

Интеллектуальные технологии обработки информации и управления в медицине

И.В. Чадлин

Факультет авиационного приборостроения
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: iuliya21@mail.ru

Ю.О. Уразбахтина

Факультет авиационного приборостроения
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: urjuol@mail.ru

Аннотация¹

В данной статье рассмотрены существующие на сегодняшний день интеллектуальные технологии обработки информации и управления в медицине. Описано использование интеллектуальных технологий для решения таких задач, как раннее диагностирование болезней, ассистирование при проведении операций, а также выполнение поиска в базе данных необходимой информации. Среди многообразия систем особое место занимают системы, основанные на нейронных сетях. Изложено мнение, почему такие системы являются наиболее перспективными среди всех интеллектуальных систем.

1. Введение

Интеллектуальные технологии помогают ускорить процесс анализа политической, экономической, социальной или технической ситуации. Интеллектуальные технологии формируются при создании информационных систем и технологий для того, чтобы повысить эффективность принятия решений в условиях, связанных с возникновением проблемных ситуаций. Использование современных интеллектуальных технологий является важным фактором развития большинства отраслей производства и областей практической деятельности. Именно поэтому разработка и внедрение информационных систем становится одной из самых актуальных задач на сегодняшний день. Широкое применение интеллектуальные технологии обработки информации и управления получили в медицине. В последнее время неуклонно возрастает значение информационного обеспечения в различных медицинских учреждениях.

Труды второй международной конференции
"Интеллектуальные технологии обработки
информации и управления", 10 - 12 ноября, Уфа,
Россия, 2014

2. Интеллектуальные технологии обработки информации и управления в медицине

Медицинские интеллектуальные системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но также обратиться к компьютеру за консультацией при трудных диагностических ситуациях. Работа с интеллектуальными системами может вестись удалённо.

Среди систем, используемых в диагностических, терапевтических и других целях в медицине, выделяют экспертные системы и интеллектуальные информационно-поисковые системы.

Экспертными системами считаются сложные программные комплексы, имеющие накопленные знания специалистов в каких-либо конкретных областях, а также используемые для консультации менее квалифицированных пользователей. Применение экспертных систем очень разнообразно. Их применяют в таких областях как бизнес, производство, военные приложения, медицина, космос, юриспруденция, сельское хозяйство [1].

В классической экспертной системе можно выделить следующие компоненты:

1. Механизм логического вывода, который предназначается для получения новой информации на основе сопоставления исходных данных из рабочей памяти и знаний из базы знаний.
2. Рабочая память, которая предназначена для хранения исходных и промежуточных фактов решаемой в данный момент задачи.
3. База знаний, необходимая для хранения долгосрочных фактов, описывающих отношения между этими фактами и другими знаниями в определенной предметной области.
4. Подсистема приобретения и пополнения знаний, автоматизирующая процесс заполнения экспертной

системы знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом, а также адаптации базы знаний системы к условиям ее функционирования.

5. Подсистема объяснений, объясняющая, как система получила решение той или иной задачи, и какие знания при этом использовала. Этот компонент экспертной системы позволяет облегчить эксперту тестирование системы, а также повышает доверие пользователя к полученному результату.

6. Подсистема диалога, ориентированная на организацию дружественного интерфейса со всеми категориями пользователей в ходе решения задачи, а также в ходе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

7. Подсистема взаимодействия с внешним миром.

Экспертные системы имеют как свои преимущества, так и недостатки. Среди преимуществ можно выделить следующие: постоянство (экспертная система не может ничего забыть), воспроизводимость (можно сделать сколько угодно копий экспертных систем, в то время как обучение новых экспертов может занять достаточно много времени), эффективность (при увеличении производительности можно уменьшить затраты персонала), документация (экспертные системы могут документировать процесс решения какой-либо задачи), своевременность (различные погрешности могут быть найдены своевременно), широта (знания многих экспертов могут быть объединены, что дает системы намного больше широты, чем мог бы достичь один человек).

Также экспертная система имеет и недостатки, а именно: здравый смысл (система в отличие от человека не имеет здравого смысла), творческий потенциал (человек может творчески реагировать на необыкновенные ситуации), обучение (человек автоматически адаптируется к изменению окружающей среды, а системы нужно модифицировать), сенсорный опыт (системы в настоящее время основаны на вводе символов, в то время как человек располагает широким диапазоном сенсорного опыта) [2].

Экспертные системы применяются в основном при диагностике неотложных и угрожающих состояний в условиях недостатка времени, ограниченных возможностях обследования пациента, недостаточная информация о симптомах, быстрые темпы развития заболевания.

Среди экспертных медицинских систем особое место занимают самообучающиеся интеллектуальные системы. Такие системы основаны на методах автоматической классификации ситуаций из реальной практики или на методах обучения на примерах. Самый яркий пример самообучающейся системы – искусственные нейронные сети. Такая система является структурой для обработки когнитивной информации, основанная на моделировании функций мозга.

При создании интеллектуальных нейронных сетей участвуют врач-эксперт, математик и программист. Основную роль в разработке системы занимает врач-эксперт, который может передать нейронной сети свой индивидуальный опыт либо опыт своих коллег, а также обучать сеть на реальных данных, которые были получены путем наблюдений. Нейронные сети способны принимать решения, основываясь на выявляемых ими скрытых закономерностях в многомерных данных [3]. Среди положительных свойств интеллектуальных нейронных сетей можно отметить их непрограммируемость, т.е. сети не используют никаких правил вывода для постановки диагноза, а обучаются делать это на реальных примерах. Также нейронная сеть способна к обучению и обобщению полученных знаний. Поэтому можно сказать, что сеть обладает чертами искусственного интеллекта. Такие системы позволяют проводить раннюю диагностику, а также оценить сопротивляемость организма и его предрасположенность к заболеваниям [4].

Для самообучающихся систем характерна параллельная обработка поступающих сигналов. Такая обработка достигается объединением большого числа нейронов в слои и соединения нейронов различных слоев. Чем сложнее система, тем более сложные задачи она может выполнять. Например, находить закономерности в запутанных данных. Такая интеллектуальная система обладает чертами искусственного интеллекта: обобщает накопленную информацию и вырабатывает реакцию к данным, которые не обрабатывались в процессе обучения. Возможности дальнейшего использования нейронных сетей для обработки сигналов окончательно не исчерпаны и еще в течении многих лет будут одним из основных инструментов поддержки принятия решений при отсутствии точных моделей реальных явлений и процессов.

Интеллектуальные системы на нейронных сетях применяются во многих областях здравоохранения. Например, в области хирургии на основе нейронных сетей создали систему прогнозирования риска развития желчнокаменной болезни у людей с избыточной массой тела. Авторы изучили антропо- и морфометрические, анамнестические, клинические и лабораторные данные 117 пациентов с ожирением, прооперированных за период с февраля 1999 по октябрь 2005 г. Была построена интеллектуальная система, обученная алгоритмом обратного распространения [5]. Использовались 30 входных переменных, включая клинические данные (пол, возраст, индекс массы тела, сопутствующие заболевания), лабораторные показатели и результаты гистологического исследования. Прогнозирующую ценность системы сравнивали с моделью логистической регрессии, обученной на той же базе данных. Интеллектуальная система продемонстрировала лучшую прогнозирующую ценность и более низкую ошибку, чем модель логистической регрессии. Наиболее важные факторы

риска желчнокаменной болезни, по данным обеих методик, — повышенное диастолическое артериальное давление, преморбидный фон, нарушение метаболизма глюкозы и повышение уровня холестерина крови [4].

В эндоскопии использовали нейросетевые технологии для сортировки больных с неварикозными кровотечениями из верхних отделов желудочно-кишечного тракта. Была исследована эффективность интеллектуальной системы, обученной по клиническим и лабораторным данным 387 пациентов с изучаемой патологией, верификация — по данным 200 пациентов с проведением ROC-анализа. На выходе сети имелись две результирующие переменные: наличие или отсутствие признаков продолжающегося кровотечения и потребность в лечебной эндоскопии. Чувствительность нейронной сети составила > 80 %, прогнозирующая ценность — 92—96 % [4].

Также интеллектуальную систему использовали для выявления группы риска рака предстательной железы.

Среди интеллектуальных медицинских систем можно выделить информационно-поисковые системы. Такой системой называется прикладная компьютерная среда для обработки, хранения, сортировки, а также фильтрации и поиска больших массивов структурированной информацией. Каждая информационно-поисковая система состоит из двух частей: базы данных и системы управления базами данных. Системой управления базами данных называют комплекс программных и языковых средств, которые необходимы для создания баз данных, поддержания их в актуальном состоянии и организации поиска в них необходимой информации.

Среди существующих на данный момент интеллектуальных систем можно выделить следующие:

DXPlain — интеллектуальная система, позволяющая проводить поддержку клинических решений. В основном, она используется в качестве ассистента в процессе диагностики, и содержит в своей базе знаний симптомы, лабораторные данные процедуры, которые автоматически связывают их со списком диагнозов. В своей базе система содержит 4500 клинических симптомов, которые связаны ассоциативными связями более чем с 2000 различных диагнозов [2].

Система Help является полной госпитальной системой, которая основана на технологиях искусственного интеллекта. Эта система поддерживает не только стандартные функции всех госпитальных информационных систем, но и функции поддержки принятия решений. Клинический процесс поддерживается тревожными сигналами и напоминаниями, а также выработкой предложений по управлению процессом лечения и клиническими протоколами. Данные функции могут

активироваться из обычных приложений либо включаться самостоятельно после ввода клинических данных в компьютерную историю болезни [2].

Еще одним примером интеллектуальной системы может быть PEIRS. Она обрабатывает и комментирует отчеты по химическим патологиям. В систему встроен модуль автоматического машинного обучения, позволяющий врачу создавать новые правила без участия инженера по знаниям. В настоящее время создано 2300 таких правил. На построение каждого нового правила требуется около минуты. Ежедневно система комментирует 100 отчетов в области газового состава артериальной крови, теста толерантности глюкозы и др.

Система Puff предназначена для интерпретации результатов функционального пульмонологического теста. Она использует прецедентную информацию, в её базе прецедентов содержатся десятки тысяч случаев. Имеется коммерческая версия системы, несколько сотен копий которой внедрено в ряде стран [2].

Среди отечественных разработок можно отметить систему для синдромной диагностики неотложных состояний у детей ДИН, созданную в Московском НИИ педиатрии и детской хирургии. Эта система содержит информацию о 42 синдромах, которые представляют собой список диагностических предложений-гипотез. Так как выбор лечения во многом определяется прогнозом возможных осложнений, в системе описаны взаимосвязи синдромов, определяемые причинно-следственными, временными и ассоциативными отношениями [2].

Общая черта, которая объединяет все приведенные выше примеры, отсутствие единой универсальной технологии для создания нейросетевых моделей. В разработках используются самые разнообразные архитектуры и алгоритмы функционирования интеллектуальных систем. Почти для каждой отдельной задачи разрабатывается своя собственная архитектура, некоторый уникальный алгоритм или уникальная модификация уже существующего алгоритма.

Среди рассмотренных интеллектуальных систем по нашему мнению самыми перспективными являются системы, основанные на нейронных сетях, потому что такая система имитирует работу человеческого мозга, что позволяет решать поставленные перед ней задачи аналогично человеку, только более точно и с меньшим количеством ошибок. Конечно, нейронные сети имеют свои недостатки, но они также позволяют решать достаточно сложные задачи. Каждая нейронная сеть имеет свою индивидуальную архитектуру и систему обучения, что позволяет создавать сети для самых разных областей. Также самым важным достоинством перед другими системами, по нашему мнению, является то, что нейронная сеть постоянно обучается, а именно в области медицины это свойство является крайне важным.

3. Заключение

Таким образом, на основании анализа существующих на данный момент интеллектуальных систем и анализа публикаций о применениях интеллектуальных систем в медицине можно сделать следующие выводы:

1. Медицинская нейроинформатика как наука находится на стадии накопления фактического материала.
2. Нейронные сети обладают чертами, так называемого искусственного интеллекта. Натренированные на ограниченном множестве обучающих выборок, они обобщают накопленную информацию и вырабатывают решение, применимое к новым данным, не используемым в процессе обучения. Несмотря на значительное количество уже известных практических приложений, возможности дальнейшего использования подходов, основанных на методах искусственного интеллекта, их эффективность окончательно не изучены.
3. Современные технические возможности позволяют выйти на совершенно новый уровень представления течения заболевания, а именно на основе

интеллектуальных систем смоделировать типовое развитие патологического процесса. Интеллектуальные компьютерные медицинские системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях.

Список используемых источников

1. Горбань А.Н. Методы нейроинформатики. — Красноярск, 1998.
2. Дюк В.А., Эмануэль В.Л. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. — СПб.: Питер, 2003.
3. Жарко В.И., Цыбин А.К., Малахова И.В. и др. // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. — 2006.— № 4. — С. 3—7.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польск. — М.: Финансы и статистика, 2004.
5. Чубукова И.А. Data Mining. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.