

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Н.С. Гарколь, В.В. Стругайло

Россия, г. Барнаул, Алтайский государственный технический университет

Как известно, что экспертные системы (ЭС) для интеллектуальных медицинских комплексов должны обеспечивать автоматизированный сбор сведений о пациенте, выдачу обработанной информации врачу, формирование в режиме диалога диагноза и способа профилактики, коррекции или лечения, выработку управляющих сигналов на аппараты воздействия.

Для их реализации приходится решать проблемы создания информационно-справочных, решающих и управляющих систем, а также множество сопутствующих задач: хранения и представления информации, пополнения баз данных и т.д. Предполагаемым достоинством ЭС является то, что они позволяют рядовому специалисту использовать в повседневной практике опыт и знания, накопленные ведущими специалистами медицины.

В медицине исходными наборами данных являются жалобы, симптомы, синдромы, результаты измерений параметров функционирования органов и систем пациентов, а решение, получаемое ЭС, - это распределение вероятностей предполагаемых диагнозов. Сложность построения эффективных медицинских ЭС объясняется особенностями предметной области, а именно:

- большим объемом трудноформализуемых исходных данных;
- сложностью построения алгоритмического решения;
- неопределенность или недостоверность части исходных данных;
- решение может быть не единственным (у больного присутствуют два или более заболеваний с разной степенью их проявления);
- выработки решающих правил.

На этапе предварительного опроса или обследования по незначительному набору значащих симптомов ставится предварительный диагноз (гипотеза), определяется исследование для уточнения предварительного диагноза. Такая дополнительная информация дает возможность не только уточнить диагноз, но и выбрать дальнейшее направление исследований. Врач, уточняя признаки заболевания, не предусмотренные «стандартным опросником», может радикально изменить стартовую ситуацию.

Многие проблемы решаемы только на уровне структурных элементов ЭС, т.е. методов построения решающих правил. Одним из наиболее перспективных направлений является использование искусственных нейронных сетей (ИНС).

Известно, что методы обучения ИНС не требуют построения явных алгоритмических зависимостей, где в качестве информационных наборов данных могут выступать эталонные наборы данных и результаты конкретного врача с его личным опытом. Ассоциативность восприятия образов нейронными сетями дает возможность распознать информацию в случае неопределенности или неточности части входных данных.

Достоинства применения искусственных нейронных сетей очевидно, однако их практическое применение в ЭС сдерживается трудностью проектирования. Каждая новая задача требует достаточно большой исследовательской работы. Если даже выбрана нейросетевая архитектура и необходимые параметры сети определены, ее программная реализация и обучение занимают значительное время у разработчика. При построении медицинских ЭС эти проблемы стоят очень остро из-за огромного объема, высокой сложности и разноплановости исходных данных, когда близкие симптомокомплексы приводят к разным диагнозам.

Причины, по которым проектирование и обучение нейросетей пока еще остается не конструкторской, а исследовательской и экспериментальной задачей, можно выделить следующие: нейросетевая постановка задачи требует от разработчика значительного опыта и знания множества примеров, где применение нейросетей дало положительный результат; анализ работы нейросетей также является нетривиальной задачей, поэтому нужен инструмент; отсутствует развитый инструмент, позволяющий «нейроинженеру» сосредоточиться на прикладных вопросах, но также необходимо рассматривать вопросы реализации разрабатываемой нейросети САПР. Для решения разных прикладных задач требуются нейросети, различные по сложности и размерам. Простые ИНС могут быть реализованы программно на персональных компьютерах, но, если предъявляются повышенные требования к быстродействию нейросети или у к числу распознавае-

мых образов, адекватная реализация может оказаться и аппаратной. Очевидно, что подобные технологии слишком дороги для экспериментальных и исследовательских работ. Поэтому нужна система проектирования и моделирования нейросетей, результаты работы которой могут использоваться в САПР аппаратных и программных реализаций нейрокибернетических систем. Все это предопределяет создание инструментальных средств для повышения эффективности проектирования.

Предлагаем разделить процесс автоматизированного проектирования таких систем на следующие этапы:

- постановка прикладной задачи в терминах нейросетевых алгоритмов, т.е. из терминов предметной области в нейросетевые термины. На этапе предполагается использование ЭС, как библиотеки готовых решений;
- создание базовых нейроэлементов, разработка архитектуры и описание алгоритмов обучения нейронных сетей;
- моделирование работы нейросистемы;
- создание программных (или аппаратных) нейросетевых решений прикладной задачи.

Здесь связующим звеном всей системы будет библиотека решений нейрокибернетических задач, содержащая базу знаний по полученным решениям. В систему моделирования входят язык описания нейросетей и база данных ведения эксперимента, средства визуализации данных моделирования. Язык описания нейросетей – это процедурный язык высокого уровня C/C++, в рамках которого были реализованы процедуры нейросетевых алгоритмов с различными топологиями нейросетей. Эти процедуры ориентированы на обработку только числовых данных, поэтому входным элементом нейросетей может быть только вектор или матрица целого или вещественного типа. Алгоритмы обработки данных формируются разработчиком, описывающим конкретную сеть.

Основным обрабатываемым элементом сети является «нейрон» (узел), с которым ассоциируется алгоритм обработки данных из входящих связей. Под активацией нейрона будем понимать вызов обрабатывающего его алгоритма. Нейрон может обладать собственной внутренней памятью, а обрабатывающий его алгоритм быть сколь угодно сложным, но он должен завершиться за конечное время. Вычислительная сеть получа-

ет данные, пользуясь абстракцией внешних источников и приемников данных. Нейроны, связанные с внешними источниками получают данные будто от других узлов, не учитывая ни способы чтения ли записи этих данных, ни место их расположения.

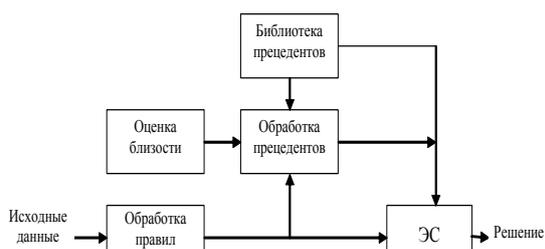
Но ввиду неоднородности исходной информации мы предлагаем построение ЭС, основанную на нечетких нейронных сетях, содержащую не одну форму представления знаний. С целью обучения и уточнения базы знаний предлагаем две методики: одна основана на анализе прецедентов, а вторая - на анализе пояснений. Логический вывод на основе прецедентов используется для обработки исключений из правил, а основным инструментом решения проблем являются порождающие правила. Для потенциального обучения новым правилам ЭС на основе искусственных нейронных сетей система располагает следующей информацией:

- позитивным экземпляром обучающей выборки;
- теорией предметной области;
- определением концепта, который система должна «изучить».

Стратегия обучения включает три основных этапа:

- определение изъяна в базе знаний (это обнаруживается, когда не удается сформировать объяснения действиям эксперта, т.е. данная ситуация служит сигналом, что пора приступить к обучению);
- формированию предложений для внесения изменения в базу знаний;
- внесение изменения в базу знаний (т.е. формирование процедуры для обработки новых правил).

Но во всяких правилах возможно исключения. Для этого использовалась методика обработки прецедентов для критического анализа результатов применения правил. Это выполняется путем поиска прецедентов, аналогичных рассматриваемому случаю, если этот случай можно считать исключением из правил. В связи с этим необходимо, чтобы база прецедентов была индексирована по применяемым правилам. Для оценки меры близости, которая позволяет оценить степень подобия текущего случая и прецедента, использовали следующую схему:



Основное назначение системы ведения эксперимента – это ведение данных вычислительной сети, управление процессом моделирования. В общем случае элементом данных системы является реляционная база данных из однородных элементов - множества записей. Работа с данными подразумевает процедуры получения доступа к данным, генерацию новых записей в базу данных, преобразование их в различные графические или текстовые форматы и др.

Задача управления процессом моделирования включает в себя обеспечение данными объекта моделирования, получение доступа к архитектуре вычислений, их визуализацию, влияние на процесс обучения, возможность замены внутренней информации сети и ее настройка.

В настоящее время разработанная система может эксплуатироваться на персональных компьютерах с достаточно высоким объемом оперативной памяти не менее 2 Гб.

Реализованная система должна обеспечивать автоматизированное получение готовых программных и конструкторско-технологических решений прикладных задач с помощью алгоритмов нейросетевых технологий.

Экспертная система диагностики сердечно-сосудистых заболеваний предназначена для предоставления врачу интеллектуальной поддержки при оценке коронарного риска. Система состоит из двух блоков: один – для введения первичного и вторичного приема пациентов, другой- для заполнения базы знаний и установления взаимосвязей.

Модуль, рассчитанный на прием пациентов, позволяет вести информацию о наличии тех или иных симптомов с учетом показателей липидного профиля пациента, при необходимости формируется список дополнительных вопросов- уточнений и исследований, дополнительно проводится анализ достоверности имеющихся данных, формируется предварительное заключение, предъявляемое врачу-

специалисту. Если представленное решение не удовлетворяет, то осуществляется дальнейший поиск в базе прецедентов. Но, если и здесь нет близких «прототипов», то диагноз и заключение формирует врач, а этот случай заносится в базу прецедентов. Анализируется 82 исходных признака, число возможных исходов 16. Проведенные исследования показали эффективность использования нейронных сетей в прогнозировании развития сердечно-сосудистых патологий на основе определения типов дислиппротеинемий, когда на практике нередко диагностические случаи с трудно классифицируемыми параметрами липидов. Поэтому предложенные методы фенотипирования дислиппротеинемий, основанные на нечетких множествах и технологии нейронных сетей, охватывают значительно большее число вариантов отклонений от нормы и создают предпосылки для изучения более многообразных связей между нарушениями в обмене липопротеидов, атеросклерозом и ишемической болезнью сердца.

После проведения моделирования нейросетевой системы сделаны выводы о целесообразности использования нейронных сетей для предобработки векторов исходных данных. Спроектирована оптимальная архитектура сети и рассчитаны ее параметры скрытых слоев. Кроме того, были модифицированы процедуры получения метрики многомерного пространства входных нейронов как итерационные алгоритмы, когда в работе с реальными экспериментальными данными или с результатами теоретических исследований, зачастую отдельные значения исходных данных могут оказаться либо недостоверными, либо вообще неизвестными. Отработан механизм обучения сетей по методу обратного распространения ошибки с последующей кластеризацией пространства выходных нейронов радиальными нейронными сетями.

Литература:

1. Борисов В.В., Круглов В.В. Нечеткие модели и сети. / Горячая Линия -Телеком, 2007 .