

КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ РЕАЛІСТИЧНИХ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ ВУЛИЧНИХ МЕРЕЖ

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

У роботі запропоновано нову комп'ютерну технологію побудови реалістичних моделей вуличних мереж. Проілюстровано відповідні можливості процедурних алгоритмів програмного забезпечення CityEngine.

Постановка проблеми. Технічні можливості сучасних супутників дозволяють отримувати високодеталізовані зображення земної поверхні, зокрема міст. Тому для створення реалістичної тривимірної моделі конкретного міста детальний фотограмметричний знімок є його найкращим джерелом інформації, до якої відносяться розташування та розміри будівель, топологія вулиць, наявність «зелених зон» у місті і т.д. [1, 2]. Крім того, висока детальність знімку надає дані для відображення у моделі особливостей проїжджої частини, фасадів будівель, особливостей дахів тощо. З іншого боку, впровадження новітніх комп'ютерних технологій у картографії й фотограмметрії привело до появи продукції зовсім нової якості. Але при вирішенні завдань реалістичної візуалізації та генерації зображень об'єктів виникає необхідність ефективного застосування й сполучення як методів реалістичної тривимірної графіки, що використовують традиційний механізм візуалізації, так і методів об'ємної (3D-) візуалізації, а також широко розповсюдженого й доступного на сьогоднішній день «компромісу», яким є стерео візуалізація [3]. При використанні тривимірної графіки в картографії істотно підвищується якість сприйняття інформації про простір, об'єкти, процеси. При цьому особливе місце приділяється картографічній візуалізації.

Аналіз останніх досліджень. При візуальному моделюванні земних поверхонь особливо важливим завданням є адекватне відображення топології, геометрії та динаміки для одержання найбільш реалістичної візуальної картини навколишнього оточення. У цей час існує дуже багато програмних систем, що працюють із моделями поверхонь об'єктів реального світу. У деяких з них робота неможлива без подання результатів моделювання у тривимірному вигляді. Інші системи обходяться без тривимірної візуалізації, не беручи до уваги очевидні переваги цього наочного й інтуїтивно зрозумілого способу відображення інформації. Але, однією з основних проблем є те, що не існує спеціально адаптованого програмного забезпечення, яке б дозволило виконувати весь комплекс етапів моделювання міста.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Тому вирішення перерахованих проблем в області картографічної візуалізації є одним із пріоритетних завдань. Побудова реалістичних моделей вуличних мереж — важливий етап у створенні тривимірної моделі міста. У зв'язку з цим виникає необхідність створення комп'ютерної технології побудови вуличних мереж

конкретного міста, маючи у розпорядженні лише відповідні фотограмметричні дані.

Основна частина. Під час вирішення цієї задачі необхідним є дотримання певних умов, серед яких є:

- достовірне відображення у моделі топології вулиць;
- достовірне відображення розташування вулиць відносно будівель;
- збереження значення ширини проїжджої частини вулиці, тротуару тощо.

Використаємо програмне забезпечення CityEngine, яке спеціально розроблено для створення процедурних моделей міст і засновано на унікальних технологіях і процедурних алгоритмах [1]. Саме вузька спеціалізація даної програми дозволяє врахувати зазначені вище умови і навіть більше за створення моделі. У якості вихідного оберемо фотограмметричне зображення (рис. 1), отримане сенсорами супутника GeoEye-1, яке має високу просторову роздільну здатність (0,41 м для панхроматичного каналу, 1,65 м для мультиспектральної зйомки). На даному етапі нас цікавлять насамперед вуличні мережі. Для більшої зручності можна використовувати і бінаризоване зображення, на якому при попередній обробці морфологічно виділені вулиці [4]. Процес побудови мережі показаний на рис. 2. Вже на цьому етапі ми регулюємо ширину вулиць, якщо потрібно і тротуарів.

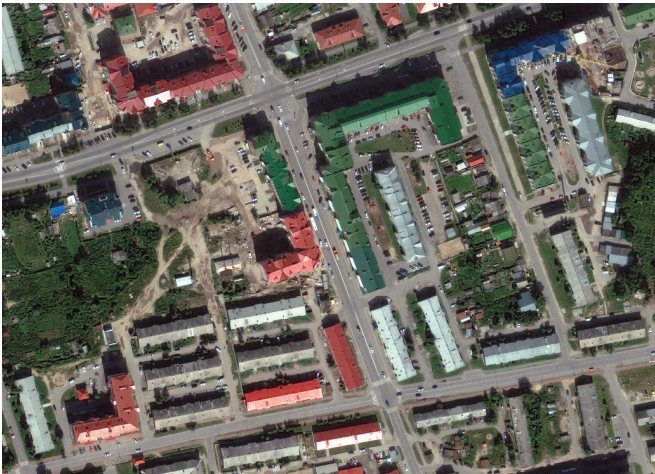


Рис.1. Вихідне зображення

Після побудови мережі (рис. 3) застосовуємо унікальну систему правил CityEngine, тобто вулиці формуються згідно програмного коду, який регулює особливості перетинів доріг, форму і розміри тротуарів. Також правило визначає, які текстури слід застосувати для кожного елемента вулиці – дорожнього покриття, тротуару, перетину, і навіть визначає особливості розміщення додаткових елементів, таких як освітлювальні лампи (інтервал між сусідніми лампами, висота тощо).

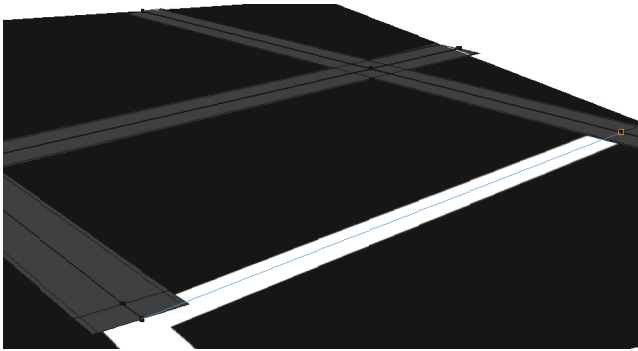


Рис.2. Побудова мережі вулиць

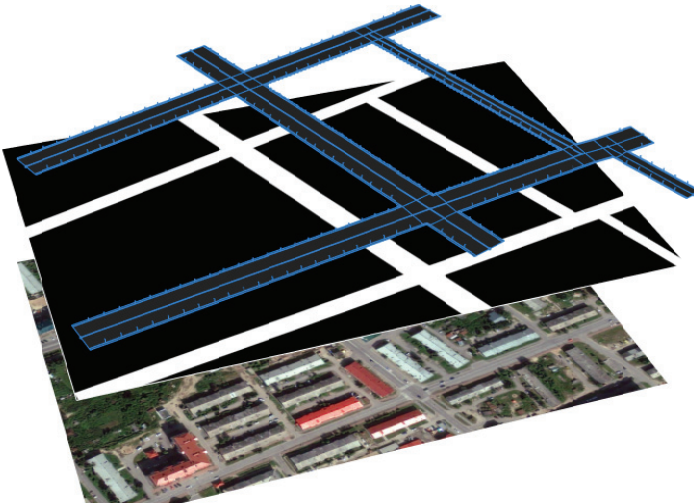


Рис.3. Створена вулична мережа (бінаризоване та вихідне зображення)

Отже, для виконання поставленої задачі нами було створено подібне правило. Фрагмент вулиці із застосованим правилом зображено на рис. 4, на якому можна спостерігати текстуру дорожнього покриття, тротуарів, а також освітлювальні лампи. Слід зазначити, що вирішення задачі побудови тривимірного реалістичного міста потребує окрім даних щодо топології вулиць, будівель, їх розмірів, ще й наявності якісних текстур для усіх складових моделі [2].

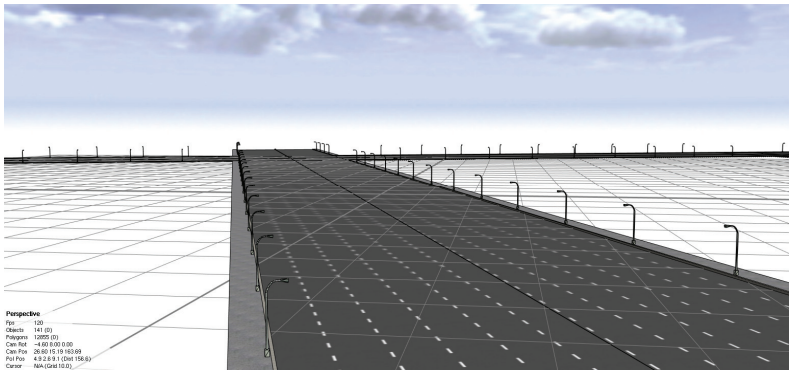


Рис.4. Фрагмент вулиці з накладеними текстурами та додатковими елементами

У випадку великого міста CityEngine надає можливість застосування так званих карт перешкод (MapLayer - Obstacle) та швидко «наростити» вулиці там, де потрібно. Крім того, за наявності може бути використана і карта висот (MapLayer - Terrain), тобто можна відбити реальний рельєф міста, що особливо важливо для такого міста як, наприклад, Дніпропетровськ, який розташований на пагорбах (рис. 5). Це все надає додаткові можливості у вирішенні задач побудови реалістичної тривимірної моделі міста.

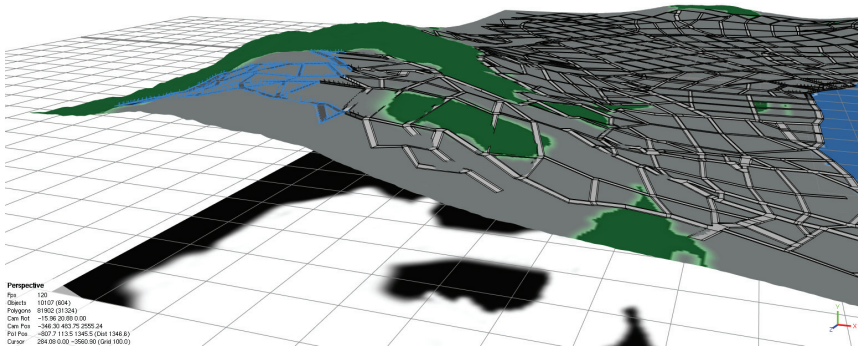


Рис.5. Створення мережі вулиць із застосуванням карт перешкод і рельєфу

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отримані результати свідчать про застосовність розробленої технології побудови вулиць. Зроблено висновок, що для створення більш реалістичної моделі у подальших дослідженнях має бути використано карти висот конкретного модельованого міста, або за їх відсутності – створення їх власноруч. Наступним етапом досліджень планується створення реалістичних будівель (із накладанням текстур).

Література

1. *Гнатушенко В.В.* Комп'ютерна візуалізація тривимірних геометричних моделей міської інфраструктури / В.В. Гнатушенко, О.О. Сафаров // Технічна естетика і дизайн. - К.: Віпол, 2011. - Вип. 8. – С. 80-84.
2. *Song Y., Shan J.* Photorealistic building modeling and visualization in 3-d geospatial information system [Електронний ресурс] // <http://www.isprs.org/congresses/istanbul2004/yf/papers/922.pdf>.
3. *Талапов В.В.* О многоликости компьютерной визуализации / В.В. Талапов // Архитектура и современные информационные технологии. 2008. № 3. С. 9.
4. *Сафаров О.О.* Попередня обробка зображень з метою подальшої побудови тривимірних комп'ютерних моделей фотограмметричних сцен / О.О. Сафаров // Праці Таврійського держ. агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. –Вип. 4, т.51. – С.182-186.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕАЛИСТИЧНЫХ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ УЛИЧНЫХ СЕТЕЙ

В. В. Гнатушенко, О. О. Сафаров

В работе предложено новую компьютерную технологию создания реалистичных трёхмерных моделей уличных сетей на основе фотограмметрического снимка фрагмента города.

COMPUTER TECHNOLOGY OF CREATING A REALISTIC STREET NETWORKS 3D-MODELS

Vladimir V. Gnatushenko, Alexander A. Safarov

This paper addresses the problem of interactively modeling large street networks. We introduce a new computer technology of creating realistic three-dimensional models of street networks on the basis of the photogrammetric image of city fragment. Our results will show street networks and three-dimensional urban geometry of high visual quality.