

О. В. Азаренко, д-р фіз.-мат. наук, проф.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-2927-5545
e-mail: azarenko_ev@ukr.net

М. В. Куклінський, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-2028-9206
e-mail: maximum_inc@ua.fm

А. С. Клімова, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-4721-2241
e-mail: asie@ukr.net

ФАКТОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ

Вступ

Натепер у світі існує величезна кількість графічної інформації яка зберігається в цифровому вигляді. Не зважаючи на сучасні методи архівації та алгоритми стиснення, ця інформація займає надвеликий обсяг пам'яті на носіях. На відміну від попередніх років, коли загальний обсяг носіїв був малим, та залежав від багатьох факторів, зараз проблема обсягу не настільки критична.

Але з накопиченням у одному місці великої кількості мультимедійних даних, гарантовано, рано чи пізно стане питання про забезпечення їх послідовності, паралелізму, цілісності, безпеки та доступності, і тоді можна казати не про звичайне скупчення мультимедійних даних, а про повноцінну мультимедійну базу даних. Актуальність цих тверджень, також підтверджується елементарним бажанням користувача здійснювати легкий пошук, запит і маніпулювання актуальною для нього інформації в величезній колекції збережених мультимедійних даних. Проте для забезпечення оптимізації зберігання та обробки великої кількості графічного матеріалу необхідно цей матеріал структурувати.

Постановка проблеми

Будь яке структуроване або систематизоване об'єднання графічних об'єктів можна назвати базою даних, у нашому випадку мультимедійною базою даних, або базою зображень. Робота з такими базами передбачає насамперед пошук та ідентифікацію мультимедійних об'єктів які входять до неї.

Однак завдання ідентифікації, саме по собі, припускає інтелектуальну обробку отриманої інформації, що представляє певні складності. Безсумнівно, в задачах розпізнавання символів (розпізнавання тексту, автомобільних номерів, тощо) досягнуті величезні успіхи. Але, тим не

менш, будь-яких універсальних методів обробки та розпізнавання зображення, які за продуктивністю та якістю можна порівняти з людськими здібностями, немає [1].

Наприклад, у задачах, які ставляться перед експертними системами, потрібно більш глибокий інтелектуальний аналіз і високу швидкодію, цими самими властивостями повинні володіти роботизовані системи обслуговування. Тому обробка зображення в задачі розпізнавання є однією з центральних проблем.

Аналіз досліджень і публікацій та формулювання цілей статті

Відомо, що проблеми упорядкування та структуризації даних відрізняються високим рівнем невизначеності, неповнотою і фрагментарністю, а також великою часткою суб'єктивності [2]. Сучасні комп'ютерні технології пропонують розробникам і користувачам найрізноманітніші засоби створення, ведення та використання комп'ютерних баз даних і знань, які дозволяють кожному створювати їх на свій смак. Крім цього слід зауважити що, практично кожна база даних і знань будується на власній структурно-класифікаційній основі [3; 4].

Ураховуючи специфіку мультимедійної бази даних можна зробити висновок, що одним з шляхів побудови її ефективної інформаційно-управляючої системи є використання фактографічної інформації про її об'єкти [5].

Використання фактографічної інформації перш за все дозволить здійснювати морфологічний пошук, який дасть можливість більш коректного пошуку інформації. Крім цього, у поєднанні з функціями аналізу змісту зображення, з'явиться можливість знаходження графічних об'єктів виходячи з його змісту, що у свою чергу дозволить уникнути наповнювання бази даних однаковою або схожою інформацією.

Якість прийняття рішень у цьому випадку буде визначатися тільки якістю використовуваної первинної фактографічної інформації, а саме ступінь її адекватності, повноти, точності, надійності, своєчасності, наочності та однозначності.

Ще одним позитивним фактором застосування фактографічної інформації до мультимедійних об'єктів є відсутність чітких механізмів ідентифікації сутностей всередині цих об'єктів. Тому ціллю статті є розробка таких механізмів, які б дозволили структурувати і структуровано зберігати мультимедійні дані за допомогою фактографічної інформації.

Фактографічна інформаційна система

Фактографічна інформаційна система (ФІС), як і люба інформаційна система є основним засобом, інструментарієм рішення задач інформаційного забезпечення. Співвідношення понять, пов'язаних з інформаційним забезпеченням, можна відобразити у вигляді наступної схеми (рис. 1) [5].



Рис. 1. Схема поняття інформаційного забезпечення

Як правило ФІС накопичує і зберігає дані у вигляді сукупності інформації яка відображає який-небудь факт, подію тощо. Структура кожного типу інформаційного об'єкта складається з кінцевого набору реквізитів, аспектів та характеристик відомостей для об'єктів даної предметної області.

Архітектуру підсистеми подання та обробки інформації ФІС можна представити так (рис. 2) [5].

Дана архітектура визначає локальні представлення про предметну область користувачів-абонентів інформаційної системи та їх уявленнями про власні інформаційні потреби. На основі аналізу цих уявлень визначається інформаційно-

логічна схема предметної області (опис об'єктів), та концептуальна модель використання інформаційної системи.

Найнижчий рівень подання інформації в фактографічних інформаційних системах виражається внутрішньою схемою бази даних, що визначає структуру організації та особливості зберігання інформаційних масивів, у яких і знаходяться власне самі дані [3; 5].

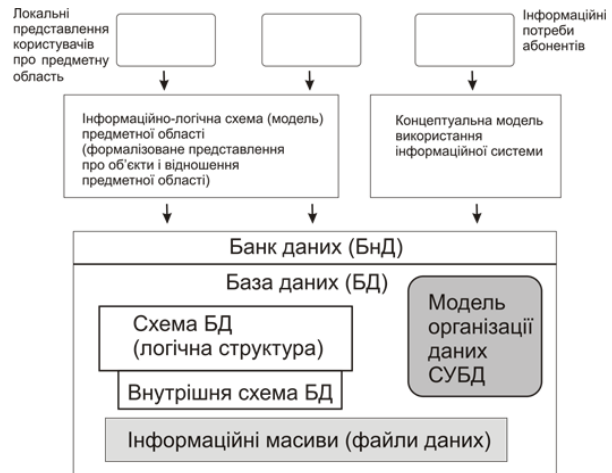


Рис. 2. Підсистема подання та обробки інформації ФІС

Технологія реалізації мультимедійної бази даних

При проектуванні та розробці інформаційної системи керування мультимедійною базою даних, треба враховувати, що прямий вплив на технології їх створення мають основні якості та особливості її даних. Відомо, що мультимедійні дані наділені низкою цікавих особливостей притаманні тільки їм. По-перше вони, зазвичай характеризуються великим об'ємом, а по-друге, зазвичай, пошук цих даних відбувається не за їхнім вмістом, а за суб'єктивним описом цього вмісту.

Дослідивши і розглянувши способи збереження мультимедійних даних, можна зробити висновок, що реляційні та об'єктно-орієнтовані бази даних не добре пристосованими для великих мультимедійних даних. У реляційних базах даних реалізація такого збереження є досить складною, оскільки файл не може зберігатися як один цілий об'єкт, що призводить до розбиття його на частини, що, в свою чергу, уповільнює обробку мультимедійних даних та впливає на рівень безпеки. Об'єктно-орієнтовані бази даних, на відміну від реляційних, майже не мають достатньо добре налаштованих систем керування, які б достатньо легко можна було пристосувати до мультимедійних даних. Найбільш прийнятною є документо-орієнтована база даних, перевагою якої є можливість зберігати мультимедійні

дані у вигляді документів, не поділяючи їх на частини, а технологією, яка найбільш підходить до керування цих баз є технологія NoSQL.

Хоча частина характеристик NoSQL не є унікальною, все ж вони мають ряд вагомих переваг, які полегшують та пришвидшують роботу, забезпечують більшу надійність. А для ще більшого пришвидшення можна застосувати підходи до збереження мультимедійних даних з застосуванням сховищ даних.

Організація пошуку мультимедійних даних

Операції з пошуку, фільтрації та сортування даних реалізують найпростіші інформаційно-довідкові потреби користувачів, але є, мабуть, найбільш частими при роботі з базами даних. Тому в фактографічній інформаційній системі мультимедійної бази даних необхідно звернути на них особливу увагу, особливо на операцію пошуку.

Засоби ФІС дозволять крім контентного пошуку (пошуку за змістом) здійснювати повнотекстовий пошук, але необхідно враховувати ряд особливостей.

Алгоритм пошуку повинен аналізувати зміст мультимедійних даних, наприклад, колір представлених на ньому об'єктів, їх форму, текстуру, композицію сцени. За відсутності можливості проаналізувати сцену під час пошуку розглядаються метадані: ключові слова, мітки тощо.

Проте не для усіх таких даних можна застосувати пошук за змістом. Потенційні області застосування алгоритмів пошуку за змістом:

- пошук зображень в мережі Інтернет;
- каталогізація зображень творів мистецтва;
- організація роботи з архівами фотографічних знімків;
- організація каталогів роздрібного продажу товарів;
- медична діагностика захворювань;
- запобігання злочинів і заворушень;
- контроль за вмістом масивів зображень, тощо [6].

Використання у ФІС пошуку за змістом передбачає, що система робить пошук на основі вхідного зображення, яке вказується користувачем. Користувач може подати на вхід як існуюче зображення, так і грубий начерк необхідного результату (розмітку на кольорові області або прості геометричні форми) (рис. 3). При даному способі побудови запитів не виникає труднощів, пов'язаних з представленням до зображення наборів слів. Алгоритми, які входять до блоку обробки, можуть мати різні способи опису та роботи з вхідним зображенням, але всі результуючі екземпляри зображень повинні мати спільні елементи з входом, зазначеним користувачем.

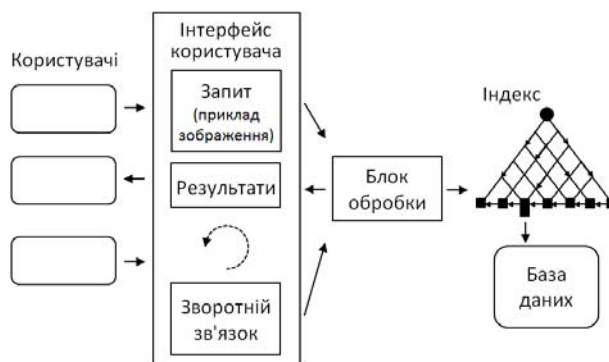


Рис. 3. Система пошуку зображень за змістом

До найпростіших алгоритмів можна віднести пошук за інтенсивністю зображення.

Сутність алгоритму полягає у зменшенні порівнюваних зображень до розміру 15×15 пікселів. Потім визначається інтенсивність Y цих зображень, залежно від колірної моделі, за формулою (для колірної моделі RGB) [7].

$$Y = 0,299 \cdot \text{Red} + 0,587 \cdot \text{Green} + 0,114 \cdot \text{Blue}.$$

Обчислення інтенсивності дає можливість порівнювати зображення не звертаючи увагу на їх кольори. Після обрахунку інтенсивності усіх пікселів в матрицях 15×15 , можна дізнатися відношення інтенсивності кожного пікселя до середнього значення інтенсивності усієї матриці. Дані відношення необхідні для формування одномірного масиву довжиною 225. Далі за формулою

$$P = \frac{\text{array1} \& \text{array2}}{225} \cdot 100 \%,$$

де P — відсоток подібності, $\text{array1} \& \text{array2}$ — повертає масив, що містить всі значення array1 , які присутні в array2 , вираховується відсоток подібності двох зображень.

До складніших алгоритмів можна віднести пошук з використанням нейромережових класифікаторів та ін.

Хоча пошук на основі контенту є досить зручним, та все ж він більше пристосований до статичних зображень, а не для відео, і його реалізація дуже непроста.

Засоби ФІС дозволять також здійснювати повнотекстовий пошук. Перевагою повнотекстовому пошуку є можливість морфологічного та семантичного пошуку.

Проте для повнотекстового пошуку необхідне постійне наповнення бази фактографічною інформацією. Фактографічна інформаційна система накопичує відомості про кожний конкретний мультимедійний об'єкт в базі даних, ставить у відповідність запис, що складається з визначеного набору характерних для цього об'єкту реквізитів, таких, наприклад, як форма, колір, опис, жанр, тип і т. ін.

Комплект інформаційної бази в фактографічній системі включає, як правило, обов'язковий процес структуризації вхідної інформації. Структуризація при цьому здійснюється через визначення інформаційних об'єктів певного типу, інформація про яких береться з заповнених реквізитів [5].

Структуризація фактографічних даних

Структуризація даних, перш за все, необхідна для виконання основних операцій з ними. Коли кількість об'єктів для пошуку потенційно велика або кількість пошукових запитів є досить істотною, проблема повнотекстового пошуку часто ділиться на два завдання: індексації та пошуку. Етап індексації «сканує» текст усіх реквізитів і створює список пошукових термінів. На стадії пошуку, при виконанні конкретного запиту, надсилається тільки індекс, а не текст оригінального реквізиту. Індикатор робить запис в індекс для кожного терміну або слова, знайденого в базі реквізитів.

Дуже часто в мультимедійних базах даних об'єкти намагаються структурувати за ієрархічною моделлю. Тобто спочатку організувати їх за певними категоріями, потім розбити їх на підкатегорії, а ті в свою чергу, на більш вузькі категорії. Аналогічним чином організовується фактографічна інформація. Причому чим вища категорія, тим менше вона змінюється в базі.

Проте, створення моделі для зберігання ієрархічних даних непросте завдання.

Стандартною технікою для моделювання ієрархічних структур в технології NoSQL є вкладені множини [8]. Вона широко використовується в реляційних базах даних, але вона ідеально може бути застосовна до реквізитів фактографічної системи.

Ієрархічна структура це модель, де чітко відстежується зв'язок батьків і нащадків. У випадку з ієрархічною структурою кожний вузол повинен мати свій унікальний ID і ID свого батька (рис. 5). Самі ID не мають ніякого відношення до даних, вони лише слугують унікальними визначниками вузла.

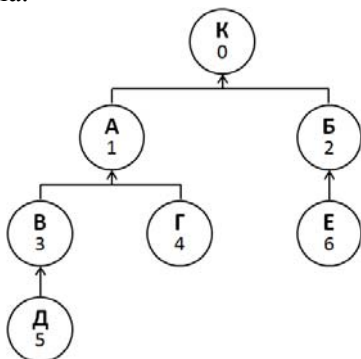


Рис. 5. Схема ієрархічної структури даних

Ідея вкладених множин полягає в тому, що замість ID батька використовується ліве і праве значення вузла, тобто ID лівого і правого сусіда того самого рівня. Причому ID сусідів отримуються за особливим алгоритмом (рис. 6) [9].

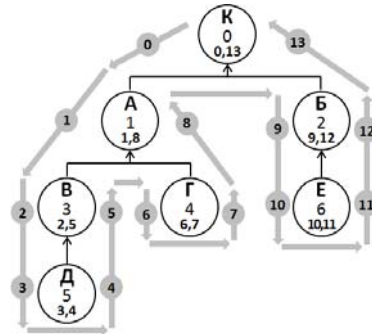


Рис. 6. Схема ієрархічної структури з вкладеними множинами, та алгоритм отримання ID сусідів

Вкладені множини дуже ефективні при отриманні списку нащадків елемента. Але є і свої недоліки, наприклад, при видаленні або додаванні вузла необхідно виконувати велику кількість оновлених даних в базі. Тому ця структура досить ефективна лише для незмінних даних, у зв'язку з чим можна рекомендувати для використання у фактографічній інформаційній системі концепцію сховища даних.

Висновок

Фактографічні інформаційні системи оперують фактичними відомостями, представленими у вигляді спеціальним чином організованих сукупностей формалізованих записів даних. Застосування підходів ФІС, методів контентного та повнотекстового пошуку, технології NoSQL та концепції сховища даних до об'єктів мультимедійної бази даних, дасть можливість суттєво оптимізувати роботу бази та забезпечити її більшу надійність.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Shalkoff R. J.** Digital image processing and computer vision. — New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons, Inc., 1989. — 489 p.
2. **Бойко В. В., Савинков В. М.** Проектирование баз данных и информационных систем. — М. : Финансы и статистика, 1989. — 350 с.
3. **Гагарина Л. Г., Киселев Д. В., Федотова Е. Л.** Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: учеб. пособие. — М. : ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2007. — 384 с.
4. **Емельянова Н. З., Партыка Т. Л., Попов И. И.** Основы построения автоматизированных информационных систем: учеб. пособие. — М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. — 416 с.

5. **Гайдамакин Н. А.** Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс: учеб. пособие. — М. : Гелиос АРВ, 2002. — 368 с.

6. **Datta R., Joshi D., Li J. and Wang J.Z.** 2008. Image retrieval: Ideas, influences, and trends of the new age. ACM Comput. Surv. 40, 2, Article 5 (April 2008). — 60 p.

7. **Селянкин В. В., Скороход С. В.** Анализ и обработка изображений в задачах компьютерного зрения: учеб. пособие. — Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015. — 82 с.

8. NoSQL data modeling techniques / <https://highlyscalable.wordpress.com/2012/03/01/nosql-data-modeling-techniques/>

9. Nested Set/<http://devacademy.ru/posts/nested-set>.

Азаренко О. В., Куклінський М. В., Клімова А. С.

ФАКТОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ

У статті приведено вирішення проблеми підвищення ефективності керування мультимедійними об'єктами, які зберігаються в базі даних. У якості рішення розглядається застосування фактографічних інформаційних систем, причому не тільки для реалізації довідкових функцій, але і для вирішення задач обробки даних, таких як введення, зберігання, сортування, пошук та структурування даних. У статті розглядаються основні проблеми, які виникають при проектуванні баз даних з мультимедійним контентом. Дані проблеми, зазвичай, викликані характеристиками, які притаманні лише мультимедійним даним. Саме з урахуванням цих характеристик пропонується разом з фактографічною інформаційною системою використання NoSQL у якості додаткової технології для реалізації мультимедійної бази даних, застосування концепції сховища даних та схеми ієрархічної структури з вкладеними множинами. Запропоновані підходи створюють умови щодо підвищення продуктивності функціонування інформаційних систем мультимедійних баз даних необхідні для представлення підсумкових результатів, які пред'являються користувачами.

Ключові слова: мультимедійна база даних; фактографічна інформаційна система; система керування базою даних; NoSQL; концепція сховища даних; ієрархічна структура з вкладеними множинами.

Azarenko O., Kuklinskyi M., Klymova A.

FACTOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF MULTIMEDIA DATABASE

The article provides a solution to the problem of improving the efficiency of managing multimedia objects that are stored in the database. The use of factographic information systems is considered as a solution, and not only for the implementation of reference functions, but also for solving data processing tasks such as data entry, storage, sorting, searching and structuring. The article discusses the main problems encountered in the design of databases with multimedia content. These problems are usually caused by characteristics that are inherent only in multimedia data. It is with these characteristics in mind that the use of NoSQL as an additional technology for the implementation of a multimedia database, the application of the data warehouse concept and a hierarchical structure with nested sets is proposed along with the factographic information system. The proposed approaches will create conditions for improving the performance of the information systems of multimedia databases necessary for the presentation of the final results presented by users.

Keywords: multimedia database; factographic information system; database management system; NoSQL; data warehouse concept; hierarchical structure with nested sets.

Азаренко Е. В., Куклинский М. В., Климова А. С.

ФАКТОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

В статье приведено решение проблемы повышения эффективности управления мультимедийными объектами, которые хранятся в базе данных. В качестве решения рассматривается применение фактографических информационных систем, причем не только для реализации справочных функций, но и для решения задач обработки данных, таких как ввод, хранение, сортировка, поиск и структурирование данных. В статье рассматриваются основные проблемы, возникающие при проектировании баз данных с мультимедийным контентом. Данные проблемы, как правило, вызваны характеристиками, которые присущи только мультимедийным данным. Именно с учетом этих характеристик предлагается вместе с фактографической информационной системой использование NoSQL в качестве дополнительной технологии для реализации мультимедийной базы данных, применение концепции хранилища данных и схемы иерархической структуры с вложенными множествами. Предложенные подходы создадут условия для повышения производительности функционирования информационных систем мультимедийных баз данных необходимых для представления итоговых результатов, которые пред'являются пользователями.

Ключевые слова: мультимедийная база данных; фактографическая информационная система; система управления базой данных; NoSQL; концепция хранилища данных; иерархическая структура с вложенными множествами.

Стаття надійшла до редакції 04.09.2018 р.

Прийнято до друку 18.09.2018 р.

Рецензент – д. т. н., проф. Зіатдінов Ю.К.