УДК 681.3:378:004(07)

[1]**Мелешко М.А.,** к.т.н.,
[2]**Чаплінський Ю.П.,** к.т.н.

ОСВІТНІЙ РЕСУРС «3D-ТЕХНОЛОГІЇ В МУЛЬТИМЕДІА» ДЛЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ

[1]Національний авіаційний університет
[2]Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

mma.nau@ukr.net
yuriy@gu.kiev.ua

Показана актуальність вивчення сучасних 3D-технологій. Визначено та описано розділи освітнього ресурсу вивчення 3D-технологій. Представлено та розглянуто рівні деталізації 3D-об'єктів. Розглянуто семантичне подання 3D мультимедійних елементів та мультимедійного проекту

Ключові слова: 3D-контент; 3D-технології; 3D-графіка; 3D-анімація; 3D-звук; 3D-відео; мультимедійний проект; інтеграція інформаційних технологій

Вступ

В останнє десятиліття ми стали свідками безпрецедентного розвитку мультимедійних технологій в системі освіти [1,2], особливо технологій створення 3D-контенту та технологій доставки мультимедійних ресурсів, що дозволяє потокову передачу, розповсюдження та надання користувачу мультимедійного контенту, як у професійному та і особистому середовищі. У цьому зв'язку, 3D-контент перетворюється на новий тип засобів масової інформації в системі освіти та інших сферах діяльності.

З іншого боку сучасне інформаційне співтовариство базується на трьох фундаментальних блоках: сучасна інфраструктура навчання, яка включає технологію системи навчання та людей, що володіють знаннями і практичним досвідом, якими вони обмінюються один з одним; необмежений доступ до навчальної інформації через сучасні засоби інформаційно-комунікаційного забезпечення, в будь-який час і в будь-якому місці; природна інтеграція інформаційних технологій.

З'являється необхідність вивчення і реалізації спеціальних рішень для контентно- та контекстно-орієнтованого створення, розповсюдження, повторного використання та пошуку 3D-ресурсів. Це пов'язано з тим, що, по-перше, підходи, розроблені для 2D-форматів, не можна узагальнювати безпосередньо в 3D. По-друге, 3D-мультимедіа створюється, моделюється, використовується, аналізується та поширюється різними сценаріями і для різних користувачів, від онлайн-ігор до спеціалізованих прикладних областей в різних галузях господарювання.

Особливості 3D-мультимедіа та швидкий інформаційно-технологічний розвиток мотивує зростаючу потребу у фахівцях для створення та застосування 3D-контенту в різних галузях діяльності людської спільноти. Це зумовлює необхідність підготовки фахівців 3D-технологій, які повинні не тільки бути в змозі використовувати та створювати 3D-контент, але вміти розв'язувати проблеми структурування, розповсюдження та надання інтерфейсного доступу до інформації, що міститься в 3D-контенті.

Іншими словами, реалізовувати семантичну мультимедіа, яка дозволяє використовувати та передавати зміст різних форм інформації, доступних в цифровому форматі і в різних середовищах.

При цьому, зміст, структура та інструментальне оформлення засобів навчання 3D-технологіям повинні як найкраще відповідати вимогам, методиці та технології викладання відповідної навчальної дисципліни.

Постановка задачі

Метою статті є представлення підходу до реалізації освітнього ресурсу навчання 3D-технологіям в рамках вищого навчального закладу.

Будемо під 3D-технологіями розуміти мультимедійні технології, що охоплюють алгоритми та програмне забезпечення для створення та оперування об'єктами в тривимірному просторі, а також результат роботи таких програм. До 3D-об'єктів будемо відносити як об'єкти, що фізично існують, або, що створені та існують уявно у віртуальному інтерактивному мультимедійному середовищі.

Освітній ресурс, що підтримує вивчення 3D-технологій в мультимедіа, охоплює наступні розділи: 3D-графіка; 3D-звук; 3D-відео; 3D-анімація. Вивчення програмних засобів, які реалізують 3D-технології, будемо розділяти на: 3D-редактори; програмні засоби розширення можливостей 3D-редакторів; програмні засоби створення 3D-мультимедіа.

При цьому будемо розглядати процес реалізації 3D-технологій, як створення певного інтерактивного мультимедійного проекту.

В роботі в якості основного розділу 3D-технологій розглядається 3D-графіка [3,4].

Суть процесу формування 3D-зображення полягає в тому, щоб, знаючи положення спостерігача та положення об'єкта, описати отримане при цьому двовимірне зображення. При цьому процес ділиться на кілька обов'язкових та послідовних етапів. Вони однакові, незалежно від того, в якому 3D-редакторі виконується проект.

Тривимірний проект зазвичай називають сценою. Під сценою розуміють сукупність моделей в тривимірному просторі. Модель - сукупність примітивів, що представляє складний об'єкт. Примітив - найпростіший неподільний геометричний об'єкт, що обробляється системою як єдине ціле. У різних системах примітивами можуть бути різноманітні геометричні об'єкти.

При створенні тривимірного зображення використовуються наступні сутності сцени: об'єкти; спостерігач (камера); джерела світла. Для візуалізації деякого об'єкта використовують наступні дані: об'єкти тривимірного світу (сцени), що моделюється; положення віртуальної камери, яка визначає перспективу.

Процес формування зображення повинен враховувати дві головні сутності: об'єкт сцени та спостерігач.

Завдання 3D графіки - описати 3D-об'єкти зображення та розмістити їх на сцені за допомогою геометричних перетворень відповідно до вимог.

У сцені можуть брати участь наступні типи об'єктів: джерела світла; геометричні примітиви - сфера, куб, конус, а також тіла, що описуються квадратними та кубічними рівняннями; каркаси - групи пов'язаних між собою трикутників, що утворюють ілюзію тіла або поверхні середовища; середовища рідини в стаканах, газ, дим тощо.

Отримання тривимірного зображення реалізується (рис.1) через стадію 3D геометричних перетворень або геометричного моделювання, тобто створення математичної моделі сцени та об'єктів на ній, та стадію рендерингу.

Рис. 1. Процеси побудови 3D зображення та анімації

Стадія 3D геометричних перетворень (рис. 2) починається з розбиття геометричних моделей на примітиви, які

описують тривимірну сцену, зображення якої необхідно створити.

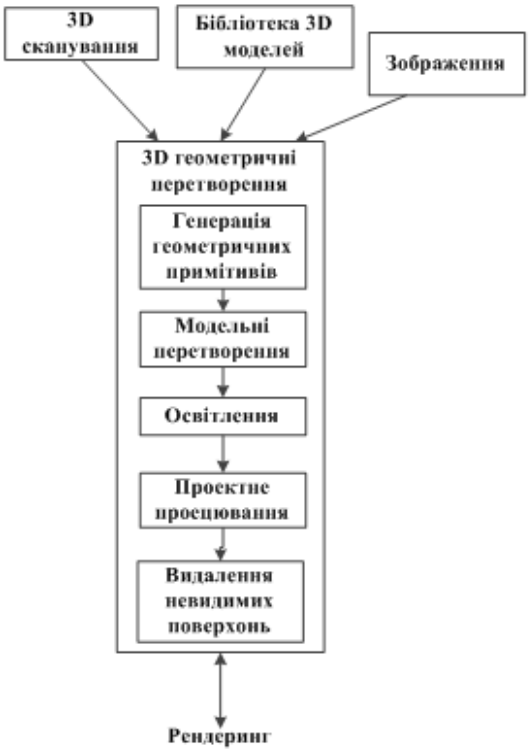

Рис. 2. Процеси 3D геометричних перетворень

Наступний етап – етап модельних перетворень. Цей етап реалізує аффінні операції перенесення, повороту та зміну масштабу. Перетворення дозволяє переміщати об'єкти на сцені та маніпулювати сюжетом.

На етапі освітлення вибирають освітленість об'єктів. Модель освітлення описує тип джерел світла, що використовуються. Освітлення та тонування поверхонь об'єктів визначається розташуванням джерел світла, а також оптичними властивостями матеріалу, з якого виконані поверхні. При виконанні етапу проектного проекціювання або видових перетворень визначаються нові координати для усіх вершин примітивів на основі положення спостерігача та напрямків його погляду. Сцена проектується на екранну систему координат. Для відображення тривимірного об'єкту на двовимірний екран використовується відповідні математичні перетворення. На етапі видалення невидимих поверхонь зі списку примітивів виключаються повністю невидимі, що залишилися позаду або збоку поверхні. При цьому розглядаються метод трасування променів, метод порядкового сканування та метод Z-буфера.

Під рендерингом будемо розуміти процес перетворення об'єкту або сцени для виведення на дисплей, який являє собою двомірну площину або збереження результату на цифровий носій (рис. 3).

Рендеринг перетворює тривимірну векторну структуру даних в плоску матрицю пікселів.

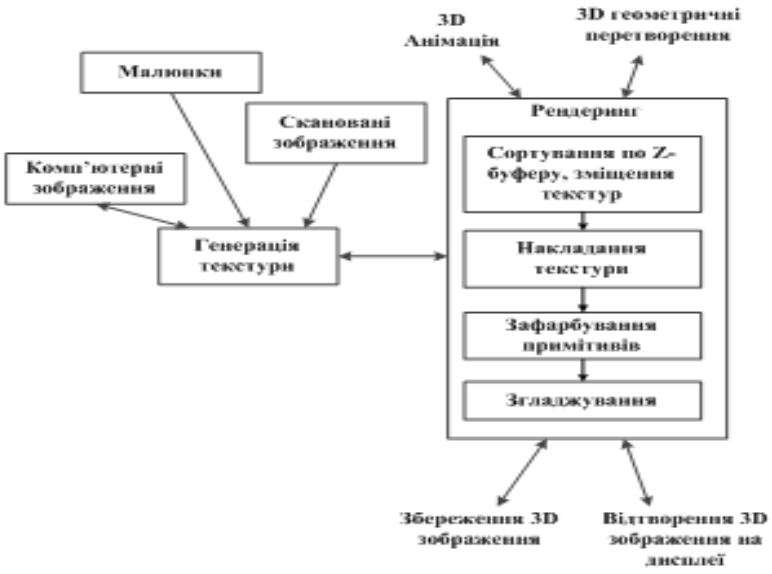

Рис. 3. Процеси рендерингу

Розгляд рендерингу починається з сортування даних по Z-буферу. Тривимірна сцена складається з множини об'єктів зі взаємним розташуванням за глибиною залежно від точки візування. Об'єкти і сцени можна обертати та спостерігати з різних позицій, у тому числі спереду, збоку, ззаду, зверху та знизу. Z-буфер призначений для зберігання інформації, що необхідна для правильного відображення по глибині видимих об'єктів залежно від положення та спрямованості спостерігача в сцені. Накладання текстури або текстурування - це етап, за допомогою якого на поверхню об'єкта накладається деяке зображення, що називають зображенням текстури. Текстура прикладається до моделі об'єкта для забезпечення реалистичної поверхні або покриття об'єкта. Текстури можна використовувати для того, щоб показати матеріал, з якого зроблений об'єкт, наочно представити фізичні властивості об'єктів та надати можливість моделювати світлові ефекти. Текстури можна отримати з малюнка, сканованого зображення або комп'ютерного зображення (рис.3). Об'єкти, що створені в тривимірному просторі 3D геометричних перетворень відрізняються один від одного тільки формою. Щоб 3D-модель нагадувала реальний предмет, недостатньо точно повторити його форму, потрібно ще й розфарбувати її відповідним чином. Це робиться на етапі зафарбування примітивів. Для того, щоб створить правдоподібні зображення, використовують спеціальні алгоритми зафарбовування для імітації нерівномірного освітлення. Для виконання цього завдання використовують плоске зафарбовування, зафарбовування за Гуро або за Фонгом. Зафарбування за Гуро - згладжує тоновий перехід між ребрами полігону, обчислюючи засобами лінійної інтерполяції інтенсивність кольору для кожного пікселя полігону. Це дозволяє отримати поверхню, що природно описує віддзеркалення світла та робить візуалізацію більш реалістичнною. Зафарбування за Фонгом дозволяє отримати правильне сприйняття кривизни і світлових відблисків. Проте через складність розрахунків для її створення потрібно набагато більше часу.

Заключним етапом рендерингу розглядається згладжування. На цьому етапі відбувається обробка всієї результуючої сцени. При вивченні цього етапу особливу увагу приділяється використанню алгоритму згладжування, який направлений на усунення ефекту ступінчастості або зазубреності, що є характерними для дисплеїв. Згладжування дозволяє значно поліпшити якість виведеної сцени за рахунок розрахунку зображення з великим розширенням і подальшим усередненням значень кольору сусідніх пікселів. На цьому етапі застосовуються і інші ефекти, такі як змазування (smooth), туман (fogging) тощо, які надають сцені більшої реалістичності.

В рамках освітнього ресурсу студент може познайомитися з різними технологіями рендерингу, які часто комбінуються та включають: відповідний вид рендеринга (наприклад, побудувати контури моделей на екрані за допомогою проекції) і Z-буфер, сканлайн, трасування променів, глобальну ілюмінацію (розрахунок взаємодії поверхонь та середовищ у видимому спектрі випромінювання за допомогою інтегральних рівнянь) та інші.

При побудові моделей використовується певний набір правил створення реалістичного тривимірного зображення, які впливають на відповідну достовірність об'єкту. До таких правил відносять принципи тривимірного фотореалізму, наприклад, безлад і хаос, характери персонажів та сподівання глядачів, правдоподібність зображення, текстуру поверхні, дзеркальне відображення, реалістичні властивості об'єктів (пил, бруд, гниль, тріщини, дірки, щілини, закруглені краї, товщина матеріалу), розсіяне світло тощо.

При цьому студенти знайомляться з різними термінами 3D-технологій, зокрема, Shader (шейдер), Vertex Shader (вершинні шейдери), Pixel Shader (піксельний шейдер), Procedural Textures (процедурні текстури), Bump Mapping / Specular Bump

Mapping, Displacement Mapping, Normal Mapping, Parallax Mapping / Offset Mapping, Postprocessing (постобробка), High Dynamic Range (HDR), Tone Mapping, Bloom, Motion Blur, Depth Of Field (DOF), Level Of Detail (LOD), Global Illumination та інші.

При розгляді 3D-анімації (рис. 4) студенти знайомляться з трьома основними способами анімації 3D-об'єктів. Перший і найпростіший - це переміщення і обертання цілого об'єкта, без зміни форми. Другий - це динамічні деформації. Третій, найскладніший, для анімації персонажів - це скелетна анімація. У свою чергу, найчастіше в 3D-анімації використовуються три методи: анімація по ключовим кадрам, анімація по кривих руху, і анімація за траєкторією.

Рис. 4. Процеси побудови 3D-анімації

При вивченні 3D-звуку велике місце відводиться форматам, які включають, наприклад, Aureal3D (технологія компанії Aureal), в основі якої лежать принципи відтворення тривимірного звуку за допомогою двох колонок), AC-3 (реалізація технології Dolby 5.1), тобто звук, що розкладений на колонки 5.1), Directound3D (технологія підтримує базові функції тривимірності і є відкритим інтерфейсом, під який можна написати розширення - програми, що доповнюють функціональність DS3D), EAX (дана технологія активно використовується в іграх, включає інструменти балансування джерел звуку, моделювання об'єктів у тривимірному просторі, підтримку ефектів реверберації, і симулює поширення звуку в закритих і відкритих приміщеннях і плавний перехід з одного середовища в іншу), Q3D (технологія призначена для роботи з чотирьма і більше колонками, орієнтована в основному на ігри і робить ставку на реалістичну імітацію атмосфери, реалізований як розширення DS3D).

Є кілька способів створення та перегляду 3D-відео, однак всі вони реалізовують технології, що будуються на одному загальному принципі: фільм знімається з двох точок, розташованих на відстані близько 60 мм (що відповідає відстані між зіницями людини). Для цього використовують або дві синхронізовані камери з системою дзеркал, або спеціальну 3D-відеокамеру з двома об'єктивами. При показі фільму два відеопотоки демонструються так, щоб кожен потрапив в своє око. Мозок ж людини створює з двох зображень одне, формуючи ілюзію об'єму. Основними 3D-технологіями для 3D-відео розглядаються анагліфічний метод, використання поляризаційних систем, технологія інтерференційних фільтрів та затворний метод.

При вивченні 3D-технологій студенти розглядають 3D-об'єкти через три рівні деталізації: геометричний, структурний та семантичний. На геометричному рівні, цифрова форма представлена описом своєї форми, що використовує відповідну геометричну схему подання, такі як сітка трикутників, поверхня неоднорідних раціональних B-сплайнів або просто набір точок. Геометрична інформація також підтримує моделювання фізичних властивостей даного матеріалу. При цьому формалізація геометричних знань забезпечує масштабованість в процесі створення конкретного застосування. Структурний вид цифрової форми дає абстракцію, визначення частин або сегментів, які є актуальними і як вони пов'язані один з одним. Процес структуризації цифрової форми вимагає геометричного або морфологічного аналіз геометричного представлення. Цей аналіз визначає структурний опис об'єкта, наприклад, шляхом сегментації або скелетування процесу. Такі структурні моделі розглядаються як міст між геометрією і семантикою, оскільки вони

представляють людське сприйняття об'єктів, як деякої структури, що складається з частин. Нарешті, семантичне подання в цифровій формі робить його інтерпретації в певній предметній області, наприклад, зв'язавши об'єкт з певним класом чи прив'язавши семантичні мітки до певної частини форми. Очевидно, що сприйняття форми сильно залежить від конкретної області застосування.

Таким чином, можна отримати семантичний опис 3D- мультимедійних елементів.

Семантичний опис мультимедійних елементів розглядається для аудіо, відео, анімації та нерухомих зображень. Предметно-орієнтований опис базується на описі змісту та частин мультимедійних сценаріїв, таких як елементи сцени, кольору, руху, тривалість тощо. Ці описи визначені для того, щоб бути класифікованими, видобувними та повторно використовуваними мультимедійними елементами. Семантичне подання дає змогу ознайомитися з можливістю побудови онтологій [5], які можуть описати самі 3D-об'єкти та процес їх створення на основі мультимедійних онтологій верхнього рівня [6]. Зокрема, така онтологія дає змогу представляти різні рівні деталізації, що описані вище, тобто форми, як простого ресурсу (наприклад, для каталогізації) та параметри, що характеризують її відповідно до геометрії (наприклад, для рендерингу), її структури (наприклад, для узгодження і подібності), і те, що вона представляє (наприклад, для розпізнавання або класифікації). В широкому сенсі семантичний опис включає [7]: опис об'єктів, тобто опис атрибутів об'єктів, що знаходяться на віртуальній сцені; опис дій, які реалізуються з об'єктами віртуального середовища; опис сценаріїв, що є послідовністю дій, які виконуються в процесі роботи з віртуальними об'єктами проекту. На основі цих описів будується проект, що складається з множини об'єктів, множини дій, які можна здійснювати з цими об'єктами, та сценарій.

Для такого подання студенти вивчають використання стандарту MPEG-7, який дає можливість опису вмісту і надає набір стандартних інструментів для опису мультимедійного контенту (фотографії, графіки, 3D-моделей, аудіо-, відео- та складу інформації) про те, як ці елементи об'єднані в мультимедійному представленні незалежно від зберігання, кодування, дисплею, передачі, середовища або технології.

Це представлення описує конкретні види мультимедійних сегментів, що отримуються в результаті просторового (просторові регіони в зображенні), часового (часові сегменти відео у відеоролику) та просторово-часового (переміщення регіонів у відео) розкладання (сегментації) різних типів мультимедіа контенту (різні треки в межах аудіофайлу або різні медіа-об'єкти).

В якості програмних засобів створення 3D-мультимедіа в рамках освітнього ресурсу розглядаються графічні бібліотеки OpenGL [8] та DirectX. Студенти, використовуючи графічні бібліотеки, створюють моделі об'єктів складної форми на основі маніпулювання елементарними об'єктами. При цьому можуть використовуватися різні прийоми, наприклад, для отримання складної геометричної структури з елементарних обсягів використовуються операції: геометричне об'єднання, геометричний перетин і геометрична різниця.

Висновки

Розробка електронних мультимедійних освітніх ресурсів з використанням 3D-графіки, 3D-звуку, 3D-відео та 3D-анімацій надає можливість більш ефективно, з позиції пізнавальної та мотиваційної функції, вивчати теоретичний та практичний матеріал, як за допомогою текстової інформації так і за допомогою аудіо та відеоінформації, що значно підвищує ефективність сприйняття та запам'ятовування навчального матеріалу в різних формах подачі.

Використання засобів мультимедій-

них технологій у процесі навчання студентів дозволяє істотно підвищити показники змістового розуміння та визначення мотиваційних ознак запропонованого матеріалу.

В умовах швидкого зростання потреб збільшення інформованості, отримання знань та формування практичних навичок у суб'єктів навчального процесу, не тільки студентів, а і викладачів, комп'ютерні мультимедійні технології стають надзвичайно актуальними і затребованими, як новітні засоби підвищення якості освітніх ресурсів. Це в повній мірі відноситься і до 3D технологій.

Представлений підхід до створення інформаційних освітніх ресурсів підтримки викладання 3D-технологій використовується при вивченні навчальної дисципліни «3D-технології в мультимедіа» магістрами, напряму підготовки «Видавничо-поліграфічна справа», спеціальність «Технології електронних мультимедійних видань» в Національному авіаційному університеті.

Список літератури

1. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання: посібник / ав.: Жалдак М.І., Шут М.І. та ін.. / За редакцією: Жука Ю.О. – К.: Педагогічна думка, 2012. – 112 с.

2. Сучасні технології електронних мультимедійних видань: Монографія / Під ред.. О.І.Пушкаря. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. – 296 с.

3. Ли Дж. Трёхмерная графика и анимация / Дж. Ли, Б. Уэр. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2002. – 640 с.

4. Мердок Келли Л. 3ds Max 8. Библия пользователя. / Келли Л.Мердок - Москва-СПб-Киев.: Диалектика, 2006. – 800с.

5. *Guriano N.* Understanding, Building, and Using Ontologies / A Commentary to "Using Explicit Ontologies in KBS Development" // International Journal of Human and Computer Studies. – 1997. – V. 46. – № 2/3. – P. 293-310.

6. ISO/IEC 15938-5 FCD Information Technology - Multimedia Content Description Interface - Part 5: Multimedia Description Scemes, March 2001, Singapore.

7. Vasilakis George. Knowledge-Based Representation of 3D Media. / George Vasilakis, Alejandra García-Rojas, Laura Papaleo, Chiara Eva Catalano, Francesco Robbiano, Michela Spagnuolo, Manolis Vavalis, Marios Pitikakis. Knowledge-Based Representation of 3D Media // Internatiional Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering. – 2010. – V.20. – №5 – P.739-760.

8. Херн Д. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. / Д. Херн, М. П. Бейкер. — 3-е вид. — М.: Вильямс, 2005. — 1168.

Статтю подано до редакції 02.09.2015