

*Я.И. ШЕПЕТУХИНА* (г. Харьков)

## **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Стаття присвячена розробці експертної системи діагностики легеневих захворювань. Розглянуті основні проблеми галузі проектування експертних медичних систем, та з їх врахуванням відображена практична схема побудови програмної частини системи. Запропонований комплексний підхід в аналізованні даних. Проектування відбувається мовою програмування Delphi 7.0 за допомогою середовища керування базами даних Paradox 7-8.

The report devoted to development of expert diagnostic system of diseases of lungs. The basis branch's problems of design program part of medicine expert system examined. The practical scheme of program part offered. The complex analyses of data are proposed. The expert diagnostic system of diseases of lungs works out in instrumental cover of system building Delphi 7.0 and data base system Paradox 7-8.

**Постановка проблемы.** Большая распространенность легочных заболеваний во многом обусловлена поздней диагностикой [1]. Поэтому актуальным является переход к диагностическим экспертным системам (ЭС). ЭС позволяют преодолеть недопонимание и недоучет тонких классификаций и сложных взаимосвязей признаков, которые в явной или неявной форме принимают во внимание профессионалы в процессе постановки диагноза.

Одним из перспективных способов повышения эффективности функционирования систем диагностики легочных заболеваний является применение комплексных интеллектуальных компьютерных технологий, а именно, систем, основанных на разнородных знаниях гибридных ЭС. В гибридных ЭС представлены разные виды знаний как концептуальные, экспертные, фактографические, так и соответствующие им разные методы обработки.

Главная задача при разработке гибридных систем состоит в том, как наилучшим образом сочетать разные формы представления и методы обработки знаний в процессе принятия решений диагностической ЭС. Актуальной задачей является исследование возможностей оптимального соединения разных механизмов обработки знаний с целью повышения качества, мобильности и эффективности ЭС при решении задач диагностики легочных заболеваний в условиях неопределенности [2].

Однако поставленная задача сопряжена с рядом трудностей:

- разнородность в представлении знаний;
- множество факторов и сложность взаимодействия в процессе принятия медицинских решений;
- отсутствие стандартизации в терминологии, формате, шкалах измерений;

– не разработана детальная номенклатура признаков и симптомов, форматы для регистрации данных, а также организация записей определяется индивидуально;

- отсутствует формализация процедуры принятия решений;
- нет учета динамики всех изменяющихся показателей и т.д.

**Анализ литературы.** На мировом рынке медицинских компьютерных продуктов имеется около 250 систем, представленных как в специальных каталогах, так и в Интернете.

Среди различных алгоритмов, используемых при создании ЭС, можно выделить следующие: вероятностный подход, деревья решений, методы нечеткой логики и нейронные сети.

В случае, если причинно-следственные связи между симптомами и возможными диагнозами описаны в виде четких отношений, целесообразно применять деревья решений и вероятностные методы. Примером могут служить системы PUFF (диагностика легочных заболеваний), AES (диагностика кишечных заболеваний), INTERNIST (широко специализированная медицинская система).

Главный недостаток:

– методы непригодны в условиях неполной и неточной входной информации.

Когда входные признаки трудно четко определить, модель реализуется с помощью метода, который использует нечеткую логику как для формализации входных нечетких признаков, так и для установления причинно-следственных связей. В Японии это направление переживает бум. Здесь функционирует специально созданная лаборатория Laboratory for International Fuzzy Engineering Research (LIFE), объединяющая многие известные концерны. Нечеткая логика предлагает совсем другой уровень мышления, благодаря чему творческий процесс моделирования происходит на высоком уровне абстракций, при котором постулируется лишь минимальный набор закономерностей.

Недостатками систем, использующих аппарат нечеткой логики, являются:

- отсутствие стандартной методики конструирования;
- невозможность математического анализа существующими методами.

Нейронные сети также получили широкое распространение и являются весьма перспективными для построения ЭС.

Сейчас во многих исследованиях формируется направление: “мягкие вычисления”, сочетающие синергетический эффект различных теорий [3].

В данной работе предлагается использование комплексного подхода с использованием вероятностного, продукционного и нечеткого методов.

**Цель статьи.** Разработка на базе известных экспертных диагностических систем экспертной системы диагностики легочных заболеваний.

Предполагается сочетание различных методов анализа данных под эгидой одной гибридной экспертной системы.

**Экспертная система диагностики легочных заболеваний.** В процессе разработки экспертной системы можно условно выделить следующие этапы [4]:

1. Идентификация.
2. Концептуализация.
3. Формализация.

**1. Идентификация.** Рассмотрены основные проблемы создания и проведен анализ существующих методов.

**2. Концептуализация.** Рассмотрим принципиальную схему строения гибридной экспертной системы диагностики легочных заболеваний, представленную на рис. 1.

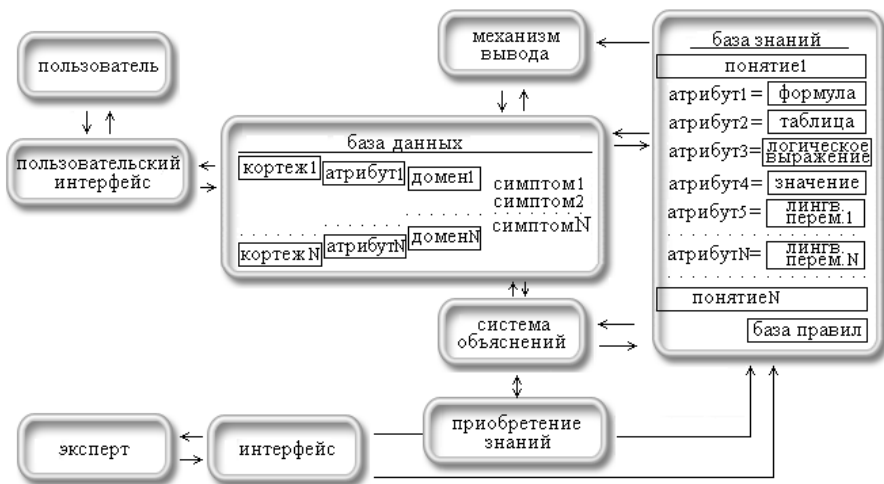


Рис. 1.

База данных служит для временного хранения фактов или гипотез, являющихся промежуточными решениями или результатом общения системы с пользователем.

В проектируемой системе в базе данных хранятся сведения анамнеза, клинического осмотра, данные функциональных проб, лабораторных анализов и т.п., а также сведения о предварительных диагнозах и рекомендациях.

База знаний – центральная часть экспертной системы. Она содержит правила, описывающие отношения или явления, методы и знания для решения задач из области применения системы.

Эксперт представляет знания о диагностике заболеваний в виде наборов примеров. В базе знаний находятся сведения по следующим заболеваниям: грипп, синусит, острый бронхит, бронхиальная астма, пневмония, рак легкого, экзогенный аллергический альвеолит, муковисцидоз и др. [5].

Внутренняя форма представления экспертных знаний – дерево вывода. Набор примеров описывается при помощи атрибутов и содержит примеры одинаковой структуры, определяемой его атрибутами, которые могут быть связаны логическими переходами. В этом случае соответствующие деревья вывода объединяются таким образом, что в терминальную вершину одного дерева добавляется другое дерево (рис. 2).

Вычислительная модель ЭС и БД при решении задач диагностирования в условиях неопределенности задается в обобщенном виде:

$$W = \langle A, D, B, F, H \rangle, \quad (1)$$

где  $W$  – множество атрибутов БД и БЗ;  $D$  – домены (значения атрибутов БД и БЗ);  $B$  – множество функциональных зависимостей, определенных над атрибутами;  $F$  – множество описаний типов всех используемых в  $B$  функциональных зависимостей;  $H$  – совокупность нечетких отношений над множеством атрибутов  $A$ .

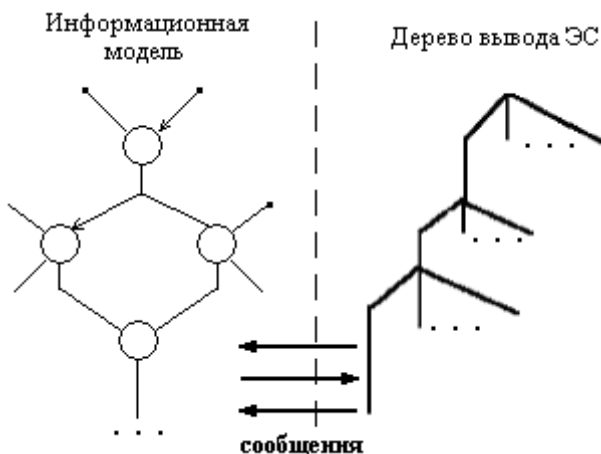


Рис. 2

При диагностировании гибридная ЭС параллельно проводит извлечение знаний из БД путем применения технологии Data Mining, используя алгоритм CLS. Этот алгоритм циклически разбивает обучающие примеры (записи БД) на

классы в соответствии с переменной (полем), имеющей наибольшую классифицирующую силу. Каждое подмножество примеров, выделяемое такой переменной, вновь разбивается на классы с использованием следующей переменной с наибольшей классифицирующей способностью и т. д. Разбиение заканчивается, когда в подмножестве оказываются объекты лишь одного класса. В ходе процесса образуется дерево решений. Пути движения по этому дереву с верхнего уровня на самые нижние определяют логические правила в виде цепочек конъюнкций.

Однако необходимо учитывать следующее: в разрабатываемой диагностической гибридной системе объединить разные знания достаточно сложно. Поэтому созданы дополнительные модули для согласования работы в рамках единого информационного пространства ЭС.

Механизм вывода, в свою очередь, реализован комбинацией нечеткого вывода, вероятностного вывода, поиска решения с использованием стратегии разбиения пространства поиска с учетом уровней абстрагирования решения или понятий, с ними связанных, и логического вывода, основанного на продукционных правилах *if... when... else*.

Объяснительный компонент дает возможность понять, как именно система выдала именно этот диагноз, и какие знания при этом были использованы. Таким образом, подсистема объяснений дает возможность пользователю контролировать процесс рассуждения.

Когда механизм вывода возвращает знания, выведенные из базы знаний, интерфейс передает их обратно пользователю в удобной форме. В данной диагностической экспертной системе имеется возможность просмотра результата в виде наглядных графиков процентных соотношений.

Интерфейс с пользователем и механизм вывода могут рассматриваться как "приложение" к базе знаний. Они вместе составляют оболочку экспертной системы [6].

### **3. Формализация.**

Система разработана в среде программирования Delphi 7.0 с использованием подключаемых модулей Microsoft Access систем управления базами данных Paradox 7–8.

Анализ существующих методов диагностики позволил сделать вывод о том, что для решения задачи диагностики является целесообразным сочетание различных методов. При этом имеется возможность учитывать диагностические признаки различной природы, получать решения в условиях неполной, нечеткой информации [7].

Предполагается использование классического вероятностного подхода, логического подхода и нечеткие выводы. Нечеткие или приближенные рассуждения – это наиболее важный метод в нечеткой логике. Основой нечетких выводов является нечеткое отношение, определяющее связь

нескольких субъективных понятий, например  $x$  и  $y$ , и являющееся подмножеством декартового произведения  $X \times Y$ :

$$R = \int_{(x,y) \in (X \times Y)} \mu_R(x,y) / (x,y) dx dy . \quad (2)$$

Нечеткая логика в гибридной ЭС диагностики применяется при обработке нечеткостей высказываний экспертов, т. е. когда предпосылка имеет нечеткие переменные, а машина вывода – механизм извлечения данных из них. Используется матрица нечетких отношений, когда определяется множество факторов и множество предпосылок. Матрица содержит нечеткие переменные отношения, мера которых представляется в виде вещественного числа в  $[0, 1]$ , а чтобы определить причины состояния, производится преобразование матрицы и факторов к виду уравнений нечетких отношений, а затем полученную систему решают методом композиции минимума-максимума, предложенным Л. Заде:

$$B = A \circ R, \quad \mu_B(y) = \max_x \min(\mu_A(x), \mu_B(x,y)) . \quad (3)$$

По всем признакам и диагнозам предстоит составить, так называемую, экстенциональную базу данных, являющуюся частью базы знаний экспертной системы. Использование аппроксимационных возможностей нечеткого вывода позволяет уменьшить количество правил диагностической модели, что, в свою очередь, ускоряет логический вывод, облегчает приобретение знаний от эксперта, упрощает отладку экспертной системы [8].

**Выводы.** Предложенная методика позволит разработать экспертную систему диагностики легочных заболеваний, а так же повысить ее эффективность за счет совместного применения различных методов анализа данных.

**Список литературы:** 1. Чучалин А.Г. Актуальные вопросы диагноза в пульмонологии // Терапевтический архив. – 2001. – № 8. – С. 33–36. 2. Распознавание образов и медицинская диагностика // Под ред. Ю.И. Неймарка. – М.: Наука, 1972. – 328 с. 3. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему? – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 246 с. 4. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам. – М.: Мир, 1989. – 356 с. 5. Харрисон Д. Справочник по внутренним болезням: 3 т. Болезни органов дыхания. – М.: Наука, 1986. – 343 с. 6. Наумов Л.Б. Пути и методы оптимизации работы врача. – М.: Мир, 2003. – 30 с. 7. Щербаков В.И. Назначение и принципы построения экспертных систем // Харьковская хирургическая школа. – 2002. – № 1. – С. 86–90. 8. Борисов А.Н., Крумберг О.А. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.

Поступила в редакцию 10.04.2005