

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ТРАВМАТОЛОГІЧНОГО ПУНКТУ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ

© Батюк А., 2006

Оглянуто інформацію з літературних джерел щодо порівняно нового, але популярного напрямку в галузі інформаційних технологій, а саме медичних інформаційних систем. Описано рівні комп'ютеризації стосовно медичних інформаційних систем, наведено завдання та вимоги до систем цього класу, а також модель такої системи. Показано необхідність і доцільність створення інформаційно-аналітичної системи для травматологічного пункту лікарні швидкої допомоги.

This article provides a review of several resources on a relatively new but popular IT field like medical information systems. Different levels of computerization in regard to medical information systems have been described. Here you can find the specifications and requirements for this kind of systems, and a reference implementation of such a system. In this article we have justified a need for this type of system in a traumatologic department of a hospital.

Вступ

Стрімкий розвиток сучасних інформаційних технологій стимулює розвиток новітніх підходів в усіх галузях людської діяльності, зокрема і в медицині. Це стосується створення медичних інформаційних систем, експертних систем та баз даних, стандартизації медичної інформації та ведення електронної історії хвороби, формування медичних інформаційних мереж.

Сьогодні досить інтенсивно розвиваються локальні медичні інформаційні системи та мережі, зокрема широко застосовуються в практиці медицини комп'ютеризовані історії хвороби і системи класифікації термінів [1–3].

Розвиток інформаційних технологій і сучасних комунікацій, поява в клініках великої кількості автоматизованих медичних приладів, комп'ютерних систем і окремих комп'ютерів привели до значного поширення в клініках медичних інформаційних систем, причому як у великих медичних центрах з великими потоками інформації, так і в медичних установах середніх розмірів і навіть у невеликих клінічних відділеннях.

Сучасні інформаційні технології дають можливість об'єднання електронних історій хвороб з архівами медичних зображень і фінансовою інформацією, даними моніторингу з медичних приладів, результатами роботи автоматизованих лабораторій і систем стеження [4, 5].

Можна виділити п'ять рівнів комп'ютеризації стосовно медичних інформаційних систем.

Перший рівень – це автоматизовані медичні записи. Цей рівень характеризується тим, що тільки близько половини інформації про пацієнта вносять до комп'ютерної системи і в різному вигляді видають її користувачам у вигляді звітів. Іншими словами, така комп'ютерна система є деяким автоматизованим оточенням навколо “паперової” технології ведення пацієнта. Такі автоматизовані системи переважно охоплюють реєстрацію пацієнта, витяги, внутрішньолікарняні переведення, діагностику, призначення та проведення операцій, фінансові питання.

Другий рівень – це системи комп'ютеризованого медичного запису. На цьому рівні розвитку до систем електронного збереження зображень вносять інформацію діагностичних приладів у вигляді роздруків, скенограм, томограм тощо.

Третій рівень – це впровадження електронних медичних записів. У цьому випадку в медичній установі має існувати відповідна інфраструктура для введення, оброблення й збереження інформації з усіх робочих місць. Користувачі повинні бути ідентифіковані системою, їм надають право доступу відповідно до їхнього статусу. Структуру електронних медичних записів визначають згідно з можливостями комп'ютерного оброблення.

Четвертий рівень – системи електронних медичних записів. На цьому рівні записи про пацієнта мають набагато більше джерел інформації. У них міститься уся відповідна медична інформація про конкретного пацієнта, джерелами якої можуть бути як одна, так і декілька медичних установ. Для такого рівня розвитку необхідна загальнодержавна чи інтернаціональна система ідентифікації пацієнтів, єдина система термінології, структури інформації, кодування тощо.

П'ятий рівень – це електронний запис про здоров'я. Така система відрізняється від системи електронних записів про пацієнта існуванням практично необмежених джерел інформації про здоров'я пацієнта. З'являються відомості з галузей нетрадиційної медицини, поведінкової діяльності (паління, заняття спортом, користування дієтами тощо).

Постановка задачі та аналіз вимог до системи

У кожній медичній установі, зокрема і в травмпунктах зіштовхуються з проблемою ведення облікової та звітної документації за різними аспектами [6]. Первинний облік, оброблення та аналіз цієї інформації є істотним додатковим навантаженням на медичний персонал. Як правило, інформація дублюється. За відносно короткий період часу такі установи накопичують величезні обсяги даних, в яких важко орієнтуватися і які важко обробляти традиційним “ручним” способом. Не менш важливою проблемою є малоінформативні (“німі”) архіви. Відпрацьовані історії хвороб, акти експертиз довгий час можуть зберігатися без повторного їх затребування. Між тим у багатьох країнах архіви не просто працюють, а є важливим інструментом як теорії, так і практики. Виходом з такої ситуації є використання комп'ютеризованих інформаційно-аналітичних систем, адже дуже часто люди (пацієнти, лікуючі та консультуючі лікарі, представники преси, владних структур та інш.) прагнуть швидко отримати необхідну інформацію.

У результаті аналізу літературних джерел і ринку програмних засобів в Україні та країнах СНД [1, 3] не виявлено систем, які могли б оперативним розв'язувати такі задачі. Отже, розробка і створення методів, алгоритмів та апаратно-програмних засобів для інформаційної підтримки, супроводу, аналізу і прогнозування наслідків лікувальних міроприємств є сьогодні надзвичайно актуальною задачею.

Метою роботи є побудова інформаційно-аналітичної системи, що являє собою апаратно-програмний комплекс, до функцій якого входить забезпечення надійного збереження інформації у пам'яті комп'ютера, виконання необхідних (притаманних цій предметній галузі) перетворень інформації та обчислень, надання користувачам дружнього (зручного та легко освоюваного) інтерфейсу. Обсяг інформації, який потрібно обробляти, є досить великий, а сама інформація має доволі складну структуру.

Відповідно до поставленої мети система має сприяти вирішенню таких завдань:

- 1) запобігання втратам істотних і вагомих інформаційних даних та відомостей, необхідних для прийняття обґрунтованих лікарських рішень;
- 2) запобігання старінню і втратам інформації, що надавало би можливість керівництву (провідним спеціалістам) своєчасно втручатися й коригувати дії підлеглих;
- 3) проведення комплексного фундаментального аналізу та оптимізації діяльності травматологічного пункту як структурного підрозділу медичної установи;
- 4) підготовка матеріалів для прийняття управлінських рішень необхідною кількістю обґрунтованих аналітичних показників, розрахованих в єдиному інформаційному просторі, за єдиними методиками;
- 5) запобігання невиправданому дублюванню інформаційної роботи різними структурними підрозділами медичної установи, яке спричиняє суперечливість висновків і в багатьох випадках – невисоку достовірність інформаційних продуктів;

- б) забезпечення необхідною інформацією керівників підрозділів для правильного оцінювання ними своєї роботи в загальній структурі діяльності установи; для можливості порівняння своїх підрозділів з аналогічними структурами в інших установах, для повноцінного і грамотного користування загальною внутрішньою інформацією установи.

Для виконання сформульованих завдань система повинна відповідати таким вимогам:

- вести облік пацієнтів, зберігаючи прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи, способи і час доставки, прізвище лікаря, типи і види травм, діагнози тощо;
- зберігати інформацію про лікарів – посада, спеціальність, телефон, адреса тощо;
- мати змогу швидкого пошуку лікарів і пацієнтів за певними критеріями;
- створювати різного типу звіти та довідки;
- звіти і довідки повинні формуватися на базі певних шаблонів, які некваліфікований користувач може створювати самостійно;
- бути гнучкою і легкою в роботі;
- бути зручною в модифікації та вдосконаленні згідно з побажаннями замовника;
- мати різні ступені доступу до інформації;
- не вимагати великих апаратних ресурсів;
- підтримувати роботу з мережею.

В основу концепції побудови цієї системи було покладено такі базові принципи:

1. Гнучка навігація базою даних з метою генерації нерегламентованих запитів і подання результатів у вигляді різних звітів, а також, у разі потреби, відображення їх через геоінформаційний інтерфейс на топологічній основі.
2. Багатомірний аналіз даних, що дає змогу організувати агреговану інформацію з бази у вигляді гіперкубічної моделі та забезпечити її зручний перегляд і аналіз, включаючи формування табличних звітів, діаграм ділової графіки, розфарбованих певним чином карт. При цьому в осередках гіперкуба зберігаються числові значення агрегованих показників, а вимірювання дають змогу упорядкувати дані відповідно до хронологічної, географічної й іншої класифікації на основі довідників бази.
3. Пошук залежностей у накопиченій інформації на основі алгоритмів інтелектуального аналізу даних.

Модель системи

Для моделювання системи було використано засоби мови UML. Модель системи фактично складається з трьох моделей, які характеризують систему з трьох різних точок зору.

1. **Модель станів (state model)**, яка відображає статичний стан системи, — це модель вимог до даних. Модель станів відображає структури даних і відношення між ними. Основний метод візуалізації моделі станів полягає у використанні діаграми класів.
2. **Модель поведінки (behavior model)**, яка відображає систему з погляду виконуваних нею операцій, — це модель функціональних вимог. Модель поведінки подає бізнес-транзакції, операції та алгоритми над даними. Моделі поведінки подають за допомогою діаграм прецедентів, послідовності, кооперації або видів діяльності.
3. **Модель зміни станів (state change model)**, яка відображає систему в динаміці, — це модель еволюції об'єктів в часі. Модель зміни станів подає можливі зміни станів об'єкта (де під станом об'єкта розуміють поточні значення атрибутів та асоціативних зв'язків з іншими об'єктами). Основний метод візуалізації моделі зміни станів полягає у використанні діаграми станів.

Модель станів проілюстровано на діаграмі класів (рис. 1).

На діаграмі класів відображено класи системи і взаємозв'язки між ними. На етапі аналізу було виділено такі класи:

- Pacient, де містяться дані про пацієнта.
- Vlad_Struct – державна установа.

- Hospitalized – місце госпіталізації пацієнта.
- Delivered_By – спосіб доставки пацієнта.
- Insurance_Company – страхова компанія.
- Analis – аналізи, проведені у травмпункті.
- Privivka – щеплення, проведені у травмпункті.
- Region – район міста, де проживає пацієнт.
- Travma_Kind – вид травми.
- Medicament – медикамент.
- Treat_Measure – лікувальний захід.
- Accedent_Time – час, коли трапився випадок.
- Instrument – інструмент.
- Diagnos – діагноз.
- Travma_Type – тип травми.
- Med_Personal – інформація про медичного працівника.
- Doc_Post – посада медичного працівника.
- Doc_Speciality – спеціальність медичного працівника.

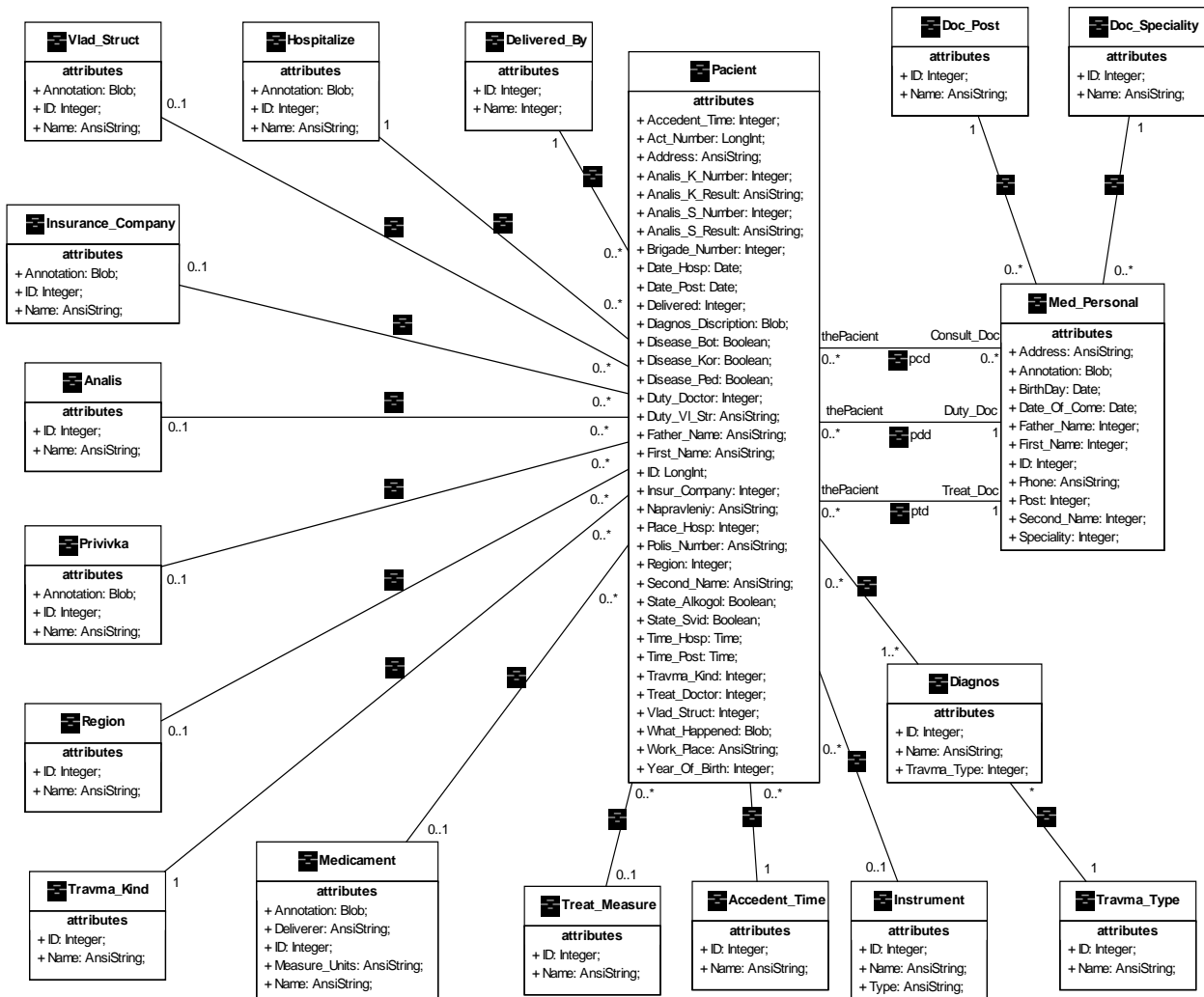


Рис. 1. Діаграма класів

Модель поведінки системи проілюстровано на діаграмі прецедентів (рис. 2). На цій діаграмі відображено варіанти використання системи. Було виділено три суб'єкти: оператор набору, лікар

травмпункту, завідувач травмпункту. Оператор – це людина, яка вводить дані та редагує їх. Лікар може здійснювати пошук пацієнтів, які його цікавлять, вносити уточнення до історії хвороби пацієнта. Завідувач травмпункту може створювати звіти.

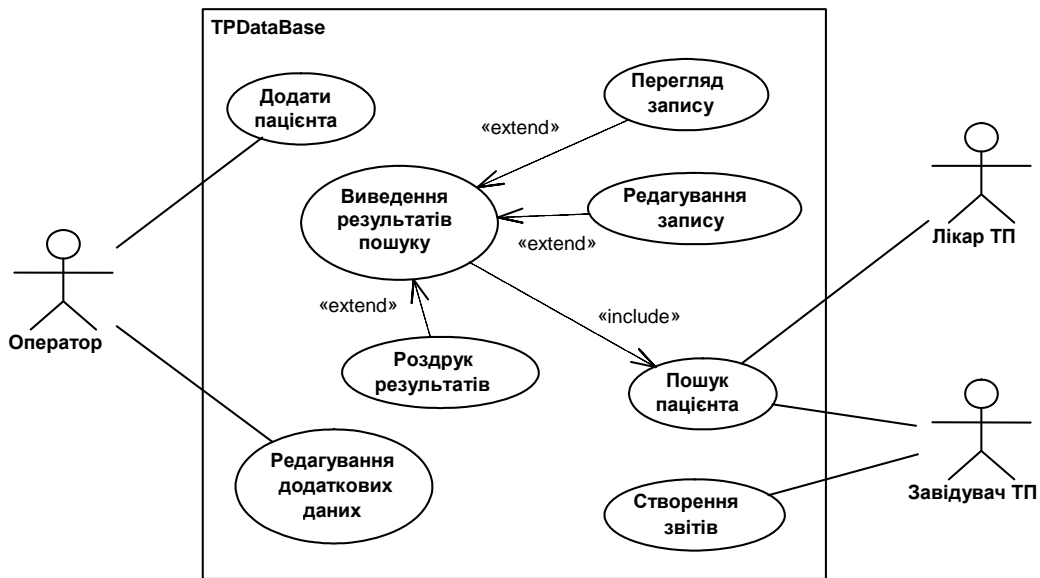


Рис. 2. Діаграма прецедентів

Діаграми кооперації для прецедентів “Створення звітів” і “Пошук пацієнта” показано на рис. 3а і 3б відповідно. Діаграми для решти прецедентів не наводять, тому що характеризують взаємодію тільки двох об’єктів, яку вже відображено на діаграмі прецедентів.

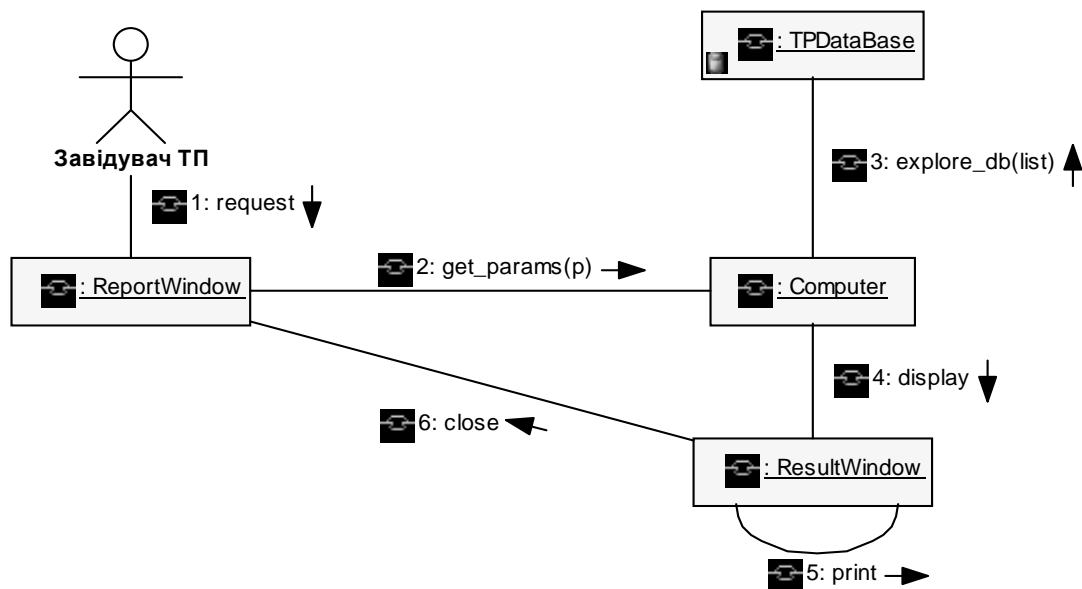


Рис. 3а. Діаграма кооперації для прецеденту “Створення звітів”

Для зручності прецеденти розбивають на пакети. На рис. 4 показано діаграму пакетів прецедентів. Кожен пакет є підсистемою створюваної системи. Підсистема є поняттям абстрактним і на етапі реалізації пакети можна трактувати як програмні модулі, бібліотеки функцій тощо. Створювану систему розбито на чотири підсистеми:

- Search – підсистема пошуку в базі даних.
- Working with Record – підсистема роботи із записами таблиці Pacient.

- Additional Data – підсистема роботи з даними решти таблиць.
- Reports – підсистема створення звітів.

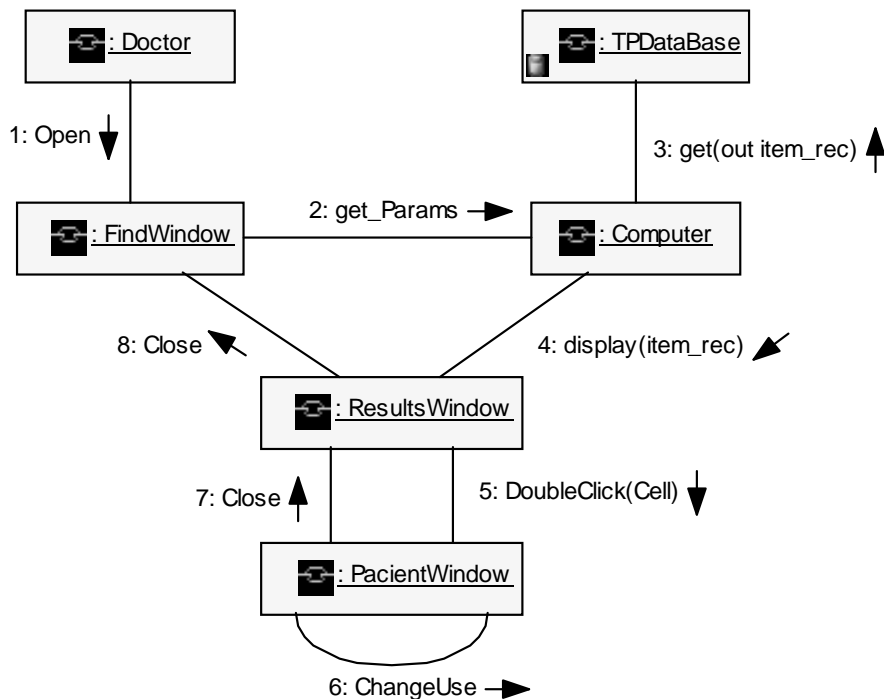


Рис. 3б. Діаграма кооперації для прецеденту “Пошук пацієнта”

Пакети зв’язані між собою відношеннями залежності, причому допускаються відношення між двома пакетами, двома прецедентами, а також пакетом і прецедентом. Як видно з діаграми, прецеденти було дещо деталізовано (що допускається при переході з етапу аналізу на етап проектування). Прецедент “Створення звітів” було розбито на два – “Звіт”, “Діаграма”. Прецедент “Пошук” – розбито на “Швидкий пошук”, “За критеріями” та “За неповним збігом”.

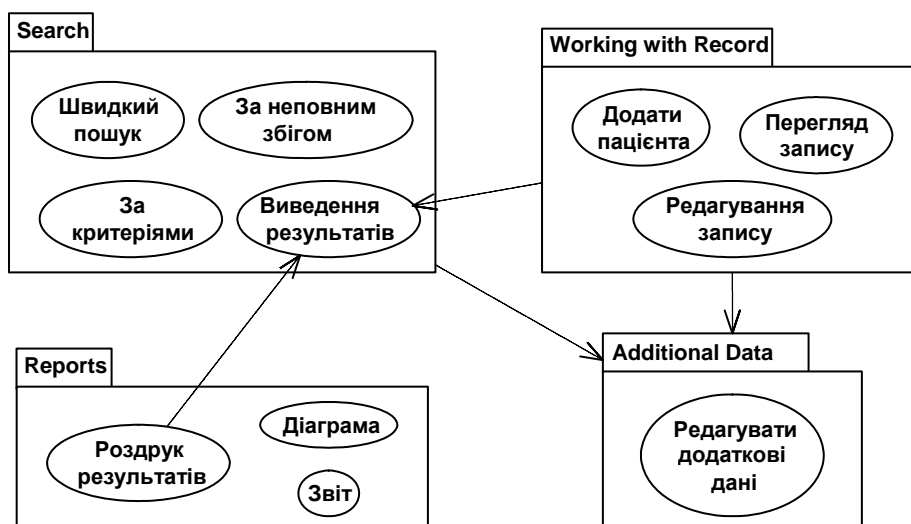


Рис. 4. Діаграма пакетів прецедентів

Модель зміни станів проілюстровано на діаграмі станів (рис. 5), яка відображає навігацію вікнами створюваного програмного ужитку.

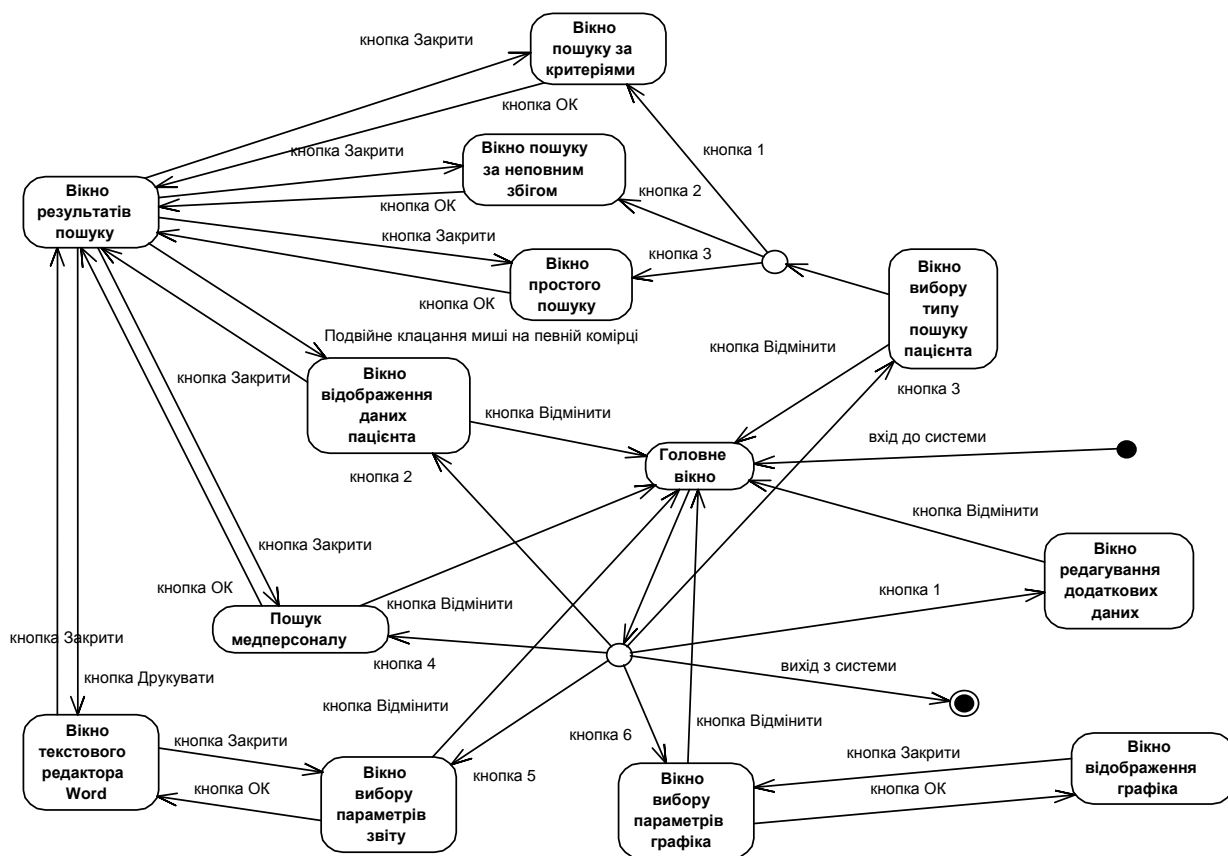


Рис. 5. Навігація вікнами системи (діаграма станів)

Розробка GUI-інтерфейсу

Структура бази даних схожа на діаграму класів. В ній кожна таблиця відповідає певному класу з діаграми класів, однак з метою оптимізації роботи і економії дискового простору було введено додаткові проміжні таблиці.

У програмі реалізовано всі прецеденти. Для оптимізації роботи з інформацією про медичних працівників було введено додатковий прецедент “Пошук медперсоналу”. Для пошуку було визначено такі параметри: прізвище, ім’я, по батькові, посада, спеціальність, дата народження та період поступлення на роботу. Можна обрати один або більше параметрів – пошук буде відбуватися за всіма обраними параметрами, при чому буде вимагатися відповідність запису усім зазначеним параметрам. Реалізоване вікно цього прецеденту зображено на рис. 6.

Простий пошук пацієнта має схожий вигляд (рис. 7).

Розширений пошук пацієнта має дещо інший характер. Фактично це відбір сукупності пацієнтів, які мають деякі спільні ознаки. Критерії пошуку такі: спосіб доставки, вид травми, тип травми, лікуючий лікар, черговий лікар, повідомлення органам влади, скерування, лікувальні заходи, щеплення, район проживання, аналіз крові на етанол, аналіз сечі на етанол, стан без свідомості, стан алкогольного сп’яніння. Всі критерії, крім чотирьох останніх, мають списки можливих значень, з яких вибирається потрібне. Можна організувати пошук за будь-якою кількістю ознак. Завжди функціонують критерії періоду поступлення та вікової категорії пацієнта, які знаходяться в лівій частині вікна. Вікно розширеного пошуку пацієнта зображене на рис. 8.

Прецедент “Пошук за неповним збігом” (рис. 8) організує пошук пацієнта за прізвищем, причому прізвище може бути записане не повністю. Цей прецедент є дуже корисним у випадку, якщо прізвище пацієнта було записане з помилкою і “Швидкий пошук” не дав результатів. Результати пошуку в цьому прецеденті охоплюють всіх пацієнтів, прізвище яких збігається із введеним на задану кількість відсотків. Ступінь збігу (кількість відсотків) вказують в одноймен-

ному полі. За допомогою цього варіанта пошуку пацієнтів, в прізвищах яких допущені помилки, можна виявити, а помилки – виправити. Результати пошуку виводяться у список в нижній частині вікна. Треба зазначити, що цією опцією не можна зловживати, оскільки вона вимоглива до системних ресурсів і за великого обсягу даних може обробляти запит тривалий час. З цього приводу було введено ще дві ознаки – рік народження і дата поступлення пацієнта, які обмежують кількість записів для порівняння.

Рис. 6. Вікно пошуку медперсоналу

Рис. 7. Вікно простого пошуку пацієнта

Рис. 8. Вікно розширеного пошуку пацієнта

Система містить три типи звітів: звіт за видами і типами травм, дані про пацієнтів, графічний звіт (рис. 10–14). Перший звіт відображає кількість пацієнтів щодо кожного виду травми із зазначенням, до якої категорії належав поставлений діагноз. Вхідні дані — період поступлення пацієнтів

та їхня вікова категорія. Оскільки час створення звіту може бути тривалим, процес його створення відображається на індикаторі.

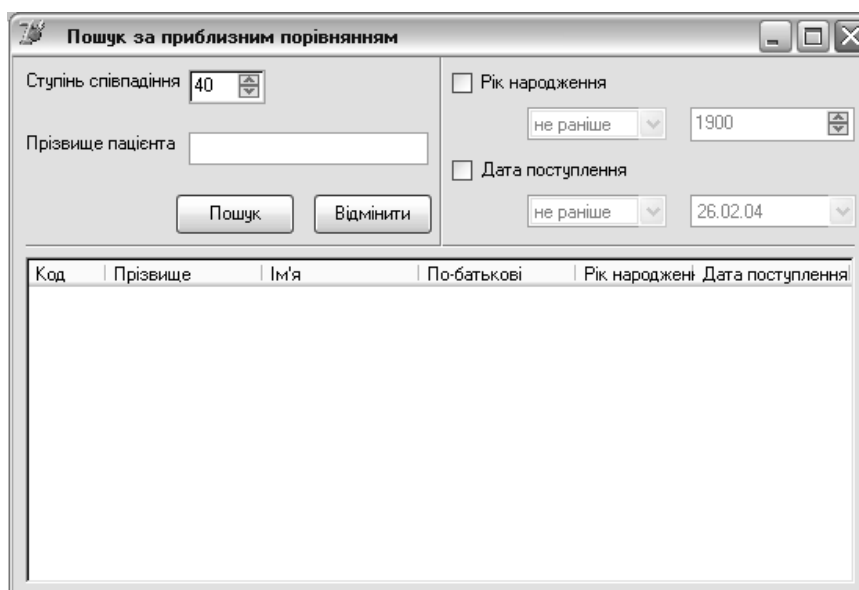
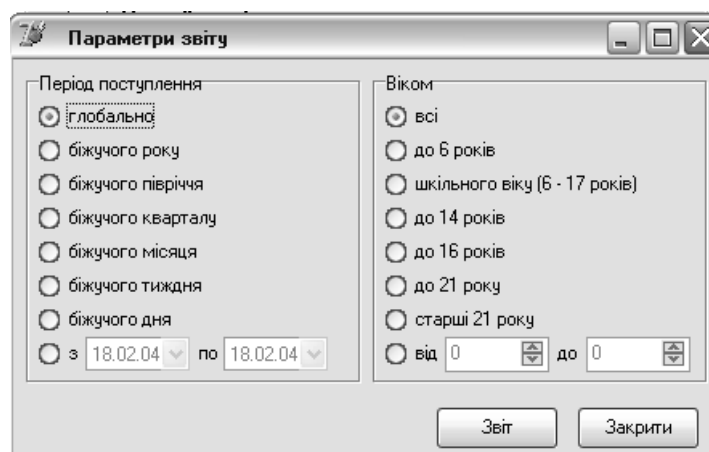
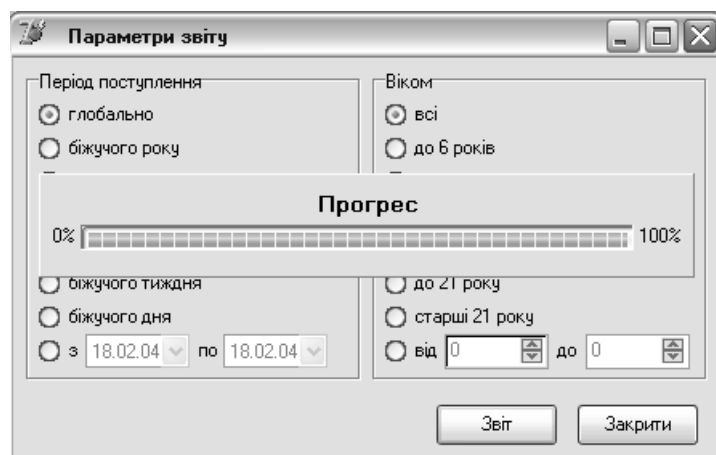


Рис. 9. Вікно пошуку за неповним збігом



а



б

Рис. 10. Створення звіту:
а – вікно “параметри звіту”; б – вікно “створення звіту”

Приклад створеного звіту показано на рис. 11.

ЗВІТ

Види травм	Всього	Автомобільні	Виробничі	Вуличні	Кримінальні	Побутові	Спортивні	Шкільні
Переломи черепа, хребта, тулуба	2533	250	0	844	357	865	131	80
Переломи кісток в/кінцівок	0	0	0	0	0	0	0	0
Переломи кісток н/кінцівок	0	0	0	0	0	0	0	0
Звихи	0	0	0	0	0	0	0	0
Розтяг зв'язок	0	0	0	0	0	0	0	0
Струс головного мозку	0	0	0	0	0	0	0	0
Рани	0	0	0	0	0	0	0	0
Забіти	0	0	0	0	0	0	0	0
Опіки	0	0	0	0	0	0	0	0
Очна травма	0	0	0	0	0	0	0	0
Всього	2533	250	0	844	357	865	131	80

Рис. 11. Звіт, створений в середовищі Word 2000

Графічний звіт має такі самі вхідні дані, як і попередній, але додатково вказують, яку ознаку треба відобразити графічно (рис. 12).

Рис. 12. Вікно "Параметри графіка"

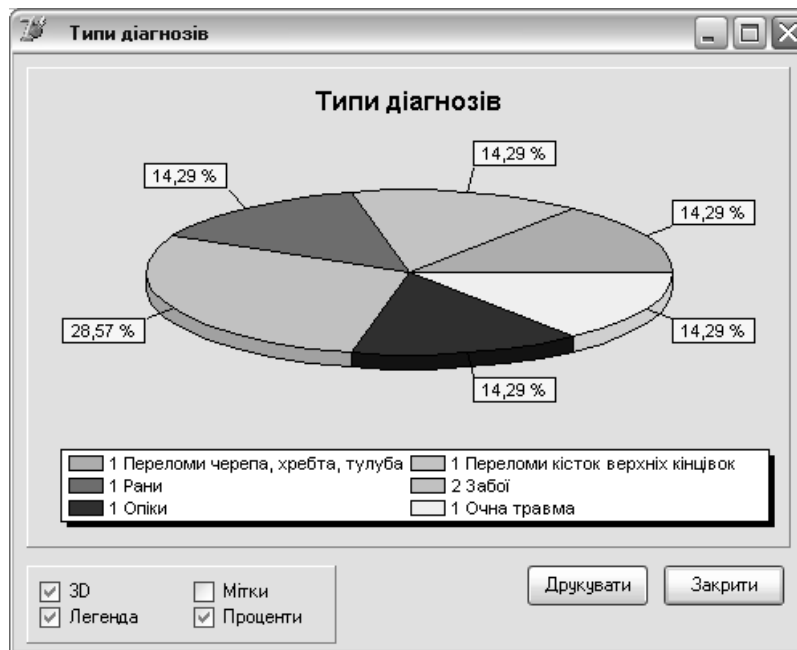


Рис. 13. Результат оброблення запиту за ознакою "тип травми"

Дані про пацієнтів можна роздрукувати, обравши функцію "Створити звіт" у вікні результатів пошуку. Воно зображене на рис. 14.

Номер	Прізвище	Ім'я	По-батьксь
2	Комов	Олександр	Степанов
1	Толкушин	Віктор	Юрійович
3	Садовий	Ярослав	Олегович

Рис. 14. Вікно "Результати пошуку"

У разі подвійного клацання миші на записі з'являється вікно даних пацієнта. Оскільки даних про пацієнта вводять доволі багато, їхнє введення розбите на сторінки, для переходу на які натискають на відповідний корінець. Вікно "Дані пацієнта" показане на рис. 15. Під час введення нового пацієнта всі поля пусті, крім полів *Номер пацієнта*, *Дата поступлення* і *Час поступлення*. Їм значення присвоюються автоматично.

Для редагування додаткових таблиць призначене вікно "Адміністратор". У цьому вікні проводяться всі операції над даними допоміжних таблиць (рис. 16).

Рис. 15. Вікно “Дані пацієнта”

Номер	Назва
1	Головний лікар
2	Лікар
3	Медбрат

Рис. 16. Вікно “Адміністратор”

Висновок

Зростаючі об’єми інформації, поява нових діагностичних і лікувальних технологій вимагають принципово інших підходів до оброблення та інтерпретації даних, можливості накопичення, зберігання та використання досвіду кваліфікованих спеціалістів. Відповідно для наукових досліджень у медицині вже зовсім недостатньо використовувати стандартні набори статистичних методів для опрацювання накопиченого матеріалу. Потрібно розробляти і застосовувати нові

універсальніші інструменти та технології з можливістю гнучкої постановки задач [7–9]. Системи, створювані за такими технологіями, мають володіти великою інформаційною ємністю і завадостійкістю, потребувати малого часу на розроблення, мати здатність до застосування в різних галузях медицини та біології. Такими системами могли б бути системи, здатні налаштовуватися на розв'язання задач.

1. <http://misbook.interin.ru/rus.pdf>. 2. <http://misbook.interin.ru/eng.pdf>. 3. <http://www.microsoft.com/Ukraine/Government/Health/Default.msp>. 4. <http://www.likar-info.com>. 5. <http://www.med-tech.com.ua>. 6. Батюк А.Є., Пасєка М.С., Шимбра Т.П. Розробка інформаційно-аналітичної системи для лікарні швидкої допомоги // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1999. – № 380. – С. 61–68. 7. Батюк А.Є., Чоп'як В.В., Цмоць І.Г., Леськів М.В., Кирик В.Ю. Інформаційна система автоматизації діяльності медичного центру клітинної імунології та алергології // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць ІПМЕ НАН України. – 2002. – Вип. 14. – С. 175–182. 8. Батюк А.Є. Автоматизація та інтелектуалізація інформаційної підтримки лікаря клініко-діагностичної лабораторії // Інформаційні технології та системи: Наук.-техн. журн. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 11–16. 9. Батюк А.Є. Застосування інтелектуальних технологій при виявленні знань і прогнозуванні в медицині // Інформаційні технології та системи: Наук.-техн. журн. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 114–119.

УДК 621.382

Р. Базилевич, Р. Кутельмах

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра програмного забезпечення

АЛГОРИТМИ ДИНАМІЧНОГО ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ РОБОЧОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА З КЛАСТЕРНИМ РОЗПОДІЛОМ ТОЧОК

© Базилевич Р., Кутельмах Р., 2006

Описано алгоритми формування математичної моделі робочого поля для задачі комівояжера з кластерним розподілом точок, що дають змогу істотно зменшити розмірність задачі. Кластери формуються з груп точок, які знаходяться в близькому оточенні. Модель робочого поля подають множиною сформованих кластерів.

The algorithms of forming the model of the area for clustered TSP, that allow substantially decrease the size of the problem, are described. Clusters are formed from the groups of neighboring points. The model of the area appears as a set of the clusters.

Вступ

Однією з базових задач комбінаторної оптимізації, що має широке прикладне застосування, є задача комівояжера. Характерною особливістю сьогодення є істотне зростання її розмірності (до мільйонів точок), а також наявність часткових задач зі специфічними властивостями. Це – динамічні транспортні задачі, особливістю яких є поява нових точок обслуговування в процесі реалізації заданого маршруту; системи за викликом (швидка допомога, кур'єрська, пожежна служби, таксі), системи з часовими вікнами, системи постачання та інші. Вони потребують розроблення спеціальних алгоритмів, які б забезпечували отримання якісних результатів в режимі реального часу. В зв'язку з цим актуальним є розроблення ефективних декомпозиційних алгоритмів для задачі комівояжера, які б забезпечили отримання якісних розв'язків для задач великих розмірностей.