

УДК 007: 681.3

О. М. Роїк, д. т. н., проф.;

В. В. Гнатюк;

Н. А. Власюк, студ.

ІЄРАРХІЧНЕ СТРУКТУРУВАННЯ БАЗИ ЗНАТЬ МЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ ТЕЛЕМОНІТОРИНГУ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Розглянуто проблеми, викликані громіздкістю бази знань (БЗ) експертної системи, яка керує процесом діагностування стану організму людини та прийняттям рішень про способи його корекції у системах телемоніторингу. Показано, що ієрархічне структурування БЗ, значно спрощує процес її розроблення та модифікації, зменшує потреби у обчислювальних ресурсах і дозволяє організувати динамічну компоновку БЗ експертної системи в запропонованій структурі системи телемоніторингу стану організму людини.

Вступ

Розвиток інформаційних технологій в останні десятиліття, зокрема розширення можливостей мережі Internet та технологій штучного інтелекту, обумовив прогрес у всіх галузях діяльності людини, зокрема і в медицині. Так, використання засобів телемоніторингу — постійного, дистанційного спостереження за станом людини за допомогою систем діагностики з використанням мережі Internet, дає змогу вирішити проблеми своєчасної діагностики та контролю за станом здоров'я людини без відвідування спеціалізованих медичних закладів [1]. Можливість суттєвого підвищення ефективності використання та якості роботи таких систем надає застосування для обробки результатів вимірювань та керування процесами діагностування стану організму людини експертна система (ЕС).

Аналіз проблеми і постановка задачі

Один з основних факторів, що стримують широке використання технологій ЕС — це громіздкість баз знань (БЗ). Великі обсяги БЗ потребують значних обчислювальних ресурсів, ускладнюють модернізацію інформаційного забезпечення систем, призводять до незручностей і помилок в процесі розроблення тощо. [2]. Це, в свою чергу, зменшує ефективність використання ЕС. Схему причинно-наслідкових зв'язків цих явищ показано на рис. 1. Тому постає потреба у розробці таких способів організації БЗ, які дозволяють зменшити залежність ефективності роботи ЕС від розміру БЗ.

Основний результат

Пропонується вирішення проблем, спричинених громіздкістю бази знань, на основі її ієрархічного структурування. Для отримання ієрархічної структури БЗ спочатку робиться багаторівнева ієрархічна класифікація множини гіпотез (можливих висновків, рішень тощо) початкової БЗ. У цій класифікації ознаками певної гіпотези виступає інформація, на основі якої експертна система може робити висновки щодо цієї гіпотези. Далі перетворюємо початкову БЗ у структуру фреймів, що відповідає виконаній класифікації. Кожний такий фрейм описує гіпотезу про те, що істинна гіпотеза належить до класу, якому відповідає цей фрейм, або одну гіпотезу початкової БЗ (тоді він знаходиться на найнижчому рівні ієрархії). Додаємо фрейм, що зображає вершину ієрархії. Він описує гіпотезу про те, що в початковій БЗ є істинна гіпотеза. Виходячи з цього розраховуємо параметри кожної гіпотези і заносимо їх у відповідний фрейм.

До такої структури БЗ потрібно адаптувати правила прийняття рішень, опис діагностичних експериментів, ознаки, що свідчать «за» та «проти» гіпотез, або іншу інформацію, якою користується ЕС в процесі логічного виведення. При цьому в кожному фреймі потрібно помістити інформацію, користуючись якою ЕС могла б серед гіпотез, підпорядкованих йому, розрізнити ті, які слід приймати, від тих, які доцільно відхилити.

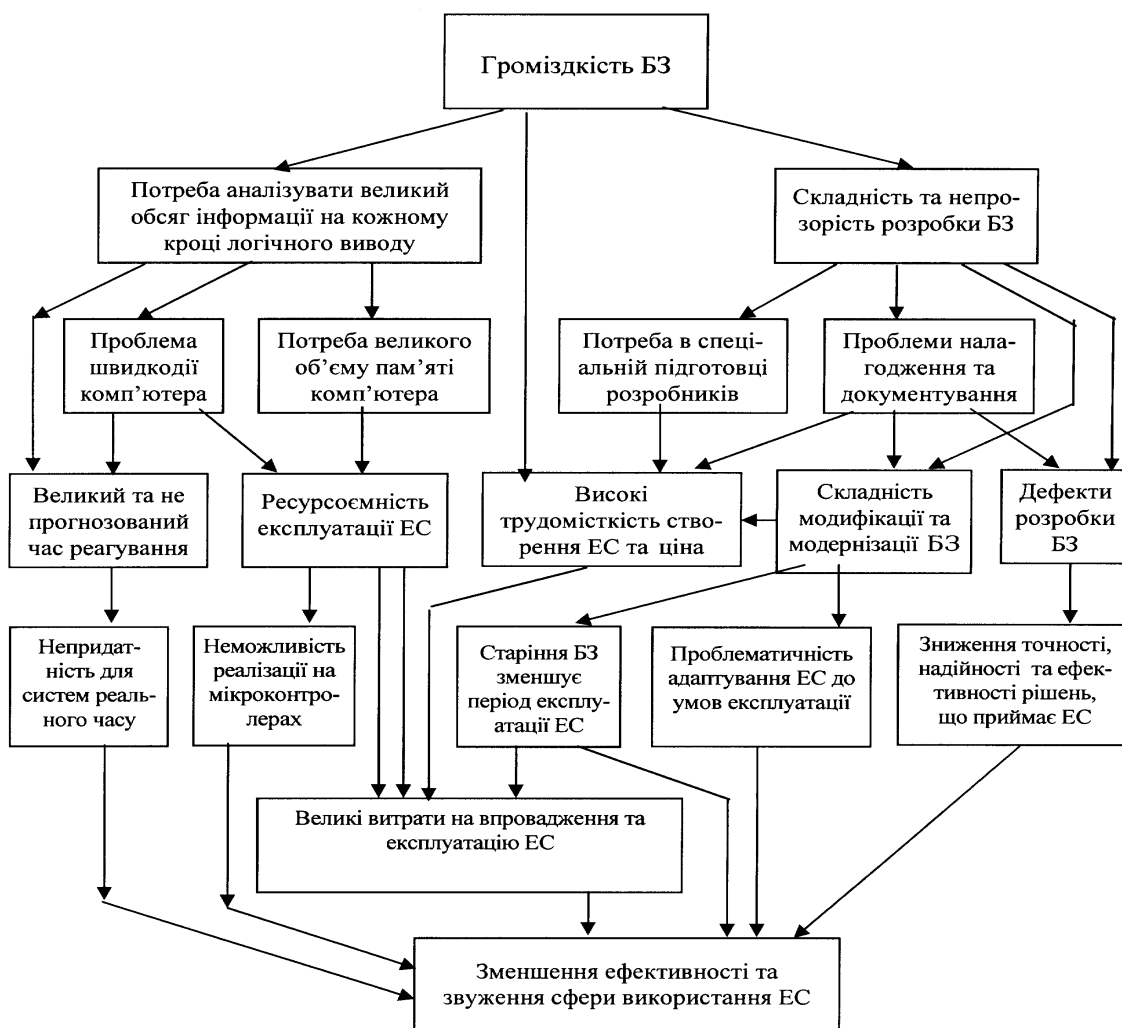


Рис. 1. Схема впливу факторів, що спричинені громіздкістю БЗ, на ефективність експертної системи оброблення результатів вимірювань та керування процесами діагностування для медичної системи телемоніторингу стану організму людини

Отримана, таким чином, структура складається з фреймів F_i , що представляють відповідні їм класи гіпотез H_i .

$$F_i = (L_i, S_i, D_i, \vec{P}_i),$$

де L_i – множина фреймів $F_{i,j}$, підпорядкованих фрейму F_i ; S_i – множина ознак класу гіпотез H_i ; D_i – множина відмінностей між підкласами класу гіпотез H_i ; \vec{P}_i – вектор параметрів класу гіпотез H_i .

Кожний клас гіпотез H_i включає як підкласи класу гіпотез $H_{i,j}$, тоді

$$H_i = \bigcup_j H_{i,j},$$

або одну елементарну гіпотезу h_i , якщо відповідний йому фрейм знаходиться на найнижчому рівні ієрархії, тоді

$$H_i = \{h_i\}.$$

Шляхом виконання багаторівневої ієрархічної класифікації множини гіпотез, було визначено, що множина ознак кожного класу гіпотез H_i складається з ознак, які є у переважній більшості його підкласів $H_{i,j}$. Може виконуватись і жорсткіша умова

$$S_i = \bigcap_j S_{i,j}, \quad (1)$$

де $S_{i,j}$ — ознаки класу гіпотез $H_{i,j}$.

Множина відмінностей між підкласами класу гіпотез H_i $D_i = \Delta_j S_{i,j}$ — це інформація, користуючись якою ЕС розрізняє серед класів гіпотез $H_{i,j}$ ті, які слід приймати від тих, які доцільно відхилити. В процесі логічного виведення потрібна саме ця інформація, а ознаки гіпотез та їх класів потрібні тільки для розробки, модифікації та налагодження БЗ.

Параметри класу гіпотез H_i визначаються за параметрами його підкласів, тобто

$$\vec{P}_i = \Phi_j \vec{P}_{i,j}.$$

Для вершини структури фреймів F_0

$H_0 = H = \{h_1, h_2, \dots\}$ — повна множина гіпотез S_0 — множина інформації, що описує переважну більшість гіпотез або будь-яку гіпотезу, коли виконується умова (1). Множина інформації S_0 не потрібна для роботи ЕС, але може знадобитися при доповненні БЗ.

Для найнижчого рівня ієрархії

$$H_l = \{h_n\}.$$

$D_l = \emptyset$, оскільки немає підпорядкованих гіпотез. S_l та P_l — властивості та параметри елементарної гіпотези, яку подає фрейм, що розглядається.

Отже, кожний отриманий таким чином фрейм узагальнює всю інформацію, яка стосується гіпотез, що безпосередньо складають відповідний йому клас. Тому, такий фрейм може розглядатися як одна гіпотеза, що представляє всі підпорядковані йому гіпотези, чи як частина БЗ, яка повністю описує їх.

При такій побудові БЗ на початку процесу логічного виведення ЕС розглядає гіпотези, що знаходяться на поверхні ієрархічної структури БЗ (рис. 2а). Разом ці гіпотези представляють всі елементарні гіпотези, тобто всі гіпотези початкової БЗ. Коли в ході логічного виведення ЕС відхиляється деякі гіпотези (рис. 2б), вона може перейти до детальнішого розгляду гіпотез, на користь яких вона схильється. При цьому відповідні фрейми розкриваються, тобто замінюються фреймами, що їм підпорядковані (рис. 2в). Таким чином, кожний етап процесу логічного виведення виконується для невеликої кількості гіпотез, але формує висновки щодо багатьох елементарних гіпотез.

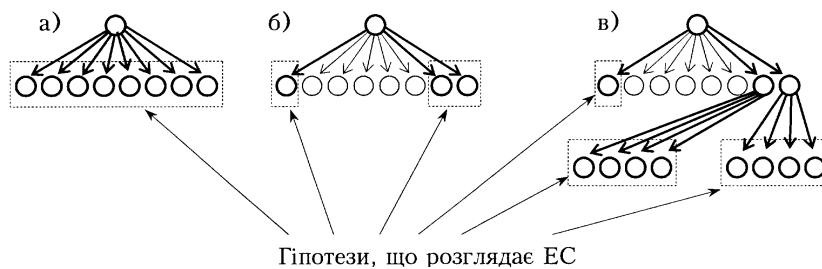


Рис. 2. Приклад використання структурованої БЗ в процесі логічного виведення

Завдяки цьому, з одного боку, зникає потреба постійно аналізувати великий обсяг інформації в процесі логічного виведення, що суттєво зменшує потребу в обчислювальних ресурсах, (за обсягом оперативної пам'яті і швидкодії більше, ніж у 100 разів у порівнянні з початковим варіантом ЕС, якщо

БЗ містить більше 1500 гіпотез). Це вирішує проблеми потреби у ресурсах комп'ютера і дозволяє реалізувати досить складну ЕС на мікроконтролері чи на комп'ютері мобільного телефону, який зв'язано з сервером бази знань, застосовувати такі ЕС у системах реального часу.

Також зникає необхідність мати безпосередній доступ до всієї бази знань. Це дозволяє підключити машину логічного виведення експертної системи до бази знань через повільний канал зв'язку та досягати прийнятної для користувача швидкодії. Наприклад, підключення через модем або мобільний телефон та Internet дає час реагування ЕС приблизно такий, який дає web browser, що використовує такий самий канал. Також це дозволяє створювати розгалужені БЗ, сумісно використовувати в одному процесі логічного виведення інформацію з різних БЗ. Це відкриває перспективу розробки глобальних ЕС, які доповнять службу Word Wide Web якісно новими можливостями.

Ієрархічна БЗ використовується в системі телемоніторингу стану організму людини [3, 4], яка

створена у Вінницькому національному технічному університеті.

Структура системи зображена на рисунку 3. Користувач системи 1 за допомогою мобільного телефону 3 та протоколів зв'язку GPRS або WAP (у стаціонарних умовах може використовуватися комп'ютер) завантажує з Web-сервера програмне забезпечення 5 користувача, яке керує процесом діагностування стану організму та прийняття рішень про способи його корекції, а також керує вимірювальними та рефлексотерапевтичними вузлами блоку діагностично-терапевтичної апаратури 2.

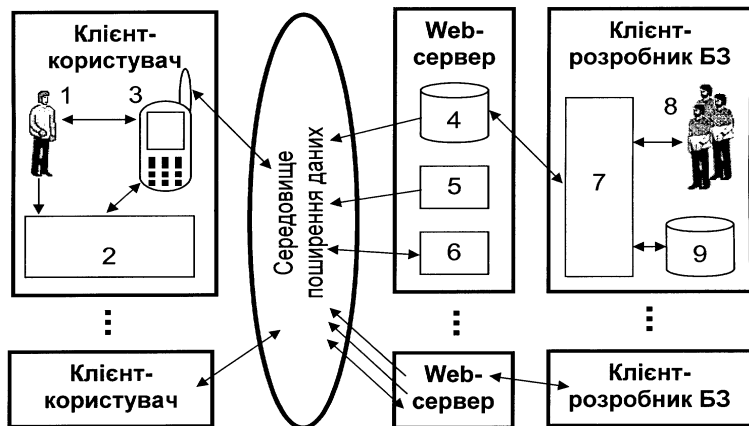


Рис. 3. Структура системи телемоніторингу та корекції стану організму людини

комп'ютера користувача недостатні для роботи деяких частин програмного забезпечення, їх функції виконує комплекс альтернативних програм 6. Користувач може одночасно використовувати різні ПБЗ, які незалежно розробляються за допомогою програм розробки ПБЗ 7 групами експертів 8, що використовують свої бази даних 9. Різні користувачі системи одночасно з загальними ПБЗ використовують спеціалізовані ПБЗ відповідно базовим медичним технологіям [1] та їх реалізації у блоках діагностично-терапевтичної апаратури. Цим блоком може бути як простий вимірювальний перетворювач параметрів біологічно активних точок, так і складний пристрій, що використовує мікроконтролер та інтерфейс BlueTuth.

Інформаційне забезпечення системи телемоніторингу [4] формується як вільно доповнюваний набір незалежних ПБЗ з ієрархічною структурою, що реалізують окремі функції системи. Також до складу системи включаються апаратно-програмні модулі з відповідними ПБЗ. За допомогою модернізованого байєсівського методу логічного виведення, ПБЗ поєднуються в єдиному процесі автоматизованого діагностування стану організму людини, прийняття рішень про спосіб його корекції та проведення контрольованого рефлексотерапевтичного впливу, що доповнює базові медичні методи принципово новими функціональними можливостями. Це дає можливості створення універсальної, швидко нарощуваної та розширюваної системи, що сумісно використовує велике різноманіття медичних методик та засобів на основі відповідних експертних знань як за методами діагностування стану організму, так за схемами лікування та препаратами.

Система забезпечує можливість проведення процесу логічного виведення без повного доступу до цілої бази знань. Вона оптимізує використання пропускну здатності каналів зв'язку, що робить економічно доцільним використання каналів передачі даних, які надаються мобільною телефонією. Система орієнтована на розміщення окремих ПБЗ на серверах їх розробників, дозволяє організувати постійне оновлення та лізинг ПБЗ і процесів обробки вимірювальної інформації. Це значно зменшує витрати на її впровадження.

Система телемоніторингу стану організму людини ґрунтується на використанні науковообґрунтованих, ефективних базових медичних технологій, які разом з тим реалізовані доступно і зрозуміло пацієнту та лікарю. Вона дозволяє кількісно, в цифрах, оцінювати стан здоров'я людини, порівнювати його до, в процесі і після проведення лікувальних процедур. Система вирішує такі важливі задачі:

— забезпечує своєчасну діагностику стану організму людини без відвідування спеціалізованих медичних закладів;

— відстежує стан пацієнта протягом здійснення лікувальних заходів та його реакцій на впливи зовнішнього середовища;

Вся інформація, що використовується для проведення діагностування стану організму, підбору лікувальних та оздоровчих впливів, керування рефлексотерапевтичними впливами тощо, зберігається в окремих предметних базах знань (ПБЗ) 4. За потребою в процесі роботи системи інформація завантажується на комп'ютер користувача (який може знаходитися у його мобільному телефоні 3), динамічно компонується до локальної бази знань (ЛБЗ) експертної системи (ЕС). У випадку, якщо можливості

— оперативно та якісно надає консультації багатьом користувачам різної кваліфікації (пацієнтам та лікарям) і забезпечує комплексний системний підхід до оцінки та корекції стану організму без залучення великої кількості спеціалістів.

Висновки

Таким чином, використання ієрархічної структури БЗ в ЕС забезпечує:

— ефективне використання технології штучного інтелекту в роботі медичної системи телемоніторингу стану організму людини;

— значне спрощення процесу розробки БЗ ЕС, її модифікації, документування та налагодження, поповнення та адаптацію БЗ ЕС до конкретних умов експлуатації та дозволяє продовжити термін експлуатації ЕС;

— ефективний аналіз причин та факторів, на основі яких ЕС приймає рішення або робить висновки, що допомагає при налагодженні ЕС досягати більшої точності проміжних та кінцевих результатів її роботи.

Всі ці фактори, разом із суттєвим зменшенням потреби в обчислювальних ресурсах, дозволяють значно підвищити економічну ефективність та розширити сферу використання системи телемоніторингу стану організму людини завдяки використанню ЕС із можливістю динамічного компонування баз знань ієрархічної структури.

Запропонований підхід до підвищення ефективності експертних систем шляхом ієрархічного структурування бази знань не залежить від методу логічного виведення, що застосовується в ЕС, але вимагає адекватного способу підготовки та представлення знань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. А. І. Власюк, В. І. Месюра, Б. А. Власюк. Автоматизована віртуальна система діагностики стану організму людини. Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2004. — № 3. — С. 75—76.
2. Джексон П. Введение в экспертные системы.: Пер. з англ.: Навч. пос. — М.: Издавничий дім «Вільямс», 2001. — 624 с.
3. Власюк А., Гнатюк В., Власюк Н. Інформаційне забезпечення віртуальної системи діагностики та корекції стану організму людини // Збірник матеріалів п'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Інтернет—Освіта—Наука—2006». — Вінниця: УНІВЕРСУМ—Вінниця, 2006. — Т. 2.
4. Роїк О., Власюк А., Гнатюк В., Власюк Н. Побудова мобільної інтелектуальної ІВС телемоніторингу стану організму людини // Сучасні проблеми мікроелектроніки, радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПМРТП—2006). Матеріали другої Міжнародної науково-технічної конференції. м. Вінниця, 16—19 листопада 2006 року — Вінниця: УНІВЕРСУМ—Вінниця, 2006. — С. 94—96.
5. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. — совместное издание «Диалектика» г. Киев и АО «И. В. К.» г. Москва, 1992. — 536 с.

Рекомендована кафедрою інформаційного менеджменту

Надійшла до редакції 5.05.07
Рекомендована до друку 13.05.07

Роїк Олександр Мітрофанович — завідувач кафедри інформаційного менеджменту; **Гнатюк Віталій Вікторович** — провідний інженер комп'ютерного інформаційно-видавничого центру; **Власюк Наталя Анатоліївна** — студентка Інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

Вінницький національний технічний університет