

В.В. КРАСНОПРОШИН, д-р техн. наук, проф., зав. каф. БГУ (г. Минск),
Е.А. ЛОСИЦКИЙ, д-р мед. наук, директор РЦСМ (г. Минск),
В.А. ОБРАЗЦОВ, канд. физ.-мат. наук, доц. БГУ (г. Минск),
Х. ВИССИА, аспирант БГУ (г. Минск),
С.Е. ГУТНИКОВ, ст. научн. сотр. БГУ (г. Минск),
С.А. ПОПОК, ортопед-травматолог 6-ой клинической больницы
(г. Минск)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ В СПОРТИВНОЙ ТРАВМАТОЛОГИИ

В работе обсуждаются проблемы, связанные с разработкой систем поддержки решений в спортивной травматологии. Предложена математическая модель, которая базируется на идеях и методах теории распознавания образов. Приводятся состав и структура интеллектуальной компьютерной системы EXTRA, которая успешно функционирует в Республиканском Центре спортивной медицины Республики Беларусь. Ил.: 1. Библиогр.: 10 назв.

Ключевые слова: система поддержки решений, математическая модель, распознавание образов, состав и структура интеллектуальной компьютерной системы EXTRA.

Постановка проблемы. В настоящее время наработано большое количество медицинских знаний, которые рассредоточены по всему миру и записаны на разных носителях, начиная от традиционных – книг и журналов, и заканчивая различными электронными вариантами хранения информации. Чем больше появляется новых методов, тем сложнее сделать правильный выбор, наиболее подходящий конкретному пациенту. Различные авторы и школы пропагандируют собственную методику, утверждая, что она самая лучшая и продуктивная (особенно, когда это касается коммерческих продуктов). В этой массе информации и рекламных предложений трудно разобраться даже профессионалу, не говоря уже о молодом специалисте. Таким образом, у специалиста всегда существует проблема выбора метода лечения. И чем менее опытен специалист, тем трудней она решается. Существует также проблема по сбору, структуризации, обобщению знаний, их адаптации к реальным процессам. Одним из возможных путей решения указанных проблем является компьютеризация процессов подготовки, хранения и использования информации/знаний, имеющих отношение к постановке диагноза и выбору тактики лечения/реабилитации. В данной статье обсуждается проблема разработки компьютерной технологии и построение системы поддержки принятия решений в области спортивной травматологии.

Подобные системы помимо их научной и технологической значимости, имеют и прикладное значение даже на этапе разработки и тестирования. Они могут использоваться как для студентов, в целях повышения интенсивности и качества процесса обучения, так и в качестве средства консалтинга для практикующих врачей (в первую очередь молодых). Кроме того, они являются мощным инструментальным средством аккумуляции и эффективного

использования новейших знаний для решения задач травматологии и реабилитации. Современные информационно-компьютерные технологии могут помочь разобраться с потоком информации, сориентировать специалиста в выборе нужного метода лечения, ускорить процесс приобретения опыта.

Анализ литературы [1 – 10] показывает, что большинство современных систем поддержки принятия решений с приложением в медицине можно разделить на три больших и достаточно независимых направления. Первое из них связано с развитием технологий телемедицины [1 – 3]. Второе в большей степени ориентировано на клиническую практику и т.н. доказательную медицину [1, 3, 8]. Третье направление базируется на идеологии, основы которой были заложены еще в экспертных системах [1, 4, 9, 10]. Именно последнее направление является в наибольшей степени технологически независимым от предметной области. Поэтому построение систем поддержки принятия решений, основанных на логическом выводе, моделях распознавания образов [5 – 7, 9], интеграция соответствующих технологий со стандартными средствами манипуляциями данными/знаниями, представляются наиболее перспективными.

Цель статьи – разработка новых компьютерных технологий, ориентированных на автоматизацию процессов подготовки, хранения и использования информации/знаний, имеющих отношение к постановке диагноза и выбору тактики лечения/реабилитации, и построение на ее базе системы поддержки принятия решений в области спортивной травматологии.

Математическая модель. Задачи диагностики и лечения без труда сводятся к постановке задач распознавания. Методы их решения, как известно, зависят от характера априорной информации. Обычно в задачах распознавания есть только два варианта представления такой информации – логический и прецедентный. Поэтому, предложенная в работе технология базируется на алгоритмах двух типов – дедуктивный и индуктивный выводы. Первый из них представляет собой обычную резолюцию [4], которая является универсальным алгоритмом и специфицирована для использования с различными (по языку описания) знаниями.

Как известно, метод резолюции обоснован по всем канонам математической строгости. Иначе обстоит дело с индуктивным выводом (под которым обычно понимают технику доопределения свойств конечного числа объектов на бесконечность [6]). Универсальной и уж тем более обоснованной техники такого вывода не существует. Но поскольку решать задачи необходимо и решение должно быть технологично, то проблема разработки алгоритма индуктивного вывода и обоснование последнего, становится очень важной в контексте определения основных спецификаций знаний в системе поддержки принятия решений. Сделать это можно, к примеру, с использованием техники распознавания образов.

Полное описание алгоритма с доказательством его обоснованности можно найти в работе [7]. Нам представляется, что предложенный алгоритм обладает всеми чертами универсальности и может быть охарактеризован двумя следующими свойствами:

– монотонностью, понимаемой в смысле обычной импликации: *монотонность количества информации \Rightarrow монотонность в количественных и качественных оценках свойств;*

– структурной декомпозицией информации: *любая информация представима в виде независимых частей, каждая из которых монотонна по количеству информации относительно того, что является известным. Если это не выполняется, то объект является не допустимым.*

Схема обоснования алгоритма довольно проста и базируется на обоснованности дедуктивного вывода. Смысл ее заключается в следующем: *если для каждой задачи, разрешимой методом резолюции с гарантированным (обоснованным) результатом, можно указать конечный объем информации, которого достаточно для совпадения результатов, полученных методом резолюции и алгоритмом индуктивного вывода, то последний также является обоснованным.*

Состав и структура программного комплекса EXTRA. Предлагается система для поддержки решений в спортивной травматологии и реабилитации в виде программного трехмодульного комплекса. Это диагностический и лечебный блоки и раздел нормальной анатомии опорно-двигательного аппарата. При этом модули могут функционировать как отдельно, так и совместно. Архитектура системы представлена на рис.

Архитектура системы основана на технологии клиент-сервер, что предполагает распределённую обработку информации. В клиентскую часть, функционирующую на сетевых рабочих станциях, включены функции, ориентированные на работу с конечным пользователем. Серверные компоненты системы, предназначенные для работы в составе сетевого сервера, обеспечивают "внутренние" функции (такие, как, например, управление базами данных и знаний). Сервер предполагает возможность работы нескольких пользователей одновременно.

Относительно функционального содержания системы, заметим следующее:

1. Некоторые параметры функционирования системы могут меняться через так называемые файлы конфигурации, что дает некоторую гибкость и позволяет настроить систему под конкретные условия эксплуатации.

2. Клиент общается с сервером посредством запросов, используя сетевые возможности операционной системы.

3. Сервер может работать в открытом или защищенном режиме, ограничивая круг пользователей системы и их права. Для описания групп пользователей используются стандартные средства администрирования операционной системы.

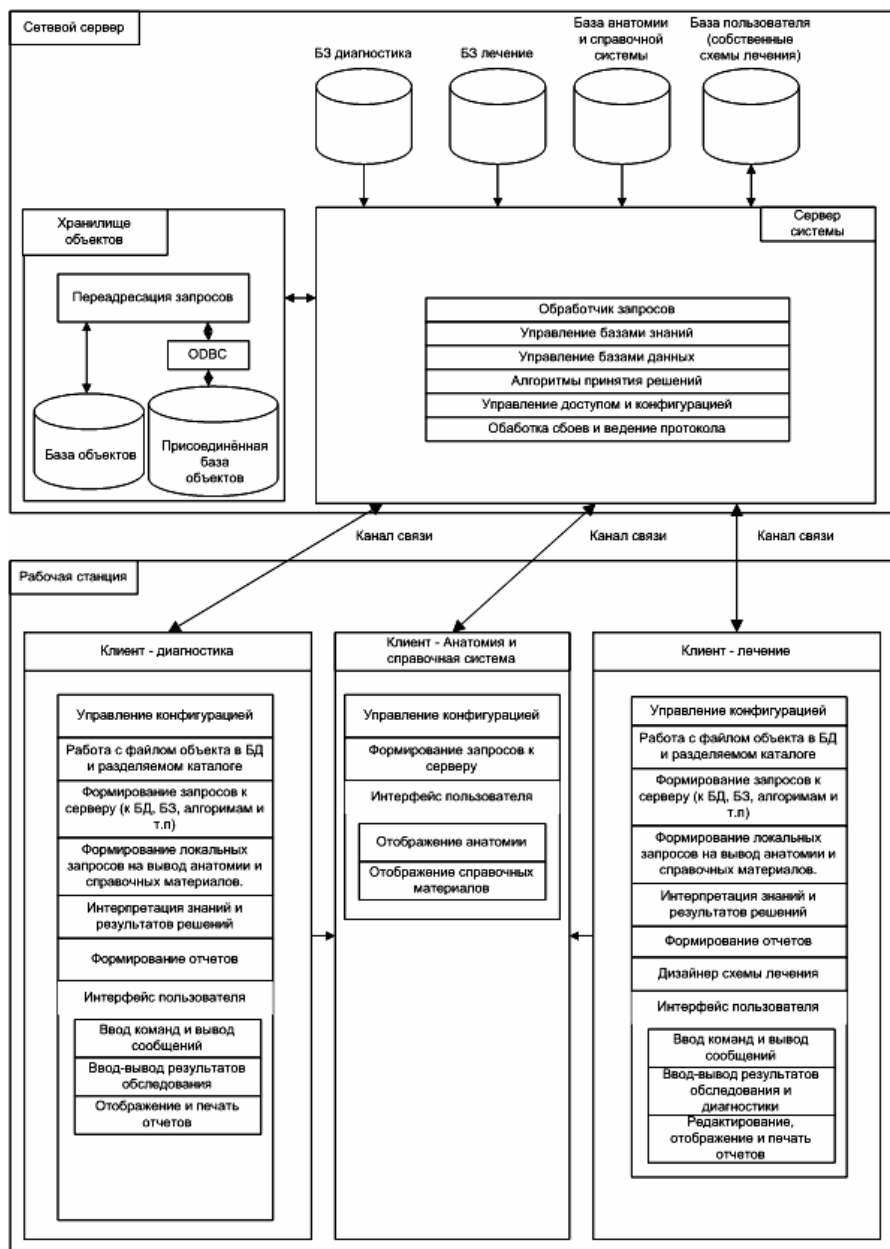


Рис. Сетевой вариант архитектуры системы

4. Предметная область разбита на условно независимые подсистемы – локализации, поддержка решений в которых осуществляется независимо друг от друга.

5. Информация о пациенте, с которым работает пользователь системы, сохраняется в файле пациента. В зависимости от конфигурации системы он может храниться на сервере в БД либо в разделяемых каталогах; доступ к разделяемым каталогам клиент осуществляет через отдельный канал связи, минуя сервер. Предусмотрена возможность встраивания БД пациентов в присоединяемую средствами ODBC БД пользователя, что привлекательно для учреждений, в которых уже ведётся собственная БД пациентов.

Создание системы потребовало оригинальной систематизации, структуризации медицинских знаний. Действие системы охватывает весь процесс от момента обследования до определения тактики лечения. Ее интеллектуальные возможности позволяют получать сведения справочно-энциклопедического характера, которые необходимы специалисту любого уровня квалификации на протяжении всей его практической деятельности. Информация на цифровых носителях и в компьютерной сети может с определенной периодичностью, пополняться новыми знаниями. Созданы программные средства, которые позволяют конструировать программу лечения, сочетая стандартные методы с индивидуальным опытом. Это сделано путем формализации и моделировании отдельных процессов лечения. Так моделирование поведения врача, основано на построении схемы лечения по принципу посиндромной диагностики. Базовой информацией в системе является диагноз с фиксированной одной или несколькими (альтернативными) схемами лечения. Окончательный протокол реабилитации составляется в зависимости от текущего состояния конкретного пациента.

Индивидуализация лечения осуществляется за счет использования опыта и знаний профессионалов в данной предметной области, собранных из различных источников медицинской информации. Информация носит рекомендательный характер и может корректироваться пользователем по своему усмотрению, заменяя метод лечения, изменяя кратность и другие параметры физиотерапевтических процедур, и дозировку медицинских препаратов. Врач также может самостоятельно составить схему лечения, используя имеющиеся в системе базовые методики реабилитационных мероприятий. Система **EXTRA** создавалась с участием специалистов-медиков и успешно функционирует в Республиканской структуре спортивной медицины.

Выводы. Разработанная интеллектуальная система **EXTRA** может использоваться как в обучении, так и в качестве консультанта. Она предназначена для оказания специалисту постоянной информационной поддержки на уровне общих и специальных медицинских знаний, предлагая метод лечения по каждой нозологической форме. Использование подобного рода системы уравнивает условия и качество медицинской помощи в

центральных врачебно-физкультурных диспансерах с первичными спортивными организациями.

Сетевой вариант системы позволяет унифицировать методики лечения и реабилитации, ввести протоколы оказания медицинской помощи спортсменам, делает возможным обмен опытом между пользователями, сбор научных данных с дальнейшей их интерпретацией.

Список литературы: 1. *Miller RA. Medical diagnostic decision support systems—past, present, and future: a threaded bibliography and brief commentary / R.A. Miller // J. Am. Med. Inform. Assoc. – 1994. – 1 (1). – P. 8–27.* 2. *Poissant L. The impact of electronic health records on time efficiency of physicians and nurses: a systematic review / L. Poissant, J. Pereira, R. Tamblin // J Am Med Inform Assoc. – 2005. – 12 (5). – P. 505–516.* 3. *Koppel R. Role of computerized physician order entry systems in facilitating medication errors / R. Koppel, J.P. Metlay, A. Cohen // JAMA. – 2005. – 293 (10). – 1197–1203.* 4. *Bergmans J. Computer-Based Support to Decision-Making in Orthopedics / J. Bergmans, S. Gutnikov, V. Krasnoproshin, S. Popok, H. Vissia // Proc. of Intern. Conf. on Intelligent Technologies in Human-Related Sciences. – V. 2. – Leon. – 1996. – P. 217–224.* 5. *Попок С.А. Компьютерная система поддержки решений в ортопедии / С.А. Попок, В.В. Краснопрошин // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии. – Минск. – 1998. – С. 58–59.* 6. *Gafurov S. Problem of Constructing a Decision Support System for Internet Application / S. Gafurov, V. Krasnoproshin, V. Obratsov, H. Vissia // Proceedings of Sixth International Conference PRIP'2001. – Minsk. – V. 2. – 2001. – P. 155–162.* 7. *Krasnoproshin V. Decision-Making by Precedence: Modeling, Technology and Applications / V. Krasnoproshin, V. Obratsov, H. Vissia // Proceedings of International Conference on Modeling and Simulation in Technical and Social Sciences (MS'2002). – Girona, Spain. – 2002. – P. 267–277.* 8. *Юдин В.Н. Методы интеллектуального анализа данных и вывода по прецедентам в программной системе поддержки врачебных решений / В.Н. Юдин, Л.Е. Карпов, А.В. Ватазин // Альманах клинической медицины. – М.: 2008. – Т. 17. – Ч. 1. – С. 266–269.* 9. *Прокопчук Ю.А. Интеллектуальные медицинские системы: формально-логический уровень / Ю.А. Прокопчук. – Дн-ск: ИТМ НАНУ и НКАУ, 2007. – 259 с.* 10. *Гутников С.Е. Система поддержки решений для спортивной травматологии и реабилитации / С.Е. Гутников, В.В. Краснопрошин, Е.А. Лосицкий, В.А. Образцов, С.А. Попок // Advanced Information and Telemedicine Technologies for Health (AITTH'2008) / Proceedings of the Second International Conference. – Minsk: UIP NASB, 2008. – P. 169–173.*

УДК 519.71

Интеллектуальна система підтримки розв'язків у спортивній травматології / В.У. Краснопрошин, Я.А. Лосицької, У.А. Абраццоу, Х. Висіа, С.Я. Гутникау, С.А. Папок // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 31. – С. 112 – 118.

У роботі обговорюються проблеми, пов'язані з розробкою систем підтримки розв'язків у спортивній травматології. Запропонована математична модель, яка базується на ідеях і методах теорії розпізнавання образів. Приводяться склад і структура інтелектуальної комп'ютерної системи EXTRA, яка успішно функціонує в Республіканському Центрі спортивної медицини Республіки Білорусь. Лл.: 1. Бібліогр.: 10 навз.

Ключові слова: система підтримки розв'язків, математична модель, розпізнавання образів, склад і структура інтелектуальної комп'ютерної системи EXTRA.

UDC 519.71

Intelligent decision-support system in sports traumatology / V.V. Krasnoproshin, E.A. Losytsky, V.A. Obratsov, H. Vissia, S.E. Gutnikov, S.A. Popok // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2010. – № 31. – P. 112 – 118.

The paper deals with problems relating to the development of decision-support systems in sports traumatology. A mathematical model is proposed. The model is based on ideas and methods of pattern

recognition theory. The composition and structure of the intelligent computer system EXTRA are described. The system is successfully functioning at the National Centre for Sports Medicine of the Republic of Belarus. Figs.: 1. Refs.: 10 titles.

Key words: decision-support system, mathematical model, pattern recognition, composition and structure of an intelligent computer system EXTRA.

Поступила в редакцию 18.05.2010