

УДК 681.3

Информационные технологии диагностики — медицинские экспертные системы

Т.Н. Поповская,¹ Л.Г. Раскин,² О.В. Серая²¹Харьковская медицинская академия последиplomного образования, Украина²Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина

Резюме

Описаны традиционные методы оценки состояния систем. Отмечен принципиальный недостаток этих методов: отсутствует системная совместная обработка данных о всех контролируемых параметрах. Анализируется структура экспертных систем (ЭС), принципы построения механизма логического вывода (МЛВ). Показано, что ЭС с продукционным МЛВ могут быть использованы только при небольшом числе контролируемых параметров. В качестве альтернативы рассматриваются ЭС с байесовым МЛВ. Предложен комбинированный МЛВ, использующий продукционный и байесов принципы. Сформулированы направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: оценка состояния, системная обработка данных, диагностические экспертные системы, продукционный механизм логического вывода, байесов механизм логического вывода.

Клин. информат. и Телемед.
2004. Т.1. №1. с.81—85

Постановка проблемы

Практически во всех областях человеческой деятельности: в медицине, биологии, экономике, технике, социологии и т. д. важнейшее значение имеет оценка состояния объектов, систем, процессов. Дело в том, что состояние всех этих объектов однозначно связано с эффективностью их функционирования, уровнем качества решаемых ими задач. Реальная возможность дифференцированной оценки состояния является методологической основой постановки задач удержания объектов функционирования в пределах множества работоспособных, эффективных состояний, а также задач повышения эффективности функционирования объектов. Таким образом, актуальность проблемы надежной и качественной оценки состояния объектов диагностики достаточно очевидна. Однако, еще более важной является задача прогнозирования состояния динамических объектов, свойства и характеристики которых меняются во времени. При этом, в равной степени важно квалифицированно прогнозировать состояние объектов, как в условиях пассивного наблюдения за ним (прогнозирование геологических процессов и т.п.), так и в ситуации активного управления (оценка эффективности терапевтической тактики лечения пациентов и т.п.).

Общее, универсальное определение понятия «состояние системы» отсутствует и дать его вряд ли возможно. По-видимому, именно по этой причине известны только частные определения, «привязанные» к конкретным типам объектов. На-

пример, признаками технического состояния могут быть определенные показатели качественных и количественных свойств объекта, образующие в совокупности набор контролируемых параметров.

Разнообразие возможных значений контролируемых параметров определяет соответствующее разнообразие возможных состояний объектов. В связи с этим на практике все множество возможных состояний разбивают на подмножества, соответствующие видам, категориям, классам состояний. В медицине говорят о классе состояний «здоровье» и классах состояний «болезнь» [1]. В [2] предложена следующая классификация состояний человека:

- 1) физиологическая норма — класс состояний удовлетворительной адаптации;
- 2) класс состояний напряжения адаптационных регуляторных механизмов;
- 3) класс состояний неудовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды;
- 4) класс состояний, связанных со срывами (поломкой) механизмов адаптации, резким снижением функциональных возможностей организма.

Технологии классификации Начальный этап

Проблема классификации состояний не является новой, и к настоящему моменту известны и широко используются

разнообразные методики решения этой задачи. При этом характер и основные свойства применяемых на практике технологий существенно зависят и определяются особенностями и характером исходной информации о контролируемых параметрах объектов.

Технология, часто используемая для оценки класса состояний отдельных, автономных подсистем или элементов сложных систем, состоит в следующем. В пространстве параметров, с помощью разделяющих плоскостей или, в более общем случае, разделяющих поверхностей, выделяются подпространства таким образом, чтобы каждому из них соответствовал свой, определенный класс состояний. Идея использования разделяющих поверхностей в задачах классификации была высказана, по-видимому, впервые А.Н. Колмогоровым и А.Я. Хинчиным еще в 40-х годах и в последующем развита в работах А.Г. Аркадьева и Э.М. Бравермана [3] и в очень многих других работах. Обширная библиография по этой проблеме, содержащая ссылки на 336 источников, имеется в работе [4].

Принципиальные трудности формирования разделяющих поверхностей в практических ситуациях, а также проблемы, связанные с сложностями сравнения объектов, описываемых векторно, привели к формированию других технологий классификации, основанных на использовании идеи скаляризации. Простейшая технология преобразования векторного представления в скалярное, применительно к задаче оценивания финансового состояния фирмы, реализуется следующим образом. Диапазон возможных значений для каждого контролируемого параметра делят на поддиапазоны в соответствии с числом классов. Каждому получившемуся при этом интервалу значений присваивается номер класса, характеризующего состояние объекта. Таким образом, после определения количественных значений всех параметров каждый из них получает номер класса, зависящий от того, в какой поддиапазон это значение попало. Дальнейший анализ обычно проводят в соответствии со следующей методикой. Каждому параметру присваивается вес, определяющий его значимость. Оценка объекта по каждому параметру получается путем перемножения веса параметра на его класс. Общую оценку класса объекта определяют теперь суммой взвешенных оценок параметров. Описанная методика классификации обладает рядом конструктивных недостатков, являющихся естественным следствием произвола в выборе количественных значений числовых характеристик, используемых на каждом шаге описанной методики

(границы поддиапазонов, весовые коэффициенты параметров).

Один из широко известных путей преодоления указанных недостатков состоит в построении многофакторного уравнения регрессии, связывающего значение результирующей оценки класса объекта с численными значениями набора контролируемых параметров [5]. К сожалению, непосредственное использование этой методики возможно только в том случае, если число учитываемых параметров состояния невелико. Вместе с тем, в реальных задачах общее число параметров уравнения регрессии может быть большим (сотни), так как на результирующую оценку состояния могут влиять не только сами факторы, но и их взаимодействия. Как известно, для оценки заданного числа параметров уравнения регрессии нужно, чтобы количество экспериментов было по меньшей мере на порядок выше числа оцениваемых параметров. Понятно, что это обстоятельство делает решение задачи такой большой размерности нереальным.

Гораздо более эффективными являются получившие широкое применение процедуры классификации, использующие технологию потенциальных функций [6]. Метод основан на естественном предположении, что состояния с близкими значениями наборов контролируемых параметров принадлежат одному и тому же классу. Поэтому, для отнесения некоторого конкретного состояния к конкретному классу, необходимо вычислить относительный потенциал этого состояния по отношению к выбранному классу. При этом для решения задачи классификации с заданным числом классов формируется столько же «характерных точек», каждая из которых представляет свой класс. Затем, при отнесении произвольного состояния к какому-либо классу, вычисляют «расстояние» между точкой, задающей состояние, и характерной точкой класса в какой-либо метрике и выбирают тот класс, для которого это расстояние минимально. Известно большое количество алгоритмов, использующих подобный геометризованный подход и отличающихся друг от друга способом выбора центров группирования и метрикой, в которой вычисляются расстояния между точками. Сравнение многих из них и обширная библиография по этой проблеме приведены в [7].

Принципиальный недостаток метода потенциальных функций и подобных ему геометризованных методов очевиден — необходимо заранее знать координаты характерных, типичных представителей для каждого из классов, что далеко не всегда может быть реализо-

вано на практике. Кроме того, при диагностике класса сложных объектов (например, в задаче медицинской диагностики) достаточно часто возникают ситуации, когда расстояние по какой-либо одной координате между диагностируемыми объектами из какого-либо класса и объектом - представителем этого класса может быть очень большим, что приведет к заметному снижению потенциала объекта по отношению к этому классу и появлению ошибки классификации. Наконец, в этой технологии практически не используется важнейшая теоретико-вероятностная информация о законах распределения возможных случайных значений координат объектов в зависимости от класса их принадлежности, учет которых может быть очень полезным.

Эффективный подход к использованию теоретико-вероятностной информации о распределении случайных значений контролируемых параметров в зависимости от принадлежности объекта к тому или иному классу положен в основу построения статистических методов классификации [8].

Необходимо отметить, что все методики классификации, использующие пространственное разделение объектов на объединения, плохо приспособлены к реально возникающим ситуациям, когда у объекта, заведомо принадлежащего какому-либо классу, численные значения одного или нескольких параметров могут оказаться в области, соответствующей другому классу. Подобные коллизии в особенности характерны для задач медицинской диагностики в связи с огромным многообразием значений контролируемых параметров человеческого организма. В таких случаях задачу классификации необходимо решать системно, с учетом целесообразности совместной обработки данных, в известной мере противоречащих друг другу. В связи с этим на практике все большее применение находят процедуры, радикально устраняющие недостатки традиционных методов и использующие для решения задач классификации современные системные технологии искусственного интеллекта — экспертные системы.

Технологии классификации Современный этап

Экспертные системы (ЭС) зародились в ходе развития методов обработки дан-

ных на ЭВМ и расширения исследований в области искусственного интеллекта. Они явились результатом последовательных попыток усовершенствовать процедуру обработки информации об объекте диагностики и повысить ее эффективность.

Экспертные системы относятся к числу интеллектуальных вычислительных систем и предназначены для моделирования или имитации поведения опытных специалистов - экспертов при решении задач. Такие системы представляют собой, как правило, машинные программы, решающие задачи примерно так же, как их решает эксперт в реальной обстановке. ЭС позволяют накапливать, систематизировать и сохранять знания и профессиональный опыт тех экспертов, которые решают конкретные задачи наилучшим образом, и, в первую очередь, в тех областях, где задачи и их решения слабо или совсем не формализованы (не структурированы), а именно: в медицине, биологии, вычислительной технике, информатике, геологии, ядерной энергетике, экономике, социальных науках и т.д.

Практическое применение такой системы дает возможность:

- 1) придать специалисту квалифицированного консультанта, быстро и на высоком профессиональном уровне перерабатывающего всю поступающую информацию об объекте и выдающего распределение вероятностей возможных состояний;
- 2) оперативно принимать решение о неотложных мерах в критических ситуациях;
- 3) сократить общее число процедур и время предварительного анализа состояния объекта;
- 4) обеспечить тренировку и обучение персонала методике оценки результатов анализа состояния объекта и принятия соответствующих решений.

ЭС «дружелюбно» настроены к пользователю, что объясняется их способностями делать логические выводы и заключения, объясняя при этом пользователю, на каком основании выдаются такие, а не иные заключения и рекомендации, что резко повышает доверие пользователя к своему «электронному советчику»; просить пользователя выполнить те конкретные процедуры, которые необходимы для получения ответа; быстро, полно и точно отвечать на вопросы пользователя, причем, по мере накопления новых знаний и опыта, ответ ускоряется и становится более точным и полным; представлять пользователю обобщенные результаты в наиболее удобной и понятной форме.

Высокая «квалификация» ЭС и обеспечиваемая ими полная доступность лю-

бого пользователя к банку знаний, накопленных специалистами самого высокого уровня, позволяют в какой-то мере понизить требования к уровню профессиональной грамотности пользователя, исключить или минимизировать возможные ошибки и неправильные выводы, повысить производительность труда и качество принятых решений.

В ЭС принято выделять три основных модуля: база данных (БД) и база знаний (БЗ); механизм логического вывода (МЛВ); интерфейс с пользователем.

База данных предназначена для хранения совокупности фактов, конкретных данных об объектах в сфере деятельности ЭС. База знаний содержит знания, относящиеся к конкретной прикладной области, в том числе отдельные факты, правила, а также, возможно, эвристики, относящиеся к решению задач в этой прикладной области. МЛВ с использованием правил, методов БЗ преобразует конкретную информацию об объекте к виду, соответствующему назначению ЭС (диагноз, план действий и т.п.). Интерфейс с пользователем обеспечивает бесперебойный обмен информацией между пользователем и системой; он также дает пользователю возможность наблюдать за процессом решения задач, протекающим в МЛВ. Принято рассматривать МЛВ и интерфейс как один крупный модуль, обычно называемый оболочкой ЭС.

Особое место среди экспертных систем занимают диагностические медицинские экспертные системы. Такие системы предназначены для помощи врачам в диагностике и лечении различных заболеваний и являются независимым источником альтернативных рекомендаций. Актуальность практического использования экспертных систем в медицине определяется следующими обстоятельствами. В последние годы во всем мире отмечается растущее противоречие между общественной потребностью в хорошем здоровье и явственно проявляющейся деформацией биологической природы человека по мере углубления научно-технического прогресса, сопровождающегося высокими темпами социальных, экономических, техногенных, климатических и др. изменений, носящих зачастую катастрофический характер. Все это приводит к снижению функциональных резервов органов, систем, организма в целом, рождению ослабленного потомства, изменению характера и увеличению разнообразия проявлений патологии человека. Характерен рост хронических неинфекционных заболеваний, появление новых (СПИД, лихорадка Эбола и др.), а также возвращение «старых» заболеваний (туберкулез,

малярия, дифтерия и др.). Возникает ситуация, когда каждый «узкий» специалист одному и тому же больному обоснованно ставит свой диагноз. Понятно, что эффективный путь радикального улучшения качества диагностики (и последующего лечения) состоит в одновременном, системном анализе всех симптомов болезни, что и реализует экспертная система.

Кроме того, в последнее время в медицинской науке все более отчетливо формируется убеждение о необходимости учитывать существование переходного состояния между состояниями здоровья человека и болезни, когда адаптационные возможности организма уже снижены, но манифестных проявлений болезни еще нет [1]. В этой ситуации использование ЭС при массовых обследованиях практически здорового населения принесло бы огромную пользу за счет ранней диагностики патологических процессов. Приведем несколько примеров успешного применения медицинских ЭС.

Экспертная система *AI/Rheum* [9] позволяет диагностировать различные ревматологические заболевания на основе системы правил, отображающих наборы типовых случаев и классические примеры проявления каждого заболевания. Система использует симптомы пациента и результаты лабораторных анализов для дифференциальной диагностики таких болезней как ревматоидный артрит, прогрессивный системный склероз и болезнь Шегрена.

Экспертная система *MYCIN* [10] помогает врачам выбирать подходящую антимикробную терапию для больных бактериемией, менингитом и циститом. Система определяет характер инфекции (например, тип инфицирующего микроорганизма), применяя знания, связывающие этот характер с симптомами и результатами лабораторных исследований. Система рекомендует медикаментозную терапию.

Экспертная система *PUFF* [11] диагностирует степень тяжести дыхательной недостаточности у пациента, интерпретируя данные о параметрах дыхания (например, общую емкость легких, остаточный объем и т.д.) и историю болезни.

Экспертная система *Oncosyn* [12] помогает врачам планировать лечение раковых заболеваний больных, включенных в программу химиотерапевтических протоколов. Система выбирает протокол лечения, связывая информацию о диагнозе пациента, предшествующем лечении и лабораторных исследованиях, учитывая при этом терапевтические преимущества и возможные токсические побочные эффекты разных способов лечения рака.

Экспертная система *AI/Gen* [13] предназначена для диагностики болезней, связанных с потерей слуха и зрения.

Экспертная система *СПЭИС/МОДИС-2* [13] предназначена для диагностики различных заболеваний, приводящих к повышению артериального давления. Система осуществляет дифференциальную диагностику следующих заболеваний: гломерулонефрит, пиелонефрит, гидронефроз, почечнокаменная болезнь, нефропатия беременных, феохромоцитомы, синдром Кона, синдром Иценко—Кушинга, вазоренальная гипертония, аневризма брюшной аорты, коарктация аорты и др.

Заметим, что во всех перечисленных примерах ЭС использован механизм логического вывода, основанный на системе продукционных правил. В этом случае основой базы знаний являются правила следующего вида:

«ЕСЛИ контролируемый параметр A_1 объекта имеет значение a_1 , параметр A_2 имеет значение a_2 , ..., параметр A_n имеет значение a_n , ТО объект с вероятностью $P(a_1, a_2, \dots, a_n)$ находится в состоянии $H(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ».

Применение такого МЛВ в задачах диагностики с большим числом контролируемых параметров наталкивается на серьезные трудности. Дело в том, что для полного описания в виде системы правил всего многообразия возможных значений параметров и состояний требуется либо резко увеличивать количество используемых правил, либо идти на существенные их упрощения, влияющие на качество анализа состояния объекта. Чтобы проиллюстрировать это, оценим требуемое количество R правил, необходимых для обработки контролируемых параметров, если i -ый параметр может принять m_i возможных значений. При этом

$$R = \prod_{i=1}^n m_i.$$

Например, если $n=150$, а $m_i=2$, то $R=2^{150} \approx 10^{45}$. Понятно, что реально построить ЭС с таким количеством правил невозможно.

Другой подход к построению МЛВ состоит в применении теории вероятностей и, в частности, теоремы Байеса [14]. Для построения базы знаний такой системы необходимо иметь набор априорных вероятностей возможных состояний объекта и, для каждой пары параметр-состояние, априорную вероятность того, что параметр примет соответствующее значение при условии нахождения объекта в этом состоянии. Применение теоремы Байеса позволяет по результа-

там анализа контролируемых параметров объекта получить апостериорное распределение вероятностей состояний.

Механизм логического вывода, основанный на использовании теоремы Байеса, работает следующим образом.

Пусть A_1, A_2, \dots, A_m — контролируемые ЭС параметры;

H_1, H_2, \dots, H_l — возможные состояния объекта;

$P(H_k)$ — априорная вероятность нахождения объекта в состоянии H_k ;

$P(A_{ij}/H_k)$ — условная вероятность того, что i -й параметр примет значение в j -м поддиапазоне из диапазона возможных значений при условии, что объект находится в состоянии H_k ;

$P(H_k/A_{ij})$ — апостериорная вероятность нахождения объекта в состоянии H_k при условии, что параметр i принял значение в j -м поддиапазоне.

Тогда, используя теорему Байеса, можно записать:

$$P(H_k/A_{ij}) = \frac{P(A_{ij}/H_k)P(H_k)}{\sum_{l=1}^m P(A_{ij}/H_l)P(H_l)},$$

$$k = 1, 2, \dots, l.$$

Байесов подход снимает проблему размерности задачи. Однако обстоятельством, ограничивающим непосредственное его применение, является требование независимости контролируемых параметров объекта диагностики, которое не всегда реализуется. Эта трудность преодолевается с использованием специальной конструкции МЛВ. Для работы такого МЛВ все множество контролируемых параметров с помощью методов кластеризации разбивается на совокупность подмножеств (кластеров). Разбиение делается таким образом, чтобы параметры, принадлежащие каждому из подмножеств были максимально связаны между собой, а параметры из разных подмножеств — максимально независимы. Теперь обработка наборов параметров в пределах каждого кластера ведется с использованием продукционных правил, а затем полученные при этом распределения вероятностей состояний объекта диагностики обрабатываются в соответствии с байесовой технологией [15].

Этот принцип построения комбинированного МЛВ был реализован в «Экспертной системе диагностики типа иммунологической реакции» (НИИ медицинской радиологии им. С.П. Григорьева АМНУ) и в «Экспертной системе диагностики патогенетических вариантов

бронхиальной астмы» (Днепропетровский областной диагностический центр).

В последние годы все больший интерес вызывает изучение и использование для решения сложных комбинаторных задач систем искусственного интеллекта принципиально нового типа — искусственных нейронных сетей (ИНС) [16,17]. ИНС, процесс функционирования которых в каком-то смысле имитирует процесс мышления человека, все более успешно применяются, в частности, в задачах распознавания и кластеризации образов [18]. Наиболее серьезная проблема, сдерживающая распространение идеологии ИНС, состоит в трудностях обучения сетей на реальном статистическом материале, к которому предъявляются достаточно жесткие требования в отношении объема. Вместе с тем, нельзя не отметить высокую перспективность этой технологии.

Направления дальнейших исследований

Подведем итоги и сформулируем направления дальнейших исследований методов и технологий решения задач диагностики состояний. Можно считать, что основные усилия в развитии теории классификации состояний на всех этапах ее истории были направлены на разработку эффективных методик и алгоритмов отнесения формализованных описаний объектов (в виде наборов значений их контролируемых параметров) к соответствующим классам с использованием специальных процедур агрегирования этих описаний. Центральная проблема здесь состоит в том, что подавляющее большинство приложений этой теории связано с плохо формализованными областями — медициной, экономикой, социологией и т.п. В связи с этим на сегодняшнем этапе развития теории и практики классификации состояний существует большое число эвристических методов и алгоритмов, применявшихся без какого-либо серьезного обоснования. При этом правдоподобные и содержательно разумные предположения использовались не только в ходе конструирования технологии применения указанных методов, но и в отношении качества и характеристик входной информации. Так, например, в реальной вычислительной практике, как правило, без всяких оснований исполь-

зуется правдоподобная гипотеза о нормальности законов распределения ошибок измерений контролируемых параметров, математическое ожидание и дисперсия которых оценивается статистически. При реализации байесовой ЭС, аналогично этому, самые простые предположения применяются и в отношении оценок условных вероятностей попадания результатов контроля в выделенные поддиапазоны из диапазона возможных значений, значения которых либо задаются экспертами (на основании своих интуитивных представлений о природе вещей), либо также рассчитываются по экспериментальным данным. При этом, закон распределения экспертных данных не известен и, практически, не может быть получен ввиду чрезвычайной ограниченности используемой здесь выборки. В этих условиях естественно положить, что входная информация задана в виде нечетких чисел. В соответствии с этим, актуальной является задача разработки информационной технологии построения экспертных систем оценки состояния на основе и с использованием нечетких входных данных.

Далее, во многих практических ситуациях задача классификации решается в отношении объектов, класс которых в процессе их функционирования не меняется и нужно лишь его идентифицировать. Вместе с тем, имеется достаточное количество реальных систем с динамически изменяющейся принадлежностью к какому-либо классу. Так обстоит дело, например, в медицине (человек из класса здоровых состояний переходит в один из классов, соответствующих тому или иному заболеванию, и обратно), экономике (изменяются классы финансовых состояний экономических объектов), социологии и т.д. В таких случаях чрезвычайно актуальной является задача прогноза класса состояний объекта (например, в задачах, оценки эффективности терапевтической тактики лечения и т.п.). Эта проблема для экспертных систем оценки состояния с нечеткими входными данными в известной нам литературе вообще не рассматривалась. Указанное обстоятельство ставит еще одну нетривиальную задачу разработки технологии прогнозирования класса состояний динамических объектов с учетом нечетко заданной входной информации. Решение этих задач имеет несомненный теоретический и практический интерес.

Литература

1. Дильман В.М. Четыре модели медицины. — Л.: Медицина, 1987. — 288 с.
2. Баевский Р.М. Оценка и классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации // Вестн. АМН СССР. — 1989. — №8. — С.73 — 78.
3. Аркадьев А.Г., Браверман Э.М. Обучение машин распознаванию образов. — М.: Наука, 1964. — 110 с.
4. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности / С.А. Айвазян, В.И. Бухштабер, И.С. Енюков, А.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 607 с.
5. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ: Пер. с англ. — М.: Мир, 1980. — 456 с.
6. Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. Метод потенциальных функций в теории обучения машин. — М.: Наука, 1970. — 384 с.
7. Миркин Б.Г. Группировка в социально-экономических исследованиях. — М.: Финансы и статистика, 1985. — 224 с.
8. Вопросы статистической теории распознавания / Барабаш Ю.А., Варский Б.В., Зиновьев В.Т., Кириченко В.С., Санеги В.Ф. — М.: Советское радио, 1967. — 400 с.
9. Lindberg D. A. B., Sharp G. C., Kingsland L. G. and other. Computer based rheumatology consultant // Proceedings of the Third World Conference on Medical Informatics. — 1980. — P. 1311 — 1315.
10. Shortliffe E. H. and Buchanan B. G. A model of inexact reasoning in medicine // Mathematical Biosciences. — 1975. — Vol. 23, №4. — P.458 — 482.
11. Прангишвили И.В. Экспертные системы. // Измерения, контроль, автоматизация. — 1988. — № 2. — 57 с.
12. Shortliffe E.,H., Scott A.C., Bitschoff M.B., Campbell, A.B., van Melle W., and Jacobs C.D. ONCOCYN: an expert system for oncology protocol management // Proceedings IJCAI. — 1981. — P. 876 — 881.
13. Геловани В.А., Ковригин О.В. Экспертные системы в медицине. // Математика, кибернетика. — 1987. — №3. — С.19 — 31.
14. Венцель Е.С. Теория вероятностей. — М.: Сов.Радио, 1972. — 552с.
15. Раскин Л.Г., Клишко Е.В., Серая О.В. Общий подход к построению диагностических экспертных систем // Вестник ХГПУ. — 1999. — №57. — С.53 — 56.
16. McCulloch W.S., Pitts W. A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity // Bulletin of Mathematical Biophysics. — 1943.5. — P.115 — 133.
17. Rosenblatt F. The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain // Psychological Review. — 1958.65. — P. 386 — 408.
18. Руденко О.Г., Бодянский Е.В. Основы теории искусственных нейронных сетей. — Харьков: ТЕЛТЕХ, 2002. — 317 с.

Information technology of diagnostic — medical expert systems

T.N. Popovskaya¹, L.G. Raskin², O.V. Seraya²

¹Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine

²National Technical University «Kharkiv Polytechnic institute», Ukraine

Abstract

It was described the traditional methods of systems state estimation. Basic lack of these methods was marked: the system joint data processing about all controllable parameters is absent. The structure of expert systems (ES), principles of construction of the logic conclusion mechanism (LCM) was analyzed. It was shown, that ES with rule-based LCM can be used only with a small number of controllable parameters. As alternative, ES was examined with Bayes's LCM. It was offered combined LCM, using rule-based and Bayes's principles. Directions of the further researches were formulated.

Keywords: state estimation, system data processing, diagnostic expert systems, logic conclusion mechanism, Bayes's logic conclusion mechanism.

Інформаційні технології діагностики — медичні експертні системи

T.M. Попівська¹, Л.Г. Раскін², О.В. Сіра²

¹Харківська медична Академія післядипломної освіти, Україна

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Резюме

Описано традиційні методи оцінки стану систем. Відзначено принциповий недолік цих методів: відсутня системна спільна обробка даних про всі контролюємі параметри. Аналізується структура експертних систем (ЕС), принципи побудови механізму логічного виводу (МЛВ). Показано, що ЕС з продукційним МЛВ можуть бути використані тільки при невеликій кількості контролюєміх параметрів. Як альтернативи розглядаються ЕС з байесовим МЛВ. Запропоновано комбінований МЛВ, що використовує продукційний та байесовий принципи. Сформульовано напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: оцінка стану, системна обробка даних, діагностичні експертні системи, продукційний механізм логічного виводу, байесовий механізм логічного виводу.

Переписка

T.N. Popovskaya

Харьковская медицинская академия последипломного образования, ул. Корчагинцев, 58 Харьков, 61176, Украина