

Использование искусственного интеллекта для разработки методов дифференциальной диагностики внутри групп трудноразличимых заболеваний

М.Д. Кац

Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля,
Рубежанский филиал, Северодонецк, Украина

Институт Медицинской информатики и Телемедицины, Харьков, Украина

Резюме

В данной работе представлен новый метод математического моделирования сложных систем, названный методом «мозаичного портрета». С помощью этого метода решается главная задача искусственного интеллекта — получение новых системных знаний из экспериментальных данных.

В медицине с помощью метода «мозаичного портрета» решается задача формального построения множества специфических для каждой болезни симптом-комплексов (дифференциальных синдромов) внутри группы близких по проявлениям заболеваний.

Дается описание универсальной компьютерной системы «Дифференциальная диагностика», в которой возможно ввести «мозаичную модель» для любой группы болезней, которые являются трудно различимыми.

На этой основе был разработан ряд диагностических медицинских интеллектуальных систем.

Ключевые слова: медицинские интеллектуальные системы, постановка диагноза, прогноз исхода заболеваний.

Клин. информат. и Телемед.
2004. Т.1. №1. с.86—89

Введение

Диагностика была, есть и в будущем остается наиболее важной задачей медицины, а достигаемая в определенные исторические периоды точность диагностики в основном определяет уровень медицинской науки.

В связи с огромной сложностью человеческого организма, характеризующегося практически бесконечным количеством проявлений болезни, большого влияния индивидуальности больного на симптоматику и клинику болезни, медицинская диагностика в настоящее время является не столько наукой, сколько искусством немногих высококвалифицированных профессионалов.

С появлением ЭВМ и развитием прикладной математики начался бум работ, связанных с попытками формализовать процесс диагностики с помощью математических моделей. В основном, результаты этих работ не оправдали ожиданий, а редкие успехи были связаны либо с относительной простотой задачи (дифференцировались болезни, достаточно удаленные друг от друга в пространстве симптомов), либо с неадекватным ее упрощением (в результате чего в лучшем случае появлялись модели, «распознающие болезни не хуже среднего врача»).

Теоретический анализ результатов работ по математическому моделированию «больших» систем (к которым относятся и медицинские диагностические системы), проведенный в теории сложности, показал, что при решении задач

с числом входных параметров (симптомов) более 8-и для численных и более 15-и для дискретных методов, возникают практически непреодолимые методические и вычислительные трудности.

Метод

Несоответствие между возможностями известных методов математического моделирования и сложностью реальных диагностических задач медицины привели к необходимости поиска альтернативных путей для формализации диагноза.

Одним из таких путей, интенсивно развиваемых в последнее время, является создание экспертных медицинских систем.

Экспертная система — это вычислительная система, в которую включены формализованные знания специалистов в некоторой конкретной предметной области и которая в пределах этой области, способна решать задачи так, как это делал бы человек-эксперт.

Эффективность работы экспертной системы, в первую очередь, зависит от количества и качества информации, включенной в ее базу знаний. Это и является слабым местом экспертных систем, т.к., во-первых, база знаний формируется на основании субъективных представлений экспертов, знания которых ограничены, а, во-вторых, специалисты не способны формализовать свои знания в виде четких правил, более того,

многие из них вообще не дают себе отчета, каким именно правилам они следуют.

Необходимо также отметить, что психофизические способности человека позволяют ему на интуитивном уровне выделить зависимости какого-либо события не более, чем от 2-ух переменных (например, дифференциальные синдромы какой-либо болезни, содержащие не более 2-ух симптомов). Выделение зависимостей от взаимодействия 3-ех переменных — удел гениев.

Очевидно, что после того, как будут затрачены большие средства на разработку множества самых разнообразных медицинских экспертных систем и проведен объективный анализ их эффективности, окажется то, что было известно априори, по определению:

- при решении относительно простых задач дифференциальной диагностики (тех, которые достаточно успешно решаются специалистами с помощью неформализованных подходов) точность диагноза, достигаемая с помощью экспертных систем и эксперта, будет близка и достаточна;
- при решении же наиболее важных и сложных задач дифференциальной диагностики — разделении близких по проявлениям заболеваний, прогнозе характера развития болезни и др., точность диагноза, достигаемая с помощью экспертных систем и эксперта, будет близка и существенно недостаточна.

Значительный прогресс в области медицинской диагностики и превращение ее из интуитивного искусства немногих талантливых профессионалов в строгую науку с высоким уровнем формализации могут быть достигнуты в случае, если будет решена проблема формального (без участия экспертов) построения адекватных математических моделей для дифференциальной диагностики внутри групп близких по проявлениям заболеваний.

Результаты

Для решения этой проблемы разработан новый, основанный на идеях искусственного интеллекта метод математического моделирования, названный методом мозаичного портрета.

Исходными данными для метода мозаичного портрета служит таблица экспериментального материала, каждая строка которой содержит информацию о значениях параметров (данные: анам-

неза, осмотра, клиники, инструментальных и лабораторных исследований и т.п.) и верифицированном диагнозе у одного больного.

Сущность метода мозаичного портрета заключается в:

- разделении диапазона возможных значений каждого из параметров на поддиапазоны и присвоения каждому поддиапазону соответствующего кода;
- выделении сочетаний кодов различных параметров, которые встречаются у больных с одной болезнью и не встречаются ни у одного больного с другими болезнями.

В мозаичной модели поддиапазоны возможных значений каждого из параметров интерпретируются как симптомы, а сочетания симптомов, которые встречается у больных с одной болезнью (например, А) и не встречается ни у одного больного с другими болезнями (В, С, ... N), как дифференциальные синдромы болезней А.

В отличие от известных методов дискретной математики, в методе мозаичного портрета отсутствуют ограничения как на размерность задачи (количество параметров, используемых для диагностики), так и на размерность синдрома (количество входящих в него симптомов). Поэтому, получаемая с его помощью модель содержит большое количество новых, нетривиальных, неизвестных ранее дифференциальных синдромов.

При разработке модели дифференциальной диагностики могут быть также использованы параметры, традиционно не применяемые при решении данной задачи. В алгоритме построения мозаичной модели заложена формализованная процедура оценки информативности каждого из параметров по отношению к каждой из дифференцируемых болезней. С помощью этой процедуры можно выбрать существенные нетрадиционные и отсеять традиционные, но несущественные для решения конкретной задачи, переменные.

Например, при построении модели дифференциальной диагностики «язвенная болезнь желудка — раковая болезнь желудка», помимо традиционных, специалисты Военно-медицинской Академии (г. Санкт-Петербург) включили дополнительно 20 параметров, которые никогда ранее для решения этой задачи не использовались. Оказалось, что 19 из них малоинформативны, а один — **электрическая позиция сердца — является существенным симптомом и вошел во многие дифференциальные синдромы язвы** (например, если боли уменьшаются после вызывания рвоты, и длительность заболевания более года, и

электрическая позиция сердца по-лувертикальная, и содержание палочкоядерных нейтрофилов < 6%, и содержание лимфоцитов > 24%, то у больного язвенная болезнь желудка) и **рака** (например, если аппетит не сохранен и **электрическая позиция сердца неопределенная**, и содержание альбуминов < 51,2% от общего количества белка, то у больного раковая болезнь желудка).

Мозаичные модели обладают большой избыточностью — для каждой из дифференцируемых болезней выделяется большое количество синдромов, содержащих различные сочетания симптомов. Поэтому, они могут быть построены при наличии практически любых ограничений на используемые для диагностики параметры. Например:

- использовать преимущественно параметры из какой-либо группы заданных подмножеств (анамнеза и электрокардиографии);
- исключить инвазивные параметры (гастроскопия с прицельной биопсией, пункции из печени, спинного мозга и т.п.);
- исключить дорогостоящие тесты и методы исследования и т.д.

Метод мозаичного портрета можно рассматривать как основу интеллектуальной медицинской системы, порождающей из таблицы исходных данных с помощью формализованных процедур новые системные знания (неизвестные ранее дифференциальные синдромы), которые могут быть использованы для формальной (компьютерной) диагностики внутри группы дифференцируемых болезней.

После разработки и патентования интеллектуальная система дифференциальной диагностики для конкретной группы заболеваний будет представлять собой законченный продукт (в виде пакета компьютерных программ), пригодный для коммерческой реализации.

Поскольку практически все известные на сегодняшний день **ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ** и **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**, порождающие знания с помощью метода мозаичного портрета, используют один и тот же язык алгебры логики, на котором любая гипотеза формулируется в виде высказывания: «если..., то...», а экспертные системы аккумулируют (или должны это делать) все известные знания в данной предметной области, то при наличии экспертной и интеллектуальной систем, построенных для одной и той же предметной области, их пересечение (общие гипотезы) представляет собой известную априори тривиальную информацию; логическая разность между высказываниями экспертной и интеллектуальной систем — дезинформацию

(ложную информацию); логическая разность между высказываниями интеллектуальной и экспертной систем — новую, нетривиальную, неизвестную специалистам в данной предметной области информацию.

Именно поэтому интеллектуальные медицинские системы могут занять место экспертных систем на рынке интеллектуальных медицинских продуктов.

Разработана универсальная структура пакета «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА», в которую можно вводить мозаичную модель для любой группы трудноразличимых заболеваний, и на ее основе создан ряд диагностических пакетов.

Например, с помощью пакета «ПРОГНОЗ ОСЛОЖНЕНИЙ ИНФАРКТА МИОКАРДА В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ», математическая модель для которого получена в результате совместных работ с Военно-Медицинской Академией (г. Санкт-Петербург), реализуются следующие функции:

- осуществляется прогноз возможных осложнений инфаркта миокарда (кардиогенный шок, разрыв миокарда, фибрилляция желудочков, недостаточность кровообращения и без осложнений) по информации о состоянии больного, собираемой в первый день пребывания в стационаре;

- оценивается вероятность реализации каждого из прогнозируемых осложнений;

- выдаются рекомендации по превентивной терапии прогнозируемого осложнения (осложнений) и соответствующей симптоматической терапии с учетом совместимости лекарственных препаратов и лечебных процедур;

- по запросу выводится информация о дифференциальных синдромах, на основании которых поставлен прогноз;

- информация о больном, прогнозируемых осложнениях, синдромах, на основании которых был выдан прогноз, и рекомендуемом лечении заносится в базу данных.

Исходная информация о состоянии больного, включающая данные анамнеза, осмотра, электрокардиографии (всего 39 параметров), вводится с клавиатуры нажатием одной клавиши в виде ответов на появляющиеся на экране вопросы.

Экспериментальная проверка эффективности использования мозаичной модели для прогноза осложнений инфаркта миокарда в кардиологической клинике Военно-медицинской Академии (г. Санкт-Петербург), 23-ей Московской клинической больницы, 20-ой и 42-ой Санкт-Петербургских городских больницах, показала:

- точность прогноза осложнений составляет 85 — 88%;

- за счет целенаправленной превентивной терапии прогнозируемых

осложнений летальность от крупноочагового инфаркта миокарда удалось сократить на 36%, а от мелкоочагового на 45%.

В кардиологических отделениях института терапии (г. Харьков) и медсанчасти Северодонецкого ПО «АЗОТ» в 1998 г. установлены пакеты «ПРОГНОЗ ОСЛОЖНЕНИЙ ИНФАРКТА МИОКАРДА В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ». В результате сопоставления компьютерного прогноза, выдаваемого по информации о больном, собранной в 1-ый день пребывания в стационаре, и зафиксированными отдаленными последствиями, оказалось, что в 90% случаях формальный прогноз будущего осложнения совпал с окончательным диагнозом.

Совместно с Военно-медицинской академией разработан простой, экспрессный и неинвазивный (без использования гастроскопии с прицельной биопсией) метод дифференциальной диагностики «Язвенная болезнь желудка — рак желудка». Экспериментальная проверка эффективности использования для диагностики синдромной математической модели, проведенная на группе из 120 новых больных, показала, что для 112 из них (93,3%) формальный диагноз совпал с окончательным.

Для 8 больных по медицинским данным диагноз «рак желудка» был признан ошибочным. Формальный диагноз был поставлен, несмотря на то, что состояние каждого из этих больных характеризовалось всего одним синдромом рака и множеством синдромов язвы (гипердиагностика). Эти больные были взяты под наблюдение. Через некоторое время (от 3-х месяцев до года) у всех 8 больных раковая болезнь была обнаружена. Таким образом, было установлено, что с помощью этой модели решается также задача ранней диагностики раковой болезни.

С Харьковским областным ожоговым центром разработан метод дифференциальной диагностики различных патогенозов пневмонии у обожженных («шоковое легкое», аспирационная, ателектатическая, токсико-септическая, гипостатическая и бронхогенная пневмония), что обеспечило раннюю (в 1-ые сутки развития болезни) диагностику, позволило существенно дифференцировать терапию и повысить эффективность лечения.

По результатам биомикроскопического исследования конъюнктивы глазного яблока, совместно с Военно-медицинской академией разработаны надежные и экспрессные методы дифференциальной диагностики: «2-ая стадия гипертонической болезни — хронический диффузный гломерулонефрит с артериальной гипертензией» и хронический «гломеруло-пиелонефрит».

Выводы

С помощью метода мозаичного портрета могут быть решены задачи:

- превращения медицинской диагностики из преимущественно описательной в строгую науку с высоким уровнем формализации и компьютеризации;

- надежной компьютерной дифференциальной диагностики внутри различных групп трудноразличимых заболеваний;

- эффективной ранней (в том числе и в латентном периоде) диагностики опасных для жизни хронических заболеваний (например, раковой болезни);

- прогноза исходов и осложнений болезни по информации, получаемой в первые дни после ее проявления.

- корректного формального скрининга при массовых профилактических обследованиях;

- сокращения расходов на диагностику за счет исключения из диагностической практики малоинформационных и дорогих тестов; и др.

Литература

1. C. Naylor, Build your own expert system. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1988. 285 pp.
2. D.A. Waterman, A guide to expert systems. Addison — Wesley Publishing Company Inc., 1986. 388 pp.
3. J.L. Lauriere, Intelligence artificielle. Resolution de problemes par l'Homme et la machine. Eyrolles, Paris. 1987. 568 pp.
4. Г.М. Яковлев, В.Н. Ардашев, М.Д. Кац, Т.А. Галкина, Метод «мозаичного портрета» в прогнозировании инфаркта миокарда. Кардиология, 1981, №6.
5. Прогноз исхода и осложнений острого инфаркта миокарда (под редакцией В.П. Малыгина). Москва, Воениздат, 1987, с. 126.
6. Л.М. Цогоева, Дифференциальная диагностика и особенности лечения разнообразных форм пневмонии у пациентов с ожоговой болезнью. Автореферат кандидатской диссертации, Харьков, 1991.
7. В.С. Зайцев, Состояние микроциркуляции и реологические свойства крови при гипертонической болезни, хроническом гломерулонефрите и пиелонефрите. Автореферат кандидатской диссертации, Ленинград, 1984.

Intellectual Systems for Differential diagnostics within Groups of hardly distinguished Diseases.

Mark D.Katz

Institute of postgraduate education, retraining and training of personnel, Severodonetsk, Ukraine
Institute for Medical Informatics and Telemedicine, Kharkiv, Ukraine

Abstract

A new method of mathematical modeling based on ideas of the artificial intelligence has been developed called as a method of a «mosaic portrait». A description of universal computer system «Differentiated diagnostics» is given into which it is possible to introduce the «mosaic model» for any group of diseases which are difficult to distinguish. On its base a number of diagnostic medical intellectual systems have been developed.

Keywords: medical intellectual systems, diagnosis define, prognosis of outcome.

Використання штучного інтелекту для розробки методів диференціальної діагностики усередині груп важкорозрізняваних захворювань

М.Д. Кац

Східно-український національний університет ім. В. Даля, Рубежанська філія, Северодонецьк, Україна
Інститут Медичної Інформатики і Телемедицини, Харків, Україна

Резюме

У даній роботі представлений новий метод математичного моделювання складних систем, названий методом «мозаїчного портрету». За допомогою цього методу вирішується головна задача штучного інтелекту — одержання нових системних знань з експериментальних даних.

У медицині за допомогою методу «мозаїчного портрету» вирішується задача формальної побудови безлічі специфічних для кожної хвороби симптомів-комплексів (диференціальних синдромів) усередині групи близьких по проявах захворювань.

Дається опис універсальної комп'ютерної системи «Диференціальна діагностика», у яку можливо ввести «мозаїчну модель» для будь-якої групи хвороб, що є важкорозрізняваними.

На цій основі був розроблений ряд діагностичних медичних інтелектуальних систем.

Ключові слова: медичні інтелектуальні системи, постановка діагнозу, прогноз результату захворювань.

Переписка

д.т.н., професор **М.Д. Кац**
ул. Донецкая, 37, кв. 24
Северодонецк, Луганская обл.
93400, Украина
e-mail: kats@zfs.lg.ua