УДК 004.8

Ю.В. Нікольський
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра інформаційних систем та мереж

МОДЕЛІ ДАНИХ У СТРУКТУРАХ, ЩО ТРАНСФОРМУЮТЬСЯ[1]

© *Нікольський Ю.В., 2004*

Запропоновано підходи до моделювання інформаційних об'єктів при побудови інформаційної інтелектуальної системи прийняття рішень з врахуванням специфіки інформації, яка вимагає трансформацій структури анкети як первинного носія інформації. Такі трансформації можуть виконуватись в процесі накопичення інформації. Для уникнення втрат інформації та забезпечення інтеграції даних пропонується використати спеціальне подання структури даних, у вигляді анкет обстеження пацієнтів. Інформаційна модель структури анкети описана спеціальною мовою.

The approach to modeling the information objects for intelligent making decisions information system is proposed. The structure of the data in such system could be transformed. The transformations would be made at the time of accumulation the information. To avoid the missing of information the special expressing of the information structure is used. The information model of the structure is described by means of the special language.

Постановка проблеми в загальному вигляді

Метою проведених досліджень є формулювання принципів та формування підходів до створення інформаційної інтелектуальної системи обробки інформації та прийняття рішень в імунології. Вирішення вказаних задач пов'язане, в першу чергу, із побудовою моделей даних та знань з даних, отриманих із заповнених анкет скринінгового (від англійського skreening – ретельний) обстеження пацієнтів, які звертаються за консультацією до лікаря-імунолога. Багаторічний досвід співпраці з лікарями-імунологами показав, що така постановка задачі є надзвичайно важливою, оскільки від якості її вирішення залежить реалізація інтелектуального аналізу зібраних даних. Процедура обстеження, подальшого спостереження за хворим та процесом його лікування призводить до необхідності збирання інформації, яка має велику кількість показників, складний їх взаємозв'язок та значний обсяг даних про кожного обстежуваного пацієнта. При цьому інформація може змінюватись, уточнюватись як в частині змісту, термінології, так і структури в процесі проведення таких обстежень. Причина вказаних змін пов'язана з тим, що глибина обстеження визначається досвідом лікарів-практиків та науковців, а узагальнення інформації відбувається згідно з вимогами органів управління медичною галуззю на різних рівнях управління. Всі обстеження спираються на нормативні та інструктивні документи, але мають недостатньо розвинуту правову базу, яка відображає різні погляди на склад інформації, що повинна реєструватись під час обстеження та використовуватись для постановки діагнозу та призначення лікувальних заходів. Важливою обставиною, яку доводиться враховувати при спробах побудови інформаційних систем, є наявність різних поглядів на структуру та способи класифікації інформації. Прикладом можливого підходу до організації реєстрації інформації про захворювання є Міжнародна класифікація хвороб – МКХ-10, яка використовується в Європі як перевірений універсальний класифікатор, але ще не набула поширення в Україні. Крім того, в імунологічній

[1] Дослідження, результати яких подано у статті, частково підтримані грантом від бюро з питань освіти та культури (ECA) Держдепартаменту США. ECA не несе відповідальності за погляди, що тут висловлені.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

галузі проводиться дуже велика кількість досліджень, з'являється нова термінологія, методики обстеження та лікування, нові медичні препарати. Тому зібрана інформація, яка надходить для збереження з різних медичних установ та отримана від великої кількості фахівців різного рівня кваліфікації та різної спеціалізації, повинна бути сумісна та підлягати інтеграції для проведення її аналізу та узагальнення.

При побудові інформаційної системи доводиться враховувати те, що захворювання та їх симптоми характерні для певних місцевостей, зв'язані з традиціями, які існують в побуті та харчуванні, екологічними та соціальними чинниками. Намагання повністю перенести існуючі класифікатори (той же МКХ-10) в створювану інформаційну систему приведе до її надлишковості при застосуванні в конкретному регіоні, а навіть, в окремому лікувальному закладі. Тому проект інформаційної системи повинен передбачати можливість її розвитку та розширення в процесі експлуатації, виявленні нових специфічних рис.

Висока цінність інформації, яка отримується в процесі вказаних досліджень та необхідність її аналізу з загальних позицій вимагає створення інструментів для трансформації інформаційної системи як в частині структури, так і в частині даних. Це необхідно для того, щоб отримати результати обробки та аналізу, які залишаться інваріантними відносно змін. Вирішення проблеми трансформації системи висуває як основні вимоги до вказаних інструментів підтримання механізмів трансформації інформаційних відношень на властивостях відповідних інформаційних об'єктів. Потрібно забезпечити збереження історії проведених трансформацій первинних документів, розвитку технологій, змін термінології, імпорт зібраних даних у формати нових інструментів. Можливий підхід до вирішення поставленої проблеми запропоновано у статті. Він полягає у побудові моделей подання даних, що відображають вказану їх специфіку, механізмів їх подання та збереження, виділенні простих операцій, виконаних у різних формалізмах.

Аналіз останніх досліджень

Інформаційна система, принципи побудови якої розроблялись автором, відображають специфіку діяльності лікаря-імунолога при скринінгових обстеженнях пацієнтів. Треба враховувати, що з інформаційної точки зору діяльність лікаря загалом та лікаря-імунолога зокрема за своєю специфікою характеризується такими аспектами. По-перше, вона є діяльністю *інформатичною*, адже в процесі своєї діяльності лікар збирає, накопичує, зберігає, обробляє, використовує інформацію про пацієнтів, захворювання, методи діагностики та лікування, перебіг хвороб тощо. По-друге, діяльність лікаря є *когнітивною*, оскільки вона пов'язана із видобуванням, накопиченням, збереженням знань, отриманням нового знання про вказані вище об'єкти, його використанням у практичній діяльності. По-третє, діяльність лікаря полягає у *прийнятті рішень* щодо вказаних об'єктів.

При розробці принципів створення інтелектуальної інформаційної системи прийняття рішень важливим етапом досліджень, який є підготовчим до проектування аналітичної частини такої системи, є попередній аналіз специфіки інформації, що використовується при прийнятті рішень, підготовка цієї інформації для збереження та подальшої обробки для забезпечення таких функцій системи:

– повне збереження всієї інформації, яка виробляється в процесі взаємодії з пацієнтом;

– адекватність в сенсі відповідності відношень на множині властивостей об'єктів дослідження відповідним атрибутам інформаційних об'єктів;

– збереження структури інформації з врахуванням методики збирання інформації;

– можливість трансформації системи залежно від змін, які відбуваються у структурі інформації, термінологічному забезпеченні задач, що вирішуються, появі нових елементів досліджень (ліків, методик тощо);

– можливість подання інформації у звичному для користувачів вигляді;

– можливість організації запитів для формування статистичної звітності та аналізу інформації для моделювання на її основі механізмів прийняття рішень.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Вказані функції повинні скеровувати на створення інформаційної системи з інформаційною та інтелектуальною складовими, призначеними для прийняття рішень, оскільки створення експертних систем у медицині вказує на необхідність введення системи дедуктивної та індуктивної складових інтелектуального блоку [1].

Цілі статті

Моделювання предметної галузі на етапі проектування інформаційної інтелектуальної системи складається з послідовності взаємопов'язаних моделей, кожна з яких орієнтована на відповідне середовище відображення медичної інформації. Наведемо перелік та характеристику таких моделей.

1. Первинним носієм інформації є паперовий документ, яким може бути історія хвороби. Найкращим рішенням на цьому етапі моделювання предметної галузі є створення спеціалізованих анкет, в які заносяться як результати опитування хворого, так і призначене лікування та його результати. Анкета дозволяє організувати повторні спостереження, на основі яких відслідковувати динаміку всіх процесів. Створення анкети є складним процесом, оскільки вимагає мобілізації потенціалу групи фахівців та відображає колективний досвід певної школи або напрямку. Крім того, в структуру анкети закладені відношення між полями анкети, що по своїй суті несуть знання, які знаходяться у родо-видових відношеннях. Отже, кожна анкета може бути задана парою $A = \langle S, D \rangle$, де S – її структура, а D – дані, що в ній є.

2. На логічному рівні подання інформації пропонується використати зображення структури анкети у вигляді дерева, що дозволяє відобразити взаємозв'язки її полів та зміст записів у цих полях. Анкета є основним носієм інформації, а її зміст відображається відповідними елементами дерева. Так, полям анкети відповідають внутрішні вершини дерева, а записам – листки цього дерева.

3. Поширеним способом комп'ютерного подання довільного графа є запис його у вигляді множини пар суміжних вершин. Кожна пара вершин може розглядатися слотом певного фрейма. Тоді встановлюється безпосередня відповідність між анкетою, поданням її деревом та записом цього дерева фреймом.

4. Для забезпечення унікальності імен полів анкети з однаковими фрагментами, її комп'ютерне подання, яке дозволить уникнути використання однакових фрагментів фрейма, полягає у використанні унікальних довгих імен відповідних вершин дерева. Такі унікальні імена кожної вершини дерева отримуються як послідовності імен вершин на шляху від кореневої вершини дерева. В результаті утворюється фрейм, слотами якого є довгі імена всіх листків відповідного дерева.

5. Для перенесення інформації із заповненої анкети у відповідний запис бази даних потрібно використати особливості зображення полів анкети засобами інтерфейсу. Такими засобами є списки, що випадають, радіокнопки, поля, що заповнюються спеціальними позначками, спеціальні порожні поля для запису в них потрібних даних тощо. Тому модель анкети задано трійкою $A = \langle S, D, I \rangle$, де I – інтерфейс інформаційної системи.

6. Для опису алгоритмів трансформації анкети, збереження історії таких трансформацій та імпортування записів між версіями системи доцільно використати набір спеціальних інструкцій – макровизначень та функцій. Це дозволить застосувати формальні засоби опису алгоритмів трансформації, а виконання таких алгоритмів ілюструвати на моделях даних – деревах, фреймах та унікальних іменах.

Використання даних з деревоподібними структурами та побудова експертних медичних систем з такими даними розглядаються у книзі [1] на прикладі системи MYCIN. Методи подання знань з використанням ієрархічних структур даних та фреймів досліджується в [2].

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Таблиця 1

Фрагмент медичної анкети

1	2	3	4
дата обстеження			
паспортні дані(AND)	прізвище		
	ім'я		
	По батькові		
адреса(OR)	Львів		
	Львівська область		
	інше		
скарги (AND)	біль (AND)	голови	
		горла	
		грудної клітки	
		ділянки серця	
		підребер'я (OR)	праве
			ліве
	висипання (OR)	свербіж	
		пов'язані з холодом	
	слабкість		
	задишка		
	кашель (OR)	сухий	
		вологий	
		приступоподібний	

Розробка структури записів бази даних для збереження моделей та організації доступу до даних у відповідних базах даних є предметом окремого дослідження та не розглядається у цій статті.

Основний матеріал

Інформація до системи збирається з анкет, заповнених лікарем-імунологом на основі опитування пацієнта та результатів дослідження його здоров'я. У табл. 1 наведений фрагмент такої анкети, який має ілюстративний характер. У стовпці за номером 1 містяться базові записи, які є основою анкети та визначають узагальнені характеристики. У наведений фрагмент додано типи полів. Ці поля відповідають внутрішнім вершинам відповідної деревоподібної моделі. Тип поля, позначений як *AND*, означає, що поле може одночасно набувати кілька значень із запропонованого списку. Тип поля, позначений як *OR*, означає безальтернативний вибір значення поля. Значення поля можна вибрати з підготовленого довідника таких значень або ввести з клавіатури у спеціальні поля. У стовпцях за номерами 2–4 містяться поля, які є уточненням або значеннями інших полів з молодшими номерами.

Проілюструємо процес побудови моделей на прикладі деякої анкети, зображеної у табл. 2. Анкета має ім'я a, поля анкети мають імена b та e та підпорядковані їм поля, позначені складеними номерами. Біля кожного імені стоїть тип інтерфейсу, який використано для зображення поля. Тип інтерфейсу відповідає способу вибору значень відповідного поля. Запис $d_3(E)$ означає, що поле d_3 анкети не може бути заповнене із довідника, а вписується в анкету довільно. Поля, заповнені так, будуть проаналізовані, а їх значення – введені в довідники.

Процес побудови інформаційної бази системи обробки інформації, який моделює специфіку збирання, підготовки та використання інформації, повинен враховувати багато особливостей,

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

зокрема, особливості інтерфейсу. Це забезпечить можливість введення, обробки та трансформації анкет з великою кількістю показників. Для того, щоб описати ці процеси, пропонується визначити спеціальні функції та макровизначення, кожне з яких виконує певний алгоритм обробки інформації та забезпечує підтримку системи збирання інформації та побудову інтерфейсу з вказаними властивостями. Наведемо вказані об'єкти, які дозволять описувати процес трансформації структури анкети та її записів. Всі об'єкти поділимо на три групи:

- функції формування та трансформації структури: *Inc, AddList, Del, Dec, AddTree, Init*;
- функції роботи з даними: *Ren*;
- макровизначення формування інтерфейсу: *Pop, Rad, And, Empty.*

Макровизначення для формування інтерфейсу служить для використання стандартних засобів формування інтерфейсу. Кількість функцій можна збільшити розширенням вимог до інтерфейсу.

Таблиця 2

Формалізована анкета

$a(AND)$			
1. $b(OR)$			
1.1. $c(OR)$	c_1	c_2	
1.2. $d(AND)$	d_1	d_2	$d_3(E)$
2. $e(AND)$			
2.1. $f(AND)$	f_1	f_2	f_3
2.2. $g(OR)$	g_1	g_2	

Для формального запису відношень між полями анкети будемо зображати логічну структуру документа деревом. Це дерево буде подано множиною пар вершин у слотах фрейма. Фрейм складається з двох частин: перша описує структуру документа і відповідного йому дерева і є, по суті, базою знань, а друга – значення полів і є базою даних. Пункту анкети відповідає внутрішня вершина дерева, а підпунктами можуть бути як внутрішні вершини дерева, так і його листки.

Як відображення елементів інтерфейсу на дереві використано три типи вершин: порожні вершини, вершини типу *OR* та типу *AND*. Порожня вершина набуває певного значення в процесі заповнення анкети текстом, якого немає в довідниках. Вершини типу OR зображають такий пункт анкети, у якому підпункти заповнюються за альтернативним принципом. Значення у такі поля вибирають, використовуючи елемент інтерфейсу, який називається радіокнопкою (radio button) або меню, що випадають (pop-up menu). Вершина типу *AND* зображає таке поле анкети, якому відповідають кілька заповнених його підпорядкованих полів. Такі поля відтворюються засобами інтерфейсу як елементи, в яких вводяться різні позначки (галочки, хрестики – їх назва – check box). Оскільки функціональність таких елементів інтерфейсу є різною, то для подальшої автоматизації процесу трансформації структури анкет потрібно передбачити опис типу внутрішніх вершин. Для цього введемо такі макровизначення:

– $Pop(v_1, v_2, ..., v_n)$ – надає вершинам $v_1, v_2, ..., v_n$ тип *OR*, який зображається за допомогою меню вигляду „pop-up";

– $Rad(v_1, v_2, ..., v_n)$ – надає вершинам $v_1, v_2, ..., v_n$ тип *OR*, який зображається за допомогою меню вигляду „radio button";

– $And(v_1, v_2, ..., v_n)$ – надає вершинам $v_1, v_2, ..., v_n$ тип *AND*, який зображається за допомогою меню вигляду „check box".

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

– $Empty(v_1, v_2, ..., v_n)$ – надає вершинам $v_1, v_2, ..., v_n$ вигляд порожнього поля для подальшого заповнення тестом.

Тип *OR* та *AND* мають внутрішні вершини дерева, які описують структуру анкети та відповідають елементам бази знань, а листки цього дерева – значенням полів. Кожний фрейм визначає клас, а його конкретизація – об'єкт цього класу.

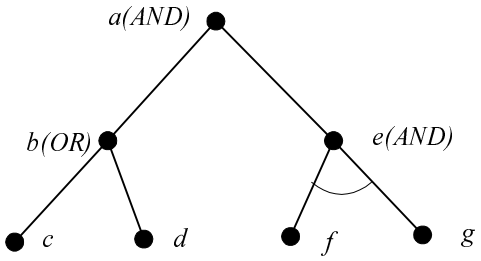

Рис. 1. Приклад структури анкети, яка зображена у табл. 2

Наведемо приклад, який описує анкету з таблиці 2 та ілюструє введені поняття. На рис. 1 зображене дерево, внутрішні вершини якого позначені іменами полів анкети з табл. 2. Всі вершини дерева мають тип *OR* чи тип *AND*, тобто воно є деревом типу *AND/OR*. Дерево, зображене на рис. 1, описує структуру документа і є базою знань, а фрейм з рис. 2а є її описом.

$$a \leftarrow b, e$$
$$b \leftarrow c$$
$$b \leftarrow d$$
$$e \leftarrow f, g$$

а)

$$c \leftarrow c_1$$
$$c \leftarrow c_2$$
$$g \leftarrow g_1$$
$$g \leftarrow g_2$$
$$d \leftarrow d_1, d_2, d_3$$
$$f \leftarrow f_1, f_2, f_3$$
$$d_3 \leftarrow$$

б)

$$Class(K)$$
$$c \leftarrow c_1$$
$$g \leftarrow g_2$$
$$d \leftarrow d_1, d_2, d_3$$
$$f \leftarrow f_1, f_2$$
$$d_3 \leftarrow string$$

в)

Рис. 2. Зображення класу K та об'єкта класу K фреймом:
а) база знань класу K; б) база даних класу K; в) об'єкт класу K, який відповідає заповненій анкеті

Слоти фреймів з рис.2 є рядками символів, кожний з яких містить знак „←". Цей знак ділить рядок на дві частини: ліва відповідає початковій вершині відповідної дуги, а права – термінальним вершинам. Арність кожної початкової вершини типу *AND* дорівнює кількості елементів у правій частині слота. Кількість слотів, що відповідають вершині типу *OR*, дорівнює арності відповідної вершини. Кожний такий слот має в лівій частині ім'я початкової вершини.

Фрейм з рис. 2а зображає базу знань, структура якого є деревом з рис. 1. Для побудови бази даних визначено тип вершин c, d, f, g та значення цих вершин, які є листками цього дерева. На рис. 3а зображене дерево, яке відповідає одній анкеті з усіма можливими значеннями її полів. На рис. 2б показано фрейм, який відповідає опису даних з цієї анкети. В подальшому будемо називати базу знань та опис всіх значень полів класом та позначати його $Class(K)$.

Для створення об'єкта класу *K* залишимо без змін базу знань, а в базі даних фрейма залишимо лише ті слоти, які відповідають заповненим полям анкети. Зокрема, рис.3б зображає анкету із заповненими полями. У полі типу *AND* можуть бути вибрані не всі значення, оскільки заповнена лише частина її полів, а у полі *OR* завжди вибране точно одне значення. Значення всіх атрибутів, у полях типу *AND* та типу *OR* визначені та вибираються з відповідних довідників. Тому заповнення

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

цих полів анкети засобами інтерфейсу відповідає вибору елемента з відповідного довідника. У фреймі на рис. 2в показано об'єкт класу K, в якому визначені окремі слоти, які містять імена полів анкети. У вершині d, яка має тип *AND*, значення полів d_1 та d_2 вибрано з довідників, а поле d_3 заповнено рядком *string*. У вершині f, яка має тип *AND*, визначено лише атрибути f_1, f_2, а у вершині g, яка має тип *OR*, визначений точно одне поле g_2.

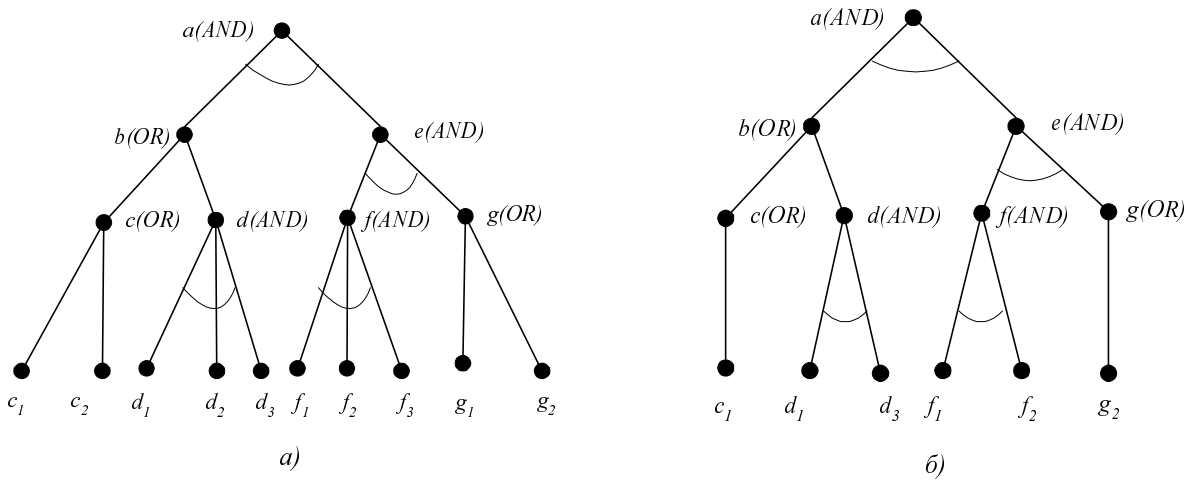

Рис.3. Зображення класу К та об'єкта класу К деревом:
а) дерево, що зображає клас К; б) дерево, що зображає об'єкт класу К

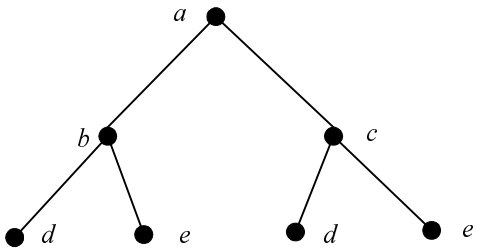

Рис.4. Приклад дерева, в якому вершини мають синів з однаковими іменами

Трансформацію структури анкети опишемо у термінах операцій над відповідними деревами та слотами фреймів, що зображають об'єкт класу K. Визначимо множину дій над класом K, в результаті яких утворюється новий клас K'. Ці дії виконуються над структурою анкети разом з макровизначеннями, які надають вершинам конструктивні елементи інтерфейсу. Цими діями є:

- збільшення арності вершини дерева;
- додавання списку суміжних вершин до вершини дерева;
- зменшення арності вершини дерева;
- зменшення арності вершини дерева із збереженням вилученого піддерева;
- додавання піддерева;
- перейменування вершини дерева.

Специфіка анкети в тому, що вона може містити деякі однакові частини, яким відповідають піддерева, однакові як за структурою, так і за назвами вершин дерева. Для забезпечення унікальності імен вершин дерева пропонується будувати імена так, щоб вони були списками імен вершин на шляху від кореневої вершини до цієї вершини. На рис. 4 показано приклад, в якому вершини b та c мають своїми синами пари вершин з однаковими іменами. Цим іменам будуть відповідати такі повні імена *a.b.d*, *a.b.e*, *a.c.d* та *a.c.e*. При використанні макрокоманд потрібно

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

вказувати повні імена, або таку їх частину, використання якої не приведе до неоднозначного сприйняття імен при інтерпретації макрокоманд. Наприклад, для дерева на рис. 4 можна використати імена $b.d$, $b.e$, $c.d$ та $c.e$

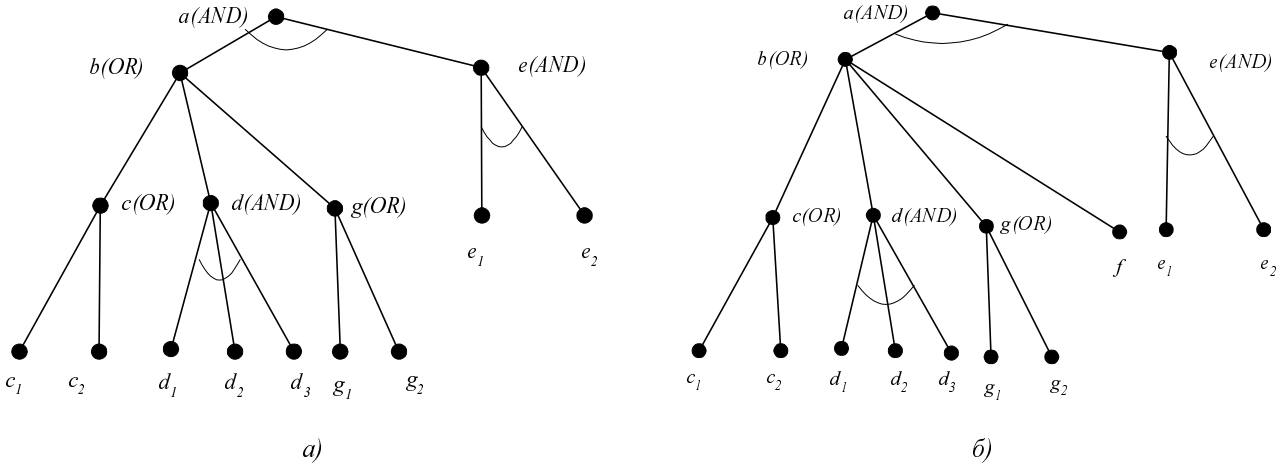

Рис. 5. Деревоподібна модель трансформації анкети функцією K'=Inc(K,b,f):
а) початкова анкета до виконання трансформацій; б) анкета, отримана додаванням вершини f

Дамо визначення функцій, які дозволяють виконати вказані дії з класами та його об'єктами. Функція $K' = Inc(K, v, v')$ дозволяє збільшити арність внутрішньої вершини додаванням нової вершини v' до вершини v та утворити клас K'. Дерево на рис.5а зображає клас K, якому відповідає фрейм на рис. 6а. Збільшимо на одиницю арність вершини b. Вершина b має тип OR та визначений тип її інтерфейсу. Збільшити її арності на одиницю можна додаванням вершини f, яка є листком та не має типу. Функція $K' = Inc(K, b, f)$ створює новий клас K', який зображений деревом на рис. 5б та фреймом на рис. 6б. Також цей клас з допомогою унікальних імен можна записати так: $a.e$, $a.b.c.c_1$, $a.b.c.c_2$, $a.b.d.d_1$, $a.b.d.d_2$, $a.b.g.g_1$, $a.b.g.g_2$ та визначити інтерфейс всіх внутрішніх вершин за допомогою макровизначень $And(a)$, $And(e)$, $And(d)$, $Rad(b)$, $Pop(e)$, $Pop(g)$.

Якщо необхідно додати кілька вершин до листка, то потрібно спочатку сформувати список вершин, які треба додати, а потім застосувати функцію додавання списку вершин. Проілюструємо виконання останньої команди на прикладі.

Додати список вершин *List* до вершини *v*, тип якої був попередньо визначений, можна функцією *K'=AddList(k,v,List)*. Наприклад, додамо до вершини *f* список вершин *List*. Визначимо вершину f як вершину типу *OR* з інтерфейсом pop-up та додавання списку вершин такою послідовністю дій: $Pop(f)$, *List*(f_1, f_2), $K' = AddList(K, f, List)$. Тут макровизначення *List*(f_1, f_2) задає список вершин, що додаються. Для вершини f типу *AND* треба виконати такі дії: $And(f)$, $List(f_1, f_2)$, $K' = AddList(K, f, List)$. Якщо вершини мають однакові імена, то використовують їх унікальні довгі імена. Результат додавання вершини *f* типу *OR* до дерева, зображеного на рис. 5а, показано на рис. 7а.

Функція $K' = Del(K, v, v')$ дозволяє зменшити арність вершини v вилученням вершини v'. При вилученні вершини v' вилучається все піддерево з коренем у цій вершині. Вершину v' не можна вилучати, якщо арність вершини v після цього стане меншою від двох. Проілюструємо виконання команди $K' = Del(K, v, v')$ на прикладі дерева, зображеного на рис.7а. Вилучимо з

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

вершини b тобто піддерево з кореневою вершиною c. Після цього клас буде описаний фреймом на рис.6в. Зауважимо, що у фреймі вилучений рядок, у правій частині якого знаходилась вершина c та всі рядки, у яких ліва частина має символ c. Потрібно також вилучити з фрейма всі рядки, які містять імена вершин дерева, що вилучаються.

$a \leftarrow b, e$
$e \leftarrow e_1, e_2$
$b \leftarrow c$
$b \leftarrow d$
$b \leftarrow g$
$c \leftarrow c_1$
$c \leftarrow c_2$
$g \leftarrow g_1$
$g \leftarrow g_2$
$d \leftarrow d_1, d_2, d_3$
$d_3 \leftarrow$

а)

$a \leftarrow b, e$
$e \leftarrow e_1, e_2$
$b \leftarrow c$
$b \leftarrow d$
$b \leftarrow g$
$b \leftarrow f$
$c \leftarrow c_1$
$c \leftarrow c_2$
$g \leftarrow g_1$
$g \leftarrow g_2$
$d \leftarrow d_1, d_2, d_3$
$d_3 \leftarrow$

б)

$a \leftarrow b, e$
$e \leftarrow e_1, e_2$
$b \leftarrow d$
$b \leftarrow g$
$b \leftarrow f$
$g \leftarrow g_1$
$g \leftarrow g_2$
$d \leftarrow d_1, d_2, d_3$
$d_3 \leftarrow$

в)

$c \leftarrow c_1$
$c \leftarrow c_2$

г)

Рис. 6. Фреймова модель трансформації анкети за допомогою дерева на рис. 5а: а) клас K для дерева з рис. 5а; б) клас K', утворений застосуванням макрокоманди $K' = Inc(K, b, f)$ до класу K з рис.5а; в) клас K', утворений застосуванням макрокоманди $K' = Del(K, b, c)$ до класу $Class(K)$ з рис.5а; г) вміст стека $List$, отриманого вилученням вершини c з вершини b функцією $K' = Dec(K, b, c)$

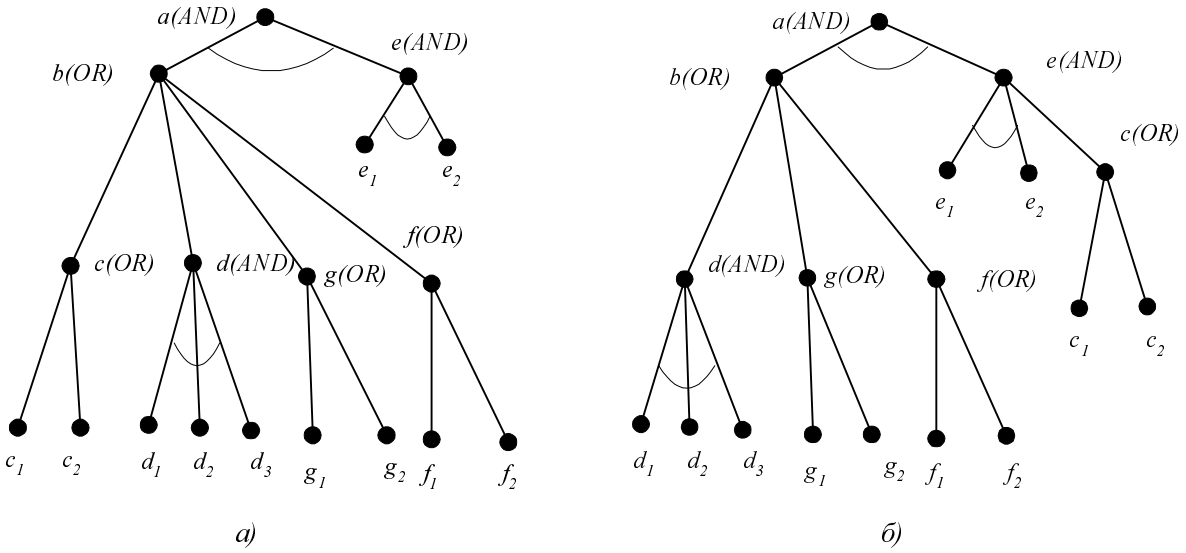

Рис. 7. Виконання функцій вилучення та додавання піддерева: а) додавання вершин f_1 та f_2 до вершини f, яка має тип OR функцією K'=AddList(K,f,List); б) вилучення піддерева з кореневою вершиною c з вершини b командою $K' = Dec(K, b, c, List)$ та утворення списку List. Додавання піддерева з кореневою вершиною c зі списку $List$ до вершини e функцією $K' = AddTree(K, e, c, List)$

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

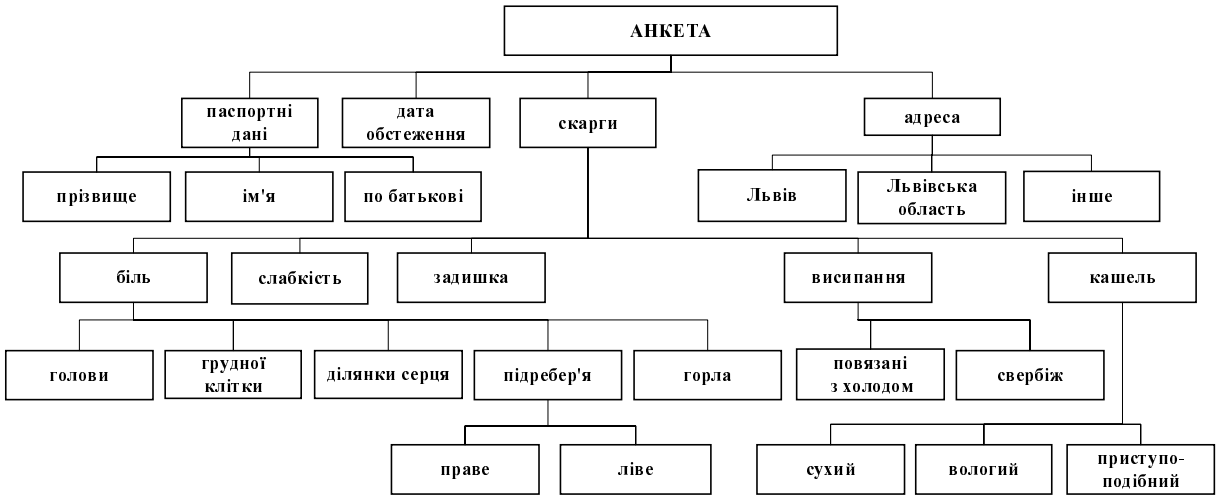

Рис.8. Модель анкети з рис.1, подана деревом

Функція $K' = Dec(K, v, v', List)$ відрізняється від попередньої тим, що вилучена вершина або піддерево зберігається у списку $List$. Цей список можна додати до іншої вершини незалежно від її типу. Для дерева, яке було вилучено у попередньому прикладі, список містить слоти, показані на рис.6г.

Для додавання піддерева з кореневою вершиною v до вершини v', вершини дерева, що додаються, містяться у списку з іменем $List$. Тип вершини v повинен бути визначений, а додавати можна і одне піддерево. Тобто арність вершини, до якої додається піддерево, може дорівнювати одиниці. Функція має вигляд $K' = AddTree(K, v, v', List)$. Список $List$ можна задати або отримати вилученням піддерева з іншого дерева. Проілюструємо виконання останньої команди на прикладі дерева з рис.7а. Після виконання функції $K' = AddTree(K, e, c, List)$ отримано клас K' додаванням піддерева з кореневою вершиною c, вилученого з дерева. Результат додавання зображений на рис.7а до вершини e, а виконання функції додавання списку вершин – на рис.7б.

Для перейменування вершини виконується функція $K' = Ren(K, v, v')$, за якою з класу K утворюється клас K', зміною назви вершини з v на v'. Ініціалізація дерева виконується функцією $K = Init(v)$, яка створює новий клас K з кореневою вершиною v типу AND.

Висновки

Покажемо послідовність дій, які треба виконати для створення моделі анкети з табл. 1 з допомогою введених функцій та макровизначень.

1. *K=Init(анкета)*
2. *And(анкета)*
3. *List(дата обстеження, паспортні дані, адреса, скарги)*
4. *Empty(дата обстеження)*
5. *And(паспортні дані)*
6. *K=AddList(K, анкета, List)*
7. *List(прізвище, ім'я, по батькові)*
8. *Empty(прізвище)*
9. *Empty(ім'я)*
10. *Empty(по батькові)*
11. *K=AddList(K, паспортні дані, List)*
12. *Rad(адреса)*
13. *List(Львів, Львівська область, інше)*
14. *K=AddList(K,адреса,List)*
15. *Add(скарги)*
16. *List(біль, висипання, слабість, задишка, кашель)*
17. *K=AddList(K, скарги, List)*
18. *And(біль)*
19. *List(голови, горла, грудної клітки, ділянкт серця, підребер'я)*
20. *K=AddList(K, біль, List)*
21. *Rad(підребер'я)*
22. *List(праве, ліве)*
23. *K=AddList(K, підребер'я, List)*
24. *Rad(висипання)*
25. *List(свербіж, пов'язаний з холодом)*
26. *K=AddList(K, висипання, List)*
27. *Pop(кашель)*
28. *List(сухий, вологий, приступоподібний)*
29. *K=AddList(K, кашель, List)*

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Результатом застосування наведених команд є клас *K*, який задає структуру анкети та записи, які містять її поля. На рис. 8 показане дерево, яке зображає цю анкету. Фреймова модель анкети з рис. 1 має такий вигляд :

анкета ← дата обстеження, паспортні дані, адреса, скарги
паспортні дані ← прізвище, ім'я, по батькові
адреса ← Львів
адреса ← Львівська область
адреса ← інше
скарги ← біль, висипання, слабкість, задишка, кашель
біль ← голови, горла, грудної клітки, ділянки серця, підребер'я
підребер'я ← праве
підребер'я ← ліве
висипання ← свербіж
висипання ← пов'язане з холодом
кашель ← сухий
кашель ← вологий
кашель ← приступоподібний
дата обстеження ←

Нижче наводиться модель, яка використовує довгі імена.

анкета. паспортні дані. прізвище
анкета. паспортні дані. ім'я
анкета. паспортні дані. по батькові
анкета. дата обстеження
анкета. адреса. Львів
анкета. адреса. Львівська область
анкета. адреса. інше
анкета. скарги. біль. голови
анкета. скарги. біль. грудної клітки
анкета. скарги. біль. Ділянки серця
анкета. скарги. біль. горла
анкета. скарги. біль. підребер'я. ліве
анкета. скарги. біль. підребер'я. праве
анкета. скарги. висипання. пов'язане з холодом
анкета. скарги. висипання. свербіж
анкета. скарги. кашель. сухий
анкета. скарги. біль. кашель. вологий
анкета. скарги. біль. кашель. приступоподібний

Запропоновано різні підходи до моделювання інформаційних об'єктів при побудові інформаційної інтелектуальної системи прийняття рішень в імунології. Такі підходи мають відношення до створення інформаційної бази системи з врахуванням специфіки інформації, яка може трансформуватись в частині структури анкети як первинного носія інформації. Основною проблемою є те, що анкети можуть трансформуватись в процесі накопичення інформації. Для уникнення втрат інформації та забезпечення інтеграції даних для аналізу, узагальнення та прогнозування запропоновано використати моделі структури даних, які знаходяться в анкетах скриннінгового обстеження хворих. Ці анкети використовуються кафедрою клінічної імунології та алергології державного медичного університету ім. Д. Галицького, очолюваної проф. В.В. Чоп'як. Перетворення анкет переносяться на побудовані моделі та описуються спеціальною мовою. Пропонується набір макровизначень та функцій цієї мови, яка застосована для створення прикладу анкети. Подальші дослідження моделей даних, що трансформуються, пов'язані з практичною реалізацією запропонованого підходу на реальній інформації.

1. Джексон П. Экспертные системы. – М.: Издательский дом „Вильямс", 2001. 2. Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уєно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua