

# Радіонавігація та геоінформаційні системи

## Модуль 1. Основи геоінформаційних систем

### Тема 1. Принципи побудови геоінформаційних систем

#### Лекція 7. Робота з растровими даними.

У попередніх темах ми детальніше розглянули векторні дані. У той час як векторні дані використовують геометрію (точки, полілінії та багатокутники) для відображення реального світу, растрові дані використовують інший підхід. Растри складаються з матриці пікселів (також званих комірками), кожна з яких містить значення, що відображає умови для області, яку покриває ця комірка (рис. 6.1). У цій темі ми детальніше розглянемо растрові дані, коли вони корисні, а коли доцільніше використовувати векторні дані.

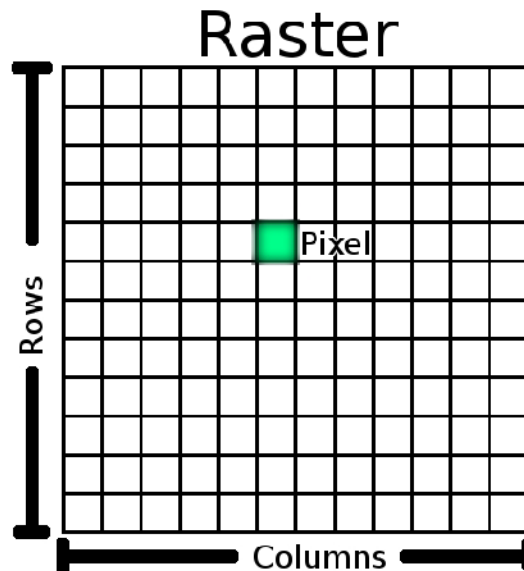


Рис. 6.1: Растровий набір даних складається з рядків (що йдуть поперек) і стовпців (що йдуть вниз) пікселів (також відомих як комірки). Кожен піксель представляє географічний регіон, а значення в цьому пік селі представляє певну характеристику цього регіону.

#### 1. Растрові дані в деталях

Растрові дані використовуються в ГІС-додатках, коли ми хочемо відобразити інформацію, яка є безперервною на певній території і не може бути легко розділена на векторні елементи. Коли ми знайомили вас з векторними даними, ми показували вам зображення на рис. 6.2.

Точкові, полілінійні та полігональні об'єкти добре підходять для представлення деяких об'єктів ландшафту, таких як дерева, дороги та сліди будівель. Інші об'єкти ландшафту може бути складніше представити за допомогою векторних елементів. Наприклад, показані луки мають багато варіацій кольору та щільності покриву. Було б досить легко створити один полігон навколо кожної ділянки пасовища, але багато інформації про пасовище буде втрачено в процесі спрощення об'єктів до одного полігону. Це пов'язано з тим, що коли ви задасте значення атрибутів векторного об'єкта, вони застосовуються до всього об'єкта, тому вектори не дуже добре відображають об'єкти, які не є однорідними (повністю однаковими) на всій території. Інший підхід, який можна застосувати, - оцифрувати кожен невелику варіацію кольору трави та покриву як окремий полігон. Проблема такого підходу полягає в тому, що для створення якісного набору векторних даних потрібно буде виконати величезну кількість роботи.



Рис. 6.2: Деякі об'єкти на ландшафті легко представити у вигляді точок, поліліній та багатокутників (наприклад, дерева, дороги, будинки).

В інших випадках це може бути складно. Наприклад, як би ви представили луки? Як багатокутники? А як щодо варіацій кольору, які можна побачити в траві? Коли ви намагаєтеся представити великі території з постійно мінливими значеннями, растрові дані можуть бути кращим вибором.

Використання растрових даних вирішує ці проблеми. Багато людей використовують растрові дані як **тло** для векторних шарів, щоб надати більше значення векторній інформації. Людське око дуже добре інтерпретує

зображення, тому використання растрових даних за векторними шарами дає змогу отримати карти з набагато більшим змістом. Растрові дані підходять не лише для зображень, що відображають реальну поверхню світу (наприклад, супутникові знімки та аерофотознімки), вони також добре підходять для представлення більш абстрактних ідей. Наприклад, растри можна використовувати, щоб показати тенденції опадів на певній території або зобразити пожежну небезпеку на ландшафті. У таких додатках кожна клітинка растра представляє окреме значення, наприклад, ризик пожежі за шкалою від одного до десяти.

Приклад, який показує різницю між зображенням, отриманим із супутника, і зображенням, на якому показані розраховані значення, можна побачити на рис. 6.3.

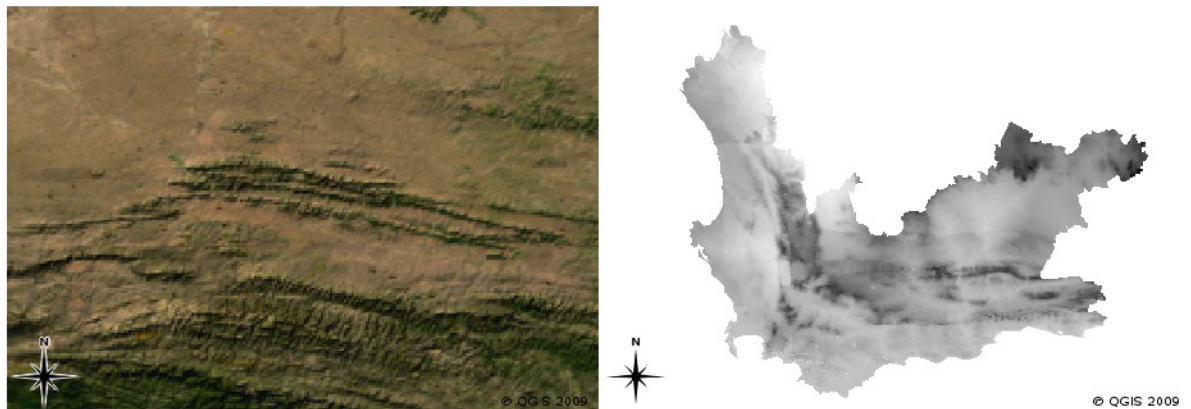


Рис. 6.3: Повнокольорові растрові зображення (ліворуч) є корисними, оскільки вони містять багато деталей, які важко зафіксувати у вигляді векторних характеристик, але легко побачити, дивлячись на растрове зображення.

Растрові дані також можуть бути не фотографічними, як, наприклад, растровий шар, показаний праворуч, який показує розраховану середню мінімальну температуру в Західно-Капській провінції за березень місяць.

## **2. Прив'язка до місцевості**

Прив'язка до місцевості - це процес визначення точного місця на земній поверхні, де було створено зображення або набір растрових даних. Ця позиційна інформація зберігається разом з цифровою версією аерофотознімка. Коли ГІС-додаток відкриває фотографію, він використовує інформацію про місцезнаходження, щоб переконатися, що фотографія з'являється в правильному місці на карті. Зазвичай ця позиційна інформація складається з координат верхнього лівого пікселя зображення, розміру

кожного пікселя в напрямку X, розміру кожного пікселя в напрямку Y і величини (якщо є), на яку повернуто зображення. Маючи ці кілька відомостей, ГІС-програма може гарантувати, що растрові дані відобразатимуться у правильному місці. Інформація про прив'язку растра до місцевості часто міститься у невеликому текстовому файлі, що супроводжує растр.

### **3. Джерела растрових даних**

Растрові дані можна отримати кількома способами. Два найпоширеніші з них - аерофотозйомка та супутникові знімки. При аерофотозйомці літак пролітає над місцевістю, а під ним встановлюється камера. Потім фотографії імпортуються в комп'ютер і прив'язуються до місцевості. Супутникові знімки створюються, коли супутники, що обертаються навколо Землі, спрямовують спеціальні цифрові камери на Землю, а потім роблять знімок місцевості, над якою вони пролітають. Після того, як знімок зроблено, він надсилається на Землю за допомогою радіосигналів на спеціальні приймальні станції, такі як показана на рис. 6.4. Процес отримання растрових даних з літака або супутника називається дистанційним зондуванням.



Рис. 6.4: Центр супутникового застосування CSIR в Хартебішук поблизу Йоганнесбурга.

Спеціальні антени відстежують супутники, коли вони проходять над землею, і завантажують зображення за допомогою радіохвиль.

В інших випадках растрові дані можна обчислити.

*Наприклад, страхова компанія може взяти поліцейські звіти про злочини і створити растрову карту всієї країни, яка показує, наскільки високий рівень злочинності може бути в кожній області.*



*Метеорологи (люди, які вивчають погодні умови) можуть версію наборів растрових даних, щоб працівники могли переглядати ці набори даних у веб-браузері.*

Зазвичай це корисно лише в тому випадку, якщо атрибути, про які потрібно знати користувачам, можуть бути представлені на карті за допомогою міток або символів. Якщо користувачеві потрібно переглянути таблицю атрибутів для даних, надання їх у растровому форматі може бути поганим вибором, оскільки растрові шари зазвичай не мають атрибутивних даних, пов'язаних з ними.

#### **4. Просторова роздільна здатність**

Кожен растровий шар у ГІС має пікселі (комірки) фіксованого розміру, які визначають його просторову роздільну здатність. Це стає очевидним, коли ви дивитесь на зображення в малому масштабі (рис. 6.5), а потім збільшуєте масштаб до великого (рис. 6.6).



Рис. 6.5: Цей супутниковий знімок добре виглядає при використанні малого масштабу...



Рис. 6.6: ...але при перегляді у великому масштабі можна побачити окремі пікселі, з яких складається зображення.

Кілька факторів визначають просторову роздільну здатність зображення. Для даних дистанційного зондування просторова роздільна здатність зазвичай визначається можливостями сенсора, який використовується для отримання зображення.

*Наприклад, супутники SPOT5 можуть робити знімки, де кожен піксель має розмір 10 м x 10 м. Інші супутники, наприклад MODIS, роблять знімки лише з розміром пікселя 500 м x 500 м. В аерофотозйомці розміри пікселів 50 см x 50 см не є рідкістю.*

Зображення з розміром пікселя, що покриває невелику площу, називають зображеннями "високої роздільної здатності", оскільки на них можна розрізнити високий ступінь деталізації.

Зображення з розміром пікселя, що покриває велику площу, називаються зображеннями "низької роздільної здатності", оскільки на них можна розгледіти низьку кількість деталей.

У растрових даних, які обчислюються за допомогою просторового аналізу (наприклад, карта опадів, про яку ми згадували раніше), просторова щільність інформації, що використовується для створення растру, зазвичай визначає просторову роздільну здатність. *Наприклад, якщо ви хочете створити карту середньої кількості опадів з високою роздільною здатністю, вам в ідеалі знадобиться багато метеостанцій, розташованих у безпосередній близькості одна від одної.*

Одна з головних речей, про яку слід пам'ятати при роботі з растрами, отриманими з високою просторовою роздільною здатністю, - це вимоги до зберігання.

*Уявіть собі растр розміром 3 x 3 пікселі, кожен з яких містить число, що позначає середню кількість опадів. Для зберігання всієї інформації, що міститься в растрі, вам знадобиться 9 чисел в пам'яті комп'ютера. Тепер уявіть, що ви хочете мати растровий шар для всієї Південної Африки з пікселями 1 км x 1 км. Площа Південної Африки становить близько 1 219 090 км<sup>2</sup>. Це означає, що вашому комп'ютеру потрібно буде зберігати на жорсткому диску понад мільйон чисел, щоб вмістити всю інформацію.*

Зменшення розміру пікселя значно збільшило б обсяг необхідного сховища. Іноді використання низької просторової роздільної здатності корисно, коли ви хочете працювати з великою територією і не зацікавлені в детальному розгляді якоїсь однієї області.

*Карти хмар, які ви бачите в прогнозі погоди, є прикладом цього - корисно бачити хмари по всій країні. Збільшення масштабу до однієї конкретної хмари у високій роздільній здатності не скаже вам багато про майбутню погоду!*

З іншого боку, використання растрових даних низької роздільної здатності може бути проблематичним, якщо вас цікавить невеликий регіон, оскільки ви, ймовірно, не зможете розрізнити окремі елементи на зображенні.

## **5. Спектральна роздільна здатність**

Якщо ви робите кольорову фотографію за допомогою цифрової камери або камери мобільного телефону, камера використовує електронні датчики для виявлення червоного, зеленого і синього світла. Коли знімок виводиться на екран або роздруковується, інформація про червоний, зелений і синій кольори (RGB) об'єднується, щоб показати вам зображення, яке можуть сприймати ваші очі. Хоча інформація все ще зберігається в цифровому форматі, ця RGB-інформація зберігається в окремих колірних діапазонах.

У той час як наші очі можуть бачити лише довжини хвиль RGB, електронні сенсори в камерах здатні розпізнавати довжини хвиль, які наші очі не можуть. Звичайно, в ручній камері немає сенсу записувати інформацію з невидимих частин спектру, оскільки більшість людей просто хочуть подивитися на фотографію свого собаки абощо. Растрові зображення, які включають дані для невидимих частин світлового спектру, часто називають

**мультиспектральними зображеннями.** У ГІС запис невидимих частин спектру може бути дуже корисним.

*Наприклад, вимірювання інфрачервоного світла може бути корисним для ідентифікації водних об'єктів.*

Оскільки наявність зображень, що містять кілька смуг світла, є дуже корисною для ГІС, растрові дані часто надаються у вигляді багатосмугових зображень. Кожна смуга на зображенні схожа на окремий шар. ГІС об'єднує три смуги і показує їх червоним, зеленим і синім кольорами так, щоб їх могло бачити людське око.

Кількість смуг на растровому зображенні називається його **спектральною роздільною здатністю**.

Якщо зображення складається лише з однієї смуги, його часто називають зображенням у відтінках **сірого**. До напівтонових зображень можна застосувати фальшиве забарвлення, щоб зробити різницю в значеннях пікселів більш очевидною. Зображення із застосуванням фальшивих кольорів часто називають **псевдокольоровими**.

**6. Перетворення растру у вектор** Під час обговорення векторних даних ми пояснювали, що часто растрові дані використовуються як фоновий шар, який потім використовується як основа, на якій можна оцифрувати векторні об'єкти. Інший підхід полягає у використанні сучасних комп'ютерних програм для автоматичного вилучення векторних об'єктів із зображень. Деякі об'єкти, такі як дороги, відображаються на зображенні як різка зміна кольору сусідніх пікселів. Комп'ютерна програма шукає такі зміни кольору і в результаті створює векторні об'єкти. Така функціональність зазвичай доступна лише в дуже спеціалізованому (і часто дорогому) програмному забезпеченні ГІС.

## **7. Перетворення вектора в растр**

Іноді буває корисно перетворити векторні дані на растрові. Одним з побічних ефектів цього є те, що атрибутивні дані (тобто атрибути, пов'язані з вихідними векторними даними) будуть втрачені при перетворенні. Перетворення векторів у растровий формат може бути корисним, якщо ви хочете надати дані ГІС користувачам, які не є користувачами ГІС. Завдяки більш простим растровим форматам особа, якій ви надаєте растрове



зображення, може просто переглянути його як зображення на своєму комп'ютері, не потребуючи спеціального програмного забезпечення для ГІС.

## **8. Растровий аналіз**

Існує велика кількість **аналітичних інструментів**, які можна запусити на растрових даних, але які не можна використовувати з векторними даними. *Наприклад, растри можна використовувати для моделювання потоку води на поверхні землі. Ця інформація може бути використана для розрахунку вододілів та річкових мереж на основі рельєфу місцевості.*

Растрові дані також часто використовуються в сільському та лісовому господарстві для управління рослинництвом. *Наприклад, за допомогою супутникового знімка фермерських угідь можна виявити ділянки, де рослини погано ростуть, а потім використати цю інформацію для внесення більшої кількості добрив лише на уражених ділянках.* Лісівники використовують растрові дані, щоб оцінити, скільки деревини можна заготовити на певній території. Растрові дані також дуже важливі для управління катастрофами. Аналіз цифрових моделей рельєфу (різновид растру, де кожен піксель містить висоту над рівнем моря) може бути використаний для визначення територій, які можуть бути затоплені. Це може бути використано для того, щоб спрямувати рятувальні роботи і допомогу туди, де вона найбільше потрібна.

**9. Поширені проблеми / речі, на які слід звернути увагу** Як ми вже згадували, растрові дані з високою роздільною здатністю можуть вимагати великих обсягів пам'яті комп'ютера.

## **Висновки**

- Растрові дані - це сітка **пікселів** правильного розміру.
- Растрові дані добре підходять для відображення **інформації, що постійно змінюється**.
- Розмір пікселів у растрі визначає його **просторову роздільну здатність**.
- Растрові зображення можуть містити одну або кілька **смуг**, кожна з яких охоплює ту саму просторову область, але містить різну інформацію.
- Коли растрові дані містять смуги з різних частин електромагнітного спектра, вони називаються **мультиспектральними зображеннями**.

- Три смуги мультиспектрального зображення можуть бути показані червоним, зеленим і синім кольорами, щоб ми могли їх бачити.
- Зображення з однією смугою називаються зображеннями у відтінках сірого.
- Односмугові зображення у відтінках сірого можуть бути показані ГІС у псевдокольорі.
- Растрові зображення можуть займати багато місця в пам'яті.

### Литература

1. Чанг, Канг-Цунг (2006). Вступ до геоінформаційних систем. 3-тє видання. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
2. ДеМерс, Майкл Н. (2005). Основи геоінформаційних систем. 3-тє видання. Wiley. ISBN: 9814126195
3. **Веб-сайт:** [https://en.wikipedia.org/wiki/GIS\\_file\\_formats#Raster](https://en.wikipedia.org/wiki/GIS_file_formats#Raster)