

СТВОРЕННЯ РЕАЛІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ

В.С.Бабков

Донецький Державний Технічний Університет
Кафедра ЕОМ
victor@mak.dn.ua

Abstract

Babkov V. The building of photo realistic model of urban landscape. The simulation of virtual urban landscapes as the part of a virtual reality and history of simulation systems is described. The problems of realism of virtual models are discussed from the point of view of a level of detailing. The necessity of creation of virtual model of Donetsk State Technical University is reviewed.

У статті наведено огляд розвитку віртуальних моделей міст та розглянуто проблеми, пов'язані з підвищенням ступеня реалістичності віртуального ландшафту. Доводиться необхідність створення комп'ютерної 3D-моделі Донецького Державного Технічного Університету, як першого кроку до моделі центральної частини міста Донецька.

Моделювання міст як складова частина віртуальної дійсності

Віртуальна дійсність - це штучно створений світ, що сприймається людиною, як і реальний, за допомогою органів почуттів, але має одну особливість: реальний світ існує незалежно від бажання та можливостей людини, а віртуальний може бути створений за її бажанням у будь-якому вигляді. При цьому створюється майже стовідсотковий ефект присутності, тобто людина сприймає створений світ, як реальний, незалежно від того, чи є він його відображенням, чи лише втіленням фантазій. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій та їх глобалізації людство виявляє тенденцію до утворення віртуальної копії багатьох складових частин реального життя. Класичним прикладом цього може слугувати система Active Worlds, що являє собою систему з кількох десятків міст та відомих історичних місць, які змодельовані у віртуальному середовищі. Оскільки це середовище у багатьох випадках є відзеркаленням світу, що оточує людину у повсякденному житті, то значну роль у ньому відіграє моделювання міст, тобто того середовища, яке є невід'ємною частиною сучасного життя.

Потреба у моделюванні міст виникла завдяки до появи віртуальних світів у мережі Internet. З розвитком системи планування міських забудов виникла потреба в системі моделювання, що дозволяла б оцінювати якість і ефективність нових проєктів до їх реального втілення. Ця потреба стимулювала розробку проєктів утворення віртуальних копій реальних міст. Подібна реалізація значно спрощує процес аналізу нових проєктів і їх оцінки. Можливість накладання нових моделей на існуючий ландшафт дозволяє оцінити взаємний вплив нових будівель і навколишніх об'єктів ще на етапі проєктування. Інтерактивні системи, що дозволяють спостерігати результати впливу на міський ландшафт тих чи інших змін, є ефективним засобом планування.

На сучасному етапі моделювання міст, особливо у мережі Internet, є одним з складових елементів загальної інформаційної інтеграції. Користувач отримує можливість майже "реально" помандрувати містами, які віддалені від нього на тисячі кілометрів. Крім того, такі системи моделювання можна використовувати як в розважальних, так і в наукових цілях, проводячи на них дослідження як технічного, так і соціального характеру.

Історія розвитку систем моделювання міських ландшафтів

Одним з перших проектів віртуальних міст був проект "Virtual Los Angeles", розроблений групою UST (Urban Simulation Team) Каліфорнійського університету (1994-1995)[1]. Створення тривимірних моделей значних територій вимагає застосування баз даних величезних розмірів, наприклад, база даних вищезказаного проекту мала обсяг порядку 1-2 Тб і при цьому описувала площу в 4000 кв. миль. Даний проект реалізовувався на основі географічної інформаційної системи ArcView. Розроблена модель потребувала значної обчислювальної потужності апаратних засобів і тому була реалізована на чотирьохпроцесорній станції Opuх фірми Silicon Graphics.

За зразком Лос Анжелесу моделі подібного типу у 1996-1997 рр. було створено для Філадельфії, Сан Дієго, Лас Вегаса та Санта Барбари. Таким чином група UST, ґрунтуючись на досвіді своєї роботи з віртуальними моделями міст, сформулювала основні принципи, яким повинна задовольняти будь-яка система моделювання міських ландшафтів [2]:

Інтерактивність. Інтерфейс системи повинен дозволити вільне пересування у моделі різними способами. Користувач повинен мати можливість спостерігати сцену і з рівня землі, і з даху хмарочоса, вільно пересуватися між різними частинами моделі і т.д.

Інтуїтивність. Інтерфейс системи повинен бути як можна простішим та інтуїтивно зрозумілим, що досягається використанням простої системи навігації.

Гнучкість. Модель повинна забезпечувати можливість маніпулювати з об'єктами сцени: пересуватися, виділяти, замінювати новими об'єктами.

Реалістичність. База даних системи повинна будуватися з орієнтацією на великий рівень деталізації. Тобто реальна місцевість повинна бути легко пізнаваною, бо це полегшує навігацію і застерігає користувача від відчуття дискомфорту.

Адаптивність. Крім безпосередньо даних про сцену, база повинна містити супутню інформацію, подану у різних форматах і прив'язану до об'єктів сцени. Повинен забезпечуватися режим видачі даної інформації за запитом користувача.

Перспективним напрямком у розвитку віртуальних міст є перенесення систем моделювання з графічних станцій типу Opuх і Octane фірми Silicon Graphics на персональні ЕОМ. Крім того, найбільший інтерес являє реалізація подібних проектів з використанням Internet - технологій. У цьому випадку особливо гостро стоїть питання про мінімізацію обсягу даних, що беруть участь в обміні між сервером, що зберігає базу даних і клієнтською програмою.

Протягом останніх десяти років, у якості базової для реалізації подібних проектів є технологія VRML. Дана технологія забезпечує зручні і досить потужні засоби візуалізації тривимірних моделей у вікні броузера, забезпечуючи при цьому сумісність з безліччю платформ.

Цей напрямок у розвитку систем моделювання міських ландшафтів розпочато проектом "Bath City Model" у 1991 році [3]. Цей проект створювався за допомогою аерофотографій та відтворював з точністю 0.5 метра історичний центр міста площею

2.5*3.0 км. CASA (Center for Advanced Studies in Architecture) обрав у якості базового формату VRML (V1.0), розраховуючи на його подальший розвиток в напрямку укладення опису сцен та введення додаткових можливостей (сумісність з багатьма платформами, зручний зв'язок з Internet, можливість легкого редагування бази даних, інтеграція до складу бази звукових елементів, анімації, тощо).

Визнавши напрямок використання VRML (насамперед через поширення цього формату в мережах), у 1995 році CASA розробляє модель частини Лондона - "London's West End model" [3]. База даних цієї моделі описувала територію площею 500*1000 метрів. Формат VRML заздалегідь передбачав можливість створення на його основі значних графічних баз даних, тому в ньому створено умови для оптимізації. Розміри баз даних для описаних VRML-моделей значно менші, ніж у систем, розрахованих на графічні станції. Підсумовуючи свій досвід, центр CASA зробив висновок, що VRML моделі мають широкі перспективи, особливо при використанні у мережах та на середньостатистичних ЕОМ звичайних користувачів. Тому цей напрямок отримав продовження у моделях міст Токіо та Берліна.

VRML залишається найзручнішим засобом для побудови моделей незначних за розмірами територій завдяки закладеним в ньому можливостям, але в останній час з'являються нові технології, що за своїми можливостями наближаються до VRML, і які при сумісному використанні можуть скласти йому значну конкуренцію. Насамперед, це технологія компресії графічної інформації *metastream*, яка дозволяє значно зменшити об'єм інформації, що передається каналами зв'язку, та *Cult3D* - формат, що дозволяє будувати тривимірні сцени із забезпеченням складної взаємодії з користувачем при значному рівні компресії даних. Зокрема, системи *metastream* та *Cult3D*, як і VRML, є незалежними від платформ, бо працюють у вікнах стандартних броузерів при наявності відповідних модулів (*plug-in*).

Досягнення реалістичності моделей міськихландшафтів

Ступінь реалістичності сцени ~ поняття суб'єктивне, яке важко визначити кількісними категоріями. Ідеальним випадком реалістичності є така побудова моделі, при якій спостерігач не може відізнати реальний світ від уявного, але такий ступінь недосяжний навіть при сучасному рівні розвитку технічних засобів моделювання. Важливу роль у формуванні відчуття реального світу відіграє місце спостерігача у сцені. Взагалі, розташування спостерігача стосовно віртуальної сцени може бути двояким:

- погляд "зсередини", користувач виступає в ролі об'єкта сцени, що є для нього навколишнім середовищем. Даний варіант використовується в досить дорогих і складних системах моделювання, у яких потрібно забезпечення найбільшого ефекту присутності;
- погляд "зовні", користувач відділений від сцени екраном монітора і виступає в ролі спостерігача з боку. Даний варіант властивий системам, орієнтованим на персональні ЕОМ.

Незалежно від варіанту побудови, ступінь реалістичності буде визначатися відсутністю відчуття дискомфорту та легким пізнаванням місцевості при будь-якому розташуванні спостерігача (для сцен, що моделюють ландшафт, вже відомий спостерігачу).

Основними складовими частинами, що впливають на сприйняття сцени спостерігачем, є рівень деталізації та система навігації. У статті розглядається саме вплив рівня деталізації на ступінь реалістичності сцен. Рівень деталізації визначає

межу, за якою деталі ландшафту вже не відображаються на моделі. У двовимірних системах моделювання рівень деталізації - це масштаб. У тривимірних моделях поняття "рівень деталізації" не таке очевидне. В перших моделях віртуальних міст намагалися створити як можна більш деталізований опис сцени. При зберіганні такої інформації ніяких труднощів не виникало, але візуалізація такої сцени вимагала значної обчислювальної потужності апаратних засобів, тому що кожне оновлення сцени вимагало перерисовки величезної кількості геометричних елементів, що уповільнювало роботу.

Наступним кроком стало використання фотографічних текстур, виготовлених з реальних об'єктів. Це призвело до зменшення об'єму бази даних, особливо при застосуванні компресії текстур, але водночас зменшило реалістичність сцени, особливо при розташуванні спостерігача на малих відстанях від об'єктів. Методика використання статичного рівня деталізації, тобто незмінного при будь-якому розташуванні спостерігача, була визнана безперспективною. Така методика не дозволяє ефективно обробляти сцену у ситуаціях, коли об'єкти значно віддаляються або наближаються до спостерігача. Тому наступним етапом стало введення концепції LOD (level of detail), що передбачала багаторівневий опис сцени. Тобто елементи сцени описувались кілька разів, при цьому кожен наступний опис був більш детальний, ніж попередній. Перехід від візуалізації одного опису до наступного відбувається за деякої умови, звичайно це дистанція до об'єкта. Такий підхід збільшує розмір бази даних, але дозволяє більш оптимально використовувати апаратні засоби.

Реалізація концепції LOD здійснена в форматі VRML, але вона має такий недолік: умови переключення рівня деталізації визначаються розробником сцени і не можуть змінюватись користувачем. Наявність такої можливості дала б змогу користувачеві обирати більш зручний для нього варіант зовнішнього вигляду сцени та використовувати простіший варіант при недостатній потужності апаратних засобів. В дуже складних сценах аналіз об'єктів на необхідність переключення рівня деталізації може потребувати значної кількості часу, що уповільнить роботу системи. Щоб запобігти таким небажаним наслідкам, об'єкти сцени з'єднуються в блоки. При цьому рівні деталізації визначаються одразу для всього блока. Така технологія вперше була використана у моделі "London's West End model" [3]. Підсумовуючи вищевказані методики, можна запропонувати наступну схему організації опису сцени з метою досягнення максимального рівня реалістичності моделі:

1. Рівні деталізації поділяються на рівні деталізації сцени та рівні деталізації об'єктів.
2. Сцена за стандартною методикою поділяється на блоки, для кожного з яких визначається кількість рівнів деталізації.
3. На перших рівнях деталізації об'єктів їх поверхні відображаються за допомогою кольорових відтінків.
4. На деякому рівні деталізації сцени переключається рівень деталізації об'єктів, їх поверхні відображаються за допомогою фотографічних текстур.
5. На останньому рівні деталізації об'єктів деталі їх поверхонь відображаються об'ємними геометричними елементами.

Слід зазначити, що межі переходу між рівнями повинні як визначатися розробником, так і мати можливість керуватися користувачем. При використанні такої схеми найважливішим є підібрати оптимальну кількість рівнів деталізації та визначити межі переходу від одного рівня до іншого.

Побудова віртуальної моделі ДонДТУ

Використання моделей міського ландшафту у багатьох галузях набуло широких масштабів у більшості розвинених країн. В іноземних джерелах наводиться така класифікація галузей застосування віртуальних моделей міст [2]:

1. Планування міських забудов та реконструкцій міст.
2. Розробка та аналіз архітектурних проєктів.
3. Планування та перевірка розташування комунікацій.
4. Аналіз інвесторами можливих результатів тих чи інших проєктів.
5. Розважальна індустрія.
6. Учбове призначення при побудові моделей історичних пам'яток та моделей об'єктів, які можуть створити більш наглядну картину тих чи інших процесів або умов праці.
7. Використання віртуальних моделей міст політичними структурами та окремими політичними діячами для забезпечення зв'язку з суспільством, для демонстрації тих чи інших проєктів.

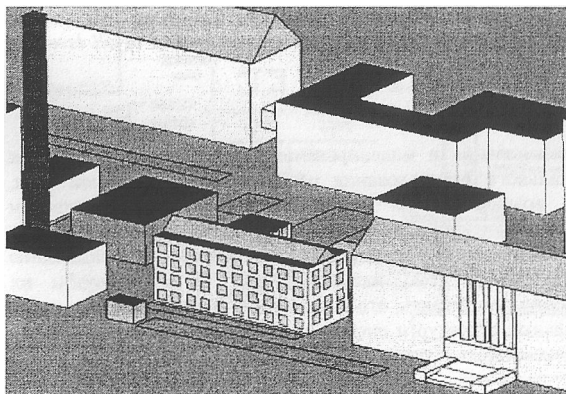
В Україні розробка моделей тих чи інших об'єктів або міст не набула якогось значного розвитку, оскільки створення достатніх за розмірами та якістю моделей пов'язано із значними фінансовими витратами. При цьому для багатьох не є очевидною необхідність створення таких моделей, бо дуже розповсюдженою є думка, що віртуальні моделі мають лише розважальне призначення. Це невірно, хоча розважальна індустрія може бути джерелом великих прибутків, все ж вона не є основним призначенням віртуальних моделей. Якщо взяти за приклад Донецький Державний Технічний Університет - його корпуси, студентське містечко та найближчу територію, створення моделі цієї частини міського ландшафту є виправданим хоча б за таких причин:

1. Віртуальна модель університету може бути використана на етапі архітектурного планування навколишніх забудов та при розробці планів реконструкції території учбового закладу. Особливо, якщо передбачати, що модель не буде замкненою системою, а передбачатиме поступовий розвиток в плані створення моделі всього Донецька. Такі моделі поки що не реалізовувались, тому модель університету може бути використана як основа для побудови більш емних за інформаційним наповненням моделей.
2. Модель університету може бути використана для розробки та вивчення схем розташування комунікацій на території учбового закладу. Особливо це стосується мережних ліній зв'язку. Взагалі, результат будь-якого планування, що вносить зміни до міського ландшафту, найнагляднішим буде саме на тривимірній моделі.
3. З поширенням мережі Internet у межах університету бажаною буде реалізація мережного варіанту моделі. Це забезпечить легкий доступ до неї як для студентів та викладачів університету, так і для всіх бажаних. Мережна віртуальна модель університету може бути використана у презентаційних та учбових цілях, бо така модель даватиме уявлення про університет з більшим ефектом, ніж просто сайт з текстом та фотографіями. Окрім того, учбове призначення моделі передбачає її використання для різних видів технічних та соціальних досліджень.

Таким чином, створення віртуальної моделі університету - важлива та виправдана задача. У якості прикладу такої реалізації можна навести модель, створену під час

вивчення тривимірної графіки у Java-апплетах. Зовнішній вигляд моделі наведено на рис.1 (<http://www.cs.dgtu.donetsk.ua/students/vt96/vt96b/babkov/aplet.htm>).

Дана модель має низький рівень деталізації та реалістичності, але це лише перша спроба дати уявлення про можливості таких моделей. Навігаційна панель системи дозволяє вільно розглядати територію ДонДТУ (1,2,4,5,8,9 - корпуси) з усіх боків. Слід зазначити, що цей варіант моделі створено на мові Java і він є скоріше демонстраційним, бо не передбачає зручного розширення сцени. Тому перспективним є перехід до VRML або інших сучасних технологій, при цьому ефективність від використання моделі буде більшою, якщо заздалегідь передбачити можливість її легкого розширення. Це дозволить використати такий проект як основу для побудови



Лит-Ф | D:j Uj _Vj

Рис. 1 - Модель ДонДТУ у вигляді Java-апплета

моделі віртуального Донецька. Зовнішній ефект від її сприйняття буде тим більшим, чим більшою буде ступінь реалістичності. Тому при побудові будь-яких віртуальних моделей їх реалістичність є важливим параметром, який відіграє значну роль у ефективності та результативності їх використання.

Література

1. R.Liggett, S. Friedman, W. Jepson, Interactive Design/Decision Making in a Virtual Urban World: Visual Simulation and GIS, 1996 (<http://www.aud.ucla.edu/~robin/ESRI/p308.html>).
2. R. Chan, W. Jepson, S. Friedman, Urban Simulation: An Innovative Tool for Interactive Planning and Consensus Building, 1998 (<http://www.asu.edu/caed/proceedings98/Chany'chan.html>).
3. V. Bourdakis, From CAAD to VR; Building a VRML model of London's West End, 1996 (<http://fos.bath.ac.uk/vas/papers/3rd-UKVRSIG/>).