

УДК 528.77:528.854

Н.О. СОКОЛОВА, Є.О. ОБИДЕННИЙ

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ВИКОРИСТАННЯ НАЯВНОСТІ ТІНІ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ БУДІВЕЛЬ НА СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ВИСОКОГО РОЗРІЗНЕННЯ

Дана робота присвячена дослідженню впливу наявності тіні на процес розпізнавання об'єктів забудови на супутникових знімках високого просторового розрізнення. Запропоновано алгоритм тіньового аналізу на основі гістограмної обробки та сегментації зображення з урахуванням метаданих, що супроводжують знімок. Результати тестування підтвердили високу ефективність запропонованого алгоритму тіньового аналізу та підвищення якості розпізнавання будівель при його застосуванні.

Ключові слова: зображення, сегментація, тінь, гістограма, розпізнавання будівель.

Н.О. СОКОЛОВА, Е.А. ОБЫДЕННЫЙ

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЛИЧИЯ ТЕНИ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ЗДАНИЙ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Данная работа посвящена исследованию влияния наличия тени на процесс распознавания объектов застройки на спутниковых снимках высокого пространственного разрешения. Предложен алгоритм теневого анализа на основе гистограммной обработки и сегментации изображения с учетом метаданных, сопровождающих снимок. Результаты тестирования подтвердили высокую эффективность предложенного алгоритма теневого анализа и повышения качества распознавания зданий при его применении.

Ключевые слова: изображения, сегментация, тень, гистограмма, распознавание зданий.

N.O. SOKOLOVA, I.O. OBYDENNYI

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

USE OF THE SHADOW IN THE BUILDINGS RECOGNITION ON HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGES

This work is devoted to the investigation of the influence a building shadow on the buildings recognition on high spatial resolution satellite images. An algorithm for shadow analysis based on histogram processing and image segmentation is proposed, taking into account the metadata accompanying the snapshot. The results of the testing confirmed the high efficiency of the proposed algorithm of shadow analysis and the quality improvement of buildings recognition in its application.

Key words: images, segmentation, shadow, histogram, extraction of buildings.

Постановка проблеми

Обробка даних ДЗЗ - один з розділів інформаційних технологій, що найбільш швидко розвивається. Розпізнавання об'єктів міської забудови відіграє важливу роль в ГІС, оцінці наслідків стихійних лих, несанкціонованої забудови, реконструкції, і, на жаль, військовому спостереженні. Обробка вручну в реальному режимі часу обсягу даних ДЗЗ, які отримуються щодня, неможлива, тому актуальним є питання розробки автоматичних та напівавтоматичних інформаційних технологій.

Аналіз публікацій по темі дослідження

З найперших днів аерофотозйомки, ефекти затінення використовуються для виділення наземних об'єктів в таких областях як археологія та повітряна розвідка. Однак, частіше тіні розглядаються як перешкода, яка затуляє важливі деталі об'єктів зображень ДЗЗ, і позбутися якої під час зйомки неможливо в силу неминучої її присутності в денний час. Наявність тіні призводить або до зменшення або, іноді, до повної втрати інформації в зображенні, тому аналіз тіней дуже важливий.

Зараз в зображеннях з високою роздільною здатністю, тіні все частіше використовуються як помічники в реконструкції тривимірної геометрії і втрат у візуалізації процесу, в тому числі, використовуючи різні підходи, аналіз тіні дає можливість ідентифікувати будівлі на супутникових зображеннях міської забудови з високою роздільною здатністю [1-4]. Наявність метаданих в складі даних ДЗЗ, а також просторових даних у вигляді векторних карт території зйомки дозволяє проводити аналіз узгодженості об'єктів і тіней на зображенні.

Формулювання цілей статті

Таким чином, одним з важливих етапів розробленої нами технології розпізнавання будівель на фотограмметричних зображеннях високого просторового розрізнення є проведення тіньового аналізу, що дозволить виключати сегменти, які не є будівлею.

Основна частина

Зрозуміло, що тінь повинна знаходитися в певному положенні щодо об'єкта, в нашому випадку - будівлі. Знання напрямку сонячного освітлення може допомогти розрізнити сегменти, які мають тінь на коректній позиції як сегменти з будівлею від сегментів, які не є будівлею. Рішення задачі ґрунтується на аналізі значень числових характеристик зображення, що прямо залежать від параметрів зйомки: положення Сонця, положення космічного апарату і орієнтації пристрою реєстрації. Зазначені параметри зйомки, як правило, супроводжують в якості метаданих геопросторові зображення, отримані з аерокосмічних носіїв.

«Сусідство» між будівлями і їх тінями - корисні попередні знання для виявлення будівель, проте тіні від суміжних об'єктів можуть перекриватися, в тому числі і бути тінями дерев (рис.1а, 1б). Також сезонна зміна рослинності та різний кут зйомки впливає на процес розпізнавання об'єктів забудови (рис. 1в).

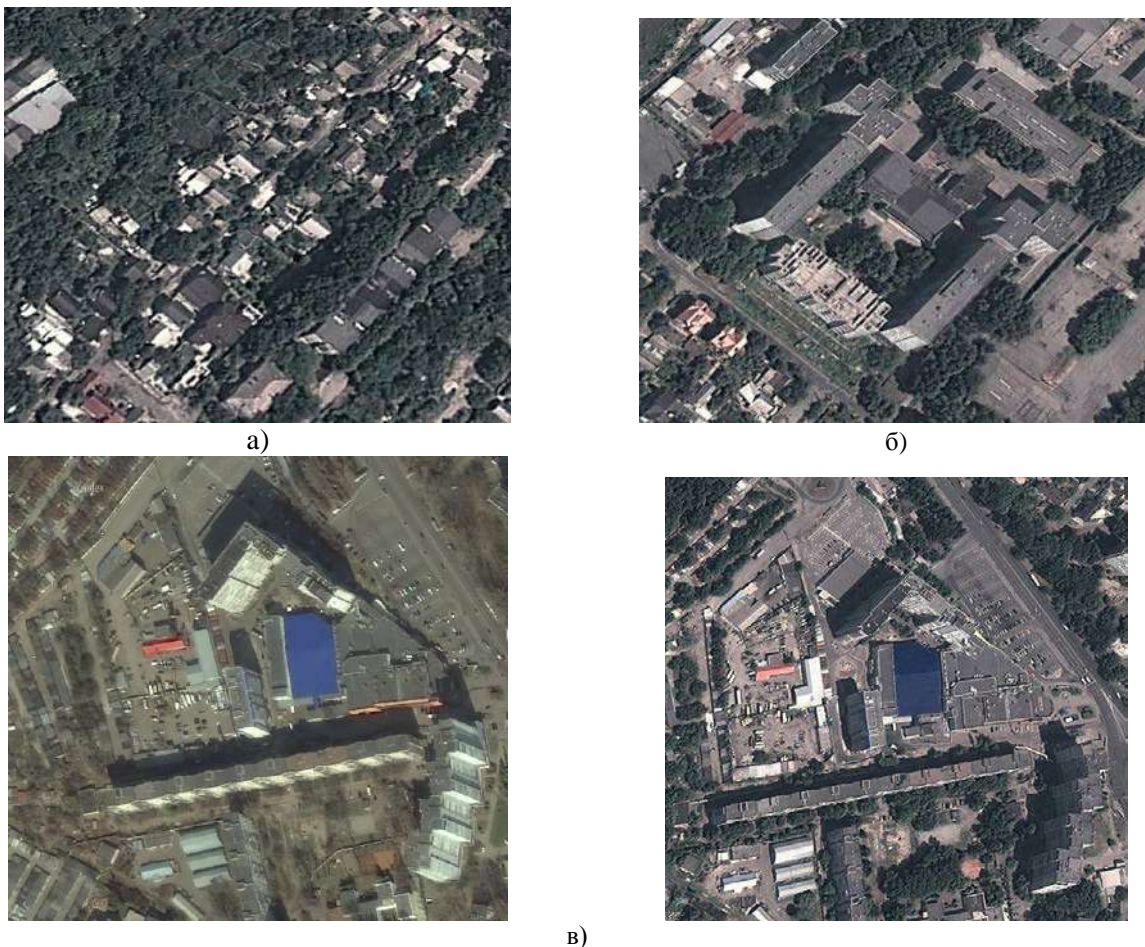


Рис.1. Ефекти затінення: а) велика кількість дерев; б) перекриття тіней суміжних об'єктів; в) сезонні зміни і різний кут зйомки

У більшості випадків у будівель на зображеннях високої роздільної здатності присутні дві тіньові області: тінь будівлі на землі (падаюча тінь), яка обумовлена сонячним освітленням, і самостійна тінь (затінена частина об'єкта). Положення падаючої тіні можна визначити, знаючи час і напрямок зйомки.

Можна припустити, що тінь, яка відкидається, і самостійна тінь мають різні значення яскравості. Яскравість всіх тіней в зображенні залежить від відбивної здатності об'єкта, а також освітлення від вторинних джерел світла. Самостійні тіні, як правило, мають більш високу яскравість, ніж падаючі, так як вони отримують більше освітлення від оточуючих освітлених об'єктів.

Тіні - як правило, найтемніші ділянки зображення. Початкове дослідження наборів супутникових зображень показало, що тіні можуть бути визначені як нижні 20% значень в дисперсії рівнів сірого в зображенні, що добре видно для одиночного світлого об'єкта (рис.2, а), для групи об'єктів тінь може створювати рівнозначні піки в гістограмі (рис.2, б), для будівель з відносно темними дахами значення особливостей можуть бути представлені в гістограмі як значення поряд або чергуванням з тінню (рис.2, в).

Після сегментації, яка заснована на аналізі гістограм і проводиться у всіх трьох RGB-каналах, пікселі з певними значеннями групуються в сегменти (сегменти «особливостей» і сегменти тіні). Аналіз тіні заснований на вихідному "тіньовому образі", створеному в результаті тіньової сегментації (рис.3).

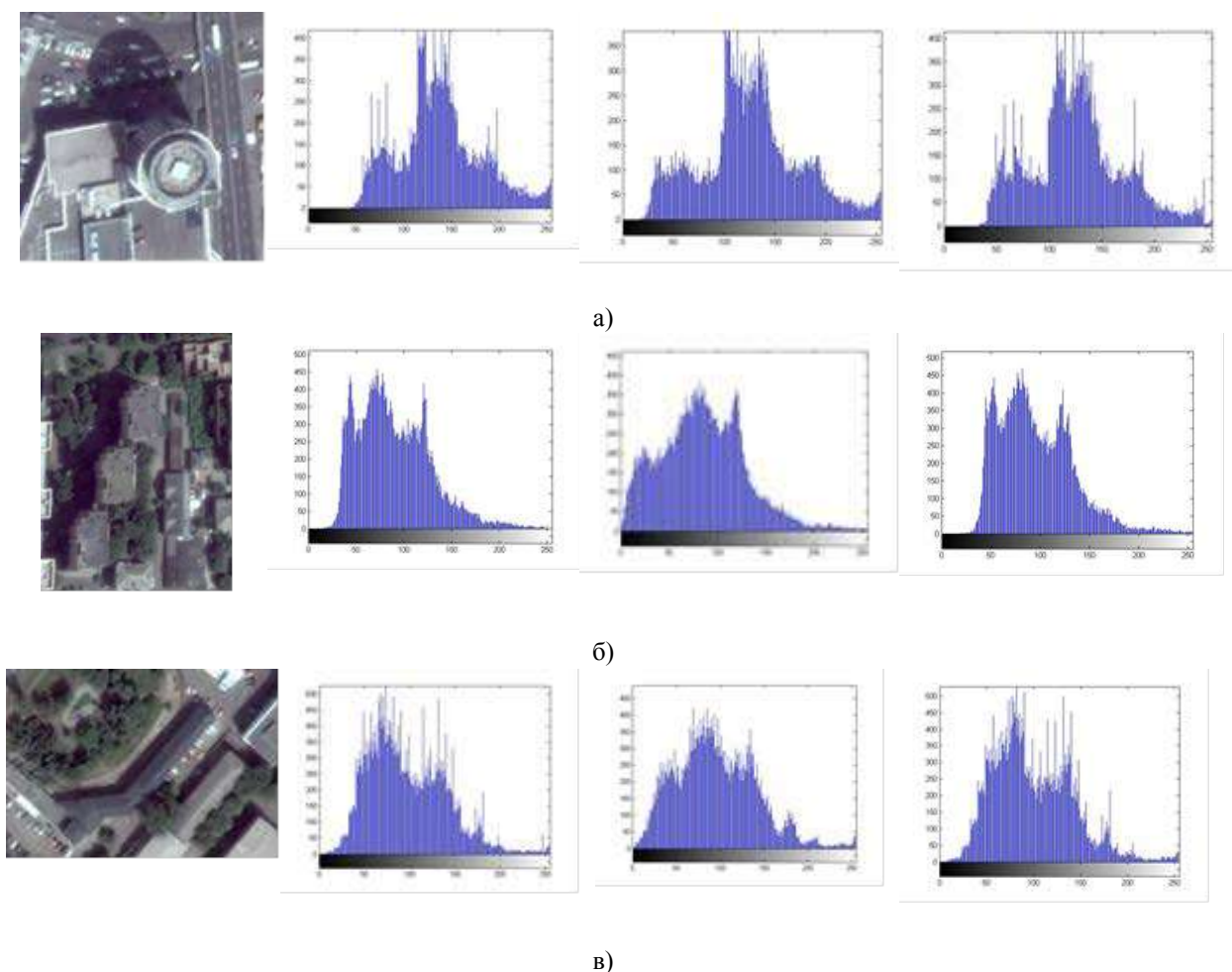


Рис.2. Відображення тіньових особливостей в гістограмах: а) тінь одного об'єкту - «нижні» 20% сірого в зображенні; б) тінь групи об'єктів дає рівнозначні з будівлею пік; в) тінь створює «конкуруючий» з будівлею пік

Оскільки тіньовий сегмент і сегмент будівлі є суміжними, буфер створюється навколо сегментованих тіней. Кожен сегмент тіні потім досліджується на предмет можливого перекриття з буферами «особливих» сегментів (оскільки може бути більш однієї тіньової області навколо будівлі). Будь-який сегмент, який перекривається буфером тіні, позначається як потенційна будівля. Далі, розглядається відносне розташування тіні і сегмента. По-перше, визначаються особливості розташування і орієнтації кожного сегмента особливостей і тіньового сегмента. Характеристики орієнтації і розташування сегмента засновані на аналізі моментів зображення. Алгоритм обчислює центральну позицію, еліпс зображення і орієнтацію сегмента. За наведеним нижче алгоритмом, проводимо перевірку сегментів, що є кандидатами в будівлі:

1. Вилучення дрібних за розміром сегментів.
2. Створення буфера навколо сегмента з тінню.
3. Якщо буфер тіні перекриває сегмент з «особливістю», то визначається локалізація і орієнтація тіні.
4. Якщо тінь розташована з «правильної» сторони, сегмент з особливістю є сегментом з будівлею і ми його залишаємо, якщо немає - виключаємо даний сегмент-кандидат і перевіряємо наявність навколо буфера тіні наступного «особливого» сегмента (повернення на крок 3).
5. Якщо буфер тіні НЕ перекриває жодного сегмента з «особливістю», виключаємо даний тіньовий сегмент і переходимо до наступного.

Якщо жоден сегмент-кандидат не перекриває тіньовий буфер, досліджуються топологічні відносини між особливостями. Якщо сегмент з особливостями, у якого немає падаючої тіні, торкається іншого сегмента з особливістю, у якого є тінь, яка падає на правильній стороні, то сегмент особливості залишається. Дотичні сегменти повинні бути однаковими за розміром і орієнтацією, щоб бути класифіковані тіньовим аналізом. Це обмеження знижує можливу плутанину між різного типу особливостями, наприклад, між будівлею і рослинністю. Можливо перекриття між тіньовими пікселями і пікселями характерних темних особливостей.

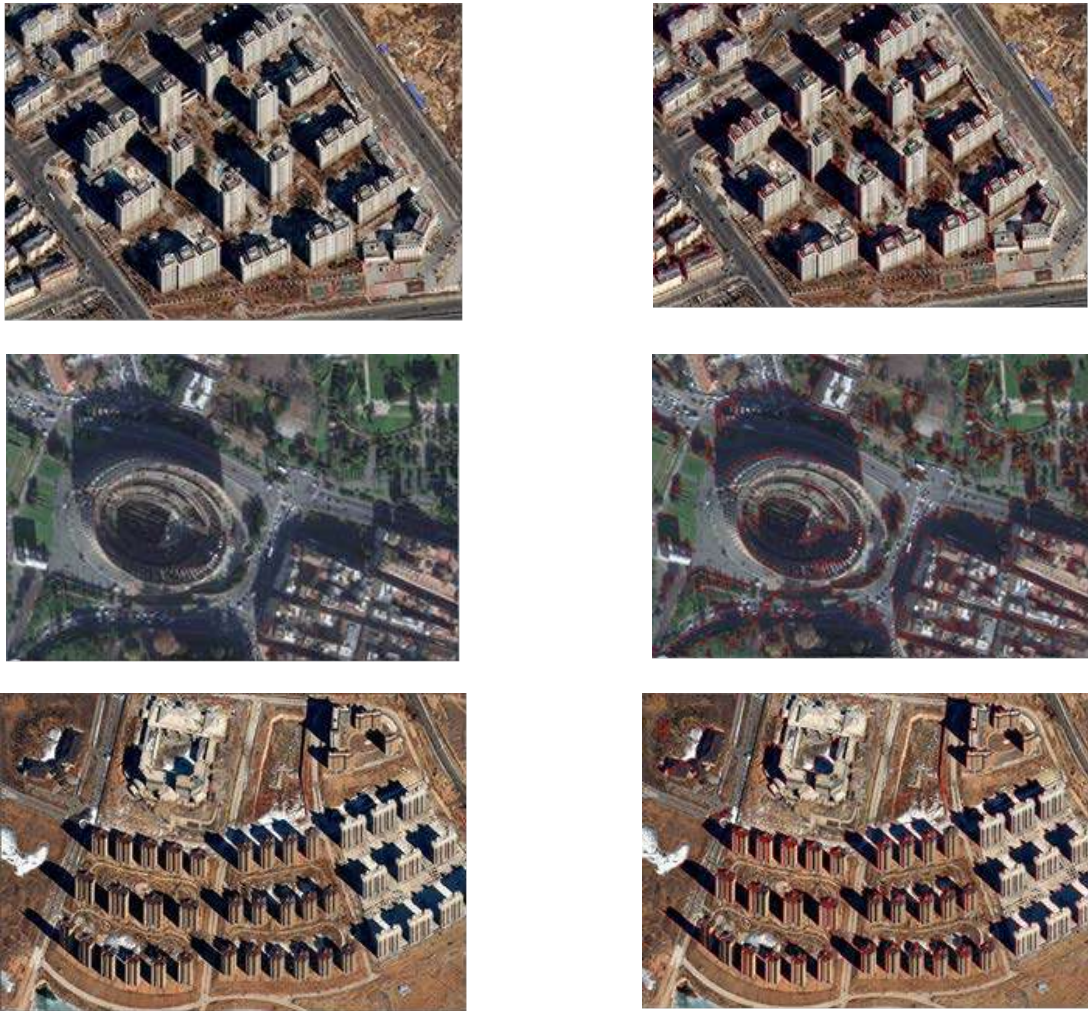


Рис. 3. Результат тіньової сегментації: зліва - вихідне зображення, праворуч «тіньовий образ»

Висновки та перспективи подальших досліджень

Результатом тіньового аналізу є зображення з одним або декількома сегментами, які залишаються в якості можливих кандидатів бути будівлями. Через складність тіньового аналізу в міських умовах, не виключаються сегменти, для яких є невизначеність щодо достовірності сегмента бути будівлею, і вони досліджуються на наступних етапах. Для будівель з темними дахами значення характерних особливостей можуть бути представлені в гістограмі як значення, які межують або навіть перекриваються зі значеннями тіні (рис. 1, в). Для того, щоб оконтурити подібні будівлі, нами пропонується обмежувати тінь 15%, а не 20% нижньою межею діапазону значень рівня сірого в зображенні. Звуження діапазону тіні дозволяє проводити більш чітке розмежування між тінню і особливістю.

Подальші дослідження будуть присвячені удосконаленню запропонованого алгоритму на випадок розпізнавання багатоканальних зображень.

Список використаної літератури

1. Vasiliev V.V. Moroz K.Yu. Automated shadow identification for building change detection using space images. //«Передовые методы обработки и анализа космической информации» Международная научно-практическая конференция 3-4 декабря 2015г. Сборник тезисов. – Днепропетровск, 2015. - С.16-19.
2. Y. I. Shedlovska, V. V.Hnatushenko. Shadow removal algorithm with shadow area border processing// II International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF-2016) 10-14 Oct. 2016. Kharkiv, Ukraine. P.164-167
3. Qiongjie Wang, Li Yan, Qiangqiang Yuan and Zhenling MaAn. Automatic Shadow Detection Method for VHR// Remote Sensing Orthoimagery. Remote Sens. 2017, 9, 469.
4. Gregoris Liasis, Stavros Stavrou. Satellite images analysis for shadow detection and building height estimation// ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 119 (2016) P.437–450.