

ваного. Досягнути цього можна, підбираючи виміри так, щоб відхилення протягом кожної години були мінімальними. Якщо проінтегрувати кожен вимір протягом години і порівняти його з показами телевимірів за цю ж годину, то можна визначити відхилення кожного виміру від показів лічильника. Якщо вибрати для роботи регулятора виміри, які дають мінімальний баланс похибок, то досягнемо найкращих результатів регулювання (за точністю). Маніпулюючи пріоритетами вимірів на регуляторі (регулятор завжди використовує вимір з вищим пріоритетом), досягнемо кінцевої мети.

1. Ивахненко О.Г.: Метод группового учета аргументов – конкурент метода стохастической аппроксимации // Автоматика. – 1968. – №3. 2. Аксенова Т.Т., Юрачковський Ю.П. Характеризация несмещенной структуры и условия ее J-оптимальности // Автоматика. –1988. – №4. 3. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – К.: Техника, 1975. 4. Ивахненко А.Г.: Моделирование сложных систем. Информационный подход. – К.: Высшая школа, 1987. 5. Рекомендации: Предварительные эксплуатационные опыты перед началом прямого подключения новых сетей к объединенной энергосистеме УСРТЕ. – Варшава, 1997. 6. Stepien M., Mrowiec M., Mazurek P. Описание центрального Регулятора для Острова Буриштын. Wroclaw, Instytut Automatyki Systemow Energetycznych – December 1997. 7. Cichosz J., Gorski M. Техническая документация центрального Регулятора Острова Буриштын. – Wroclaw, Instytut Automatyki Systemow Energetycznych – March 1999.

УДК 004.622

Є.Я. Лещинський

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ТА ПОДАННЯ ІЄРАРХІЧНО ОРГАНІЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ІМУНОЛОГІЧНИМИ ПАЦІЄНТАМИ

© Лещинський Є.Я., 2004

Розглянуто проблематику створення інформаційної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для предметної галузі з ієрархічною організацією інформації. Задача розглядається на прикладі імунологічних досліджень при скринінговому обстеженні пацієнтів. Значну увагу приділено етапам збирання інформації та її подальшого подання. Проаналізовано реальні дані, отримані з анкет спостереження за пацієнтами. Запропоновано варіант практичної реалізації моделі збирання даних, яка враховує специфіку ієрархічної організації інформації у досліджуваній предметній області.

Problems of creation the informational intellectual system for decision-making support for objective sphere with hierarchical structure of the information are considered. The problem is investigated on immunological observation during examining of patients. Meaningful attention is paid for phase of gathering the information and it's further representation. Analysis of the real data obtained from questionnaire of observation for patients is done. Practical achievements of the model of gathering the data, which take into consideration features of hierarchical structure of the information in concerned sphere, are offered.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Створення інформаційної системи, що стосується тієї чи іншої сфери життя людини або її діяльності, починається з етапу опису та моделювання предметної області. Складовою цього процесу є подання об'єктів та понять реального світу у формі, що, з одного боку, відповідає дійсності,

а з іншого — є зручною для маніпулювання. Отже, одним із завдань інформаційної системи є відображення даних у вигляді, характерному для досліджуваної предметної галузі. Остання, в свою чергу, може змінюватись в дуже широких межах. Зокрема, важливе місце у житті людини посідають ієрархічно організовані дані та робота з ними. Структура таких даних характеризується специфікою відношень її елементів, а саме, особливостями наслідування та підпорядкованості між елементами ієрархії. Тому при створенні інформаційної системи для предметної галузі, що характеризується вказаними особливостями, важливим питанням, якому слід приділити увагу, є питання збереження не лише даних, але й їх структури.

У статті розглянуто деякі загальні проблеми створення інформаційної системи, зорієнтованої на специфіку інформації, яка використовується при обстеженні імунологічного пацієнта. Значну увагу приділено етапу створення та модифікації такої інформації, пропонується також варіант практичної реалізації збирання та збереження даних у предметних галузях з ієрархічною організацією інформації.

Аналіз останніх досліджень

Сьогодні значно поширеною є технологія реляційних баз даних. Проте в середині 80-х років минулого століття в зв'язку з появою нових задач обробки даних, відмінних від тих, які характерні для систем реляційних баз даних, починається розробка систем об'єктно-орієнтованих баз даних (ООБД) [7]. Об'єктно-орієнтовані бази даних надають можливість визначати нові абстракції, які можуть відповідати структурам даних, що вимагаються у складних задачах, і керувати реалізацією таких абстракцій. Для досліджуваної предметної галузі характерні складні за структурою об'єкти. Створення відповідної інформаційної системи для маніпулювання такими об'єктами реалізує об'єктно-орієнтовані принципи підходу до моделювання предметної галузі.

Цілі статті

У цій праці наводяться результати вирішення таких задач:

- 1) огляд особливостей досліджуваної предметної галузі;
- 2) вивчення специфіки процесу збирання інформації, побудова відповідної моделі та її практична реалізація;
- 3) розгляд способу подання ієрархічної інформації.

Основний матеріал

Загальні проблеми побудови інформаційної системи

Проектована інформаційна система має виконувати такі завдання:

1. *Накопичення інформації.* Лікар збирає та накопичує дані, які є сукупністю відомостей про пацієнтів: це об'єктивні дані про їх стан здоров'я, скерування та діагнози медичних установ, результати обстежень, аналізів тощо. Виникає проблема якомога повного отримання та збереження інформації.

2. *Видобування знань.* Зібрана інформація містить знання у формі прихованих закономірностей, які використовуються для отримання та накопичення нових знань.

3. *Підтримка прийняття рішень.* Лікар робить висновок про стан здоров'я хворого і призначає лікування, тобто *приймає рішення* на основі об'єктивних даних та знань.

Отже, інформаційна система для автоматизації подібної діяльності має містити елементи, які б відображали вказані аспекти.

Життєвий цикл інформації починається створенням, тому далі приділимо увагу саме цьому етапу. Отже, відомості про пацієнта можна отримати і попередньо систематизувати, заповнивши відповідну анкету. Як правило, такі анкети складаються фахівцями, які при цьому спираються на лікарську практику або на нормативні документи, затверджені відповідними державними органами. Наприклад, сьогодні класифікація імунологічних захворювань визначена у міжнародній класифікації хвороб (МКХ-10). Існує можливість перегляду і зміни існуючих положень у класифікації.

Зміна останньої, в свою чергу, призведе до зміни форми, в якій дані необхідно отримати (хоча зміст інформації може не зазнати змін). Фактично це означає зміну структури анкети. Підкреслимо також, що збережені дані як носії інформації також повинні дозволяти змінювати їх структуру відповідно до нових вимог. Описані проблеми можуть торкатися не лише етапу збирання інформації, з чого випливає висновок, що спроектована інформаційна система в будь-який момент часу має здійснювати покладені на неї функції і дозволяти при цьому змінювати її структуру.

Огляд реальної анкети

Джерелом інформації в досліджуваній предметній галузі є заповнені анкети обстеження пацієнтів. Фрагмент анкети, з якою доводиться працювати лікарю-імунологу в процесі збирання відомостей про пацієнта, наведений на рис. 1. Наше завдання полягає у створенні засобів введення та перетворення інформації з її первісного вигляду у форму, яка б враховувала відношення між даними.

| Імунологічна карта скринінгового спостереження хворого № | | (дня) № | (лікаря) |
|--|---|--|---|
| 1. Дата | 2. Прізвище, ім'я | 3. Дата народження | 4. Стать ж/м |
| 5. Адреса | 6. Первинний | 7. Повторний | 8. Амбулаторний |
| 9. Міжкабінетний | 10. Стационар | 11. Скерування +/- | 12. Установа |
| 13. Лікар | 14. Діагноз при скеруванні +/- | 14а. Антенатальний анамнез +/- | 15. Розвиток в дитинстві +/- |
| 16. Шкідливі звички +/- | 17. Соціальний анамнез +/- | 18. Побутовий анамнез +/- | 19. Професійний анамнез +/- |
| 20. Екологічний анамнез +/- | 21. Алергічний анамнез +/- | 22. Вакцинальний анамнез +/- | 22а. Генетичний анамнез +/- |
| 23. Епідеміологічний анамнез +/- | 24. Терапевтичний анамнез +/- | 25. Хірургічний анамнез +/- | 26. Гострі невідкладні стани +/- |
| 27. Кліматичний анамнез +/- | 28. Скарги +/- | 29. Симптоми імунопатології +/- | 30. Симптоми інших систем, органів +/- |
| 30а. Загальні лабораторні показники +/- / не проводилось | 31. Імунологічні показники крові +/- / не проводилось | 32. Імунологічні показники секретів +/- / не проводилось | 33. Імунологічні показники in vivo +/- / не проводилось |
| 33а. Інструментальні дослідження +/- / не проводилось | | | |

Рис. 1. Фрагмент анкети, яка заповнюється при імунологічному обстеженні пацієнта

Наведемо вимоги до заповнення даної анкети.

1. Деякі пункти вимагають введення відповідного значення: наприклад, пункти “Дата”, “Прізвище, ім'я”, “Дата народження”.

2. Внаслідок того, що анкети можуть заповнюватися різними лікарями або одним лікарем в різні моменти часу, формат введених даних може відрізнитися: наприклад, “2004-10-12” та “12/10/2004” для пункту “Дата”, “Львів” та “м. Львів” для пункту “Адреса”. Крім того, внаслідок дії людського фактора при введенні даних можлива помилка: наприклад, “Лвів” або “Львов”. У будь-якому випадку це призводить до появи нового значення у множині можливих значень конкретного пункту анкети, що може ускладнити майбутній пошук та індексацію даних.

3. Частина пунктів анкети вимагає вибору лише одного значення серед декількох можливих: наприклад, пункти “Первинний” та “Повторний” є взаємовиключними значеннями у домені пункту “Етап скерування”.

4. Значення окремих пунктів може бути розширене. Наприклад, при виборі значення “+” (“є”) пункту “Скерування” можна заповнити пункти “Установа”, “Лікар” та “Діагноз при скеруванні”. Навпаки, при виборі значення “—” (“немає”) логіка анкети має унеможливити заповнення згаданих пунктів. Підкреслимо, що ця залежність ніяк не відображена у наведеному фрагменті анкети.

5. Частина пунктів анкети дає можливість бути деталізованими: наприклад, при наявності в пацієнта скарг (вибір значення “+” пункту “Скарги”) лікар може уточнити їх, виписавши у відповідному рядку анкети. Підкреслимо, що записи, зроблені різними лікарями (або одним лікарем в різні моменти часу) і однакові за змістом, можуть відрізнятися за формою запису. Це знову ускладнює пошук та індексацію даних.

З наведеного вище впливає висновок, що для автоматизації процесу заповнення анкети потрібно:

1) визначити відношення підпорядкованості одних пунктів анкети іншим. Наприклад, пункти №12, №13 та №14 (див. рис. 1) мають заповнюватися лише за умови вибору значення „+” в пункті „Скерування”. Для пункту „Скарги” фахівець, спираючись на досвід лікарської практики, також може розробити відповідну класифікацію.

2) для обмеження „вільного” введення даних, спираючись на досвід лікарської практики, для відповідних пунктів анкети потрібно скласти домени можливих значень. Наприклад, пункт „Адреса” може набувати значень з домену „м. Львів/Львівська область/інші”.

Отже, структура анкети набуває вигляду, наведеного на рис. 2.

```

graph TD
    A[23. Скарги] --> B[біль]
    A --> C[висипання]
    A --> D[на слизовій]
    A --> E[на шкірі]
    A --> F[слабість]
    A --> G[задишка]
    A --> H[кашель]
    A --> I[інші]
    
    B --> B1[голови]
    B --> B2[горла]
    B --> B3[грудної клітки]
    B --> B4[ділянки серця]
    B --> B5[стерналгія]
    B --> B6[епігастрію]
    B --> B7[підребер'я]
    B --> B8[низ живота]
    B --> B9[поперекова ділянка]
    B --> B10[невралгії]
    B --> B11[хребта]
    B --> B12[лімфатичних вузлів]
    B --> B13[промежини]
    B --> B14[м'язів]
    B --> B15[суглобів]
    
    B7 --> B7a[праве]
    B7 --> B7b[ліве]
    
    C --> C1[свербіж/без свербіжу]
    C --> C2[пов'язані з холодом/пов'язані з алергенами]
    
    D --> D1[рота]
    D --> D2[очей]
    D --> D3[носа]
    D --> D4[губ]
    D --> D5[статевих органів]
    
    E --> E1[інші]
  
```

Рис. 2. Фрагмент структури деталізованої анкети

Наведемо деякі пояснення щодо фрагмента на рис. 2:

- 1) прослідковується ієрархічна залежність між пунктами анкети. Наприклад, при наявності в пацієнта болю є можливість деталізувати цей пункт.
- 2) для пунктів визначені домени можливих значень.
- 3) деякі пункти мають дозволяти введення „довільного” значення, наприклад, пункт „ІНШІ СКАРГИ”. Ця можливість має існувати для забезпечення введення інформації, яка не передбачена у домені можливих значень.
- 4) множини значень (домени), з яких вибирається потрібне значення, розрізняються за типами. В деяких можливий вибір одразу кількох значень, наприклад, болі голови та горла можливі одночасно (домени типу „І” („AND”). В інших — вибирається лише одне: наприклад, висипання можуть бути або зі свербіжом, або без нього (домени типу „АБО” („OR”). Зрозуміло, що подібні рішення стосовно типу домену приймаються фахівцем, спираючись на досвід лікарської практики.

Пропоновані рішення

На рис. 2 наведено фрагмент структури анкети, який стосувався лише одного пункту „Скарги”. В силу специфіки профілю своєї діяльності, лікар-імунолог має справу із значно більшою кількістю показників. Внаслідок цього, якщо повністю визначити відношення підпорядкованості між пунктами та множини можливих значень кожного з них, анкета досягне значних розмірів, в тому числі і візуальних. Проте, слід підкреслити, що така анкета розрахована на всі можливі випадки заповнення, а як показує практика, реально заповнюється лише мала частка з усіх передбачених пунктів. Наприклад, при відсутності в пацієнта скарг піддереву пункту „Скарги” випадає з розгляду і було б зручно взагалі не відображати його. Отже, при створенні „електронного” аналогу анкети зверталась увага на зручність інтерфейсу.

Запропонуємо варіант практичної реалізації описаної анкети у середовищі Zope [3, 4, 5].

Zope (Z Object Publishing Environment — Середовище публікації об’єктів Z) — проект, задуманий як засіб створення і супроводу високовиробничих сайтів та керування контентом. Інтерфейс керування Zope (Zope Management Interface) дозволяє здійснювати розробку за допомогою стандартного браузеру. Крім того, Zope — проект з відкритим кодом, тому при бажанні розширити функціональність системи розробник має повний доступ до ресурсів і, зокрема, до вихідних текстів системи.

Засобами середовища було створено інтерфейс імунологічної анкети, фрагмент якого наведений на рис. 3. На даному етапі розробки майбутня інформаційна система дозволяє медперсоналу вводити і зберігати інформацію, що зібрана в імунологічних картах обстеження пацієнтів (див. рис. 1).

Інтерфейс анкети спроектовано так, щоб:

- 1) відображати послідовність обстеження хворого;
- 2) відображати відношення підпорядкованості між полями анкети;
- 3) прискорити процес введення даних.

Підкреслимо, що у створеній анкеті враховано також результати попереднього негативного досвіду.

Вкажемо основні можливості створеної моделі анкети.

1. Модель анкети має ієрархічну структуру, тобто між пунктами визначені відношення підпорядкованості (див. рис. 4).

2. Для візуальної зручності різні рівні анкети відділені відступом і позначені відповідним кольором.

3. Для відповідних пунктів анкети визначені домени можливих значень. На рис. 5 для пункту “антиоксиданти” доменом значень є множина {“Триві+”, “токоферол”}, а для пункту “еубіотики” — множина {“лінекс”, “хілак”, “бактисубтіл”, “йогурт”}.

4. Враховано типи множин (доменів), з яких набувають значень пункти анкети (“І” та “АБО”). На рис. 5 домен пункту “антиоксиданти” є доменом типу “АБО”, а домен пункту

“Адаптогени після звертання” — типу “І”. Для візуалізації факту відмінності типу доменів застосовуються відповідні елементи керування.

5. Для деяких пунктів існує можливість введення “довільного” значення. На рис. 6 при виборі значення “інші” в пункті “Адреса” з’являється додаткове текстове поле для введення відповідної інформації.

6. Динамічний принцип роботи. Засоби інтерфейсу анкети дозволяють відображати на екрані лише потрібну інформацію. На рис. 7 при виборі значення “е” в пункті “Скерування” на екрані відображаються підпункти “Установа”, “Лікар” та “Діагноз при скеруванні”. При цьому нижче розташовані пункти анкети “зсуваються”. При виборі значення “немає” — відповідні підпункти не відображаються і нижче розташовані пункти “піднімаються”.

7. Для прискорення процесу введення інформації у анкету значення більшості пунктів визначені “за замовчуванням”. На рис. 3 для пунктів 8 — 17 за замовчуванням встановлене значення “немає”.

The screenshot shows a web browser window titled "Анкета пацієнта - Microsoft Internet Explorer". The address bar contains "http://logrus:8080/IMUNOLOGIA/addRecordMode". The form is structured as follows:

- 1. Дата обстеження:** Text input field containing "2003/06/15" with a calendar icon.
- 2. Паспортні дані:** Three stacked text input fields labeled "прізвище", "ім'я", and "по-батькові".
- 3. Дата народження:** Three dropdown menus for "рік" (set to 1900), "місяць" (set to січень), and "день" (set to 1).
- 4. Стать:** Radio buttons for "чоловіча" and "жіноча".
- 5. Адреса:** Dropdown menu containing "м. Львів".
- 6. Етап звертання та вид допомоги:** Radio buttons for "первинний" and "повторний", and a dropdown menu for "амбулаторний".
- 7. Скерування:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 8. Антенатальний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 9. Розвиток в дитинстві:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 10. Шкідливі звички:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 11. Соціальний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 12. Побутовий анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 13. Професійний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 14. Екологічний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 15. Алергічний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 16. Вакцинальний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 17. Генетичний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 18. Епідеміологічний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 19. Терапевтичний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".
- 20. Урологічний анамнез:** Radio buttons for "е" and "немає".

Рис. 3. Фрагмент інтерфейсу створеної імунологічної анкети

41. Імунодефіцитний синдром

є немає

первинний імунодефіцитний синдром
 вторинний імунодефіцитний синдром
 не уточнений імунодефіцитний синдром

Тип 1 інфекційний токсичний метаболічний фізичний посттравматичний психогенний

Тип 2
 інфекційна
 HSV I
 хронічна часторецидивуюча шкірно-слизова вісцеральна нейрогенна суглобова

Рис. 4. Ієрархічна принцип побудови анкети

51. Адаптогени

До звертання

є немає

Після звертання

є немає

вітаміни
 антиоксиданти
Виберіть потрібне
 мікроелементи
 еубіотики
 лінекс
 хілак
 бактисубтіл
 йогурт

Рис. 5. Визначення доменів значень для пунктів анкети

5. Адреса
Інша адреса
6. Етап звертання та вид допомоги повторний

Рис. 6. Можливість введення “довільного” значення

7. Скерування є немає
Установа
Лікар
Діагноз при скеруванні є немає
8. Антенатальний анамнез є немає
7. Скерування є немає
8. Антенатальний анамнез є немає

Рис. 7. Динамічний принцип роботи анкети

Розглянемо спочатку, в якій формі ми отримуємо дані, заповнивши анкету. Оскільки розробка здійснюється в середовищі програми-браузера, проаналізуємо, як процес збирання/передачі даних організований при використанні протоколу HTTP. Кожного разу, коли користувач натискає мишкою на кнопки або посиланні на web-сторінці, ініціюється один і той самий процес. Браузер збирає всю необхідну інформацію, оформлює її у вигляді HTTP-запиту і передає його серверу, який, в свою чергу, декодує отримані дані і поміщає їх в деякий об’єкт спеціального вигляду, а саме вигляду словника, або хеш-таблиці. Хеш-таблиця складається зі списку пар, які, в свою чергу,

складаються з ключа та значення цього ключа. Фрагмент хеш-таблиці для описаної анкети наведений у записі (1).

{'IN_DATE_1':'2004/04/01','SURNAME_2':'Петренко','NAME_2':'Петро'} (1)

Середовище Zope дозволяє на основі існуючих об'єктів створювати користувацькі типи об'єктів відповідно до вимог конкретної задачі. Тому на даному етапі створимо структуру (об'єкт), полями якої є пункти анкети. При цьому будемо враховувати тип значення, яке може набувати пункт анкети. Фрагмент сторінки властивостей створеного об'єкта наведений на рис. 8.

За допомогою відповідних методів (функцій) дані з хеш-таблиці розподіляються та зберігаються відповідно до назви ключа та назви поля на сторінці властивостей.

Наведемо деякі особливості описаної реалізації на даному етапі.

1) створені екземпляри об'єктів існують як фізичні дані на жорсткому диску комп'ютера, але не мають візуального подання.

2) структура даних збереженої інформації щодо кожного пацієнта має лінійний вигляд, зображений на рис. 8. Тобто ніяк не відображені відношення залежності одних пунктів анкети від інших;

3) незалежно від кількості реально заповнених пунктів анкети зберігаються значення всіх пунктів, що є неекономно щодо використання пам'яті комп'ютера.

| Name | Value | Type |
|---|--------------------------|---------|
| <input type="checkbox"/> IN_DATE_1 | 2004/04/01 | date |
| <input type="checkbox"/> SURNAME_2 | | string |
| <input type="checkbox"/> NAME_2 | | string |
| <input type="checkbox"/> SECONDNAME_2 | | string |
| <input type="checkbox"/> BIRTH_YEAR_3 | 1950 | int |
| <input type="checkbox"/> BIRTH_MONTH_3 | | string |
| <input type="checkbox"/> BIRTH_DAY_3 | 1 | int |
| <input type="checkbox"/> SEX_4 | | string |
| <input type="checkbox"/> ADRESS_5 | | string |
| <input type="checkbox"/> ADRESS_5_OTHER | | string |
| <input type="checkbox"/> HELP_6 | | string |
| <input type="checkbox"/> HELP_KIND_6 | | string |
| <input type="checkbox"/> DIRECTION_7 | <input type="checkbox"/> | boolean |
| <input type="checkbox"/> ORGANIZATION_7_1 | | string |
| <input type="checkbox"/> DOCTOR_7_2 | | string |
| <input type="checkbox"/> DOCTOR_7_2_OTHER | | string |
| <input type="checkbox"/> DIAGNOSIS_7_3 | <input type="checkbox"/> | boolean |
| <input type="checkbox"/> ANT_ANAMNEZ_8 | <input type="checkbox"/> | boolean |
| <input type="checkbox"/> CHILDHOOD_9 | <input type="checkbox"/> | boolean |
| <input type="checkbox"/> HABITS_10 | <input type="checkbox"/> | boolean |

Рис. 8. Фрагмент сторінки властивостей об'єкта „АНКЕТА”

Зміст інформації не залежить від форми і способів її подання, оскільки інформація — це сенс, який людина приписує даним на основі відомих їй правил їх подання, а дані, в свою чергу — це наведення фактів та понять у формі, зручній для їх подальшої передачі та інтерпретації [6]. Отже, основна проблема, яка не вирішена в описаній практичній реалізації анкети — збереження ієрархічної структури організації даних.

Опишемо спосіб наведення ієрархічно організованої інформації за допомогою фреймів [1, 2] та адаптуємо його для випадку практичної реалізації.

Розглянемо фрагмент ієрархічної структури, наведеної на рис. 2 та запишемо її частину у вигляді фрейму, зображеного у формі таблиці на рис. 9.

| | |
|------------|---|
| Скарги | біль, висипання, слабкість, задишка, кашель, інші |
| Біль | голови, горла, грудної клітини, ділянки серця, стерналгія, епігастрію, підребер'я, хребта, м'язів, суглобів |
| Підребер'я | праве |
| Підребер'я | ліве |
| Висипання | зі свербіжом |
| Висипання | без свербіжу |
| Висипання | пов'язані з холодом |
| Висипання | пов'язані з алергенами |
| Висипання | на слизовій, шкірі, інші |
| Кашель | сухий |
| Кашель | вологий |
| Кашель | приступоподібний |

Рис. 9. Зображення ієрархічної структури у вигляді фрейму

Запис на рис. 9 є базою знань, оскільки він відображає повну структуру анкети і описує всі можливі варіанти її заповнення. Фактично це є схема анкети. У першому стовпчику розташовані „батьківські” пункти анкети, в другому стовпчику їм відповідають „дочірні” пункти. Якщо „батьківський” пункт набуває значень з домену типу „I” — відповідні „дочірні” пункти записуються через кому, у випадку домену типу „АБО” — „батьківський” пункт записується в парі з кожним „дочірнім” пунктом в окремому рядочку.

Припустимо, що анкета заповнена. Тоді відповідно до вибраних та заповнених пунктів фрейм бази знань змінює вигляд (див. рис. 10).

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| Скарги | біль, висипання, кашель, температура |
| Біль | голови, горла |
| Висипання | зі свербіжом |
| Висипання | пов'язані з алергенами |
| Висипання | на слизовій, шкірі |
| Кашель | сухий |

Рис. 10. Фрейм бази даних після заповнення анкети

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| Скарги | біль, висипання, кашель, температура |
| Біль | голови, горла |
| Висипання | зі свербіжом |
| Висипання | пов'язані з алергенами |
| Висипання | на слизовій, шкірі |
| Кашель | сухий |

↓

| | | | | |
|-----------|------------------------|-----------|--------|-------------|
| Скарги | біль | висипання | кашель | температура |
| Біль | голови | горла | | |
| Висипання | зі свербіжом | | | |
| Висипання | пов'язані з алергенами | | | |
| Висипання | на слизовій | на шкірі | | |
| Кашель | сухий | | | |

Рис. 11. Представлення фрейму у вигляді двовимірного стиску

Запис на рис. 10 будемо називати *базою даних*, оскільки він вже містить інформацію про конкретного пацієнта. В доменах типу “Г” серед “дочірніх” пунктів залишилися лише потрібні, типу “АБО” — лише потрібний рядок (“кашель←сухий”), за необхідності відповідні пункти набули конкретних значень (пункт “інші скарги” — “температура”).

На практиці фрейм може бути записаний у вигляді двовимірного списку з різною кількістю комірок по горизонталі (залежно від кількості підпорядкованих дочірніх пунктів) або у вигляді текстового файлу спеціального формату (див. рис. 11).

Основною перевагою такого способу є простота зміни структури даних без зміни їх змісту. Про необхідність можливості таких змін йшлося вище. Оскільки фрейм повністю описує структуру даних, для здійснення реструктуризації достатньо зробити відповідні зміни у слотах фрейму [2].

Розглянемо процес збереження даних, загальна схема якого зображена на рис. 12.

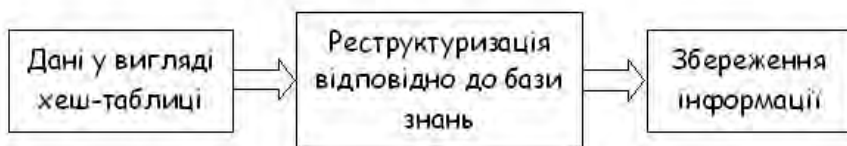


Рис. 12. Схема проходження інформації

Після заповнення анкети дані надходять на обробку у вигляді хеш-таблиці (1). Таке подання не є потрібною структурованою формою. Тому дані повинні пройти процедуру реструктуризації відповідно до схеми, яку наводить *база знань* — лише тоді вони можуть бути збережені. Запропонуємо модель, згідно з якою може відбуватися реструктуризація даних у потрібну форму. Загальна схема такої моделі зображена на рис. 13.

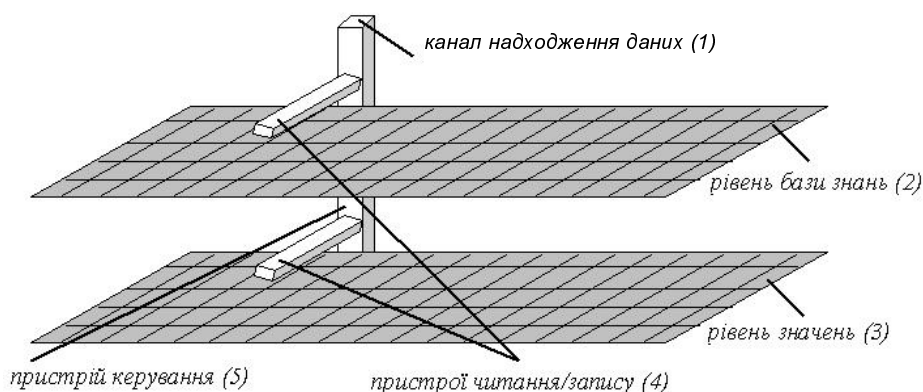


Рис. 13. Загальна схема реструктуризації інформації

Рівень бази знань (2) — це фрейм, що містить опис структури анкети та буде виконувати функцію схеми, згідно з якою буде відбуватися реструктуризація даних. Рівень значень (3) — порожній фрейм з такою ж будовою, призначений для збереження значень пунктів анкети. Описані рівні розташовані строго один над одним і, якщо зібрати інформацію з двох, розміщених одна над іншою, комірок, то для довільного пункту анкети отримуємо його назву та значення.

Розглянемо, як відбувається процес реструктуризації даних з хеш-таблиці до фреймового подання. Подамо на *канал надходження даних (1)* одну пару з хеш-таблиці “ключ — значення ключа”. Під дією *пристрою керування (5)* верхній *пристрій читання/запису (4)* буде, по-справді, переміщуватися по комітках рівня бази знань (2), здійснювати пошук отриманого на вході (1) ключа. Зауважимо, що цей пошук здійснюється лише по “правій” частині фрейму (весь фрейм крім першого стовпця). Знайшовши комірку з потрібним ключем, пристрій керування (5) зупиняється і на рівні значень (3) у відповідну комірку записується значення ключа, отриманого на

вході (1). Нагадаємо, що комірки, які описують один пункт анкети, на різних рівнях розташовані строго одна над однією. Цей процес повторюється для всіх пар “ключ — значення_ключа” з хеш-таблиці. Фрейм рівня значень (3) після обробки всієї хеш-таблиці для бази знань (див. рис. 9) та варіанта заповнення (див. рис. 10) зображений на рис. 14.

| | | | | | | |
|------------|---|---|--|--|---|-------------|
| Скарги | e | e | | | e | температура |
| Біль | e | e | | | | |
| Підребер'я | | | | | | |
| Підребер'я | | | | | | |
| Висипання | e | | | | | |
| Висипання | | | | | | |
| Висипання | | | | | | |
| Висипання | e | | | | | |
| Висипання | e | e | | | | |
| Кашель | e | | | | | |
| Кашель | | | | | | |
| Кашель | | | | | | |

Рис. 14. Фрейм рівня значень після обробки хеш-таблиці

Проглянувши непорожні комірки рівня значень та відповідні їм на рівні бази знань пункти, можна отримати фрейм, зображений на рис. 11. Тобто, зберігши фрейм, що описує структуру даних (див. рис. 11), та фрейм рівня значень (див. рис. 14) без порожніх значень, ми зберігаємо інформацію про пацієнта з можливістю відновлення залежностей між відповідними елементами даних.

Висновки

У статті зроблено огляд проблем створення інформаційної системи для імунологічної предметної галузі, проаналізовано реальні дані, отримані з анкет обстеження пацієнтів. Розглянуто етап збирання інформації з врахуванням специфіки її ієрархічної організації. В найближчій перспективі планується запропонувати ряд методів для роботи із розглянутою моделлю даних, зокрема методів візуалізації, аналізу та зміни структури отриманої та вже збереженої інформації.

1. Джексон П. Введение в экспертные системы. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
2. Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. — М.: Мир, 1989.
3. Стив Спикльмайр, Кевин Фридли, Джерри Спикльмайр, Ким Брэнд. Zope. Разработка Web-приложений и управление контентом: Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2003.
4. Лесса Андре. Python. Руководство разработчика: Пер. с англ. Андре Лесса — СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2001.
5. <http://www.zope.org>.
6. Черняк Л., Неожиданная информатика, или must be read. // «Открытые системы». — 2004. — №3.
7. Сиха Багуи, Объектно-ориентированные базы данных: достижения и проблемы // «Открытые системы». — 2004. — №3.