
атрибутивних даних. Розпізнавання об'єктів; відображення об'єктів за атрибутивними даними; автоматична і напівавтоматична простановка і контроль висот ізоліній; потужні засоби редагування векторних примітивів, генерації і трансформації об'єктів; клонування налаштованих проектів, швидка збірка багатьох проектів у загальне покриття; перетворення різних типів даних один в одного; перетворення координат на основі контрольних точок при експорті та імпорті;

Атрибутивні дані: генерація і заповнення таблиць атрибутивних даних, візуалізація; тематичне відображення об'єктів за значеннями атрибутів; вибір значень атрибутів, як з набору текстових рядків, так і по піктограмах загальноприйнятих умовних позначень; автоматичний і груповий введення атрибутів.

Відзначимо переваги і недоліки програми. **До переваг можна віднести:** обробка растрів і топокарт різних масштабів; різні процедури поліпшення кольору растру; різні бінаризації; поліпшення контрасту; розмиття; виділення тематичних кольорів, що дозволяє обробити топокарту по максимуму; автоматична зшивання дрібних розривів; зручне видалення небажаного сміття.

Програма дійсно робить велику частину роботи без втручання користувача.

Деякі недоліки програми:

при корекції ліній (горизонталей), які автоматично трасують растр, є як великі, так і невеликі розриви між лініями, при цьому їх можна усунути, натискаючи, наприклад, клавішу Q по одній частині лінії до іншої і, таким чином, лінія замикається, на що йде досить багато часу;

при зшивці тих же ліній у програми є так звана «чарівна кисть» , яку можна вибрати натисканням клавіші W - курсор миші перетворюється на коло і при натисканні двічі мишею між лініями, останні зшиваються. Але періодично при подвійному кліці можуть відбуватися не зшивка заданих ліній, що призводить до повторення операцій .

В цілому, незважаючи на недоліки програми Easy Trace 9.6 Pro , її якість і ефективність можна вважати хорошими, оскільки її застосування заощадить багато часу і сил для векторизації різних карт. Надалі в новій версії програми Easy Trace будуть усунені діючі дрібні недоліки і робота в цій програмі буде вельми зручна користувачеві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Журнал виробничої практики Центру ДЗК.
2. <http://gisa.ru/1486.html>.
3. www.easytrace.com.

УДК 528.837:629.783 (045)

Яснев С.О.

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБЛЕННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

Вступ. Космічні знімки – збірна назва даних, які отримуються за допомогою космічних апаратів в різних діапазонах електромагнітного спектру та візуалізують потім по певному алгоритму. Космічні знімки земної поверхні дозволяють вирішити багато питань, наприклад: аналіз, картографування, створення об'ємних моделей місцевості, виявлення процесів і явищ, їхніх меж і прогнозування їхнього розвитку і т.д.

Завдяки цифровим камерам ми маємо можливість відразу працювати із зображеннями

на моніторі персонального комп'ютера. Після обробки ми можемо включити ці дані в ГІС та привести їх до єдиної проекції, тоді ми можемо створити цифрову карту. Одна з найважливіших вимог до знімків земної поверхні – оперативність одержання актуальної просторової інформації про земну поверхню і атмосферу для виявлення взаємозв'язків в процесах і явищах, що відбуваються в них.

В даний час на ринку ДЗЗ спостерігається стрімкий розвиток сектора знімків з надвисокою роздільною здатністю. Швидкими темпами зростає кількість запусків космічних апаратів (КА) зі знімальними системами з просторовим розрізненням 1 м і краще [1].

Постановка проблеми. Вихідна інформація космічних знімків – зареєстроване певним видом сенсорів електромагнітне випромінювання (ЕМВ).

Таке випромінювання може мати як природний характер, так і бути відбиттям штучного (антропогенного або іншого) походження. Наприклад, знімки Землі, т. зв. оптичного діапазону, є, по суті, звичайною фотографією (способи отримання якої, проте, можуть бути вельми складні). Такі знімки характеризуються тим, що реєструють відображення природного випромінювання Сонця від поверхні Землі (як у будь-якої фотографії ясним днем) [1-4, 7].

Для усунення впливу різних атмосферних явищ (водяної пари, кисню, вуглекислого газу, метану, озону, розсіювання молекулами аерозолів і частинками пилу) використовується алгоритм переносу випромінювань, у який включені кілька моделей атмосфери (літо в середніх широтах, зима в середніх широтах і т.д.) і моделі складу аерозолів (для сільської місцевості, міста, морських територій та ін.) за якими розраховується унікальне рішення для кожного знімка.

Знімки, що використовують відбиття штучного випромінювання, схожі на фотографію вночі при фотоспалаху, коли природного підсвічування немає, і використовується світло, відбите від яскравого спалаху лампи. На відміну від аматорської зйомки, КА можуть використовувати відображення в діапазонах електромагнітного спектра, що виходить за межі оптичного діапазону, видимого оком людини і чутливого для сенсорів побутових камер.

Наприклад, такими є радіолокаційні знімки, для яких хмарність атмосфери є прозорою. Такі знімки дають зображення поверхні Землі або інших космічних тіл «через хмарність» [1-2]. На 2013 рік переважає сканерний спосіб, коли поперечну розгортку (перпендикулярно маршруту руху КА) забезпечує скануючий (електрона розгортка) механізм, що передає ЕМВ на сенсор (приймальний пристрій) КА, а повздовжню розгортку (уздовж маршруту руху КА) забезпечує саме переміщення КА [7].

Виклад основного матеріалу. Будь-яка зйомка – реєстрація яскравості поверхні Землі в певному діапазоні спектра електромагнітних хвиль. Рівень яскравості або рівень відбитого світла від поверхні Землі на конкретному зображенні є цінною інформацією при аналізі складу мінералів або рослинності цієї поверхні. Прикладом аналізу зображень є витяг лінійних об'єктів, розробка просторової моделі обробки даних, переклад даних з одного формату в інший, складання мозаїки зображень, отримання стереозображень, автоматичне вилучення географічних даних [3].

Для розрахунку скоригованих значень яскравості використовується формула:

$$L = \left(\frac{Ap}{1 - p_e S} \right) + \left(\frac{Bp_e}{1 - p_e S} \right) + L_a,$$

де L – значення яскравості пікселя;

p – коефіцієнт відбиття для пікселя;

p_e – середній коефіцієнт відбиття для пікселя і його найближчої області;

L_a – яскравість розсіяна атмосферою назад;

A і B – коефіцієнти, які залежать від атмосферних умов;

S – сферичне альbedo атмосфери.

Значення A, B, S, L_a – в залежності від моделі атмосфери, широти місцевості, пори року. Дешифрування і аналіз супутникових знімків в даний час все більше виконується за допомогою автоматизованих програмних комплексів, таких як ERDAS Imagine або ENVI. Роздільна здатність знімків, отриманих оптико-електронними знімальними системами (сканерами), визначається розміром елемента зображення, пікселя: $R = s\sqrt{2}$, де s – розмір пікселя в метрах [2].

Для обробки космічних знімків важлива їх прив'язка до об'єктів місцевості, що мають добрі дешифрувальні властивості. В якості розпізнавальних знаків, як правило, вибираються кути будинків, парканів, основи ліній електропередач, кути асфальтованих (бетонних) площадок, які чітко проявляються на знімку. Потім вибирається робоча система координат (має значення, в якій системі відомі координати більшості опорних точок).

Потім слідує фотограмметрична обробка, де одним з ключових питань є кількість і розташування опорних точок, тому перший етап роботи повинен бути спрямований на визначення максимально можливої точності орієнтування та оптимізацію планово-висотного забезпечення. Далі виконується зовнішнє орієнтування (мінімальна кількість опорних точок – 9). На цьому етапі також відбувається оцінка геометричної точності і якості знімка. Геометрична точність перевіряється по помилках планового положення контрольних точок.

Для фотограмметричної обробки сканерних космічних знімків використовують строги, універсальні і апроксимаційні моделі [4]. Суть строгого методу полягає у відновленні зв'язки променів, які проектуються на поверхню Землі і вирішенні колінеарних рівнянь:

$$x - x_0 = -f \frac{a_{11}(X - X_s) + a_{12}(Y - Y_s) + a_{13}(Z - Z_s)}{a_{31}(X - X_s) + a_{32}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)}$$

$$(1),$$

$$y - y_0 = -f \frac{a_{21}(X - X_s) + a_{22}(Y - Y_s) + a_{23}(Z - Z_s)}{a_{31}(X - X_s) + a_{32}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)}$$

де X_s, Y_s, Z_s – координати центра фотографування в момент зйомки, X, Y, Z – геодезичні координати точки, x, y – координати точки на зображенні, f – фокусна відстань камери, x_0, y_0 – координати головної точки, a_{ij} – елементи матриці повороту на кути ω, φ, κ . При цьому враховуються фізичні параметри камери (фокусна відстань, координати головної точки, розмір пікселя), оптична дисторсія, положення камери в момент зйомки. Рішення рівнянь (1) ускладнюється тим, що для кожної строки сканерного зображення параметри зовнішнього орієнтування $X_s, Y_s, Z_s, \omega, \varphi, \kappa$ відмінні. Для їх розрахунку часто використовують поліноміальний алгоритм. Строгий метод дозволяє досягти максимальної точності.

Універсальні методи використовують стандартні математичні моделі – поліноміальні, паралельно-перспективні та ін. У розрахунок не приймаються додаткові дані про процес зйомки. Прикладом може служити метод раціональних функцій

$$x = \frac{P_1(X, Y, Z)}{P_2(X, Y, Z)}, \quad y = \frac{P_3(X, Y, Z)}{P_4(X, Y, Z)},$$

де

$$P_l(X, Y, Z) = \sum_{i=0}^{m_1} \sum_{j=0}^{m_2} \sum_{k=0}^{m_3} a_{ijk} X^i Y^j Z^k, \quad l = 1, 2, 3, 4, \quad i + j + k \leq 3$$

(2)

Мінімальна кількість необхідних опорних точок (N) буде залежати від ступеня поліномів (2) і відповідно від кількості коефіцієнтів $a_{ijk}(Q)$ в поліномі P_l (3).

$$N = 2Q - 1. \quad (3)$$

Загальне визнання знайшла апроксимаційна модель на основі рівнянь (2) – компроміс між строгим і універсальним способом, в якій використовуються поліноми третього ступеня (4)

$$P(X, Y, Z) = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3Z + a_4X^2 + a_5XY + a_6XZ + a_7Y^2 + a_8YZ + a_9Z^2 + a_{10}X^3 + a_{11}X^2Y + a_{12}X^2Z + a_{13}XY^2 + a_{14}XYZ + a_{15}XZ^2 + a_{16}Y^3 + a_{17}Y^2Z + a_{18}YZ^2 + a_{19}Z^3. \quad (4)$$

Коефіцієнти раціональних функцій a_{ijk} розраховуються по строгій моделі. Корегування (зрівняння) знімків з використанням коефіцієнтів раціональних функцій може виконуватися і без опорних точок, однак кілька опорних точок допоможуть усунути систематичні помилки (такі, як, наприклад, при зміні системи координат). Застосування строгого методу дозволяє досягти більш рівномірного корегування.

Висновки. Якість фотограмметричної обробки зображень залежить від попередньої корекції та виду математичних моделей, що застосовуються для розрахунку параметрів орієнтування знімків.

Відзначимо, що швидко розвиваючись технології дистанційного зондування все ширше використовуються для вирішення задач народного господарства, таких як: створення геоінформаційних систем земельних ресурсів різних рівнів, контроль за використанням земельних ресурсів, обстеження земель, вивчення і прогнозування несприятливих природних процесів та явищ. Реальністю стало отримання точної просторової інформації без збору наземних даних, що призводить до істотного скорочення фінансових і часових витрат, оптимізації господарської діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гершензон В.Е., Кучейко А.А. Рынок космических геоданных в 2010 году. Пространственные данные.– № 2. – 2010.
2. Лабутина Ирина Алексеевна. Дешифрирование аэрокосмических снимков. Учеб. Пособие для студентов вузов / И.А. Лабутина. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
3. Лютивинская М.В., Нейфельд И.Г. Использование данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения для целей кадастрового учета // Геоматика. – 2009. –№ 2. – С. 76–82.
4. Титаров П.С. Практические аспекты фотограмметрической обработки сканерных космических снимков высокого разрешения. Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – № 2(45). – 2004.
5. Жуков Г.П., Осипов Е.А., Толмачева З.И. и др. Камеральное топографическое дешифрирование аэроснимков (вопросы теории и практики). М.: РИО ВТС, 1962. – 160 с.
6. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА), Москва, ЦНИИГАиК, 2002. – 180 с.
7. Зубарев А.Э. Обработка стереопары космических изображений сенсора GeoEye-1. — www.racurs.ru/www_download/articles/Test_GE-1.pdf (электронный ресурс).
8. Кодратьев К.Я., Козодеров В.В., Федченко П.П. Аэрокосмические исследования почв и растительностию. – Л.:Гидрометеиздат,1986. – 229 с.