

В.А. МУСИЙЧЕНКО

МЕТОД СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ АССОЦИАЦИЙ В МЕДИЦИНЕ

Разработка и эксплуатация медицинских экспертных систем (ЭС) сопровождается рядом трудностей: неразрешимостью проблемы извлечения и адекватного представления экспертных знаний, узостью охватываемых знаний, а также предназначенностью ЭС для замены интеллекта эксперта, т.е. для усиления возможностей неэкспертного персонала. Системы, усиливающие интеллектуальные возможности экспертов, отсутствуют.

Последняя проблема отчасти преодолевается в системах поддержки принятия решений (СППР), где лицом, принимающим решение, становится эксперт. Это также позволяет частично решить вопрос извлечения и представления знаний так как в такой системе база знаний (БЗ) оказывается распределенной между экспертом и системой.

Качественно новой концепцией инженерии знаний является использование механизмов стимулирования продуктивного мышления активного оператора интеллектуальной системы, предложенной и проанализированной в работах Swanson D.R. [1], Kaas A.[2]. Как дальнейшее развитие этой концепции в данной работе предлагается метод активизации поиска вариантов решений, основанный на использовании нечетких ассоциаций, генерируемых интеллектуальной системой. Метод направлен на выработку оператором оптимальных решений в медицинских системах распознавания образов. Критериями эффективности метода являются качественные показатели: глубина, обоснованность, новизна принимаемого решения, а также скорость его принятия. Оценка качественных показателей проводится экспертным путем.

Реализация метода осуществляется на основе антропоцентрической интеллектуальной системы, включающей экспертную и информационно-поисковую системы. Их объединение при условии взаимодействия даёт большую отдачу, чем сумма отдельно взятых систем.

Подключение третьей составляющей — человека — приводит к значительно качественному изменению и повышению эффективности в задачах, где на определённых этапах именно человеческое мышление незаменимо. Антропоцентрический подход, принцип активного оператора занял ведущее место в инженерной психологии.

Использование метода нечетких ассоциаций (МНА) в СППР способствует росту интеллекта человеко-машинного комплекса. Человек в этом комплексе — активный оператор, эксперт (в отличие от ЭС). В отличие от СППР механизм нечетких ассоциаций способствует выработке решения не на стадии выбора одного из его вариантов, а на стадии генерирования этих вариантов (альтернатив, идей). В отличие от гипертекстовых систем, где устанавливается жесткая связь между объектами информации (либо объекты связаны, либо нет), механизм нечетких ассоциаций устанавливает гибкую, нечеткую связь, что позволяет включить в рассмотрение оператора большее количество таких объектов, создать насыщенную информационную среду. Решение, учитывающее большее число условий, более обосновано. Упорядочение объектов информации по релевантности решаемой задаче создает градиент информационной среды, способствующий ускорению принятия решения.

Суть метода сводится к следующему: в ответ на введенные симптомы заболевания, жалобы, предполагаемые диагнозы, система, использующая МНА, выводит перечень информационных объектов — терминов, ссылок, изображений — в порядке убывания релевантности перечню симптомов. Система функционирует на основе предварительно созданной матрицы ассоциируемости терминов (МАТ).

Основные этапы работы медицинской интеллектуальной системы, использующей метод нечетких ассоциаций, представлены на рисунке.



0 — Пациент — источник информации для каждой из трёх составляющих человеко-машинного комплекса: ответы на вопросы ЭС поступают в виде перечня симптомов активному оператору, а также на вход ЭС и информационно-поисковой системы (ИПС). Активный оператор, кроме того, получает невербальную информацию, вступает в личный контакт. Возможна установка промежуточного модуля со следующей структурой: дополнительная ИПС принимает лингвистическую информацию от врача в виде од-

ного ключевого слова, описывающего симптом. Например, "температура", "кашель". В ответ на введенное слово осуществляется поиск вопросов в БЗ ЭС, имеющих в своем индексе данное слово. ИПС должна иметь словарь синонимов для обработки слов, не входящих в словарь индексирующих терминов.

1 — Функция ЭС : принять ответы на вопросы и выдать список диагнозов.

ЭС допускает включение нескольких БЗ от разных экспертов. Качественный состав (вопросы и диагнозы) одинаков для всех БЗ. Отличаются лишь цифровые (лингвистические) оценки условных вероятностей, которые задаются числом $P \in [0;1]$.

Механизм вывода основан на теореме Байеса.

Возможно задание вероятности интервалом, не выходящим за вышеуказанные границы. В этом случае алгоритм диагностики усложняется добавлением максиминной композиции (свертки) для обработки нечеткостей и интервальных значений [3, с.60]:

$$D' = S' \circ R(D \rightarrow S)$$

Переход к интервальным значениям есть переход к нечетким множествам второго рода, которые близки к нечеткостям человеческих суждений.

В диалоговом режиме последовательность вопросов определяется потенциальной информационной емкостью ответов [4].

Перечни диагнозов по каждой БЗ объединяются по правилам объединения свидетельств Демпстера-Шафера [5] с использованием несуммируемых мер веры и правдоподобия [3].

2 — Функция конечной ИПС в создании насыщенной и направленной на решение информационной среды.

Основным элементом этой системы является матрица ассоциируемости терминов, вычисляемая по методу Ф.Деннис [7] на основе экспертных оценок. Матрица готовится предварительно, что заключается в обращении экспертной матрицы. Для этих целей используется отдельный программный модуль получения обратной матрицы по методу Гаусса. При этом методе количество вычислений растет в квадратичной зависимости от числа неизвестных.

При вычислении релевантности библиографической информации применяется фактор предыдущего использования [8].

Для обработки нечеткой информации, поступившей на вход системы, применяется метод нечеткой многоатрибутной оценки [3].

Конвертирование нечетких значений релевантности информационных объектов в лингвистические переменные проводится согласно [6].

3 — Перечень диагнозов с интервальными вероятностями или лингвистическими оценками и перечень релевантных информационных объектов (библиография, терминология) предоставляется пользователю для выработки обоснованного решения.

Пользователю доступен механизм проверки гипотез, при котором в ответ на ввод названия предполагаемой болезни, имеющейся в базе знаний, выдается перечень вопросов в порядке убывания их информативности для данной болезни с наиболее типичными ответами на них. Информативность вычисляется согласно [4].

2-й и 3-й этапы реализуют метод нечетких ассоциаций в выработке решения.

Существующие методы активизации поиска не ориентированы на применение программных средств. В медицине основным средством стимулирования мышления врача при постановке диагноза является проведение консилиума — эффективного способа коллективного взаимодействия, подобного брейнстормингу. Применение программных средств позволяет использовать другие методы воздействия на мышление врача. Один из них — МНА, являющийся реализацией антропоцентрического подхода в проектировании медицинских интеллектуальных систем.

Список литературы: 1. Roy Davies "The creation of new knowledge by information retrieval and classification" // *Journal of Documentation*, Vol.45. No.4. December 1989, P. 273—301. 2. *Question and information system*/edited by Thomas W.Lauer, Eileen Peacock, Arthur C.Graesser. USA: Lawrence Erlbaum Associates, 1992. 374 p. 3. *Прикладные нечёткие системы: Пер.с япон.* / К.Асаи, Д.Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т.Тэрано, К.Асаи, М.Сугэно. М.: Мир, 1993. 368 с. 4. Мусийченко В.А., Мустецов Н.П. Определение приоритетных диагностических показателей в медицине. Проблемы физической и биомедицинской электроники // Сб. докладов междунар. науч.-техн. конференции 18—20 мая 1995 года. Киев.: КПИ, 1995. С.182—184. 5. Cortes-Rello E., Golshani F. Uncertain reasoning using the Dempster-Shafer method: an application in forecasting and marketing management, *Expert Systems*, February 1990. Vol.7. No.1. P. 9—17. 6. Мусийченко В.А., Мустецов Н.П. Информационная и количественная мера лингвистической переменной // 2-я Международная конференция "Теория и техника передачи, приёма и обработки информации": Тез. докл./ХТУРЭ, Харьков-Туапсе, 1996. 228 с. 7. *Информационный поиск* // Сб. материалов: Сокр.пер. с англ. под ред. К.Н. Трофимова М.: Воен. изд-во Министерства обороны СССР, 1970. 320 с. 8. *Architectures for intelligence/the Twenty-second Carnegie Symposium on Cognition*: edited by Kurt VanLehn. USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 1991.

Поступила в редколлегию 30.10.97