

Биков В.Ю. Купрієнко В.В., Лопаткін Р.Ю. Сучасні системи тривимірної візуалізації: порівняльний аналіз / Інформаційні технології і засоби навчання: Зб. наук. праць / За ред. В. Ю . Бикова, Ю.О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України. – К.: Атіка, 2005. – 272с., с. 28– 39

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ТРИВИМІРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Биков В. Ю.

Інститут засобів навчання АПН України,

Купрієнко В. В., Лопаткін Р. Ю.

Інститут прикладної фізики НАН України

В работе рассматриваются основные возможности современных систем трехмерной визуализации, приводится их сравнительный анализ. Обоснована целесообразность использования некоммерческих систем с открытым исходным кодом при создании специальных программных продуктов, использующихся в учебном процессе.

This article describes features of modern 3D rendering engines. Commercial and non-commercial engines are compared. Non-commercial open source engines appear to be an optimal solution for specialized educational 3D-software.

Вступ

У наш час найбільш активно розвивається індустрія комп'ютерних трьохвимірних ігор (3D-action). Регулярно виходять нові трьохвимірні ігри, творці котрих намагаються використовувати в своїх продуктах найсучасніші розробки у цій галузі з тим, щоб підвищити реалістичність їх трьохвимірного світу, створити ілюзію занурення користувача в свого роду кіберпростір.

Тому всі передові досягнення у галузі комп'ютерної графіки в першу чергу знаходять реалізацію в комп'ютерних іграх. Розглянемо останні розробки в цій галузі.

Будь-який програмний продукт, працюючий з трьохвимірною графікою, базується на так званому движку - наборі функцій, що відповідають за побудову трьохвимірного світу.

Графічні движки можна поділити на дві основні категорії: комерційні та некомерційні системи [1, 2].

1. Комерційні системи

1.1. Система «Source»

Цей движок використовувався в розробці комп'ютерної гри «Half-Life 2», зараз дозволяється його ліцензування для використання в інших

програмних продуктах. Движок має дуже широкі можливості та є одним із лідерів 3D-індустрії нашого часу [3].

Розробник: Valve.

Графічний API: DirectX.

Операційні системи: Windows.

Мова програмування: C/C++.

Можливості движка

Вбудовані редактори:

- редактор для створення реалістичних облич людей та емоцій;
- візуальний редактор карт, ландшафтів, приміщень, рівнів з повним контролем над ігровим процесом та керуванням штучним інтелектом (ШІ) гри;
- візуальний редактор моделей;
- засоби компіляції карт з підтримкою розподільної компіляції на ПК.

Фізика:

- основні фізичні закони; система пошуку зіткнень об'єктів; взаємодія твердих тіл;
- скелетна кінематика;
- підсистема моделювання транспортних засобів;
- характеристики об'єктів задаються через бібліотеку матеріалів, що вивчає основні властивості об'єктів.

Спецефекти:

- розширені системи часток з генерацією спрайтів та моделей;
- дія довкілля;
- переломлення променів на межі двох середовищ;
- ефект паралаксу для віддалених об'єктів;
- динамічна візуалізація органічних об'єктів (трава, дерева, та ін.);
- реалістичність візуалізації очей (фокусування на персонажі/об'єкті, реалістичні відблиски та ін.);
- розрахунок рухів м'язів обличчя для емуляції емоцій, міміки при розмові, коректна міміка при розмові на великій кількості мов;
- світлові промені, об'ємний дим, світлові спалахи, туман, дощ.

Звук:

- підтримка систем об'ємного звуку 5.1 та 4.0 з автоматичним позиціонуванням джерел звуку;
- підтримка ефектів Доплера.

Штучний інтелект:

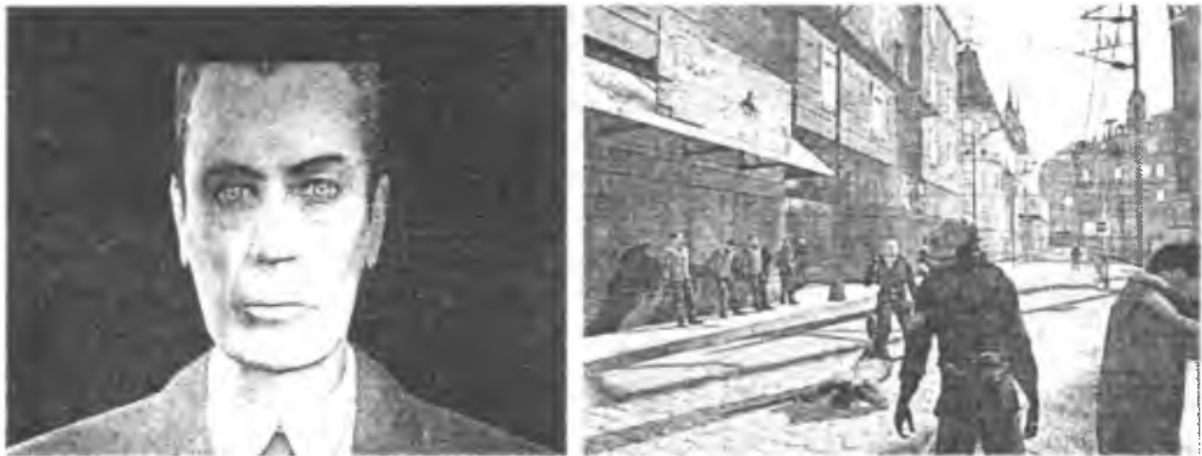
- автоматичний пошук найкоротшого шляху;
- система прийняття рішень;
- кінцеві автомати;
- підтримка сценаріїв;
- взаємодія персонажів, якими керує ШІ з фізично змодельованими об'єктами;

- керування штучним інтелектом з редактора карт;
- емуляція почуттів персонажів, якими керує ШІ: зір, звук, запах;
- алгоритми визначення «друг-ворог»;
- емуляція групової взаємодії персонажів при веденні бойових дій.

Ліцензування:

- ціна та умови - договірні; орієнтовно - декілька сотень тисяч доларів США;
- поставка разом з повним програмним кодом та документацією.

Приклад роботи візуалізатора:



1.2. Система «Unreal Engine 3»

Система «Unreal Engine 3» представляє собою повне середовище реалізації трьохвимірних ігор наступного покоління. Ціллю розробки системи було створення такого середовища, котре дозволяло б докладати максимум зусиль до розробки концепції трьохвимірного світу та його якісній реалізації з мінімумом необхідного для цього програмування [4].

Розробник: Epic Games Inc.

Графічний API: OpenGL, DirectX.

Операційні системи: Windows, Linux, Xbox, Playstation, GameCube.

Мова програмування: C/C++.

Можливості движка

Вбудовані редактори:

- комплексний візуальний редактор «UnrealEd», що містить декілька модулів для редагування різних об'єктів, карт, ландшафтів та ін.;
- візуальний редактор розробки сценаріїв штучного інтелекту;
- візуальний редактор моделювання фізики з підтримкою анімації;
- редактор анімаційних послідовностей для створення неінтерактивних візуальних ефектів, переміщення об'єктів, керування звуками та візуальними спецефектами;

- спеціалізований багатofункціональний редактор для звукорежисерів.

Фізика:

- основні фізичні закони; система пошуку зіткнень об'єктів; взаємодія твердих тіл;
- вбудоване моделювання транспортних засобів та персонажів;
- будь-які матеріали мають набір фізичних властивостей, наприклад, коефіцієнт тертя, прозорість та ін.

Спецефекти:

- моделювання відблисків;
- вплив довкілля;
- системи часток;
- розмитість об'єкта, що рухається;
- моделювання атмосферних ефектів (небо, туман, погодні умови);
- моделювання вогню, води, вибухів;
- дзеркальні поверхні;
- підтримка керованих слоїв з атмосферними ефектами, рослинністю на ділянках ландшафту, скал, сніжних вершин та ін.

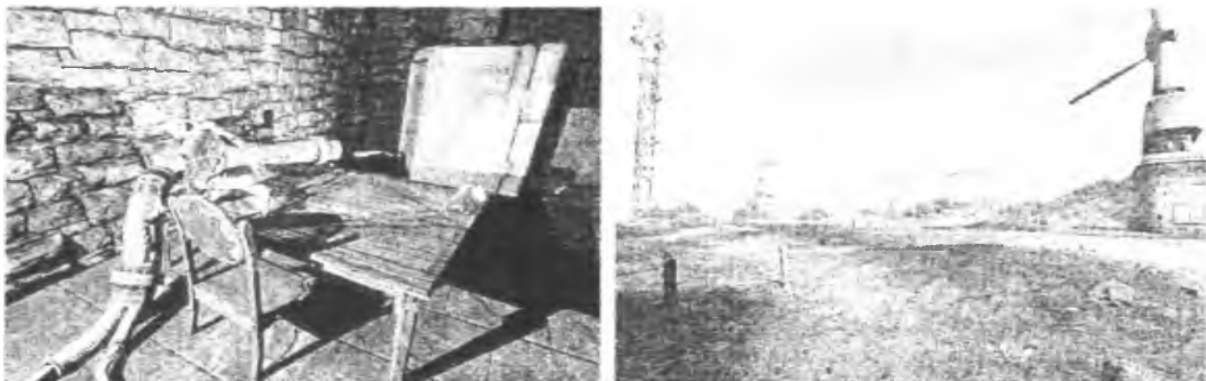
Звук:

- підтримка систем об'ємного звуку 5.1, Dolby Digital;
- автоматичне позиціонування джерел звуку з урахуванням ефекту Доплера.
- Штучний інтелект:
- автоматичний пошук найкоротшого шляху;
- система прийняття рішень;
- кінцеві автомати;
- підтримка сценаріїв.

Ліцензування:

- ціна та умови - договірні; орієнтовна ціна - більше 350 тис. доларів США;
- поставка разом з повним програмним кодом та документацією.

Приклади роботи візуалізатора:



1.3. Система «Doom III»

Також необхідно звернути увагу на найсучаснішу розробку компанії id Software - движок комп'ютерної гри «Doom III». У ньому реалізовані найсучасніші підходи до створення трьохвимірної графіки у реальному режимі часу. Цю комп'ютерну гру відрізняє досить високий рівень штучного інтелекту, що веде до реалістичної поведінки персонажів, потужна фізична підсистема та дуже висока якість графічної растеризації.

Ліцензування цього движка поки що не дозволено.

1.4. Система «Jupiter EX»

Движок «Jupiter Extended» представляє собою найсучаснішу розробку компанії Touchdown Entertainment. Система є результатом розвитку попередньої версії движка «Jupiter», базується на найсучасніших досягненнях в області 3D-графіки та знаходить своє застосування при розробці трьохвимірних ігор високого рівня [5].

Розробник: Touchdown Entertainment.

Графічний API: DirectX.

Операційні системи: Windows.

Мова програмування: C/C++.

Можливості движка

Вбудовані редактори:

- в систему «Jupiter EX» входить вдосконалений редактор довкілля, що дозволяє дизайнерам створювати складні динамічні трьохвимірні середовища та світи, використовуючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- візуальний редактор «ModelEdit» для редагування моделей фізичного моделювання, визначення взаємодії моделей з оточуючим середовищем та іншими об'єктами;
- спеціалізований редактор візуальних ефектів;
- набір додаткових модулів для 3D Studio Max і Maya, що дозволяють розробникам повністю використовувати ці потужні програмні продукти для створення власних моделей.

Фізика:

- основні фізичні закони; система визначення зіткнень об'єктів; взаємодія твердих тіл;
- повноцінний модуль для параметричного моделювання транспортних засобів різних типів;
- розрахунок зворотної кінематики для складних каркасних моделей.

Спецефекти:

- моделювання відблисків від лінз;
- дія довкілля;

- моделювання систем часток;
- розмітність об'єкта, що рухається;
- моделювання неба, туману, снігу, диму, пилу;
- моделювання води, вогню, вибухів;
- створення динамічних ефектів для джерел світла, моделей, систем часток, звуків;
- можливості моделювання складних ландшафтів.

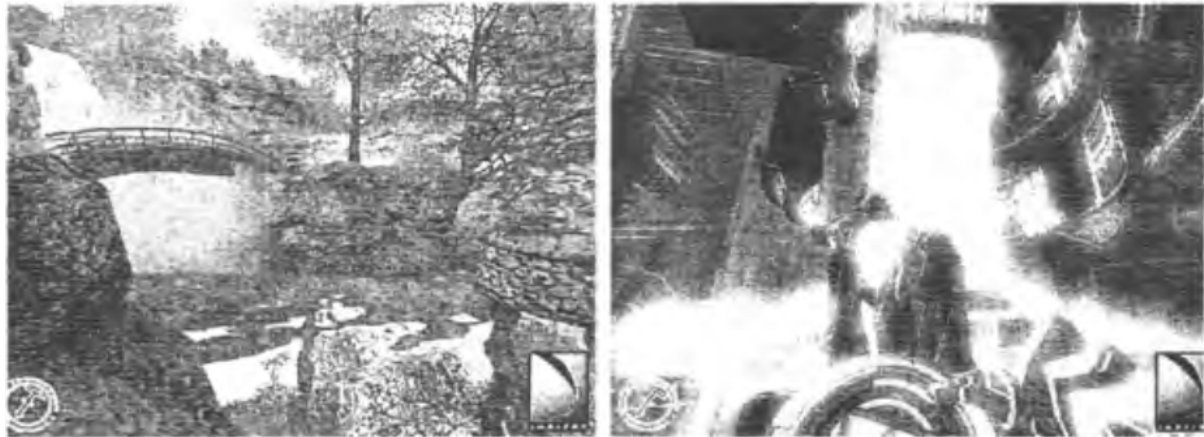
Звук:

- об'ємний звук з автоматичним позиціонуванням джерел.
- Штучний інтелект:
- автоматичний пошук персонажем оптимального шляху;
- система прийняття рішень;
- кінцеві автомати;
- підтримка сценаріїв.

Ліцензування:

- ціна та умови - за домовленістю; орієнтовна ціна - більше 10 тис. доларів США;
- поставка разом з повним програмним кодом та документацією.

Приклади роботи візуалізатора:



У цьому розділі були розглянуті найпотужніші та найскладніші комерційні програмні продукти для розробки віртуальних середовищ. Існують багато інших систем, більшість з них також відрізняється широкими можливостями з моделювання персонажів, створення візуальних спецефектів, реалізацією основних фізичних законів та ін.

Далі будуть розглянуті найбільш відомі некомерційні системи.

2. Некомерційні системи

2.1. Система OGRE

Абревіатура OGRE розшифровується як «Object-Oriented Graphics Rendering Engine» (об'єктно-орієнтований движок візуалізації графіки). Ця система представляє собою гнучкий 3D -двигок, призначений для

спрощення процесу розробки трьохвимірних комп'ютерних ігор. Бібліотека класів дозволяє розробнику абстрагуватися від базових системних бібліотек, таких як OpenGL та DirectX, надає інтерфейс, оснований на об'єктах віртуального світу та інших інтуїтивно зрозумілих класах [6].

Розробник: Steve Streeting.

Графічний API: OpenGL, DirectX.

Операційні системи: Windows, Linux, MacOS.

Мова програмування: C/C++.

Можливості движка

Вбудовані редактори:

- відсутні.

Фізика:

- основні фізичні закони; система визначення зіткнень об'єктів; взаємодія твердих тіл;
- можливість підключення систем визначення зіткнень об'єктів та фізики інших виробників (таких, як «ODE», «Novodex» та «Tokamak»).

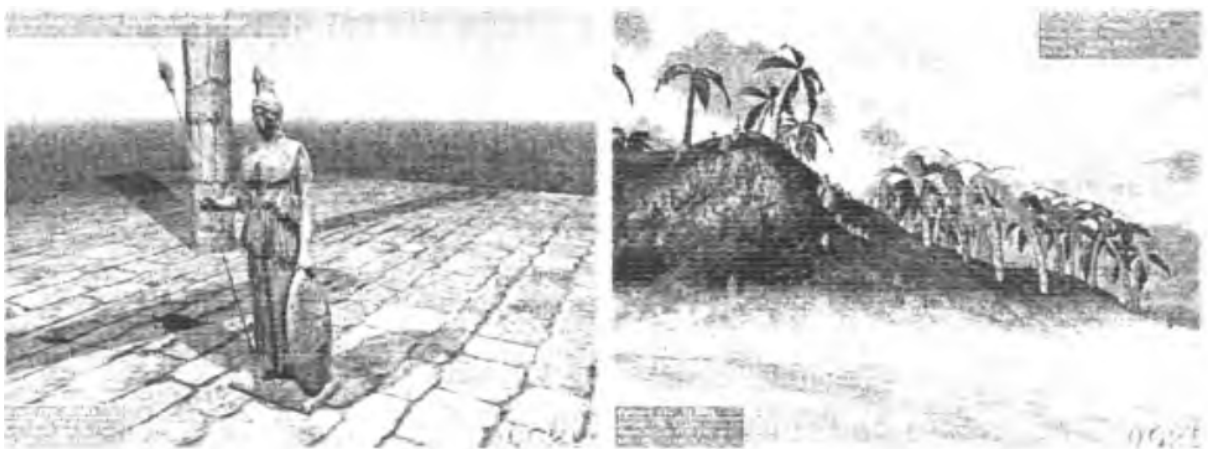
Спецефекти:

- дія довкілля;
- моделювання відблисків від лінз;
- моделювання систем часток;
- розмитість об'єкта, що рухається;
- моделювання неба, туману;
- моделювання води.

Ліцензування:

- безкоштовний програмний продукт з відкритим кодом.

Приклади роботи візуалізатора:



2.2. Система «Crystal Space»

Розробник: Jorrit Tyberghein [7].
Графічний API: OpenGL, програмний.
Операційні системи: Windows, Linux, MacOS.
Мова програмування: C/C++.

Можливості движка

Вбудовані редактори:

- відсутні.

Фізика:

- основні фізичні закони; система визначення зіткнень об'єктів; взаємодія твердих тіл;
- поставляється разом з бібліотекою «ODE», що представляє собою систему моделювання та емуляції динаміки.

Спецефекти:

- вплив довкілля;
- моделювання відблисків від лінз;
- моделювання систем часток;
- моделювання неба;
- дзеркальні поверхні;
- ореол навколо джерел світла.

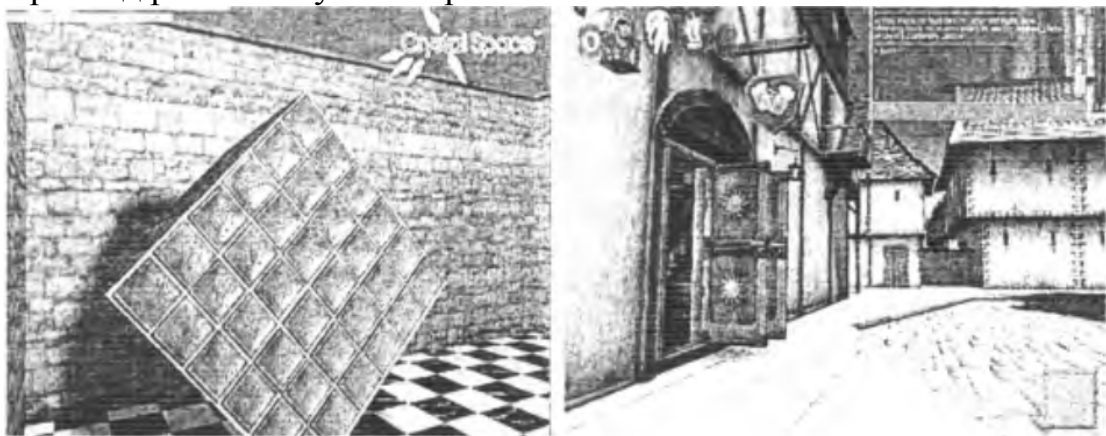
Звук:

- підтримка двовимірного та трьохвимірного звуку (DirectSound 3D, EAX, A3D).

Ліцензування:

- безкоштовний програмний продукт з відкритим кодом, ліцензія LGPL.

Приклад роботи візуалізатора:



2.3. Система «The Nebula Device 2»

«The Nebula Device 2» - програмний продукт з сучасними можливостями візуалізації та відкритим програмним кодом. На сьогодні система реалізована на API DirectX 9, але ведуться роботи щодо інтеграції

підтримки OpenGL, що дає можливість переносу движка на інші операційні системи [8].

Розробник: Radon Labs.

Графічний API: DirectX.

Операційні системи: Windows.

Мова програмування: C/C++.

Можливості движка

Вбудовані редактори:

- відсутні.

Фізика:

- основні фізичні закони; система визначення зіткнень об'єктів; взаємодія твердих тіл;
- можливість підключення системи «ODE».

Спецефекти:

- вплив докiлля;
- моделювання відблисків від лiнз;
- моделювання систем часток;
- моделювання неба.

Звук:

- підтримка двовимірного та трьохвимірного звуку (DirectSound, OpenAL).

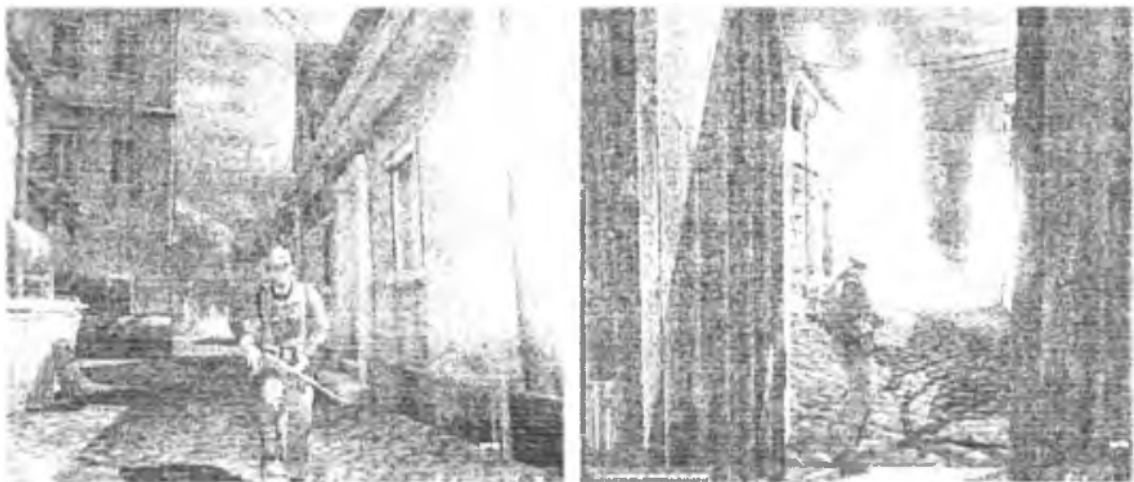
Штучний інтелект:

- відсутній;
- ігрова логiка реалiзується на сценарiях.

Лiцензування:

- безкоштовний програмний продукт з відкритим кодом.

Приклад роботи візуалізатора:



3. Порівняльний аналіз

В результаті вивчення комерційних та некомерційних систем графічної візуалізації можна зробити такі висновки.

1. Основні технічні характеристики графічних візуалізаторів комерційних та некомерційних движків у більшості випадків еквівалентні. В комерційних движках найчастіше присутня можливість створення великої кількості спецефектів, таких як моделювання погодних умов (дощ, сніг, туман, дим), велика кількість джерел світла різних талів, що в основному суб'єктивно визначає більш високу якість візуалізації. Необхідно зазначити, що якість візуалізації - це суб'єктивна характеристика, на котру більшою мірою впливає професіоналізм дизайнерів, що розробляють моделі та карти, ніж технічні можливості движка.

2. У некомерційних продуктах в основному відсутні засоби візуального редагування сцен, карт, моделей, матеріалів, фізичних властивостей об'єктів та ін. Замість цього передбачається використання існуючих трьохвимірних редакторів, що не завжди зручно. Комерційні продукти включають в себе потужні інтегровані середовища, які суттєво спрощують розробку віртуального світу.

3. Некомерційні системи у переважній більшості позбавлені реалізації штучного інтелекту, логіки кінцевих автоматів, підтримки сценаріїв та ін. Тому при розробці програмного продукту на основі движків цього класу подібну логіку приходиться створювати заново.

4. Також недоліком некомерційних движків є спрощене фізичне моделювання. Наприклад, більшість потужних комерційних систем дають можливість параметрично моделювати різні фізичні взаємодії об'єктів віртуального світу. Тут необхідно відзначити, що багато некомерційних продуктів дають змогу підключати додаткові математичні бібліотеки інших виробників для моделювання фізичних систем.

5. Ще однією перевагою платних програмних продуктів є якісніша технічна підтримка, а найчастіше й більш висока надійність. Цей висновок є очевидним, якщо проаналізувати ціни на вказане програмне забезпечення.

Висновки

У комерційних та некомерційних системах наявні суттєві розходження, але при виборі движка необхідно виходити з поставленої задачі.

Як приклад розглянемо систему моделювання фізичних процесів, що використовується в навчальних цілях. Особливу важливість у такому випадку має компроміс між якістю візуалізації, вимогливістю до обчислювальних ресурсів, гнучкістю движка та його ціною.

Наведений вище порівняльний аналіз показує, що основними перевагами комерційних движків є:

1. Наявність великої кількості візуальних спецефектів.
2. Інтегровані засоби розробки сцен, карт, персонажів, об'єктів та ін.
3. Реалізація штучного інтелекту та іншої ігрової логіки.
4. Можливість моделювання складних фізичних систем та механічних апаратів (автомобілі, літаки тощо).
5. Високий рівень технічної підтримки.

Виходячи з поставленої задачі, можна зробити висновок, що жодна з названих вище переваг комерційних продуктів не є критично важливою. При цьому необхідну функціональність у цьому випадку забезпечує більшість некомерційних продуктів.

Отже, для створення трьохвимірних візуальних систем моделювання фізичних процесів для навчальних цілей, використання некомерційних візуалізаторів є оптимальним рішенням.

6. Успішне створення та впровадження таких систем має на увазі розробку програмних засобів побудови відповідного віртуального світу, керування ним та вплив на нього користувача, що в комбінації з прогресивними апаратними засобами занурення у віртуальну реальність може суттєво підвищити інтерактивність навчального процесу. Крім того, з'являється можливість проводити у віртуальному світі експерименти, котрі важко або неможливо провести у реальності, спостерігати складні та швидкозмінні фізичні процеси та багато іншого.

Створення таких систем є перспективним напрямом, що може знайти використання в багатьох галузях людської діяльності.

Література

1. <http://www.devmaster.net/engincs/>
2. <http://gamedev.ru>
3. http://www.valvesoftware.com/SOURCE_InfoSheet.pdf
4. <http://www.unrealtechnology.com/html/technology/ue30.shtml>
5. <http://www.touchdownentertainment.com/jupiterEX.htm>
6. <http://www.ogre3d.org/>
7. <http://crystal.sourceforge.net/>
8. <http://www.nebuladevice.org/>