

УДК 004.891.3

АРХИТЕКТУРА МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Н.В. Ле, В.А. Камаев, Д.П. Панченко, О.А. Трушкина

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

E-mail: kamaev@cad.vstu.ru, panchenkodp@gmail.com, nvien.vstu@gmail.com, vamp@volgograd.ru

Рассмотрена структурная схема медицинской системы дифференциальной диагностики. Построение архитектуры экспертной системы производилось по архитектурным трехслойным шаблонам. Использование веб-ориентированных технологий при разработке сервера приложений позволяет четко разграничить на уровень логики, уровень доступа к данным и уровень представления. Разработано ядро системы с использованием объектно-ориентированной архитектуры. Предложен контур интерфейса с базой данных для решения проблемы несоответствия представления данных в системе. Также показаны режим приобретения медицинских знаний и режим медицинской консультации при работе экспертной системы. Разработанная экспертная система позволяет провести медицинскую диагностику в реальном времени в условиях неопределенности информации.

Ключевые слова: медицинская диагностика, экспертная система, архитектура системы.

Введение

В настоящее время существует необходимость применения современных информационных и коммуникационных технологий в медицине, особенно в задачах создания медицинских систем диагностики. Одним из подходов к созданию медицинских систем диагностики является теория экспертных систем. Существуют классические экспертные системы медицинской диагностики: PUFF, CADUCEUS, MYCIN, ONCOCIN и др. Использование этих систем позволяет повысить качество медицинской диагностики в клинических больницах и качество обучения в высших медицинских учебных заведениях.

Основная задача при создании экспертной системы заключается в сборе, систематизации и применении знаний о диагностике заболеваний, основанных на реальном опыте группы врачей. На практике специалисты-врачи работают в разных медицинских учреждениях. Поэтому необходимо создать распределенную экспертную систему медицинской диагностики. При этом врачи могут наполнить систему знаниями по своей медицинской специальности, которые позволят системе самостоятельно решать задачи направления пациента к врачу по его специальности на основании диагностических гипотез.

Это позволяет упростить процесс приобретения знаний за счет возможности распределения знаний по специальности и их организации ведения от группы

Ле Нгуен Виен, аспирант.

Валерий Анатольевич Камаев (д.т.н., проф.), заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования».

Дмитрий Петрович Панченко (к.т.н.), старший преподаватель кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования».

Ольга Александровна Трушкина, магистрант.

врачей. Кроме того, обеспечивается автоматизация процесса пополнения базы знаний за счет возможности извлечения знаний из ответных писем врачей пациентам при заранее неизвестном диагностическом решении системы.

Одним из вариантов облегченного построения распределенной экспертной системы диагностики заболеваний является применение веб-ориентированных технологий. Для этого необходимо обозначать архитектурные принципы, которые в будущем обеспечат масштабируемость, гибкость, а также простоту сопровождения системы. Для обеспечения данных качеств в настоящее время широко применяются архитектурные трехслойные шаблоны. В данной архитектуре предполагаются три следующих компонента: пользовательское приложение; сервер приложений; сервер базы данных. На сервере приложений ядро системы разработано с использованием объектно-ориентированной архитектуры. Эта изолированность позволяет быстро и простыми средствами переконфигурировать систему при возникновении сбоев или при плановом обслуживании на одном из компонентов. В данной работе сервер базы данных представлен системой Microsoft SQL Server, а сервер приложений – технологиями: веб-сервер IIS; ASP.NET; ADO.NET. Роль пользователя играют веб-браузеры.

Целью работы являются описание разработанной архитектуры, а также определение основных функций медицинской экспертной системы дифференциальной диагностики, основанной на веб-ориентированных технологиях.

Основная часть

Схема архитектуры медицинской экспертной системы дифференциальной диагностики представлена на рис. 1.

Веб-браузеры предназначены для сбора информации от пациента для обработки, а также отображения ему резульативной информации системы. При проектировании *сервера приложений* на основе веб-ориентированных технологий необходимо четко разграничить следующие уровни.

Уровень логики предназначен для реализации функциональности системы. Для реализации данного уровня использовано ядро, в которое включаются следующие модули: управление выводом – предоставляет пациенту возможность получить диагностическое решение, т. е. список диагностических гипотез и специальностей врачей, к которым пациенту нужно обращаться; объяснение резульативной информации – позволяет сформировать журнал протоколирования вывода, т. е. поведение системы при диагностике заболеваний; приобретение медицинских знаний – предоставляет группе врачей (через посредничество инженера по знаниям) возможность редактировать существующую базу знаний или создавать новую, опираясь на их знания и опыт. База медицинских знаний содержит две следующих базы: фреймовая база знаний – предназначена для представления статических знаний о текущем состоянии области диагностики; нечеткая база знаний – предназначена для представления динамических знаний о переходе между состояниями. А рабочая память предназначена для хранения информации пациента, а также резульативной информации диагностики и объяснительной информации после вывода решения. *Ядро системы* реализовано в виде программных модулей. На рис. 2 представлена структурная схема ядра данной системы.

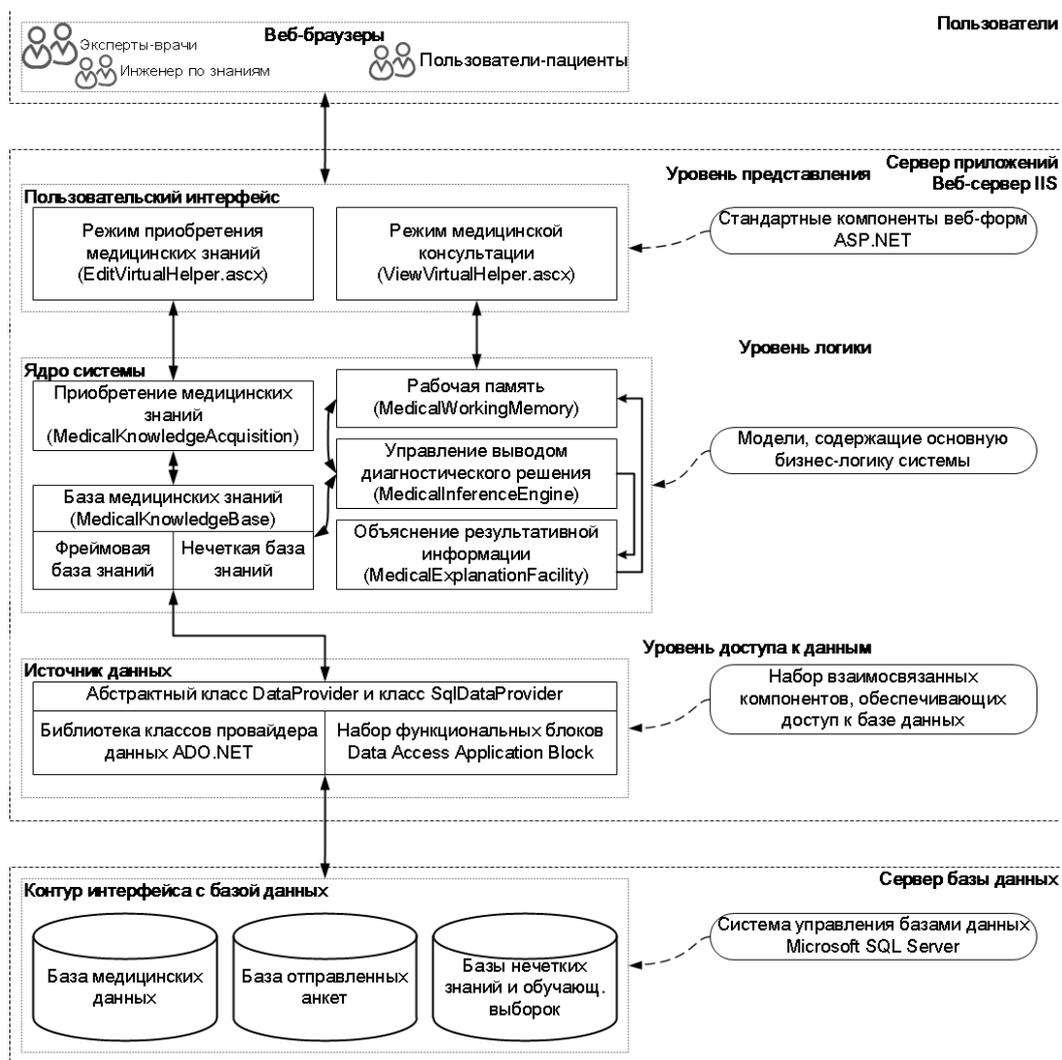
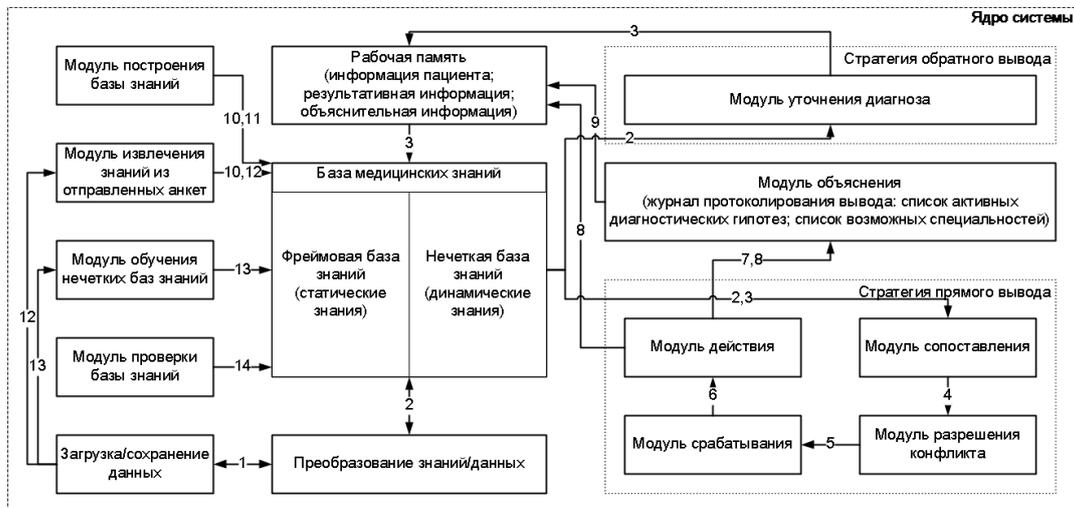


Рис. 1. Схема архитектуры системы

Управляющий механизм вывода решения может быть как обратным, так и прямым выводом. Для управления выводом решения разработано 5 следующих модулей: модуль уточнения диагноза; модуль сопоставления; модуль разрешения конфликта; модуль срабатывания; модуль действия. Для приобретения медицинских знаний разработано 4 следующих модуля: модуль построения базы знаний; модуль извлечения знаний из отправленных анкет; модуль обучения нечетких баз знаний; модуль проверки базы знаний.

В ходе реализации функциональности системы может потребоваться обращение к серверу базы данных, в этом случае используя единственный источник данных на уровне доступа к данным. Источник данных можно рассмотреть как набор взаимосвязанных компонентов, обеспечивающий операции подключения к базе данных и управления имеющимися данными.



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 – Медицинские данные 2 – Медицинские знания 3 – Факты 4 – Потенциальное заболевание 5 – Активное заболевание 6 – Диагностическая гипотеза 7 – Список активных диагностических гипотез | <ul style="list-style-type: none"> 8 – Список возможных специальностей 9 – Объяснительная информация 10 – Знания и опыт группы врачей 11 – Фреймовой и нечетко-продукционной модели 12 – Отправленные анкеты 13 – Обучающие нечеткие знания и обучающие выборки 14 – Тестирующие выборки |
|---|---|

Рис. 2. Структурная схема ядра системы

На уровне представления с учетом результативной информации функциональности системы осуществляется рендеринг графического интерфейса страницы, и содержимое сгенерированной страницы отправляется клиентскому браузеру.

Место сервера базы данных занимает система управления базами данных Microsoft SQL Server, которая относится к реляционным системам. В системе используются три следующих базы данных: база медицинских данных; база отправленных анкет; базы нечетких знаний и обучающих выборок. Для решения проблемы несоответствия объектно-ориентированного представления данных в системе и их представления в виде записей в базе данных используется контур интерфейса с базой данных.

Режимы работы медицинской экспертной системы дифференциальной диагностики. В режиме приобретения знаний эксперты-врачи вводят в систему знания об области диагностики. Эксперты-врачи описывают и добавляют объекты (специальности, заболевания и симптомы) в базу знаний. После добавления врачи выполняют модификацию симптомокомплексов для каждого заболевания. База знаний преобразуется и сохраняется в реляционной базе медицинских данных. Происходит переход к режиму медицинской консультации. Пользователь-пациент выполняет регистрацию, вводя персональную информацию. Система начинает задавать вопросы по симптомам. Пациент вводит факты проявления симптомов, отвечая на заданные вопросы. Управление выводом решения на основе поступающих фактов из рабочей памяти и знаний из базы знаний формирует диагностический результат, который передается пациенту. Если результат системы непонятен пациенту, то он может потребовать у системы объяснительную информацию. Полученная информация обновляется рабочей памятью. Если па-

циент соглашается с диагностическим результатом, то производится печать анкеты с вопросами пациенту и завершается работа системы. В случае, если пациент не принимает решение, он может потребовать у системы решение от группы врачей. Система формирует и сохраняет анкеты с вопросами в реляционную базу отправленных анкет. Иначе, если пациент хочет продолжения консультации, модуль уточнения диагноза выполняет генерацию дополнительных вопросов по ведущим симптомам. Далее происходит завершение работы в режиме консультации. Врачи, входят в систему, после регистрации видят анкеты. Если врач принимает отправленные анкеты, то он формирует диагностические ответы на вопросы. Новые диагностические ответы под управлением модулей приобретения знаний добавляются в базу знаний и отправляются пациенту по электронной почте.

Основные функции медицинской экспертной системы дифференциальной диагностики: направление рассуждения; объяснение диагностического результата пользователям; вывод диагностического решения при условиях неопределенности; медицинская диагностика в реальном времени; самостоятельное обучение; разграничение прав доступа, роли; масштабирование; универсальное представление медицинских знаний; эффективное приобретение знаний; проверка базы знаний.

Заключение

В результате работы разработана трехслойная архитектура медицинской системы дифференциальной диагностики, в которой ядро данной системы разработано с использованием объектно-ориентированной архитектуры. В зависимости от функциональных требований предложены следующие слои: пользователи; сервер приложений; сервер базы данных. Ядро системы состоит из следующих основных модулей и компонентов: пользовательский интерфейс, реляционные базы данных; база медицинских данных; рабочая память; модули управления выводом диагностического решения; модуль объяснения; модули приобретения медицинских знаний. Приведены режимы работы, а также основные функции данной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е изд. / Пер. с англ. – М.: ИД «Вильямс», 2007. – 1152 с.: ил. – Парл. тит. англ.
2. Гаврилова Т., Хорошевский В. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 584 с.
3. Новикова В.А., Андреева Е.Ю., Туйкина Д.К. Искусственный интеллект и экспертные системы: Учеб. пособие. – Курск: КГУ, 2004. – 45 с.
4. Искусственный интеллект. Базы знаний и экспертные системы: Учеб. пособие / А.М. Дворянкин, А.В. Кизим, И.Г. Жукова, М.Б. Сипливая. – Волгоград: ВолГТУ, 2002. – 140 с.
5. Камаев В.А., Филатов Б.Н., Панченко Д.П. Многомодульная система медицинской диагностики // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2005. – № 1. – М., Машиностроение. – С. 17.

Статья поступила в редакцию 13 января 2014 г.

MEDICAL EXPERT SYSTEM ARCHITECTURE OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS

N.V. Le, V.A. Kamaev, D.P. Panchenko, O.A. Trushkina

Volgograd State Technical University
28, Lenin avenue, Volgograd, 400005, Russian Federation

The structural scheme of the medical systems of differential diagnosis is considered. The expert system architecture was made by three-layer architectural templates. Web-based technologies in developing of application server allows to distinguish between the logic levels, data access layer and the presentation layer. System kernel with the use of object-oriented architecture is developed. An outline interface with the database to solve the inconsistency of data presentation in the system is offered. The mode of obtaining medical knowledge and health consultation mode during the expert system work are shown. The developed expert system allows to provide medical diagnostics in real time in the conditions of uncertainty of information.

Keywords: *medical diagnosis, expert system, system architecture.*

*Nguen V. Le, Postgraduate student.
Valery A. Kamaev (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.
Dmitry P. Panchenko (Ph.D. (Techn.)), Senior Lecture.
Olga A. Trushkina, Graduate student.*