентах:

$$res(t, ha, nsm) = p^{(s)} \cdot 100.$$

Аналогичным образом рассчитываются вероятности всех заболеваний.

Для проверки работы алгоритма были отобраны случаи из медицинской карты. Симптомы отправлялись в опросник, а результат, полученный в клиенте, сравнивался с диагнозом, поставленным врачом.

Таблица 2. Сравнение диагнозов, полученных при помощи приложения,
и поставленных врачом-терапевтом

	Описание	Наиболее вероятные заболевания, полученные по опросу	Заключение, поставленное врачом
1	Температура 38.4, мокрый кашель, насморк, одышка, головная боль, боль в глазах, прозрачная мокрота. Хрипы.	Грипп – 24,83 % Острый бронхит – 22,58 %	Острый бронхит.
2	Температура 39.1, острая боль в горле, увеличенные миндалины, першение в горле, головная боль, слабость.	Ангина (острый тонзиллит) – 32,46 %	Острая ангина
3	Температура 39.9, головная боль, кашля и насморка нет, слабость, вялость, хрипов нет.	Пневмония – 25,78 % Острый бронхит – 26,54 %	Аденовирусная инфекция.

По результатам анализа видно, что для более точной постановки диагноза нужно увеличить количество симптомов. Для некоторых заболеваний, например, для бронхита, не хватает симптомов, которые характерны именно для них. В случае с заболеванием, не входящим в список рассматриваемых, программа выведет наиболее близкие к нему по симптоматике.

В результате выполнения данной работы:

- Предложен алгоритм количественной оценки вероятностей заболеваний по выраженности симптомов больного, основанный на матричном представлении нечёткой логики.
- Разработан мобильный клиент, позволяющий пользователям рассчитать вероятности заболеваний и получить рекомендации, по ответам на вопросы из базы знаний.

Результат тестирования ресурса показали, что получаемый по завершению опроса диагноз является достаточно точным.

Список литературы

1. Тарасов К. Е., Великов В. К., Фролова А. И. Логика и семиотика диагноза (методологические проблемы). М.: Медицина, 1989. 272 с.
2. Марценюк М. А., Поляков В. Б. Селетков И. П. Модель нечёткого автомата для оценки успеваемости студента. // Прикладная информатика. №5 (53). 2014. С.41-49.
3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Пер. с англ. М.: Бином, 2009. 798 с.
4. Бородулин В. И., Ланицман М. Н. Справочник: Болезни. Синдромы. Симптомы. М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство Мир и Образование», 2006. 896 с.