

ДВА ПОДХОДА К ПРОГРАММНОЙ ПОДДЕРЖКЕ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

В.Н. Юдин¹, Л.Е. Карпов¹, А.В. Ватазин², А.Б. Зулкарнаев²

¹Институт системного программирования РАН, Москва

²ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского (МОНИКИ)

Описан подход к построению программной системы поддержки врачебных решений, позволяющий интегрировать результаты рассуждений по прецедентам и вывода по правилам в механизм выработки решения. Система ориентирована на работу в условиях дефицита времени и ресурсов, когда объект исследования не полностью описан.

Ключевые слова: диагностика, поддержка врачебных решений, рассуждения по конкретным случаям, рассуждения на основании правил, дифференциальный ряд, сложные построения решений.

TWO APPROACHES TO SOFTWARE FOR PHYSICIAN'S DECISION SUPPORT

V.N. Yudin¹, L.E. Karpov¹, A.V. Vatazin², A.B. Zulkarnaev²

¹Institute for System Programming Russian Academy of Sciences, Moscow

²M.F. Vladimirsky Moscow Regional Clinical Research Institute (MONIKI)

An approach to constructing physician's decision support systems is presented. This approach allows integrating the rule-based and case-based decision-making. The system is oriented to conditions where the object under investigation is incompletely described and may be estimated ambiguously. It is important within the time and resources constraints. The system Doctor's Partner is implemented by ISP RAS on the clinical basis of MONIKI.

Key words: diagnostics, physician's decision support, case-based reasoning, rule-based reasoning, differential set, decision trees.

Математические методы получили широкое применение в медицине при построении программных систем поддержки врачебных решений в диагностике и выборе лечения. В таких системах используются методы распознавания образов, искусственный интеллект, многозначная (неклассическая) логика и т.д. Можно выделить два альтернативных подхода к принятию решений: вывод на основе прецедентов и вывод на основе правил.

Вывод на основе прецедентов – это метод принятия решений, в котором используются знания о предыдущих ситуациях или случаях (прецедентах). При рассмотрении новой проблемы (текущего случая) находится похожий прецедент и используется его решение. В противоположность этому подходу вывод, основанный на правилах (продукциях), позволяет интегрировать знания в систему с помощью правил описательной логики «если (условие) – то (заключение)». Метод рассуждений от фактов к заключениям носит название «прямой логический вывод». При обратном логическом выводе рассуждение идет от заключения как от гипотезы к фактам, подтверждающим эту гипотезу.

Основное достоинство систем на основе прецедентов – простота и легкость реализации, но они не создают моделей и правил, обобщающих предыдущий опыт. Одна из основных проблем – выбор подходящих прецедентов, который упирается в оценку схожести прецедента и текущего случая. Продукционная модель обеспечивает легкость восприятия и внесения изменений, простоту механизма логического вывода, но обладает рядом недостатков: отличие от структур знаний, свойственных человеку, неясность взаимных отношений правил и др. Преодолеть или ослабить указанные недостатки призван разработанный алгоритм, объединяющий оба механизма принятия решений в программной системе «Спутник врача», создаваемой в Институте системного программирования РАН на клинической базе МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского (проект поддержан грантами Российского фонда фундаментальных исследований №12-01-00780 и №12-07-00214).

В ранних работах в рамках прецедентного подхода был предложен механизм оценки текущего случая, отличающийся использованием оригинальной меры близости для не полностью описанных объектов [1, 2,

3, 4, 5, 9]. Он основан на разбиении базы прецедентов на классы эквивалентности с помощью классификации и кластеризации. Такой алгоритм при неполном описании объекта позволяет оценить классы его возможной принадлежности.

В свою очередь, вывод по правилам для таких случаев может оказаться неприменимым. Отсутствие существенного признака может сделать невозможным либо вход в набор порождающих правил, либо прохождение некоторого узла, делая непригодным весь механизм. Но в условиях неоднозначной оценки случая вывод по правилам мог бы дополнить рассуждения по прецедентам в механизме выработки решения.

Медицина – прецедентная наука, но механизм прецедентов редко применяется в медицинской литературе, хотя понятие «дифференциальная диагностика» и послужило исходным пунктом для разработки описанного метода. Примеры в медицине чаще описываются с помощью правил «если – то». Большое количество медицинской литературы в последнее время иллюстрируется деревьями решений. Последние являются частным случаем продукционных правил. Задача оценки текущего случая при использовании деревьев решений та же: начиная от корня дерева, проверяя узлы как существенные признаки случая, дойти до одной из листовых вершин, представляющих класс случая. В обоих подходах задачу поддержки принятия решений в том или ином виде можно свести к решению задачи классификации, где на входе системы – набор признаков случая, а на выходе – принадлежность к классу.

Оценка текущего случая в базе прецедентов – это сравнение его с границами классов, построенными на основе исследования прецедентов. Текущий случай сравнивается с проекциями классов на пространство признаков самого случая. Недостаточно описанный случай может попасть в проекцию класса, к которо-

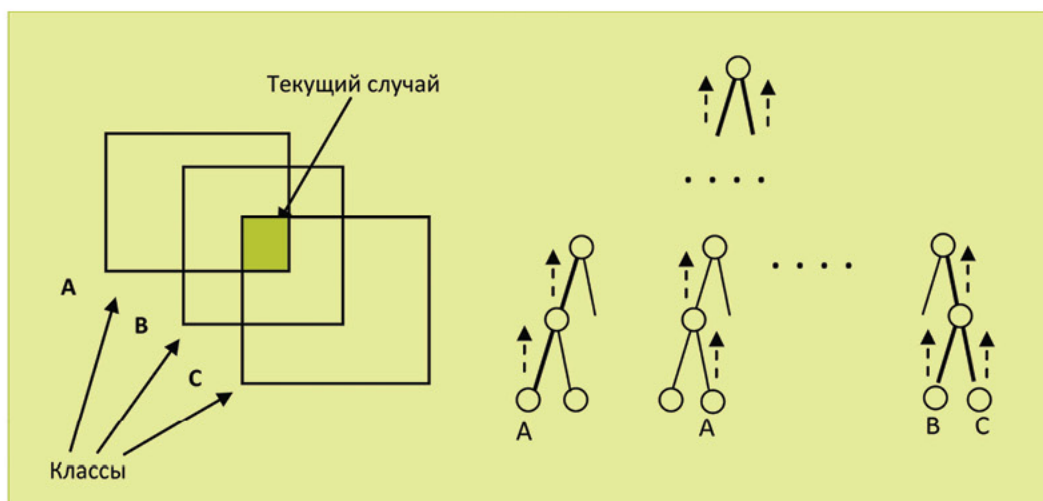
му он не принадлежит, только потому, что у него не хватает признака, который дифференцировал бы его от этого класса. Тогда случай попадает в пересечение, так называемый дифференциальный ряд классов. Задача оценки (распознавания) случая включает в себя поиск признака, который дифференцировал бы его от классов дифференциального ряда, к которым он не принадлежит.

К данному моменту разработана методика двухэтапной оценки случая, где вначале используется оценка по базе прецедентов с целью получить представление о возможной принадлежности случая к тому или иному классу (дифференциальный ряд). На втором этапе на основе этой информации, но уже по правилам вывода проводится обратный логический вывод по продукционным правилам.

Казалось бы, выводы по прецедентам и по правилам – самодостаточные методы, каждый из которых может решить задачу оценки объекта от признаков к классам. Но в условиях неоднозначной оценки вывод по правилам мог бы дополнить рассуждения по прецедентам в механизме выработки решения. В новой версии системы правила вывода могут формироваться как обобщение базы прецедентов, а также на основе экспертного знания, а арсенал предметной области может быть пополнен деревьями решений.

Двухэтапный алгоритм предполагает две базы хранения: прецедентов, содержащую помимо самих прецедентов описания классов, и правил в виде совокупности деревьев решений. В узлах деревьев осуществляется проверка признаков случая, а листовые вершины представляют классы принадлежности случая.

На первом этапе проводится сравнение текущего случая с границами классов базы прецедентов (см. рисунок). При неполном описании случая образуется дифференциальный ряд классов.



Формирование дифференциального ряда и отбор деревьев решений

На втором этапе выбираются деревья решений, набор листовых вершин которых содержит указанный дифференциальный ряд. Далее от каждой листовой вершины в каждом дереве решений проводится обратный логический вывод от возможного заключения как гипотезы к фактам, подтверждающим эту гипотезу. За заключения берутся классы дифференциального ряда. Вывод идёт от листьев к корням деревьев. В случае невыполнения условия в каком-либо узле эта ветвь отсекается от решения. Это существенно ограничивает выбор ветвей при движении по цепи правил.

Важно, чтобы набор листовых вершин дерева совпадал с дифференциальным рядом либо полностью включал его. В противном случае проводить обратный логический вывод неправомерно.

Описываемая система поддержки решений – интерактивная. Основная задача гибридного метода – на основании набора признаков объекта определить его принадлежность к классу, возможно, доопределив существенные признаки. Отсутствие существенного признака является основанием не для остановки алгоритма, а для обращения к пользователю для возможного определения признака, например, напоминания о необходимости проведения дополнительного обследования пациента.

Существующие прикладные системы с гибридной архитектурой ориентированы в основном на использование правил, а прецеденты применяются лишь для обработки исключений. Новизна предлагаемого подхода заключается в том, что на основе интеграции знаний о предметной области, полученных методами Data Mining (классификация, кластеризация, деревья решений), в механизм выработки решения результаты вывода по правилам и рассуждений по прецедентам стали взаимно дополнять друг друга.

Описываемый подход проектировался для работы в реальных условиях, когда возможно неполное описание объектов при ограничениях по времени и ресурсам. Разработанные алгоритмы учитывают специфику работы с нефиксированным набором показателей, что особенно характерно для медицинских приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ватазин А.В., Карпов Л.Е., Юдин В.Н.* Виртуальная интеграция и консолидация знаний в распределенной системе поддержки врачебных решений // Альм. клин. мед. 2009. №20. С.83-86.
2. *Ватазин А.В., Карпов Л.Е., Юдин В.Н.* Методы интеллектуального анализа данных и вывода по прецедентам в программной системе поддержки врачебных решений // Альм. клин. мед. 2008. Т.ХVII, ч.1. С.266-269.
3. *Ватазин А.В., Карпов Л.Е., Юдин В.Н.* Процесс лечения как адаптивное управление человеческим организмом в программной системе «Спутник врача» // Альм. клин. мед. 2008. Т.ХVII, ч.1. С.262-265.
4. *Карпов Л.Е., Юдин В.Н.* Многопараметрическое управление на основе прецедентов / Труды Института системного программирования / под ред. В.П. Иванникова. М., 2010. Т.19. С.81-93.
5. *Карпов Л.Е., Юдин В.Н.* Обмен данными в распределенной системе поддержки решений // Труды Института системного программирования / под ред. В.П. Иванникова. М., 2010. Т.19. С.71-80.
6. *Карпов Л.Е., Юдин В.Н.* Роль предыстории при оценке сложного объекта в управлении по прецедентам / Труды Института системного программирования. М.: ИСП РАН, 2013. Т.24. С.437-445.
7. *Карпов Л.Е., Юдин В.Н., Ватазин А.В.* Программная система поддержки врачебных решений с гибридной архитектурой на основе правил и прецедентов / V Троицкая конференция «Медицинская физика и инновации в медицине»: Сборник материалов. 2012. Т.2. С.425-427.
8. *Юдин В.Н., Карпов Л.Е.* Гибридный подход к построению систем поддержки решений / Труды Института системного программирования. М.: ИСП РАН, 2013. Т.24. С.447-456.
9. *Karpov L.E., Yudin V.N.* The Case-Based Software System for Physician's Decision Support. Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. P.78-85.