

# Методи представлення просторових даних в базах даних ГІС реального часу та шляхи зниження часу запитів

Васюхін М. І., Капштик О. І.  
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України

Головко Б. Б.  
Харківський університет Повітряних сил імені І. Кожедуба

Сенько В. О.  
Національний авіаційний університет

## **Вступ**

Аналіз відомих методів побудови ГІС реального часу (РЧ), а також особливостей структурно-архітектурних рішень з побудови баз даних (БД) ГІС РЧ показав, що сутність організації структур цих БД, а також методик зниження часу запитів до таких баз практично не розкриваються в літературі, що особливо характерно для сучасних публікацій. Разом з тим методи побудови БД ГІС РЧ для більшості країн світу, у тому числі й України представляють або державну таємницю, або є конфіденційною власністю комерційних фірм [1-6].

Важливість застосування якіснішого представлення картографічних даних у БД ГІС РЧ обумовлена жорсткістю вимог до продуктивності таких систем, що, у свою чергу, потребує розробки нових методів зниження часу запитів обробки різних типів картографічних або інших даних.

Зростаюча складність розв'язуваних прикладних задач витікає з необхідності множинного представлення цих даних у БД ГІС РЧ, а також з вимог виконання різних операцій над зображеннями у реальному часі. Тому доцільно розглянути існуючі методи організації картографічних даних в БД ГІС РЧ. Нижче розглянемо найбільш поширені на даний час способи опису картографічних даних у БД ГІС, а саме: функціональний, векторний і растровий.

## **Основна частина**

При використанні *функціонального способу*, актуальні дані описуються однією або кількома простими чи складними математичними функціями і кількома супутніми ознаками. Даний спосіб на теперішній час отримує широке використання в силу збільшення потужності апаратних засобів.

*Векторний спосіб* – це опис зображень, що апроксимують його контури відрізками (векторами). Це один з основних способів кодування в

системах автоматизованого проектування, машинобудування й інших областей застосування.

*Растровий спосіб* – найпоширеніший при поданні неструктурованої картографічної інформації, він полягає в поданні даних про зображення, яке ділиться на мінімальні геометричні елементи – точки, розташовані у вузлах деякої прямокутної решітки – растра, котрий зберігається у вигляді набору ознак, поставлених у відповідність кожній точці.

Наприклад, операції над зображеннями у вигляді точок можуть виконуватися при растровому його поданні, а операції на підмножинах точок і областях виконуються, як при растровому, так і при векторному способах.

Для растрових даних статичної структури, особливо багатоколірних зображень, потрібні значні обсяги пам'яті. При цьому, під час виконання просторових операцій над растровим зображенням, представленим у вигляді масиву пікселів, потрібні значні обчислювальні ресурси спеціалізованих обчислювальних багатопроцесорних систем [12,13] і швидкісних зовнішніх пристроїв зберігання. Для вирішення завдання зниження часу запитів, що містять просторові операції над зображенням, нами пропонується структура, в основі якої лежить принцип квадратамічного дерева [14-16] рис. 1.

Таблиця 1. Якісний аналіз способів представлення даних

Параметри оцінки	Спосіб представлення даних		
	Функціональний	Векторний	Растровий
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Можливість реалізації в апаратних засобах	Погана, через високу складність	Гарна	Гарна
Швидкість виведення	Залежить від кількості елементів	Залежить від кількості елементів	Не залежить від кількості елементів
Якість відтворення	Найкраще	Середнє	Залежить від роздільної здатності пристрою відображення
Обсяг інформації для опису	Залежить від кількості елементів і функцій опису	Залежить від кількості елементів	Залежить від характеристик пристрою відображення, максимальний, стосовно інших способів

Застосування квадратомічних дерев обумовлене більш ефективним виконанням просторових операцій – приналежності, перетинання й включення, наприклад, для отримання відповідей на запити про знаходження літака в зоні аеропорту або перетинання лінії маршруту руху обраної області із зоною радіаційного або хімічного зараження, при їхньому представленні у вигляді растрових зображень. Разом з тим, характерними рисами обробки запитів в існуючих БД ГС РЧ [7-11], при відображенні картографічного фону в рамках номенклатурних аркушів (НА) цифрових карт місцевості (ЦКМ) розглянутої території, є використання прямокутних областей запитів і представлення растрових даних в евклідовій (прямокутній) площині засобів виведення, де застосування квадратомічних дерев щодо дерев інших типів найбільш ефективно [14].

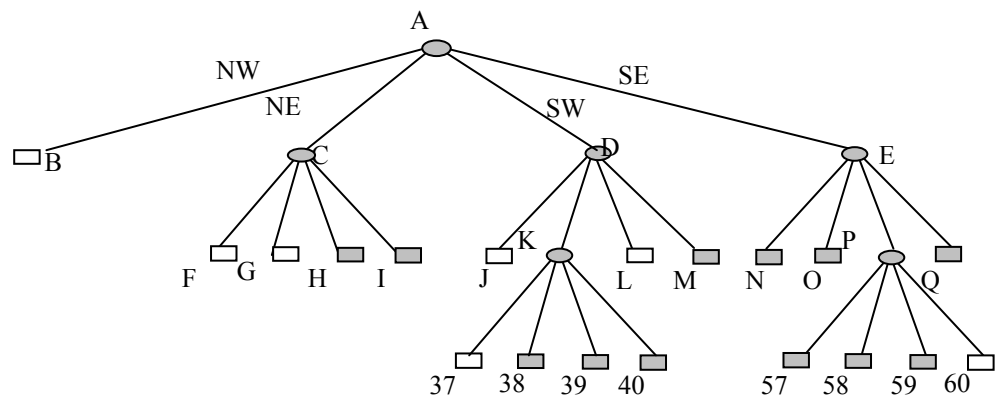


Рисунок 1 - Приклад квадратомічних дерев

Кожному вузлу квадратомічного дерева відповідає квадрант перетвореного растрового зображення, при цьому кількість рівнів, від кореня до листків такого дерева, заздалегідь визначена і незмінна [16]. Квадратомічне дерево має нескінчену кількість розкладів, воно складається з вузлів на не нульових рівнях і на нульовому рівні – листків. Його математично можна представити у вигляді наступної суми:  $1+4+4^2+\dots+4^n$ , (на кожному рівні розбиття по  $4^i$  вузлів,  $i \in [0, n]$ , де  $n$  – ступінь двійки растрового масиву об'ємом  $V_0 = 2^n \times 2^n$  пікселів), що, при повній його декомпозиції, може бути представлений у квадратичній структурі в наступному об'ємі:

$$V_{q_{\max}} = \frac{4^{n+1} - 1}{3} \cdot v, \quad (1)$$

де  $v$  - обсяг одного вузла квадратомічного дерева.

Математичне очікування часу виконання просторового запиту на пошук одного ДО в рамках розглянутого растрового зображення,

представленого у вигляді збалансованої структури на основі квадратомічного дерева при повній декомпозиції, представлено нижче.

$$t_q = \log_4(N_q) \cdot t_0, \quad (2)$$

де  $N_q = \frac{4^{n+1} - 1}{3}$  - кількість вузлів у квадратомічному дереві,  $t_0$  - час переходу від одного вузла дерева до іншого.

Зниження об'єму растрового зображення для структури пропонуємо здійснювати на основі квадратомічного дерева за рахунок використання квадратомічного дерева зі змінним рівнем деталізації растрового зображення.

У цьому випадку, використовується більш загальне поняття квадратомічного дерева, де вузлами можуть бути представлені його листки, одержуючи при цьому структуру БД ГІС РЧ, у якій рівень  $r$  - параметр, що визначає як обсяг, так і якість растрового зображення. Зменшення рівнів квадратомічного дерева веде як до задоволення умов режиму реального часу, так і збільшенню площі растрового зображення запиту, що у свою чергу, при фіксованих розмірах прямокутної області запиту, приводить до вибірки додаткового числа ДО поряд з ДО, що належать растровій області при повній її декомпозиції. Вибір же рівня квадратомічного дерева  $r$  може визначатися на основі різних параметрів. Такими параметрами, приміром, можуть бути: імовірності правильного й помилкового вирішення прикладних задач на основі просторових операцій розглянутих вище, однак в силу існуючих часових обмежень на тривалість виконання запиту в БД ГІС РЧ, обумовлених дотриманням режиму реального часу, як визначальний параметр запропонованої структури БД ГІС РЧ використаємо математичне очікування часу виконання просторового запиту. Більш точна оцінка може бути отримана на підставі співвідношення площ зображення до й після зміни рівня  $r$  і двовимірної щільності розподілу ДО в розглянутій області, що може служити підставою для подальших досліджень.

На рис. 3 представлений графік залежності об'єму переданого растрового зображення для різних значень рівня деталізації. Виходячи з оперативних умов, зміна рівня деталізації здійснюється на підставі умови  $t_{zp} \leq t_{3max}$ , де  $t_{zp}$  - час виконання запиту на вибірку растрового зображення,  $t_{3max}$  - максимально-допустимий час обробки одного запиту в ГІС РЧ рис. 4.

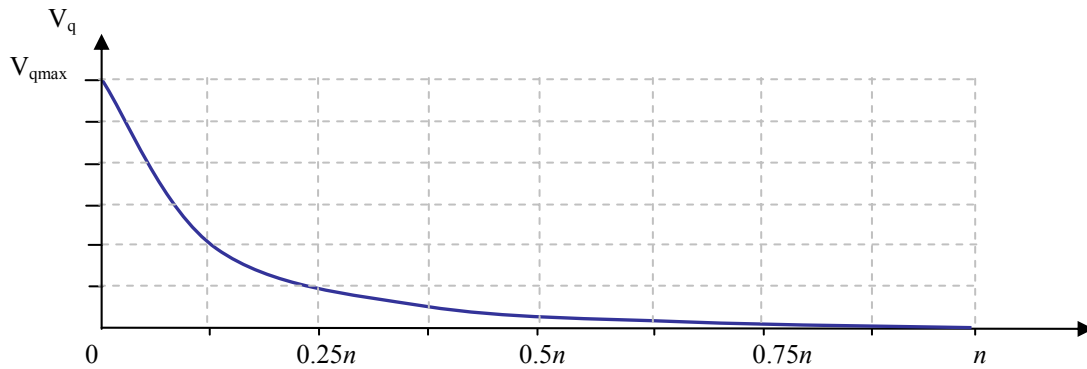


Рисунок 3 - Залежність об'єму квадратомічного дерева від кількості

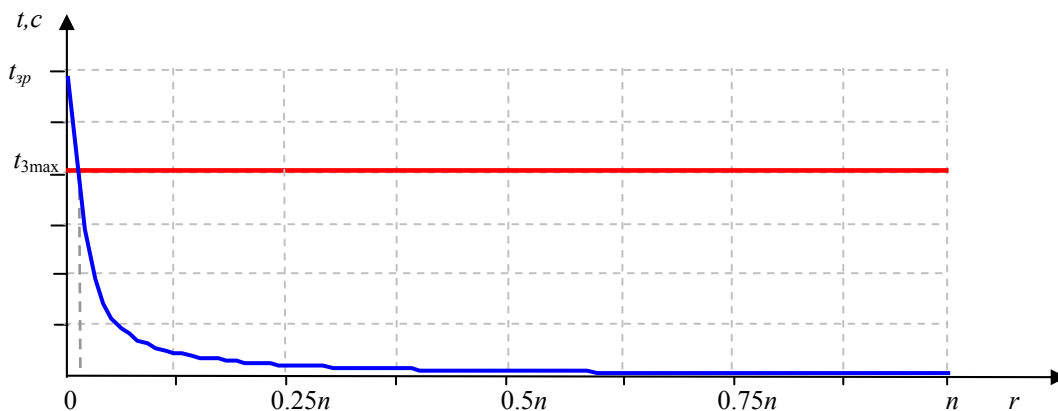


Рисунок 4 - Визначення рівня деталізації  $r$  растрового зображення

### **Висновки**

Отже, наведені способи представлення картографічних даних мають наступні переваги та недоліки:

- функціональний спосіб опису має дві граничні оцінки: найкраща якість відтворення й погана реалізація апаратними засобами (через високу складність);
- растровий спосіб опису має швидкість виведення, що залежить від кількості елементів зображення, і вимагає в порівнянні з іншими способами максимального об'єму інформації для опису, що в ГІС РЧ є небажаним чинником при використанні даних такого типу;
- векторний спосіб опису має середні характеристики, які визначаються як конфігурацією ДО й картографічних даних (для засобів відображення), так і ступенем використання даного об'єкта при вирішенні завдань, обумовлених розглянутою предметною областю.

Слід також зазначити, що завдяки запропонованому узагальненому поняттю квадратомічного дерева, з'явилася можливість керування часом виконання запитів, а також необхідною якістю представлення растрових даних, при якій забезпечується функціонування ГІС РЧ відповідно до призначення, у режимі реального часу.

## **Література**

1. Башков Е.А., Методы и средства построения вычислительных систем синтеза изображений имитаторов визуальной обстановки: Дис. докт. техн. наук: 05.13.08.: - Донецк, 1995.- 472 с.
2. Боюн В.П. Теоретические основы и архитектура комплексов средств преобразования и обработки информации для систем управления быстрыми и сложными процессами: Дис. докт. техн. наук: 05. 13. 05, 05. 13. 13.: - Киев, 1990.- 543 с.
3. Брюхович Е.И. К вопросу об информатизации общества. Методология решения задачи научного предвидения для вывода из кризиса отечественной вычислительной техники // Математические машины и системы.-1997.- №2.- С.122-132.
4. Ходаков В.Е. Синтез структур систем информирования // Специальные методы идентификации, проектирования и живучесть систем управления: Учеб.пособие.- К.: Выща шк., 1990.- 446 с.
5. Хилл П. Наука и искусство проектирования: Пер. с англ.- М.: Мир, 1973. - 263 с.
6. Очин Е.Ф. Вычислительные системы обработки изображений.- Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989.- 136 с.
7. Яблонский Ф.М. Плоские экраны для портативных компьютеров и телевизоров // Зарубежная электроника. – 1988. - № 2. – С.65-75.
8. Хетагуров Я.А., Древис Ю.Г. Проектирование информационно-вычислительных комплексов: Учеб. Для вузов по спец. «АСУ».-М.: Высш. шк.,1987.- 280 с
9. Ablameyko S., Beregov V., Krychcov A. Computer-aided cartographycal system for map digitazing. – Minsk.: 1993. – 22 p. (Prepr./ Inst. of engineering cybernetics Belarussian Acad. of sci. #6)
10. Васюхин М.И., Смолий В.В. Система накопления, обработки и отображения сложных движущихся символов на картографическом фоне // Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах.-1999.- № 2.- С.107-110.
11. Кунцевич В.М. О неопределенности в современном естествознании // Сб.научн. трудов «Методы и средства информатики».- К., 1984.- С.55-60.
12. Васюхин М.И., Боченко Г.А., Рева А.П. Математическое обеспечение динамики сложных символов на экране видеотерминала // Труды II Республиканской конференции по проблемам вычислительной математики и автоматизации научных исследований.- Алма-Ата: Казахский политехнический институт, 1988.- С.25.
13. Васюхин М.И., Боченко Г.А. Методы представления динамической символьной информации на фоне цветного изображения и их

реализация // Труды Республиканского семинара «Интеграция АСУТП и тренажерных устройств».- К.: Институт автоматики министерства приборостроения СССР,1989.- С.57

- 14.Васюхин М.И., Зорич И.С. Отображение динамики единичного видеосимвола в реальном времени // УСиМ.- 1997.- № 1/3.- С.87-92.
- 15.Васюхин М.И. Метод организации движения символа на экране видеотерминала // УСиМ.-1999.- № 1.- С.26-27.
- 16.Смолий В.В. Математические основы повышения эффективности графических преобразований в системах реального времени // Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах.- 1999.- № 1.- С.102-107.

Дата надходження до редакції 10.12.2007 р.