

Мінімізація ризику лікарської помилки в системах підтримки прийняття рішень в медицині

А.І. Поворознюк

кафедра обчислювальної техніки та програмування
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Харків, Україна
ai.povoroznjuk@gmail.com

О.А. Поворознюк

кафедра обчислювальної техніки та програмування
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Харків, Україна
povoks@i.ua

Minimizing the risk of medical errors in decision support systems in medicine

A. Povoroznjuk

Department of Computer Science and Programming
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"
Kharkiv, Ukraine
ai.povoroznjuk@gmail.com

O. Povoroznjuk

Department of Computer Science and Programming
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"
Kharkiv, Ukraine
povoks@i.ua

Анотація—Формалізована задача комплексної оцінки етапів діагностично-лікувального процесу з метою мінімізації ризиків лікарських помилок. Розроблено методи кластеризації діагнозів в просторі лікарських дій і корекції порогів в діагностичному вирішальному правилі.

Abstract—Formalized task comprehensive evaluation phases of diagnostic and treatment process to minimize the risk of medical errors. Methods of clustering in space medical diagnosis and correction action thresholds in diagnostic decision rules.

Ключові слова—комп'ютерна система, діагностика, лікарська дія, лікарська помилка.

Keywords— computer system, diagnostician, medical action, medical error.

I. ВСТУП

Комплекс діагностично-лікувальних заходів (ДЛЗ) складається з двох взаємопов'язаних етапів: діагностики захворювань і лікування виявлених патологій, причому після діагностики і призначення лікувальних процедур необхідний моніторинг поточного стану пацієнта з метою оцінки ефективності процесу лікування і, при необхідності, його корекції. Для лікування того чи іншого захворювання необхідно надання певних лікарських дій

(ЛД) на організм (хірургічне втручання, фармакологічний, лікувально-терапевтичний вплив, реабілітаційні заходи).

На кожному із зазначених етапів лікар, як особа, яка приймає рішення, виробляє управлінське рішення в умовах дефіциту вихідних даних і суттєвої апріорної невизначеності, ґрунтуючись на своїй кваліфікації, досвіді і інтуїції. При цьому прийняття неправильного рішення (лікарська помилка) як на етапі діагностики, так і на етапі лікування може мати катастрофічні наслідки для здоров'я пацієнта. Термін «лікарська помилка» (ЛП) визначає неправильну діагностику хвороби або неправильні ЛД, які обумовлені добросовісною помилкою лікаря, при цьому виключається недбалість і несумлінність при виконанні своїх обов'язків. Причиною помилки діагностики є недостатній обсяг діагностичних даних (застосування застарілого обладнання або недостатня кваліфікація лікаря, який призначав список обстежень), або їх невірна інтерпретація (особливо при суб'єктивному аналізі якісних показників). Причиною неправильних ЛД при правильному діагнозі є недостатнє врахування індивідуальних особливостей пацієнта (алергічні реакції на певні препарати, список хвороб, якими вже хворів пацієнт, які ліки приймав і т.д.).

В даний час є широкий спектр комп'ютерних діагностичних систем в різних предметних областях

медицини [1], інформатизація ЛД обмежується медичними довідниками, в тому числі у вигляді інформаційно-пошукових систем [2]. В сучасних комп'ютерних системах підтримки прийняття рішень в медичній завдання діагностики і ЛД розглядаються незалежно один від одного, тому актуальною є задача мінімізації ризику ЛП при комплексній оцінці діагностичних і лікарських дій (ДЛД).

Метою роботи є розробка інформаційних технологій комплексної оцінки етапів ДЛД з метою підвищення їх ефективності та мінімізації ризику лікарських помилок.

II. ФОРМАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕТАПІВ ДЛД

У формалізованому вигляді завданням діагностики є класифікація стану i -го пацієнта D_i при аналізі вектора діагностичних ознак X_i . При цьому виконується синтез ієрархічної структури діагностуємих станів в заданій предметній області медицини (бінарне дерево рішень S_D), в кожній вершині якого застосовується вирішальне правило (ВП), яке реалізує метод послідовного аналізу при діагностиці між станами D_q і D_l . На кожному i -му етапі ВП аналізується чергова ознака x_i і обчислюється відношення правдоподібності:

$$\Theta = \prod_i P(x_{ik} / D_q) / P(x_{ik} / D_l),$$

яке порівнюється з порогами $\Theta > A$, $\Theta < B$.

При виконанні однієї з умов приймається рішення про D_q або D_l відповідно і виконується перехід на більш низький рівень ієрархії S_D з метою уточнення діагнозу. При невиконанні обох нерівностей додається $i + 1$ ознака і процедура повторюється.

ЛД представляються моделлю $M_a = \langle T_p, F, SI \rangle$, де M_a – множина ЛД; $T_p = \{t_{pi}\}$ – множина терапевтичних дій (ТД), $F = \{f_i\}$ – множина фармакологічних дій (ФД), $SI = \{si_i\}$ – множина видів хірургічного втручання.

Призначення ВД при відомому D_i складається з визначення їх типу (T_p, F, SI , або їх комбінацій) і переліку конкретних дій. Вибір типу ЛД є завданням багатокритеріального вибору альтернатив, для вирішення якої використовується метод аналізу ієрархій (МАІ). Для кожного з допустимих для даного діагнозу D_i типу ЛД формується підмножина необхідних ЛД $t_{pD_i} \in T_p$,

$f_{D_i} \in F$, $si_{D_i} \in SI$, після чого визначається їх реалізація з урахуванням індивідуальних особливостей пацієнта, протипоказань до окремих ЛД і багатокритеріального вибору аналогів. Для комплексної оцінки етапів ДЛД і мінімізації ризику ЛП шукається залежність між помилкою діагностики (D_q замість D_l) і її наслідків при реалізації ЛД. Так як для переважної кількості патологій в різних областях медицини ЛД реалізуються медикаментозним шляхом, розглянемо такий варіант реалізації ЛД, при якому кожному діагнозу D_i відповідає множина необхідних ФД f_{di} , на підставі якого формується комплекс лікарських препаратів (КЛП) Y_i , який забезпечує

f_{di} , з урахуванням непереносимості i -го пацієнта до окремих препаратів і багатокритеріального порівняння препаратів-аналогів. Так як $Y_q \rightarrow f_{Dq}$, а $Y_l \rightarrow f_{Dl}$, то ризик ЛП визначається розбіжністю компонентів множин f_{dq} та f_{dl} , і для його мінімізації виконується перехід від традиційного простору ознак X в простір ФД F , компонентами якого є бінарні змінні (0 – відсутня ФД, 1 – присутня), а кожен стан D_i представляється i -ю вершиною гіперкуба. В якості міри близькості в просторі

$$F \text{ вибрана зважене відстань Хеммінга: } r_{ij} = \sum_{k=1}^g w_{ij} |f_{ki} - f_{kj}|$$

, де $f_{ki}, f_{kj} \in [0,1]$ – k -та ФД i -го та j -го діагнозів відповідно; g – розмірність простору F ; w_{ij} – коефіцієнт, який забезпечує збільшення відстані, в разі наявності конфліктуючих ФД.

Застосування ієрархічної кластеризації за критерієм мінімуму сумарної зв'язку (мінімальний розріз R) в просторі F забезпечує мінімум ризику прийняття рішення на етапі формування КЛП при синтезі дерева рішень S_D на етапі діагностики. Крім того, в роботі пропонується метод корекції порогів A і B в ВП, враховуючи помилки, які виникають на етапі призначення КЛП. Отримано залежності між α , β і нормованим значенням мінімального розрізу \bar{R}_i : $\alpha_n = 0,5(1 - \bar{R}_{qi})$, $\beta_n = 0,5(1 - \bar{R}_{li})$. Визначені таким чином α і β задають пороги $A = (1 - \beta) / \alpha$, $B = \beta / (1 - \alpha)$ в ВП, що забезпечує врахування ризиків ЛП при призначенні КЛП в діагностичному ВП.

Розглянута технологія комплексної оцінки ДЛД з метою мінімізації ризиків ЛП адаптується до інших видів ЛД, при цьому виконується перехід з простору ознак X у простір відповідних ЛД (T_p або SI). Виконана програмна реалізація системи і її тестування на реальних медичних даних з використанням навчальної вибірки з 400 пацієнтів. В якості основної платформи обґрунтований вибір Java. В архітектурі системи виділено три основних модуля: модуль взаємодії з користувачем, базу даних, що включає в себе базу знань і модуль побудови знань.

ВИСНОВКИ

Розроблено систему підтримки прийняття рішень при проведенні ДЛД на основі формалізації етапів проведення ДЛД при їх комплексній оцінці, що дозволяє мінімізувати ризику лікарських помилок, підвищити достовірність і обґрунтованість рішень. Архітектура програмного забезпечення системи дозволяє легко адаптуватися до різних предметних областей медицини.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Поворознюк А.И. Системы поддержки принятия решений в медицинской диагностике. Синтез структурированных моделей и решающих правил / А.И. Поворознюк – Saarbrücken Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 314 с.
- [2] Компендиум 2015 – лекарственные препараты /Под ред. В.Н. Коваленко, А.П. Викторова. [Електронний ресурс] <http://www.compendium.com.ua>.