

УДК 681.5

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Д. т. н. А. И. Поворознюк, к. т. н. О. А. Поворознюк, М. В. Бурцев

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
Украина, г. Харьков
ai.povoroznjuk@gmail.com

Формализована задача комплексной оценки этапов лечебно-диагностического процесса с целью минимизации рисков врачебных ошибок. Разработаны методы кластеризации диагнозов в пространстве терапевтических действий и коррекции порогов в диагностическом решающем правиле. Выполнена программная реализация системы и тестирование на реальных медицинских данных.

Ключевые слова: компьютерная система, диагностика, медикаментозное лечение, терапевтическое действие, врачебная ошибка.

Комплекс лечебно-диагностических мероприятий (ЛДМ) состоит из взаимозависимых этапов диагностики и лечения выявленных патологий. В формализованном виде задачей диагностики является задача классификации состояния i -го пациента D_i при анализе вектора диагностических признаков X_i [1]. При этом выполняется синтез иерархической структуры диагностируемых состояний в заданной предметной области медицины (бинарное дерево решений S_D), в каждой вершине которого применяется решающее правило (РП), которое реализует метод последовательного анализа при диагностике между состояниями D_q и D_l . На каждом i -м этапе РП анализируется очередной признак x_i и вычисляется отношение правдоподобия $\Theta = \prod_i P(x_{ik} / D_q) / P(x_{ik} / D_l)$, которое сравнивается с поро-

гами $\Theta > A$, $\Theta < B$. При выполнении одного из условий принимается решение о D_q или D_l соответственно и выполняется переход на более низкий уровень иерархии S_D с целью уточнения диагноза. При невыполнении обоих неравенств добавляется следующий $i+1$ признак и процедура повторяется.

Для лечения большинства патологий применяется медикаментозное лечение, при котором каждому диагнозу D_i соответствует множество необходимых терапевтических действий f_{di} , на основании которого формируется комплекс лекарственных препаратов (КЛП) Y_i , который обеспечивает f_{di} , с учетом непереносимости j -го пациента к отдельным препаратам и многокритериального сравнения препаратов-аналогов [2].

При этом задачи диагностики и лечебных мероприятий рассматриваются независимо друг от друга, при диагностике минимизируется риск неправильной постановки диагноза без учета этапа лечебных мероприятий, поэтому актуальной является задача минимизации риска врачебной ошибки при комплексной оценке всех этапов лечебно-диагностического процесса.

Целью работы является разработка информационных технологий комплексной оценки этапов ЛДМ, которые бы позволили повышать их эффективность и минимизировать риск врачебных ошибок.

Формализация задачи комплексной оценки этапов ЛДМ. Для минимизации риска выбора неправильных медицинских мероприятий, как следствия ошибочной диагностики, проводится поиск зависимости между ошибкой диагностики (D_q вместо D_l) и ее последствий при назначении КЛП (Y_q вместо Y_l). Так как $Y_q \rightarrow f_{Dq}$, а $Y_l \rightarrow f_{Dl}$, то риск определяется расхождением компонентов множеств f_{dq} и f_{dl} , и для его минимизации выполняется переход от традиционного пространства признаков X в пространство терапевтических действий F , компонентами которого $f_m \in F$ являются бинарные переменные (0 – терапевтическое действие отсутствует, 1 – присутствует), а каждое состояние D_i представляется i -й вершиной гиперкуба. Применение иерархической кластеризации по критерию минимума суммарной связи (минимальный разрез R) в пространстве F обеспечивает минимум

риска принятия решения на этапе формирования КЛП при синтезе дерева решений S_D на этапе диагностики. Кроме того, в работе предлагается метод коррекции порогов A и B в РП, учитывая ошибки, которые возникают на этапе назначения КЛП. Получены зависимости между α , β и минимальным разрезом R : $\alpha = 0,5(1 - R_{qi})$, $\beta = 0,5(1 - R_{iq})$. Определенные таким образом α и β задают пороги $A = (1 - \beta)/\alpha$, $B = \beta/(1 - \alpha)$ в РП, что обеспечивает учет рисков при назначении КЛП в диагностическом РП.

Программная реализация. Успешность реализации информационной системы во многом зависит от выбора целевой платформы разработки, а также правильно спроектированной архитектуры, которые в будущем обеспечат масштабируемость, гибкость, а также простоту сопровождения системы. В качестве основной платформы обоснован выбор Java, в которой обеспечивается возможность развертывания системы в различных аппаратно-программных средах, непроприетарный характер платформы, наличие множества открытых библиотек, поддерживаемых сообществом разработчиков. Проектирование архитектуры выполнялось с использованием шаблонов проектирования [3]. В архитектуре системы выделены три основных модуля: модуль взаимодействия с пользователем, база данных, включающая в себя базу знаний, и модуль построения знаний.

Модуль взаимодействия с пользователем представлен графическим интерфейсом пользователя и позволяет осуществлять сбор данных обследований, административных данных, а также предоставляемых экспертами данных, которые используются при формировании знаний системы. Для хранения данных и фреймов знаний системы используется реляционная база данных (БД).

Модуль построения знаний отвечает за формирование фреймов знаний, представленных иерархической структурой S_D , параметрами РП, множествами f_{di} , описаниями лекарственных препаратов, экспертными оценками относительно локальных и глобальных приоритетов препаратов-аналогов.

Развертывание системы в простейшем случае представляет собой развертывание всех структурных элементов на одном сервере. Такой вариант оптимален для небольших организаций. Для повышения производительности и обслуживания крупных организаций модули системы размещаются на различных серверах. Если желаемая производительность не достигнута, то выполняется кластеризация наиболее нагруженных модулей, а также конфигурирование балансировщика нагрузки (loadbalancer). При развертывании системы возможен отказ от приобретения физических серверов и выполнение развертывания в облаке (Amazon EC2, Jelastic), если это позволяет бюджет организации.

Работоспособность и эффективность работы системы подтверждается ее тестированием на реальных медицинских данных с использованием обучающей выборки из 100 пациентов.

Разработанная система поддержки принятия решений при проведении ЛДМ на основе формализации этапов проведения ЛДМ при их комплексной оценке позволяет минимизировать риски врачебных ошибок, повысить достоверность и обоснованность решений. Архитектура программного обеспечения системы позволяет легко адаптироваться к различным предметным областям медицины.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Поворознюк А. И. Системы поддержки принятия решений в медицинской диагностике. Синтез структурированных моделей и решающих правил – Saarbrücken Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011.– 314 с.
2. Поворознюк О. А. Біотехнічна система призначення лікарських препаратів в дерматології. Автореферат дис. на здоб. вч. ступ. к. т. н.: спец. 05.11.17 «Біологічні та медичні прилади і системи» – Харків, 2010.– 21 с.
3. Бек К. Шаблоны реализации корпоративных приложений.: Пер. с англ.– Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2008.– 176 с.

Povoroznjuk A. I., Povoroznjuk O. A., Burtsev M. V.

Decision support system for the course of diagnostic and treatment actions.

The complex evaluation of diagnostic and treatment process is formalized for the goal of minimizing malpractice. Methods of diagnoses clustering within therapeutic action space and threshold correction for diagnostic decisions rule have been developed. The software implementation of the system is implemented and tested using actual medical data.

Keywords: *computer system, diagnostics, medical treatment, therapeutic action, malpractice, medical error.*