

УДК 004.891.3

О. М. Киселева, С.М. Селякова

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра системного анализа и моделирования

СИНТЕЗ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ГРИППА

Аннотация

О. М. Киселева, С.М. Селякова. Синтез базы знаний экспертной системы диагностики и лечения гриппа. Выполнен обзор существующих информационных систем медицинской диагностики. Проведен анализ процесса диагностики и лечения гриппа. Сформирована структура базы знаний экспертной системы диагностики и лечения гриппа и выбраны методы представления знаний в системе.

Ключевые слова: база знаний, экспертная система, медицинская информационная система, продукционная система представления знаний.

Актуальность проблемы. Одной из важных проблем здравоохранения, как во всем мире, так и в Украине, является диагностика и лечение острых респираторных инфекций, гриппа и прогноз пандемий.

Решение задачи диагностики и лечения гриппа усложняется вследствие большого количества неконтролируемых параметров протекания болезни, влияния различных внешних факторов на процесс выздоровления больного, существование различий в компетентности лечащих врачей.

Подобные задачи успешно решаются с помощью современных информационных технологий, в частности, с помощью диагностических экспертных систем. Преимущество применения которых заключается в том, что эти системы работают систематизировано, учитывая все особенности протекания заболевания, позволяют выбрать наилучшую альтернативу из всех возможных, с помощью моделей и алгоритмов из базы знаний, что обеспечивает довольно точное определение диагноза пациента

Таким образом, актуальной является проблема повышения эффективности процесса диагностики и лечения гриппа с помощью современных информационных технологий.

Анализ литературы. Медицинская информационная система представляет собой совокупность программно-технических средств, баз данных и знаний, предназначенных для автоматизации разных процессов, что происходит в лечебно-профилактических учреждениях [1]. К наиболее распространенным автоматизированным медицинским системам относятся:

– Госпитальная информационная система «Медицина», предназначенная для оптимизации работы медицинского учреждения и автоматизации деятельности подразделений, связанных с обслуживанием пациентов, учетно-хозяйственной деятельностью и управлением.

– Информационная медицинская система «Imed», которая выполняет основные стандартные функции управления медицинским заведением.

– «Доктор Элекс» — медицинская информационная система, разработанная для автоматизации всех ключевых позиций работы современной клиники: регистратуры, врача, лаборатории, диагностики, отчетности, управления.

– «Mycin» — это экспертная система, предназначенная для работы в области диагностики, лечения заражения крови и медицинских инфекций. Система ставит соответствующий диагноз, исходя из указанных ей симптомов, и рекомендует курс медикаментозного лечения любой из диагностированных инфекций[2].

Анализ литературных источников показал, что на данный момент не существует информационных систем, выполняющих поддержку принятия решений непосредственно при диагностике и лечении гриппа.

Цель статьи. Провести системный анализ процесса диагностики и лечения гриппа. Разработать структуру базы знаний экспертной системы диагностики и лечения гриппа и выбрать методы представления знаний в системе.

Постановка задачи исследования. Необходимо разработать базу знаний экспертной системы диагностики и лечения гриппа, которая обеспечит поддержку принятия решений врачом при постановке диагноза больному и при назначении лечения.

Анализ предметной области.

Грипп – острое инфекционное заболевание, которое характеризуется воспалением верхних дыхательных путей. Существует много штаммов вируса гриппа – А, В, С, разновидностей этих штаммов, которые связаны с изменчивостью вируса. Симптомы гриппа А схожи с симптомами сезонного гриппа. Эти симптомы следующие: повышение температуры (94% пациентов), кашель (92%), сильная боль в горле при глотании (62%), диарея (25%) и рвота (25%). Болезнь при инфицировании вирусом гриппа В, как правило, протекает в легкой форме, поражая чаще детей и людей молодого возраста. Характерной особенностью вирусов гриппа В является то, что они циркулируют только в человеческой среде.

Вирус гриппа С достаточно мало изучен. Известно, что в отличие от вирусов А и В, он содержит только 7 фрагментов нуклеиновой кислоты и один поверхностный антиген. Способен инфицировать только человека, причем симптомы болезни обычно слабо или вообще не выражены.

Парагрипп (Paragrippus) - острое инфекционное заболевание, вызвано различными серотипами вирусами парагриппа. Вирус парагриппа передается воздушно-капельным путем. Первыми симптомами парагриппа обычно являются заложенность носа, сухой кашель, першение или незначительная боль в горле.

Лекарственные средства, которые используют для лечения и профилактики гриппа и парагриппа, можно разделить на две категории: противовирусные и симптоматические препараты. К противовирусным препаратам относят химиопрепараты этиотропного действия, которые включают в себя блокаторы ионного канала и ингибиторы; вирулицидные препараты; препараты интерферона; иммуномодуляторы. К симптоматическим препаратам относят жаропонижающие; антигистаминные; противокашлевые; витамины и их аналоги; общеукрепляющие препараты.

Решение задачи исследования.

База знаний экспертной системы диагностики и лечения гриппа содержит три уровня знаний: предметные (фактические) знания и управляющие знания[3].

К входной информации экспертной системы относятся:

- информация о пациенте (ФИО, возраст, жалобы);
- результаты обследования (температура, давление, пульс);
- результаты анализов.

В качестве выходной информации выступают:

- возможный диагноз;
- список рекомендованных лекарственных препаратов, в соответствии с заболеванием.

В качестве предметных знаний выступают производные правила, которые позволяют на основе входной информации установить диагноз заболевания и подобрать список лекарственных препаратов.

Управляющие знания системы на основе производных правил позволяют решать следующие задачи:

- 1) диагностировать тип гриппа на основе информации о пациенте, результатов обследования пациента, а также результатов анализов;
- 2) подобрать список лекарственных препаратов для лечения на основе данных о типе гриппа, симптомах, а также индивидуальных особенностей пациента.

Алгоритм решения первой задачи основан на байесовской системе логического вывода, которая предназначена для проведения консультации с пользователем с целью определения вероятностей возможных исходов и используется для этой оценки правдоподобности некоторых предположений, получаемых от пользователя.

На первом этапе создания базы знаний необходимо сформулировать знания о рассматриваемой области в виде двух наборов: $Q = \{q_i\}$ – набора

симптомов и $V = \{v_i\}$ – набора заболеваний, а также двух матриц вероятностей: $P_y = \{p_{y_{ij}}\}$ и $P_n = \{p_{n_{ij}}\}$ размером $m \times n$, где $p_{y_{ij}}$ – вероятность получения положительного ответа на j -й вопрос, если i -й исход верен; $p_{n_{ij}}$ – вероятность получения отрицательного ответа на j -й вопрос, если i -й исход верен, m и n – количество вопросов и исходов соответственно. Каждому исходу ставится в соответствие априорная вероятность данного исхода P_i , т.е. вероятность исхода в случае отсутствия дополнительной информации.

В процессе работы экспертной системы решатель, пользуясь данными наборами и матрицами и теоремой Байеса, определяет апостериорную вероятность каждого исхода, то есть вероятность, скорректированную в соответствии с ответом пользователя на каждый вопрос:

- при положительном ответе:

$$P_{\text{апостер.}} = \frac{P_{y_{ij}} \cdot P_i}{P_{y_{ij}} \cdot P_i + P_{n_{ij}} \cdot (1 - P_i)}, \quad (1)$$

- при отрицательном ответе

$$P_{\text{апостер.}} = \frac{(1 - P_{y_{ij}}) \cdot P_i}{(1 - P_{y_{ij}}) \cdot P_i + (1 - P_{n_{ij}}) \cdot (1 - P_i)}, \quad (2)$$

- при ответе «не знаю» апостериорная вероятность равна априорной.

То есть вероятность осуществления некой гипотезы при наличии определенных подтверждающих свидетельств вычисляется на основе априорной вероятности этой гипотезы без подтверждающих свидетельств и вероятности осуществления свидетельств при условиях, что гипотеза верна или неверна.

Одним из принципов, которые реализуются в данном методе, является использование верхних и нижних порогов для вероятностей отдельных гипотез. Гипотеза H_k формулируется следующим образом: «Пациент болен k -м типом гриппа». Если вероятность $P(H)$ после учета всех симптомов превышает верхний порог $Max(H)$, т.е. (1), то гипотеза H принимается как основа возможного вывода. Если

$$P(H) < Min(H), \quad (3)$$

где $Min(H)$ – нижний порог, тогда гипотеза H откидывается, как неправдоподобная.

Если в определенный момент работы системы выясняется, что для какой-либо гипотезы H_k выполняется условие

$$P_{\min}(H_k) > P_{\max}(H_i), \quad (4)$$

для $\forall i \neq k$, где $P_{\min}(H_k)$ – текущая минимальная вероятность гипотезы H и соответственно $P_{\max}(H_i)$ – текущая максимально допустимая вероятность для гипотезы H . тогда гипотеза H_k является наиболее вероятной, и продолжение экспертизы нецелесообразно [4].

Алгоритм решения второй задачи основан на представлении продукционных правил с помощью графов. Данная система продукций представлена И/ИЛИ графом. Под И/ИЛИ графом понимается граф $\langle F, R \rangle$, вершины F которого соответствуют некоторым целям, фактам и правилам, а дуги R – отношения между ними.

Разработано 2 типа графов: первый – для выбора противовирусных препаратов, второй для выбора симптоматических препаратов. С помощью И/ИЛИ графа обратный вывод представляется как проблема поиска пути на данном графе. Поиск на графе рассматривается следующим образом, Операторы \wedge (И-узлы графа) означают декомпозицию графа, т.е. задача разбивается на подзадачи, которые должны быть решены для решения исходной проблемы. Операторы \vee (ИЛИ-узлы графа) в представлении на основе исчисления предикатов определяют точку выбора между альтернативными путями решения задачи. Нахождение пути к цели вдоль любой из ветвей является достаточным условием для решения общей задачи [5].

Основная цель поиска на «И-ИЛИ» графе — показать разрешимость вершины S_i . Вершина является разрешимой, если выполняется одно из следующих условий:

- 1) вершина S_i является заключительной (терминальной);
- 2) следующие за S_i вершины являются вершинами типа «ИЛИ» и при этом хотя бы одна из них разрешима;
- 3) следующие за S_i вершины являются вершинами типа «И» и при этом каждая из них разрешима.

Выводы. Выполнен обзор существующих информационных систем медицинской диагностики. Проведен анализ процесса диагностики и лечения гриппа. Сформирована структура базы знаний экспертной системы диагностики и лечения гриппа и выбраны методы представления знаний в системе. Таким образом, использование экспертных систем для установления диагноза пациента и выбора метода лечения позволяет сократить время приема пациента и повысить эффективность лечения.

Список литературы

1. С. О. Волошин. Анализ технологий создания медицинских информационных систем. – ISSN 1028-9763. Математичні машини і системи, 2009, №3
2. Представление и использование знаний: Пер. с япон./ Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: «МИР», 1989. – 220 с., ил.
3. Головчинер М.Н. Введение в экспертные системы. Курс лекций., 2011, 63 с.
4. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений/ Черноуцкий И.Г. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 416 с.
5. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.:Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с., ил.