

УДК 615.47:616-072.7

СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВРАЧА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ДИАГНОСТИКЕ УРОГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

¹Петров С.В., ¹Чернега М.С., ¹Новиков А.В., ¹СерEGIN С.П., ²Петрова Ю.П.¹ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет». Курск, e-mail: spetrov77@list.ru;²Медицинский центр ООО «Авиценна», Курск, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

В работе синтезируется система нечеткой классификации позволяющая моделировать пространство информативных признаков с заданными вероятностными характеристиками синтезировать агрегаторы посредством алгоритмических решений в прогнозировании и диагностике урогинекологических заболеваний. Показана целесообразность использования экспертных систем для решения медицинских задач. Отмечено, что в связи с высокими значениями уровня временной и стойкой нетрудоспособности населения имеется потребность в модернизации системы практического здравоохранения. Предложенный метод синтеза нечетких решающих правил обеспечивает приемлемую в клинической практике эффективность прогноза и диагностики заболевания, позволяет осуществлять дифференцированный подход к выбору лечебных и профилактических мероприятий. В предложенном варианте решения система нечеткой классификации позволяет моделировать пространство информативных признаков с заданными вероятностными характеристиками (с заданной геометрией распределения признаков), проводить разведочный анализ выбранного признакового пространства, автоматически синтезировать функции принадлежности с возможностью их коррекции в интерактивном режиме и синтезировать агрегатор (агрегаторы) посредством алгоритмических решений.

Ключевые слова: экспертная система, система поддержки принятия решений врача-уролога, нечеткая логика принятия решений

STRUCTURE OF AUTOMATED DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM OF THE DOCTOR IN CASE OF PREDICTION AND DIAGNOSIS OF UROGINEKOLOGICHESKY DISEASES

¹Petrov S.V., ¹Chernega M.S., ¹Novikov A.V., ¹Seregin S.P., ²Petrova Y.P.¹Southwest State University, Kursk, e-mail: spetrov77@list.ru;²Medical Center Ltd. «Avicenna», Kursk, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

In operation the system of indistinct classification allowing to model space of the informative signs with the given probable characteristics is synthesized to synthesize aggregators by means of algorithmic decisions in prediction and diagnostics the uroginokologicheskikh of diseases. Feasibility of use of expert systems for the solution of medical tasks is shown. It is marked that in connection with high values of level of temporary and resistant disability of the population a need for upgrade of system of practical health care is had. The offered method of synthesis of indistinct decisive rules provides the efficiency of the forecast and diagnosis of a disease accepted in clinical practice, allows to realize differentiated approach to a choice of medical and preventive actions. In the offered candidate solution the system of indistinct classification allows to model space of the informative signs with the given probable characteristics (with the given geometry of distribution of signs), to carry out the prospecting analysis of the selected character space, automatically to synthesize functions of accessory with possibility of their correction in an interactive mode and to synthesize the aggregator (aggregators) by means of algorithmic decisions.

Keywords: expert system, decision making support system of the doctor-urologist, fuzzy logic of decision-making

Урогинекологические заболевания вносят значимый вклад в уровень временной и стойкой нетрудоспособности населения [5, 6].

Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях [2]. При этом ЭС не заменяет врача, а выступает в роли «компетентного партнера» – эксперта-консультанта в какой-либо конкретной предметной области.

В последние годы при прогнозировании многих заболеваний применяются автоматизированные системы управления лечебно-диагностическим процессом, од-

нако, анализ литературы показывает, что существующие системы поддержки принятия решений (СППР), включая системы медицинского назначения не решают поставленных задач при урогинекологических заболеваниях [1]. Наиболее близкой по прогнозированию, диагностике и лечению урогинекологических заболеваний является оболочка СППР, разработанная на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ, которая поддерживает задачи синтеза и реализации нечетких правил принятия решений для медицинских приложений [3]. Анализ возможностей этой системы показал, что если в ее состав ввести блоки позволяющие решать задачи прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения пиелонефрита

беременных, или других урологических заболеваний, то полученный программный комплекс будет удовлетворять всем необходимым требованиям.

Все вышеперечисленные свойства являются типичными для медицинских задач, так как в большинстве случаев они представлены большим объемом многомерных, запутанных, а порой и противоречивых клинических данных [8].

Разработка и внедрение автоматизированных систем управления позволит качественно модернизировать систему здравоохранения, улучшить качество диагностики, терапии пациентов, повысить эффективность исследования функциональных нарушений, в том числе при исследовании сенсорных систем [4, 9]; потребность в подобной модернизации активно обсуждается не только со стороны клинической медицины, но и органов медико-социальной экспертизы [7, 10].

Цель исследования

Разработка автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом, с использованием такой системы поддержки принятия решений (СППР) медицинского назначения при урогинекологических заболеваниях.

Материалы и методы исследования

Учитывая, многообразие и нечеткую природу признаков, определяющих отнесение объекта (пациента) к одному из классов (возможных лечебных групп), возможность одновременного присутствия объекта со сходными значениями одного и того же признака в различных классах, четкая логика неприменима для однозначного вывода в принятии решений по лечебной тактике. Поэтому в качестве основного математического аппарата нами выбрана нечеткая логика принятия решений.

За основу по прогнозированию, диагностике и лечению урогинекологических заболеваний была взята оболочка СППР, разработанная на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ, которая поддерживает задачи синтеза и реализации нечетких правил принятия решений для медицинских приложений [3]. Анализ возможностей этой системы показал, что если в ее состав ввести блоки позволяющие решать задачи прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения пиелонефрита беременных, или других урологических заболеваний, то полученный программный комплекс будет удовлетворять всем необходимым требованиям.

Результаты исследования и их обсуждение

Структура добавочного программного обеспечения СППР врача уролога, гинеколога приведена на рис. 1.

Согласно данной схеме информация, отражающая состояние пациентки, в виде ее

паспортных данных, блоков истории болезни, информативные признаки о состоянии пациентки по исследуемому классу заболеваний вводится в систему поддержки принятия решений через интерфейс пользователя. Интерфейс пользователя функционирует таким образом, что ввод данных и выдача информации о принимаемых решениях реализуется в многооконном режиме, при котором пользователь отвечает на вопросы, формируемые на экране дисплея, или вводит соответствующие слова и цифры, продолжая смысловые предложения, предлагаемые системой. Вводимые значения информативных признаков обрабатываются логическими блоками прогнозирования или диагностики в зависимости от решаемой задачи. Логические блоки включают фазификатор, который рассчитывает значения соответствующих функций принадлежности; блок правил вывода, рассчитывающий на основании решающих правил KV вывода; дефазификатор, трансформирующий нечеткий вывод в четкое решение; и блок реализации алгоритма управления, который функционирует в соответствии с разработанными на кафедре БМИ ЮЗГУ алгоритмами.

На рис. 2. приведен пример формулирования сообщений о нечетких правилах участвующих в операции агрегации более общего решающего правила.

Итоги работы алгоритма в форме сообщений об этапах исполнения схемы алгоритма и выбранных схем лечения выдается врачу через интерфейс пользователя. В случае необходимости получения информации, отражающей путь формирования принятого решения, блок объяснения выводит через интерфейс расчеты блока вывода. В базе данных сохраняются литературные данные о предметной области, электронная копия медицинской карты пациента, в которой содержатся паспортные данные, данные анамнеза, результаты опросов, осмотров, экспериментальных исследований, диагностические заключения, графики посещения врачей и т.д. С помощью интерфейса пользователя реализуются: необходимые опросники для врача и пациента; механизмы ведения электронной медицинской карты пациента; отображение графической, символьной и сопутствующей числовой информации; корректировка параметров лечебно-оздоровительных мероприятий; обращение ко всем доступным справочникам базы данных и т.д.

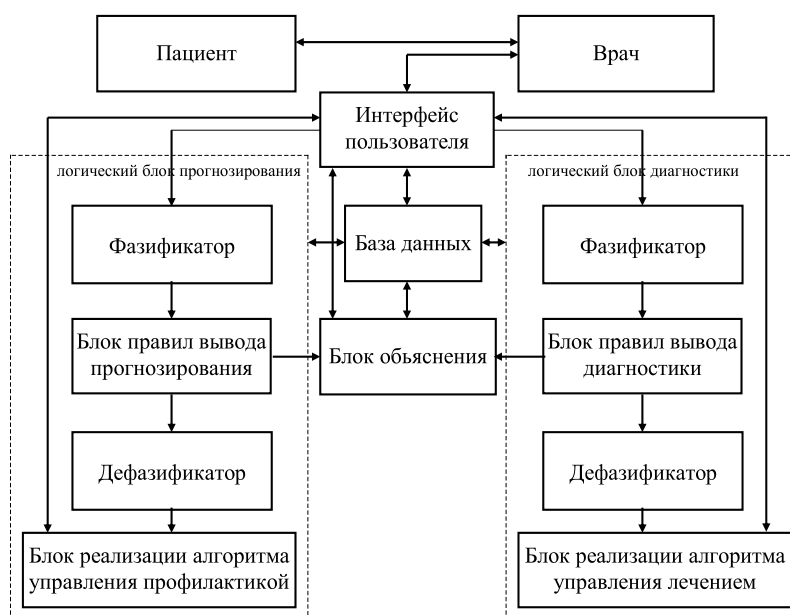


Рис. 1. Структурная схема СППР врача уролога, гинеколога

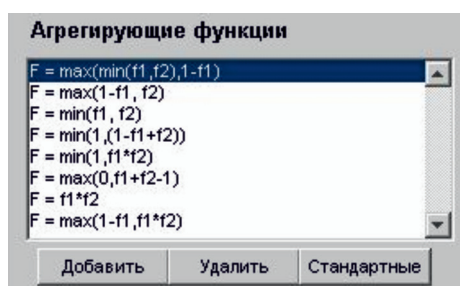


Рис. 2. Последовательность операций для построения агрегатора

Полный комплекс программных средств СППР позволяет решать задачи синтеза нечетких решающих правил и их корректировки с целью улучшения показателей эффективности классификаций.

Вид окна «Агрегатор» показан на рис. 3. В его левой части осуществляется настройка, а в правой части представляются результаты агрегации по заданному в левой нижней части классу или классам.

Результат работы алгоритма агрегации для каждого класса представляется в следующем виде:

Строка «Структура: P×P×P...» отображает порядок комбинирования признаков. Строки «P×P: F=...» показывают функции двух переменных, которые будут использованы для комбинирования каждой пары признаков. Первый признак из пары обозначается переменной f1, а второй – переменной f2.

Список «Классы для анализа» окна «Агрегатор» предназначен для выбора классов, для которых будут отображены графики коэффициентов уверенности. Для заполнения данного списка необходимо нажать кнопку «Выбрать» и в появившемся окне выделить нужные классы (несколько классов можно выделить, зажав клавишу «Ctrl»). После выбора классов на графике «Коэффициенты уверенности по классам» отображается графическое представление полученных в результате агрегирования коэффициентов уверенности. Для каждого из объектов отображаются коэффициенты уверенности его принадлежности к каждому классу. В верхней части графика горизонтальными линиями разных цветов выделены области расположения объектов классов. Таким образом, график позволяет наглядно оценить результаты агрегирования признаков. Например, если в списке «Классы для анализа» выбран первый класс, а на графике наблюдаются высокие коэффициенты уверенности в области третьего класса и низкие в области первого, следовательно, необходима корректировка функций принадлежности первого класса в сторону расширения охвата (так как имеющиеся функции недостаточно полно захватывают «свои» объекты) и функций принадлежности третьего класса в сторону сужения области охвата (так как имеющиеся функции захватывают «чужие» объекты).

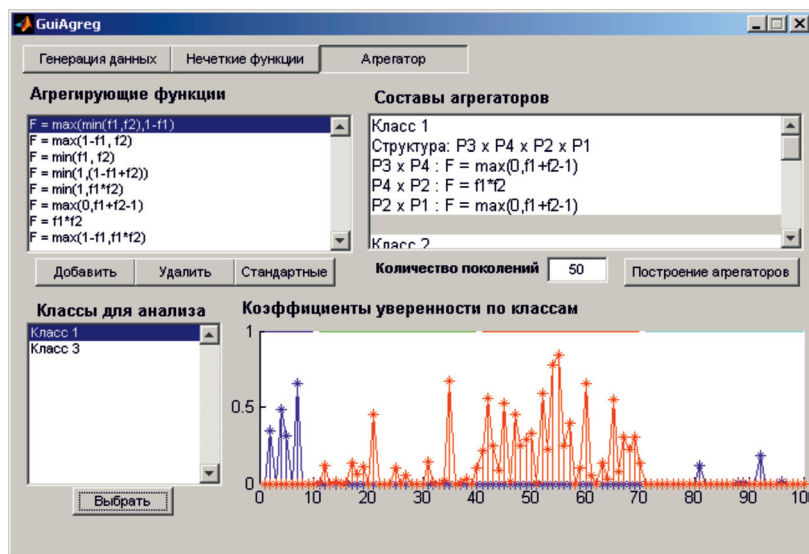


Рис. 3. Вид окна «Агрегатор»

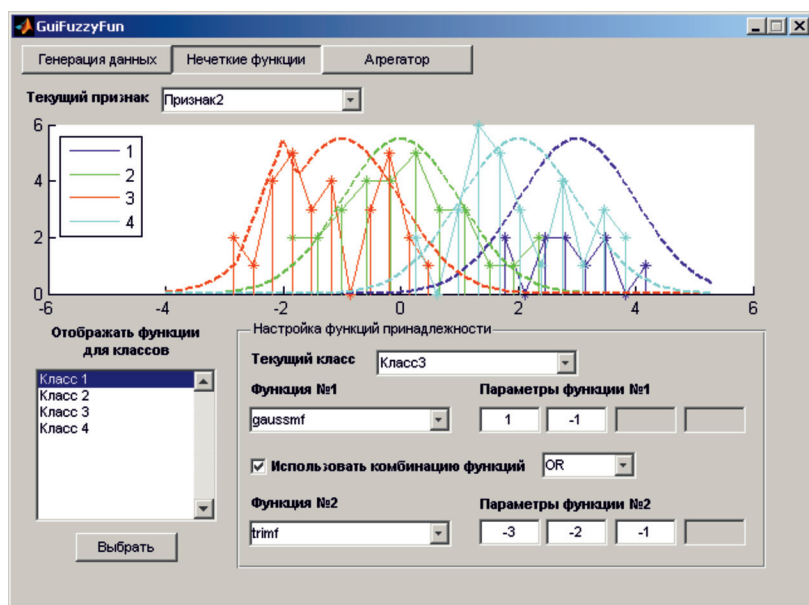


Рис. 4. Вид окна «Нечеткие функции»

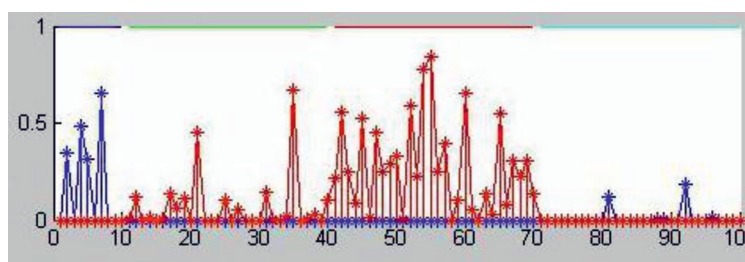


Рис. 5. Коэффициенты уверенности принадлежности каждого из 100 объектов к классу «риск внезапной смерти» (синим) и к классу «нет риска внезапной смерти» (красным)

После получения и визуальной оценки результатов агрегирования необходимо вернуться к окну «Нечеткие функции» рис. 4. и отредактировать функции принадлежности в соответствии с полученной картиной коэффициентов уверенности. После корректировки функций следует провести повторное построение агрегатора и сравнить результаты количества ошибок агрегатора в первом и втором случае. Необходимо повторить процедуру подстройки функций принадлежности с различными вариантами параметров с целью нахождения оптимальной конфигурации.

На третьем этапе выполняется расчет коэффициентов уверенности K_u для контрольной выборки объектов. Для каждого объекта выборки вычисляется вектор $Ku1..Kum$, показывающий уверенность принадлежности объекта к каждому из классов и строится графическое отображение полученных данных (рис. 5). Горизонтальные линии в верхней части графика отображают изначальное распределение объектов по классам.

Заключение

В представленном варианте решения система нечеткой классификации позволяет моделировать пространство информативных признаков с заданными вероятностными характеристиками (с заданной геометрией распределения признаков), проводить разведочный анализ выбранного признакового пространства, автоматически синтезировать функции принадлежности с возможностью их коррекции в интерактивном режиме и синтезировать агрегатор (агрегаторы) посредством алгоритмических решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурмака А.А., Левченко А.В., Фишер И.В. Архитектура и системная модель информационно-измерительных систем многофакторного мониторинга // Системный анализ в биомедицинских системах. – 2011. – Т. 10, № 4. – С. 884–888.
2. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / Дюк В.А., Эмануэль В.Л., – СПб.: Питер, 2003. – 183 с.
3. Корневский Н. А. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – М., 2005. – Т. 4, № 1 – С. 12–20.
4. Михайлов И.В., Евсеев В.С., Халилов М.А., Улаева Е.А., Евсеев М.В. Исследование вкусовой чувствительности человека // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – № 3. – С. 236–239.
5. Михайлов И.В., Халилов М.А., Курочкина О.А., Ярош Т.Г., Снимщикова А.Д. Причины и структура первичности выхода на инвалидность лиц, проживающих в условиях напряженного магнитного поля // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). – 2014. – № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4935.pdf> (дата обращения 17.11.2014).
6. Михайлов И.В., Халилов М.А., Курочкина О.А., Ярош Т.Г., Снимщикова А.Д. Анализ структуры заболеваний с временной утратой трудоспособности лиц, проживающих в условиях напряженного магнитного поля, формируемого Курской магнитной аномалией // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). – 2014. – № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4934.pdf> (дата обращения 17.11.2014).
7. Михайлова Е.Н., Михайлов И.В., Разиньков Д.В., Халилов М.А. Медико-социальная экспертиза: современные аспекты правового регулирования // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). 2014. – № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4924.pdf> (дата обращения 15.10.2014).
8. Теоретические основы биофизики акупунктуры с приложениями в биологии, медицине и экологии на основе нечетких сетевых моделей / Корневский Н.А., – Курск: ОАО «ИПП «Курск», 2010. – 521 с.
9. Халилов М.А., Михайлов И.В., Улаева Е.А. Исследование тактильной чувствительности человека // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2013. – № 6. – С. 271–274.
10. Халилов М.А., Чернов М.Ю. Характеристика и особенности формирования первичной инвалидности при бронхиальной астме // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. – № 1. – С. 97.

1. Бурмака А.А., Левченко А.В., Фишер И.В. Архитектура и системная модель информационно-измеритель-