

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики
Кафедра інформатики, програмної інженерії та економічної
кібернетики

3D ОБ'ЄКТИ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ТЕМИ
«ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА»

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти “бакалавр”

Виконав: студент 4 курсу
Спеціальності 121 Інженерія
програмного забезпечення
Освітньо-професійної програми
«Інженерія програмного забезпечення»
першого (бакалаврського) рівня освіти
Захаренко Станіслав Михайлович
Керівники кандидат фізико-
математичних наук,
доцент Кравцов Геннадій Михайлович
кандидат фізико-математичних наук,
доцент Єрмолаєв Вадим Анатолійович
Рецензент доктор педагогічних наук,
професор Кузьменков Сергій Георгійович

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 Дослідження предметної області	5
1.1. Поняття моделювання мультимедійних 3D об'єктів.....	5
1.2. Етапи та технології створення 3D об'єктів.....	10
1.3. Програмні забезпечення для моделювання 3D об'єктів.....	18
1.4. Огляд програмного забезпечення Unity 3D для розробки моделі об'єктів.....	20
РОЗДІЛ 2 Розроблення та використання програмних модулів мультимедійних 3d об'єктів віртуальних лабораторних робіт	30
2.1. Створення мультимедійних 3D об'єктів віртуальних лабораторних робіт.....	30
2.2. Реалізація програмного забезпечення для 3D об'єктів.....	36
2.3. Створення інтерфейсу користувача.....	42
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	50
Додаток А.....	50

ВСТУП

Актуальність дослідження. У наш час без технологій не обходиться, практично, не одна людина. Вся інформація, яка нам необхідна, знаходиться прямо у нас під рукою. Звісно все це завдяки інтернету, який об'єднує в собі практично все сучасне суспільство, які не проти поділитися цікавою і часто потрібною для користувача інформацією. Для використання такою інформаційною технологією, потрібно мати і відповідні пристрої такі, як комп'ютери і мобільні телефони. Саме вони і є найбільш споживними в нашому сучасному суспільстві.

Саме на таких пристроях і ресурсах створюються і використовуються віртуальні лабораторні роботи. Саме завдяки віртуальним лабораторіям, будь-яка людина зможе самостійно розвиватися, і виконувати лабораторні роботи прямо у себе за комп'ютером. Переваги такого, напевно, навіть більше ніж недоліків. Наприклад, безпека. Змішуючи хімічні речовини виконуючи лабораторну роботу, ви будете почувати себе в безпеці, все це буде відбуватися віртуально, і не потрібно навіть боятися що ви зробите щось не так при цьому дозволяючи собі експериментувати. По мимо безпеки і комфорту, можна ще й відзначити фінанси, які практично для цього не потрібні. Адже якщо людина самостійно у себе вдома виконувати лабораторні роботи, йому необхідні гроші для покупки спеціальних приладів і пристроїв, деякі які коштують чималих грошей. Крім усього іншого, віртуальна Лабораторна робота може використовуватися і в навчальних закладах під час уроку або лекції. Більшість університетів і шкіл мають комп'ютерні аудиторії, що і дозволяє їм використовувати дані навчальні додатки як доповнення до лекційних матеріалів, дозволяючи викладачам

оцінювати отримані знання учнів. Саме ці основних аспекта, можуть надавати школярам, студентам інтерес до навчання.

Слідуючи з того які переваги і потреби в навчанні серед учнів до віртуальних лабораторних робіт, була обрана тема дослідження: "3D об'єкти віртуальних лабораторних робіт з теми «Взаємодія тіл. Сила»".

Мета дослідження – спроектувати 3D об'єкти навчального призначення для віртуальних лабораторних робіт з фізики.

Об'єкт дослідження – способи і технології створення віртуальних лабораторних робіт з фізики.

Предмет дослідження – 3D об'єкти віртуальних лабораторних робіт.

Для виконання дипломної роботи були поставлені такі завдання:

1. Дослідити мультимедійні програмні об'єкти віртуальних лабораторних робіт з фізики;
2. Дослідити функціональну модель 3D об'єкту віртуальної лабораторної роботи;
3. Вивчити середовище Unity для створення програмного забезпечення з використанням 3D об'єктів навчального призначення;
4. Спроектувати програмне забезпечення 3D об'єктів лабораторних робіт з теми “Взаємодія тіл. Сила.”.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Поняття моделювання мультимедійних 3D об'єктів

"У тривимірній комп'ютерній графіці тривимірне моделювання-це процес розробки математичного представлення будь-якої поверхні об'єкта (неживої або живої) в трьох вимірах за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення."[7] Створений об'єкт називається 3D-моделлю, і такі тривимірні моделі використовуються в різних галузях. Людину, яка працює з 3D моделями, називають 3D-художником. Модель також може бути фізично створена за допомогою пристроїв 3d-друку.

Отже 3D моделювання - це процес створення тривимірної моделі об'єкта. Використовуючи 3D, можна отримати розмір, форму і текстуру реального чи уявного об'єкта.

Часто в залежності від формату моделювання, яке зазвичай намагаються досягти-об'єкти реального світу скануються в програмі за допомогою пристрою 3D-сканування; потім ці об'єкти використовуються в якості цифрового трасування паперу для створення кінцевої моделі за допомогою різних методів моделювання об'єктів. Після створення ці об'єкти можна масштабувати і маніпулювати ними, як тільки користувач вважатиме за потрібне.

При створенні 3D моделі необхідно знати, де вона буде використовуватися. Багато що залежить від цього фактора, наприклад, які правила і обмеження слід дотримуватися при проектуванні моделі. Створення моделі для відео або фільмів різко відрізняється від створення моделі для програми VR або мобільної гри. Адже в кіно все, що вас хвилює - це наскільки реалістична ваша модель, тому використовуються складні і деталізовані моделі. З іншого боку, при проектуванні 3D моделі

для VR додатки або гри, дизайнер обмежений ігровим движком, обмеженнями консолі або мобільної платформи. У цьому випадку дизайнер враховує інтерактивність і стабільність моделі, тому візуальний аспект переноситься на друге місце.

Моделювання тривимірної графіки допомагає інженерам візуалізувати якісь ідеї ще до того, як вони відбуються в реальному житті, тому більшість об'єктів, які ми бачимо навколо нас, були вперше спроектовані у програмному додатку 3D проектування ще до того, як вони були втілені в життя. 3D проектування надзвичайно важливо з цієї причини: інженери, архітектори і т.п. постійно використовують програми 3D CAD для проектування речей до їх створення. Наприклад, кожен компонент вашого комп'ютера був змодельований в програмі 3D-моделювання, модель також і ціна будь-якої елемента були оптимізовані з метою її застосування, і всі об'єкти скопонували в єдине компонування в програмному забезпеченні, щоб переконатися, аби всі деталі підходили один одному належним чином. Після того як модель була складена, вона зі всіма оркемими об'єктами, були відправлені у виробничий завод, де машини, керовані комп'ютером, змогли виготовити всі деталі, а робітники використовували ці файли для того, щоб розуміти я робиться збірка циз копонентів, щоб фізично зібрати прилади, якими ми зараз зазвичай користуємося.

3D моделювання користується попитом в багатьох різних галузях промисловості, включаючи віртуальну реальність, відеоігри, 3D-друк, маркетинг, телебачення та кіно, наукову та медичну візуалізацію, а також автоматизоване проектування та виробництво CAD/CAM.

Програмне забезпечення для 3-D моделювання генерує модель за допомогою різних інструментів і підходів, в тому числі:

- прості полігони.

- 3-D примітиви-прості форми на основі полігонів, такі як піраміди, Куби, сфери, циліндри і конуси.
- сплайнові криві.
- NURBS (неоднорідні раціональні b-сплайни). Плавні форми, визначені кривими безеля, які відносно складні з точки зору обчислення.

Практично всі 3D моделі діляться на дві категорії:

Solid - ці моделі визначають обсяг об'єкта або сутності, яку вони представляють (як, наприклад, куб). Тверді моделі часто використовуються в інженерних і медичних додатках і зазвичай будуються з конструктивною твердою геометрією.

Shell - ці моделі являють собою поверхню об'єкта або сутності. Межа об'єкта трохи схожа на яєчну шкаралупу і утворює оболонку об'єкта, яка нескінченно тонка. Майже всі візуальні моделі, використовувані в іграх і фільмах, є моделями оболонок, із застосуванням властивостей поверхні.

Зовнішній вигляд 3d об'єкта багато в чому залежить від його зовнішніх, граничних уявлень, зазвичай в комп'ютерній графіці. Двовимірні поверхні є гарною аналогією об'єктів, що використовуються в графіку, хоча часто ці об'єкти є небагатоутворюючими. Оскільки поверхні не є кінцевими, потрібен дискретний цифровий підхід: багатокутні сітки (і в меншій мірі поверхні поділу) є найбільш поширеним поданням, хоча з точковими уявленнями вони набувають деяку популярність в останні роки.

Процес перетворення представлення об'єктів, такого як скоординована середня точка сфери і точка на її окружності, в багатокутник в уявленні сфери, називається тесселяцією. Цей крок використовується на основі візуалізованого багатокутника, де об'єкти поділяються на абстрактні уявлення, такі як сфери, конуси і т.д. Їх називають «сітками», які представляють собою мережі взаємопов'язаних трикутників. Рендеринг полігонів використовується не у всіх методах рендеринга, і в цих

випадках кроки тесселяції не включаються при переході від абстрактного рендеринга до візуалізованої сцени.

В даний час 3D моделювання використовується в різних областях. З появою оцифровки 3D моделі стають все більш популярними і корисними в багатьох сферах життя. До найбільш поширених додатків 3D моделювання відносяться:

1. 3D-друк

В останні роки спостерігається значне експоненціальне зростання 3D друку. Багато компаній пропонують індивідуальні 3D моделі об'єктів, які проектуються в CAD-програмах. Деякі з галузей, де 3D друковані моделі використовуються із запізненням, включають в себе:

- Виготовлення прикрас і форм
- Оригінальні подарунки
- Образотворче мистецтво

Тривимірний друк, по суті, створює тривимірний об'єкт, використовуючи послідовні пласти матеріалу. Деякі з переваг тривимірного друку:

- Ви можете створювати об'єкти, не створюючи спочатку їх форми.
- Ви можете редагувати 3D роздруковану деталь, змінюючи її модель.
- Це відмінний спосіб перевірити ідею, отримавши її фізичну форму без значних витрат.

2. Ринки 3D моделей

3D моделювання також часто використовується в широкому спектрі творчих областей професіоналами. Люди, які створюють оригінальні 3D моделі, можуть продавати їх онлайн на таких сайтах, як CGTRader, TurboSquid і Sketchfab.

З іншого боку, з'явилися численні сервіси 3D-друку за запитом для підтримки зростаючого попиту на 3D-моделі.

3. Інші види використання

Деякі з творчих областей і галузей, де 3D-моделювання використовується найчастіше:

Аніматори і розробники ігор використовують його, щоб реально поглянути на свої ідеї і оцінити їх здійсненність.

- Архітектори, дизайнери інтер'єрів та інженери використовують його для планування та проектування.
- Фільми і телевізійні шоу використовують його для створення спецефектів, прискорення виробництва і зниження витрат.
- Використовується в медичній промисловості для інтерактивного представлення анатомії людини.
- Промислові продукти моделюються із застосуванням цього методу для проведення тестів перед комерційним виробництвом або презентаціями клієнтів.
- Використовується в декораціях або дизайні сцени в медіа-шоу і заходах.
- Використовується модельєрами і художниками для створення динамічного 3D одягу для віртуальних каталогів.

Часто не помічений аспект тривимірного моделювання-це комп'ютер, який ми використовуємо. Старий комп'ютер може не впоратися з тією обчислювальною потужністю, яка потрібна для роботи 3D-програм. Обчислювальна потужність-це основа, на якій можна ефективно моделювати високополігональні моделі і сцени всередині платформи.

Потужний GPU, CPU і пам'ять, а також місце для зберігання даних і правильна системна архітектура є ключовими факторами для виконання системою своїх завдань - фактори, які значно збільшують вартість необхідного комп'ютера в порівнянні з робочою або високопродуктивною ігровою системою.

Звичайно, обраний нами комп'ютер буде залежати від конкретного призначення - з його допомогою можна запуснути процес і виявити недоліки своєї системи. Якщо потрібно працювати з величезними

файлами - а їх багато, потрібно буде свербіти про апгрейд комп'ютера. Тут вже все залежить від того як само буде використовуватися ПК. Однак, комп'ютер повинен мати наступні мінімальні характеристики, щоб ефективно справлятися із завданням тривимірного моделювання:

Таблиця 1.1.

Рекомендовані системні вимоги для 3D моделювання

Операційна система	Windows 8 / Windows 10 64-розрядна або вище
Процесор	Багатоядерний, Intel або AMD, мінімум 64бітний
Оперативна пам'ять	Мінімум 16 Гб
Дисковий простір	Мінімум 500 Гб - рекомендується 1 Тб
GPU	<ul style="list-style-type: none"> • NVIDIA GTX 1000 або вище для звичайних користувачів • CAD-карта NVIDIA Quadro для професійних користувачів

1.2. Етапи та технології створення 3D об'єктів

Можна виділити 9 загальних методів які використовуються в 3D моделюванні:

Моделювання підрозділів/бокс. Це вид полігонального моделювання, при якому художник використовує геометричну форму, як куб, циліндр або сферу, і формує її до тих пір, поки не буде досягнутий бажаний зовнішній вигляд. Модельєри боксу здійснюють цей процес на різних етапах. Вони починають з сітки низької роздільної здатності і потім уточнюють форму. Потім вони поділяють сітку, забезпечуючи згладжування твердих країв і додаючи необхідні деталі. Вони

повторюють процес рафінування і поділу до тих пір, поки в сітці не з'явиться достатня кількість полігональних деталей, здатних передати бажану концепцію. Боксне моделювання є одним з найбільш поширених методів полігонального моделювання і використовується в поєднанні з методами моделювання крайок.

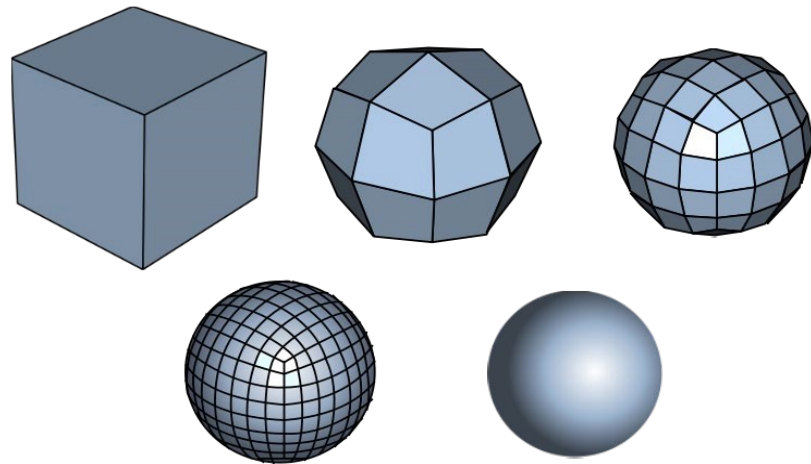


Рис. 1.1. Моделювання підрозділів

Поверхневе моделювання. Edge-моделювання є ще одним типом техніки полігонального моделювання, хоча і відрізняється від box-моделювання. У цьому процесі моделісти розробляють модель по частинах, а не уточнюють примітивну форму. Це робиться шляхом розміщення петель полігонів уздовж контурів і заповнення проміжків, що лежать між ними. Цей процес застосовується, так як при box-моделюванні складно виконати певні сітки. Наприклад, людське обличчя не може бути зроблено тільки за допомогою boxмоделювання.

Моделювання *T-Spline* / *NURBS*. Цей тип моделювання широко використовується в процесах промислового та автомобільного моделювання. Сітка *NURBS* не має ні країв, ні торців, ні вершин. Ці моделі поставляються з поверхнями, які можуть бути інтерпретовані гладко. Модельєри можуть розвивати концепцію, встановлюючи сітку

між сплайнами. NURBS криві розробляються за допомогою інструменту, схожого на перо інструмент, який використовується в Adobe Photoshop або MS Paint. Модельєри малюють криві в 3D просторі і редагують їх, переміщаючи Керуючі вершини, що являє собою серію ручок. Криві повинні бути розміщені вздовж видних контурів, а простір між ними автоматично інтерполюється програмою. Крім того, ви можете створити криву NURBS, використовуючи криву профілю, обертаючи її навколо центральної осі. Це одна з найбільш широко застосовуваних технік проектування 3D-моделей, що використовуються для проектування таких об'єктів, як вази, келихи для вина і тарілки, які є радикальними за своєю природою.

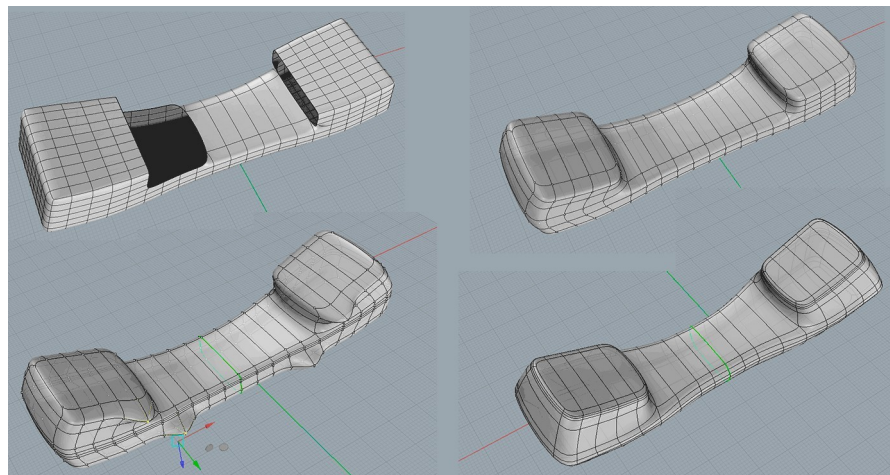


Рис. 1.2. Приклад T-Spline моделювання телефонної трубки

Sub-division моделювання. Sub-division моделювання створюється шляхом змішування методів полігонального моделювання та NURBS-моделювання. У цьому гібридному процесі через полігональну модель створюються 3D моделі, які потім перетворюються в модель поділу. Художник отримує контроль над деталізацією 3D моделі в певних областях. Крім того, вони можуть легко переносити ці моделі між різними програмами. Полігон необхідно розділити і уточнити до тих пір, поки

деталі не стануть досить чіткими, щоб відобразити потрібну модель. При більшому поділі поверхня стає більш гладкою.

Цифрове скульптурування. Технологічна промисловість інтегрувала різні процеси 3D-моделювання, які вони називають деструктивними технологіями. Для розробки цих моделей експерти використовують передове програмне забезпечення для 3D-моделювання. Автомобільна промисловість також розвивалася, і ці технології прокладають собі шлях у розробку продуктів і маркетингових стратегій. Цифрове скульптурне моделювання є одним з видів революційних технологій, і воно в значній мірі використовує процес 3D-моделювання. Модельерам тепер не потрібно виконувати копітки обмеження, пов'язані з потоком країв і рельєфом. Це дозволяє їм проектувати 3D-моделі, подібно до процесу скульптурної обробки цифрової глини.

Тут сітки створюються органічно. Для формування моделі використовується планшетний пристрій, точно так же, як скульптор використовує пензлик на шматках глини. Модельєри можуть виконувати процес набагато швидше і з більшою ефективністю. Художники можуть працювати з сітками високої роздільної здатності, з мільйонами полігонів.

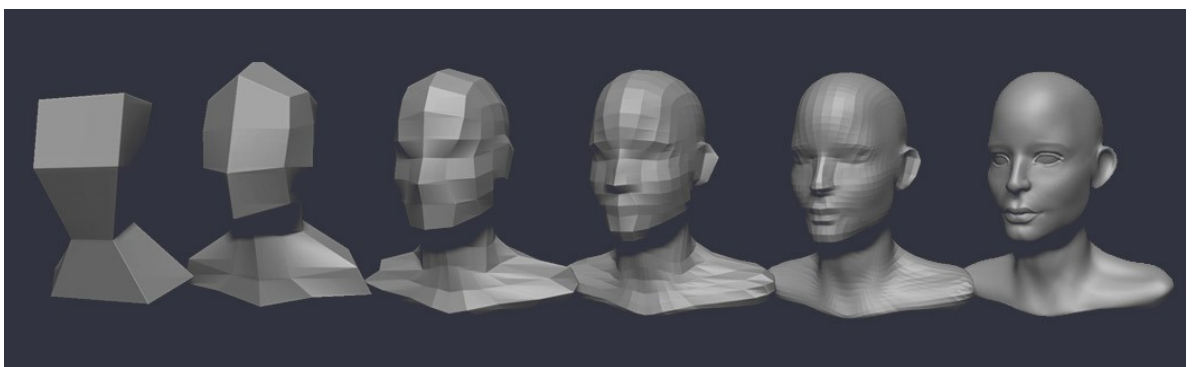


Рис. 1.3. Етапи цифрової скульптури

Процедурне моделювання. Таке моделювання відноситься до проектів, які генеруються алгоритмічно, а не створюються художником

вручну. Тут об'єкти і сцени розробляються на основі заданих користувачем параметрів або правил. У різних пакетах моделювання середовища модельєри можуть створювати цілі пейзажі, змінюючи такі параметри, як діапазон висот і щільність листя. Вони також можуть вибирати з ландшафтів, таких як прибережні райони, пустеля або альпійські ландшафти. При розробці 3D проектів використовуються різні прийоми моделювання в іграх.

Процедурне моделювання широко використовується в органічних об'єктах, таких як листя і дерева, де складність і варіації більш нескінченні. Ці моделі надзвичайно складно намалювати вручну. Надалі ці об'єкти можна коригувати за допомогою різних редагованих налаштувань. Наприклад, ви можете змінювати щільність гілок, висоту стовбурів дерев, завитки і кути відповідно до ваших потреб.

Моделювання поверхні. Моделювання поверхні допомагає у створенні 3D сплайна. Процес включає в себе вбудовування двомірного сплайна, і він відрізняється від NURBS. Цей метод моделювання в основному використовується для створення органічних 3D-моделей у фільмах. Вона надає моделістам хорошу гнучкість. Вони можуть легко створити 3D об'єкти з різними вимогами, використовуючи геометричні об'єкти, такі як криві або поверхні.

Моделювання на основі зображень. При моделюванні на основі зображень 3D-об'єкти алгоритмічно виведені з набору 2D-зображень, які є статичними за своєю природою. Даний вид моделювання використовується в тих випадках, коли модельєр стикається з бюджетними або тимчасовими обмеженнями і не може розробити повністю реалізовані 3D-зображення. Це один з найбільш поширених видів 3D моделювання. З роками моделювання на основі зображень все частіше використовується в індустрії розваг.

Тривимірні фотореалістичні ефекти часто досягаються без проводового моделювання і іноді невиразні в остаточному вигляді. Деякі графічні програми

включають фільтри, які можна застосовувати до двомірної векторної графіки або двомірної растрової графіки на прозорих шарах.

Переваги 3D каркасного моделювання в порівнянні виключно з 2D методами включають в себе:

- Гнучкість, можливість змінювати кути або анімувати зображення з більш швидкою візуалізацією змін;
- Простота рендеринга, автоматичного розрахунку і рендеринга в фотореалістичних ефектах, а не в розумовій візуалізації або оцінці;
- Точний фотореалізм, менша ймовірність помилки людини через неправильне розміщення, перебільшення або забуття включення візуального ефекту.

Недоліки в порівнянні з 2D фотореалістичним рендерингом можуть включати в себе навчальне програмне забезпечення і труднощі в досягненні певних фотореалістичних ефектів. Деякі фотореалістичні ефекти можуть бути досягнуті за допомогою спеціальних фільтрів рендеринга, включених в програмне забезпечення 3D моделювання. Щоб вдосконалити обидва, деякі художники використовують комбінацію тривимірного моделювання з подальшим редагуванням комп'ютерних зображень, що відображаються в 2D, з тривимірної моделі. [1]

Полігональне моделювання. Цей тип 3D-моделей є найпоширенішою формою 3D-моделей; він використовує полігони для створення оболонки тривимірної моделі. З цієї причини це часто називають моделюванням Shall. Полігональні або тривимірні моделі використовуються при створенні анімаційних фільмів і в індустрії відеоігор.

Використовуючи полігональне моделювання, можна створювати прості форми, такі як трикутники, квадрати і Куби. Ці прості форми

називаються об'єктними примітивами, і всі вони можуть складати основу складної тривимірної багатокутної моделі.

Основний об'єкт полігональної тривимірної моделі називається вершиноюокоординатні точки в тривимірному просторі. Дві з'єднані вершини створюють ребро; три вершини, з'єднані трьома ребрами, створюють трикутник і так далі. Трикутник-це найпростіша полігональна 3D-модель, і так можна надалі створювати більш складні моделі, використовуючи трикутники. Трикутник і квадрати є найбільш часто використовуваними фігурами в полігональному 3D-моделюванні. Кожен багатокутник створює елемент, який називається гранню.

Отже кожна полігональна 3D-модель складається з вершин, ребер і граней.

Розглянемо ці компоненти докладніше.

Вершини визначають структуру граней. Коли ви переміщуєте вершини (зсув або витяг) або редагуєте їх (можна редагувати осі x , y і z), це впливає на форму граней. Це найпоширеніший метод у 3D-програмах, таких як Maya та 3D Max, і це допомагає створити остаточну форму полігональної 3D-моделі. Незалежні вершини можуть також використовуватися для створення граней, але вони будуть невидимі при візуалізації моделі.

- Грані - це точки на поверхні тривимірної моделі, де зустрічаються дві багатокутні грані.
- Полігони: одна з основних відмінностей між моделюванням NURB і полігональним моделюванням полягає в тому, що кожна форма багатокутника створює грань. Таким чином, поверхня складної тривимірної моделі складається з сотень геометричних граней.

Професійні 3D-аніматори намагаються створювати 3D-моделі з безліччю деталей і високою роздільною здатністю (або щільністю полігонів), щоб кінцева модель виглядала гладкою і природною при рендерингу.

Існують ще два важливих аспекти 3D моделювання: шейдери та текстури.

Кожна деталь відіграє важливу роль в 3D-світі. Належним чином налаштовані рівні світла і кольору, а за допомогою реалістичною поверхні 3Dмоделі надають об'єкту яскравість і покращують його візуальний образ. Для того, щоб 3D модель виглядала реалістично, рекомендується встановлювати відповідні параметри в шейдера і накладати на неї відповідну текстуру.

- Шейдери широко використовуються для отримання світла і відтінків при 3D-моделюванні. Це набір параметрів, що застосовуються до 3D моделям, що дозволяє регулювати світло, непрозорість, яка відображає здатність, затінення і багато інших параметрів. Шейдери часто є програмними засобами, доступними в стандартному пакеті для 3Dмоделювання.

Текстури. Текстурування або маппинг - це ще один метод додавання реалістичного виду 3D-об'єкту. Ви можете накласти двомірне зображення або навіть реальну фотографію текстури на поверхню 3D моделі. Цей процес відомий як накладення текстури і дозволяє досягти високого рівня деталізації об'єкта.

Існує велика кількість технік і аспектів 3D моделювання, які потрібно використовувати для досягнення бажаного результату. Правильне текстурування і затінення вносять великий внесок в досягнення реалістичного ефекту модельованого об'єкта.

Текстування є завершальним етапом процесу моделювання. Для досягнення найкращих результатів текстурирования, використовуючи матеріали і текстури, художник повинен переконатися, що модель була оснащена, повторно оброблена і успішно нанесена на UV-карту.

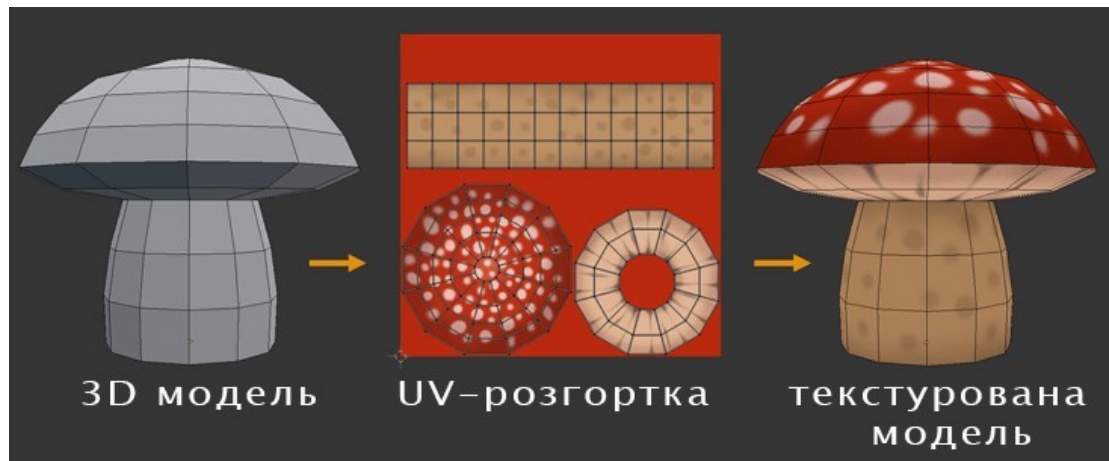


Рис. 1.4. Текстурування 3D моделі [5]

Існують різні типи текстур, такі як багатотекстове відображення, МІРкарти, висотне відображення, рельєфне відображення, нормальне відображення, зміщення, відображення, дзеркальне відображення і відображення оклюзії, які можна використовувати для створення приголомшливої фотореалістичної або мультяшної графіки, яку зазвичай можна побачити в іграх і додатках сьогодні.

Текстурування зазвичай робиться в Substance Painter, BodyPaint 3D, Zbrush, Mudbox, 3D-Coat або інше програмне забезпечення, яке дозволяє художникам досягти реалістичного вигляду і крутих текстур моделі.

1.3. Програмні забезпечення для моделювання 3D об'єктів

Незалежно від того, який проект хочете здійснити, потрібно підібрати програмне забезпечення, яке допоможе його реалізувати. На ринку існує широкий спектр програмного забезпечення для 3D-моделювання, був створений список кращих програм, на які слід звернути увагу. Кожен з цих варіантів, як відомо, володіє високоефективними функціями і інструментами 3D моделювання.

3DS MAX. 3ds Max - це, мабуть, найвідоміше програмне забезпечення для моделювання, яке використовується в самих різних галузях - від

анімації до архітектури, дизайну продуктів і вдосконаленого прототипування.

Blender. Blender пропонує безкоштовну анімацію з відкритим вихідним кодом і фреймворк для 3D-моделювання. Він поставляється з різноманітним набором інструментів, які досить хороші для створення першокласної анімації і майже професійних активів. Найкраще те, що ви можете скористатися цими функціями безкоштовно з Blender'ом.

У Blender'a є велика бібліотека інструментів для створення і редагування об'єктів, і початківці можуть зіткнутися з серйозними труднощами при його використанні на початковому етапі.

SketchUp. SketchUp - це програмне забезпечення для ландшафтних дизайнерів та архітекторів. Якщо ви вивчаєте архітектуру та потребуєте програмне забезпечення яке дозволяє легкого освоєння для 3D моделювання, SketchUp є ідеальним варіантом для цього. Його інтерфейс продумано розроблений для новачків, які хочуть почати працювати з 3D-моделюванням.

SketchUp також використовується в інших додатках для малювання, таких як відеоігри та проектування фільмів, а також у машинобудуванні та цивільному будівництві.

Maya. Maya є еталоном програмного забезпечення для анімації та 3Dмоделювання. Це одна з найпопулярніших програм для 3D моделювання. Вона також використовується в більшості університетів, які надають курси з 3D моделювання. Якщо користувач не використовував Maya до цього, йому доведеться докласти зусиль, щоб вивчити це програмне забезпечення і отримати деякий досвід.

Cinema4D. Якщо потрібно використовувати 3D моделювання для анімаційної графіки, то варто спробувати Cinema4D. Це одне з найпопулярніших програм, завдяки своєму обтічному і інтегрованому інтерфейсу, що працює зі стандартними інструментами, такими як Adobe

After Effects. Процес навчання цієї програми не такий вже і вайжкий у порівнянні з Maya.

1.4. Огляд програмного забезпечення Unity 3D для розробки моделі об'єктів

"Unity - міжплатформенне середовище розробки комп'ютерних ігор, розроблене американською компанією Unity Technologies. Unity дозволяє створювати додатки, що працюють на більш ніж 25 різних платформах, що включають персональні комп'ютери, ігрові консолі, мобільні пристрої, інтернет-Додатки та інші. Випуск Unity відбувся в 2005 році і з того часу йде постійний розвиток. " [2]

Unity дає користувачам можливість створювати ігри та створювати додатки як в 2D, так і в 3D, а движок пропонує основний скриптовий API на C#, як для редактора Unity у вигляді плагінів, так і для самих ігор, а також функціональність з використанням зручності при перетягуванні. До того, як C# став основною мовою програмування, що використовується в движку, він раніше підтримував Boo, який був видалений з виходом Unity 5, і версію JavaScript під назвою UnityScript, яка була видалена в серпні 2017 року, після виходу Unity 2017.1, на користь C#.

Unity дає користувачам можливість створювати ігри та створювати додатки як в 2D, так і в 3D, а движок пропонує основний скриптовий API на C#, як для редактора Unity у вигляді плагінів, так і для самих ігор, а також функціональність з використанням зручності при перетягуванні. До того, як C# став основною мовою програмування, що використовується в движку, він раніше підтримував Boo, який був видалений з виходом Unity 5, і версію JavaScript під назвою UnityScript, яка була видалена в серпні 2017 року, після виходу Unity 2017.1, на користь C#.

В рамках 2D ігор, Unity дозволяє імпортувати спрайти і просунутий 2D рендер світу. Для 3D ігор Unity дозволяє задавати параметри текстурного стиснення, МІП-карт і дозволу для кожної платформи, підтримуваної ігровим движком і забезпечує підтримку бампапінга, рефлексивного маппінга, паралаксного маппінга, екранної оклюзії навколишнього простору (SSAO), динамічних тіней з використанням тіней-карт, рендеринга в текстуру і повноекранних пост-обробок.

Станом на 2018 рік, Unity була використана для створення приблизно половини мобільних ігор на ринку і 60 відсотків контенту доповненої реальності і віртуальної реальності, включаючи приблизно 90 відсотків на нових платформах доповненої реальності, таких як Microsoft HoloLens, і 90 відсотків контенту Samsung Gear VR. Технологія Unity лежить в основі більшості ігор, присвячених віртуальній реальності і доповненої реальності, а компанія Fortune заявила, що Unity "домінує в бізнесі віртуальної реальності". Unity Machine Learning Agents-це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, за допомогою якого платформа Unity підключається до програм машинного навчання, в тому числі до Google TensorFlow. Використовуючи пробні версії та помилки Unity Machine Learning Agents, віртуальні персонажі використовують додаткові засоби навчання для створення креативних стратегій у реалістичних віртуальних ландшафтах. Програмне забезпечення використовується для розробки роботів і самохідних машин.

Для початківців, "Unity" - це хороший універсальний движок, який може впоратися практично з будь-якими вимогами. Але як і будь-яке програмне забезпечення, цей движок крім переваг також має і недоліки.

Для початку розглянемо плюси програмного забезпечення Unity 3D:

- Система збірки полегшує повторне використання коду та ресурсів з інших проектів та їх редагування для нових цілей.

- Будівництво складних світів в Unity 3D стає питанням складання багатьох складових, які складаються з власних компонентів.
- Але головною причиною вибору Unity величезна бібліотека ресурсів, доступна кожному. Навіть досвідчені розробники можуть заощадити час і багато чому навчитися у спільноти.
- Unity також пропонує надійний набір хмарних інструментів для легкої монетизації гри і додавання багатокористувацьких можливостей.
- З Unity Analytics, Unity Ads, Unity Collaborate і Unity Multiplayer користувачі отримують доступ до неймовірно потужного набору інструментів для створення динамічних ігор. Дуже небагато інших ігрових движків пропонують таку ж можливість централізації.

Не доліки:

- Багатоцільовий підхід Unity робить його більш незграбним, ніж движки з більшою зосередженістю на певні завдання.
- Створення 2D-ігор в Unity більш трудомісткі у порівнянні з використанням Godot або GameMaker, тоді як системи рендеринга та освітлення Unreal більш ефективними, ніж Unity.
- Unity також блокує функції для тих, хто не хоче (або не може) купити першу версію. Більшість з них не матиме доступу до вихідного коду, що може зробити Unity схожим на чорний ящик.
- Ще одним великим негативним моментом те, що система ліцензування Unity може збити з пантелику. Наприклад: програма безкоштовна, якщо ви не заробите більше 100 000 доларів з продажів, і в цьому випадку вам потрібно буде придбати план підписки, який також може бути заплутаним, щоб зрозуміти багаторівневу ціну, яку вони вимагають.
- Інші двигуни пропонують простіші угоди і можуть бути простішими, якщо гроші викликають серйозні побоювання.

У вікні проекту Unity відображаються всі файли, пов'язані з нашим проектом, і це основний спосіб навігації і пошуку наборів ресурсів та інших файлів проекту в додатку. При запуску нового проекту за замовчуванням, це вікно відображається автоматично.

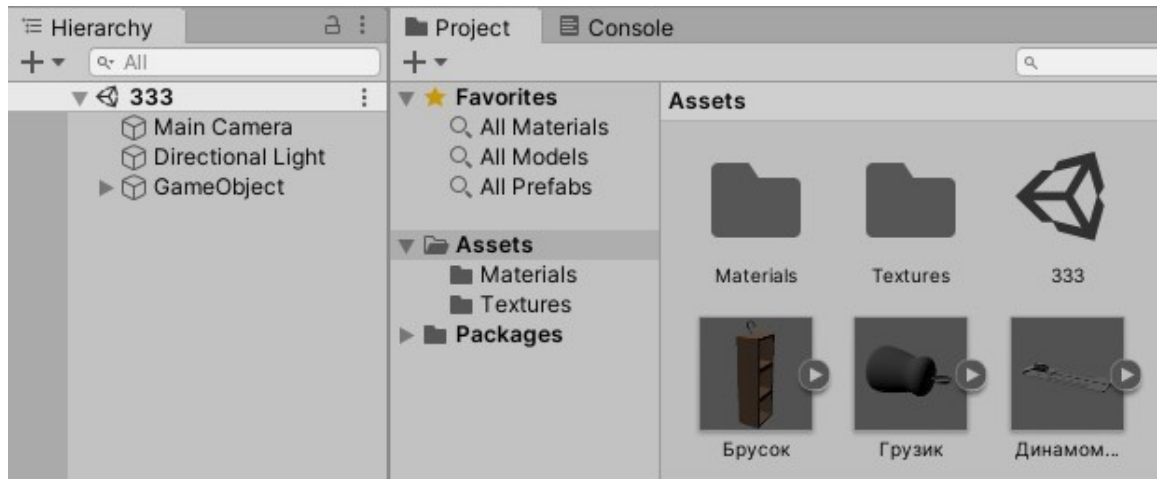


Рис. 1.5. Вікно проекту в Unity

Ліва панель програми показує структуру папок проекту у вигляді ієрархічного списку. При виборі папки зі списку Unity показує її вміст на панелі праворуч. Клацнувши по трикутнику, щоб розгорнути або згорнути папку, відобразяться всі вкладені в неї папки. Утримуючи клавішу Alt, можна рекурсивно розгорнути або згорнути всі вкладені папки.

Уздовж верхнього краю вікна розташована панель інструментів проекту. Це ряд кнопок і основних елементів управління у верхній частині редактора Unity, який дозволяє взаємодіяти з редактором різними способами (наприклад, масштабування, переклад).

Таблиця 1.2.

Опис кнопок панелі інструментів Unity

Найменування	Опис
Create menu	Відображає список Асетів та інших вкладених папок, які можна додати в обрану в даний момент папку.
Search bar	За допомогою рядка пошуку можна шукати файл в рамках проекту. Можна здійснювати пошук у всьому проекті, в папках верхнього рівня проекту (перераховані окремо), в папці, яку ви вибрали в даний момент, або в Сховище активів.
Search by Type	Вибір цієї властивості обмежить пошук відповідно до певних типів, наприклад Mesh, Prefab, Scene.
Search by Label	Вибір цієї властивості потрібен для підбору тега з метою його пошуку.
Hidden packages count	Ця властивість використовується для перемикання видимості пакетів у вікні проекту.

Mesh - головний графічний примітив Unity. Сітки складають більшу частину цифрових світів. Unity підтримує триангуляційні або квадрангуляційні багатокутні сітки. NURBS, Nurbs, Subdiv поверхні повинні бути перетворені в багатокутники.

Prefab - тип властивості, що дозволяє зберігати об'єкт GameObject в комплекті з компонентами і властивостями. Попередня версія виступає в якості шаблону, з якого ви можете створювати нові екземпляри об'єктів на сцені.

Scene (сцена) містить оточення і меню програми. Кожен файл сцени буде унікальним рівнем. У кожній сцені ми розміщуємо свої оточення, перешкоди і декорації, по суті проектуючи і будуючи проект (гру, програму) по частинах.

Кожен об'єкт в грі або програмі - це GameObject, від персонажів і колекційних предметів до освітлення, камер і спецефектів. Однак, GameObject нічого не може зробити сам по собі - потрібно дати йому властивості, перш ніж він стане персонажем, меблями або спецефектом.



Рис. 1.6. Три різних типи GameObject: анімований динамометр, світло, стіл

Щоб надати GameObject властивості, необхідні для того, щоб він став світлом, або деревом, або камерою, потрібно додати в нього необхідні компоненти. Залежно від того, який об'єкт потрібно створити, додається в об'єкт GameObject різні комбінації компонентів.

"Components (компоненти) - функціональна частина GameObject. GameObject може містити будь-яку кількість компонентів. Unity має багато вбудованих компонентів, і ви можете створити свій власний, написавши сценарії, успадковані від MonoBehaviour." [3]

Можна уявити собі GameObject як порожню каструлю, а компоненти - як різні інгредієнти, складові рецепт нашої сцени. Unity має безліч різних вбудованих типів компонентів, а також можна створювати свої власні компоненти, використовуючи API Unity Scripting.

Отже GameObjects - це фундаментальні об'єкти в Unity, які представляють персонажів, реквізити і декорації. Вони не виконують

багато роботи самі по собі, але виступають в ролі контейнерів для компонентів які реалізують реальну функціональність.

Наприклад, Об'єкт Light створюється шляхом прикріплення компонентів Light до об'єкта GameObject.

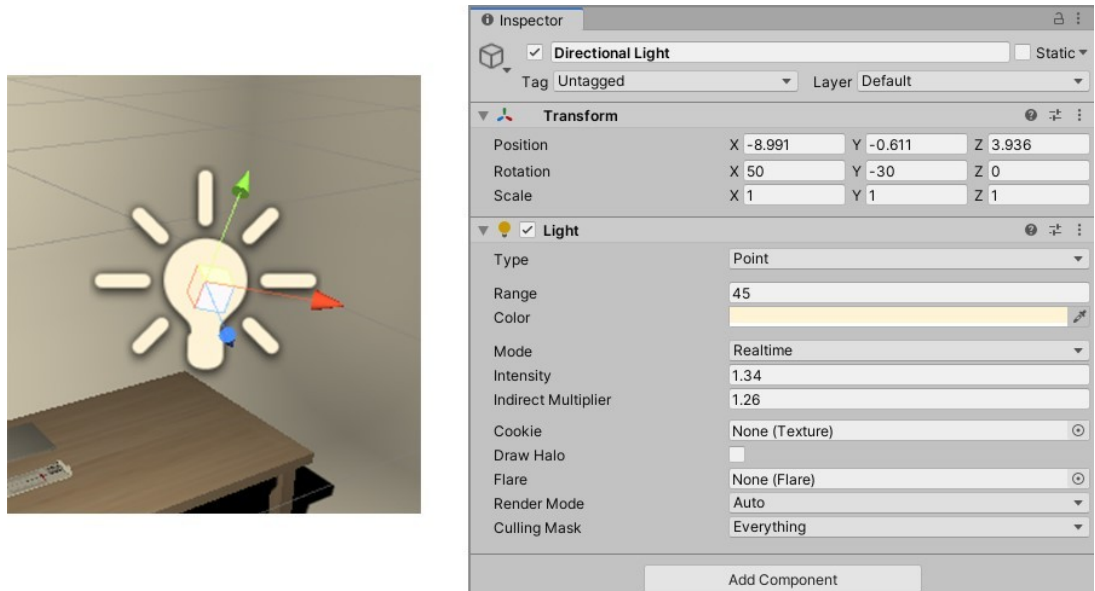


Рис. 1. 7. Light (світло) GameObject з декількома компонентами

Твердий об'єкт має Mesh Filter і Mesh Renderer, щоб намалювати поверхню моделі, і Box Collider компонент для подання обсягу твердого тіла об'єкта з точки зору фізики. До Об'єкта GameObject завжди прикріплений компонент Transform (для представлення позиції і орієнтації), і його неможливо видалити. Інші компоненти, що надають об'єкту його функціональність, можна додати з меню Component редактора або зі скрипта. Крім того, в меню GameObject > 3d Object є безліч корисних попередньо сконструйованих об'єктів (примітивні форми, камери і т.д.). Компонент Transform також включає в себе концепцію батьківського процесу, яка дозволяє зробити об'єкт GameObject дочірнім по відношенню до іншого об'єкта GameObject і управляти його положенням за допомогою компонента Transform батьківського процесу. Це фундаментальна частина роботи з Об'єктами GameObject в Unity.

За стандартом кожна нова сцена починається з GameObject під назвою основна камера. Цей Об'єкт GameObject суміщений з основною камерою в програмі. Він містить компонент перетворення, компонент Camera і Audio Listener щоб вловлювати аудіо в нашому додатку.

Unity може працювати з 3D моделями будь-якої форми, які можуть бути створені за допомогою програмного забезпечення для моделювання. Однак, існує також ряд примітивних типів об'єктів, які можуть бути створені безпосередньо в рамках Unity, а саме: Куб, Сфера, Капсула, циліндр, площина і чотирикутник. Ці об'єкти часто корисні самі по собі (площина зазвичай використовується, наприклад, як плоска поверхня), але вони також пропонують швидкий спосіб створення плацдармів і прототипів для тестових цілей. Будь-який з примітивів може бути доданий на сцену за допомогою відповідного пункту меню GameObject > 3d Object.

Розглянемо кожен з об'єктів докладніше:

Cube - це простий куб зі сторонами однієї одиниці довгою, текстурованою таким чином, що зображення повторюється на кожній з шести граней. Справді, в більшості ігор куб не дуже поширене при масштабуванні він дуже корисний для стін, стовпів, коробок, ступенів та інших подібних предметів. Це також зручний об'єкт-плацдарм для програмістів, який можна використовувати під час розробки, коли готова модель ще недоступна. Наприклад, кузов автомобіля може бути грубо змодельований з використанням подовженої коробки приблизно потрібних розмірів. Хоча це і не підходить для готової гри, але в якості простого об'єкта-представника для тестування коду управління автомобілем прекрасно підійде. Так як краю куба - це одна одиниця довжини, можна перевірити пропорції сітки імпортований на місце дії додаючи куб поруч і порівнюючи розміри.

Sphere - це сфера одиничного діаметра (тобто радіус 0,5 одиниці), побудована таким чином, що все зображення для текстурування

"обоврачівали" об'єкт один раз, а зверху і знизу "затискали" полюса. Сфери, очевидно, корисні для представлення куль, планет і снарядів, але напівпрозора сфера може також зробити гарне GUI-пристрій для відображення діапазону ефектів.

Cylinder - це простий циліндр, який має дві одиниці виміру у висоту і одну одиницю в діаметрі, текстурований таким чином, що зображення обгортається один раз навколо форми корпусу трубки, але також з'являється окремо в двох плоских, круглих кінцях. Циліндри дуже зручні для створення стійок, стрижнів і коліс, але слід зазначити, що форма коллайдера це насправді капсула. У програмі моделювання необхідно створити сітку відповідної форми і прикріпити сітчастий коллайдер якщо потрібен точний циліндричний коллайдер для фізичних цілей.

Plane - це плоский квадрат з ребрами довжиною десять одиниць, орієнтований в площині XZ локального координатного простору. Він текстурований таким чином, що все зображення з'являється рівно один раз в межах квадрата. Площина корисна для більшості видів плоских поверхонь, таких як підлоги і стіни. Поверхня також іноді потрібно для Показу зображень або фільмів в графічному інтерфейсі і спецефектах. Хоча площина може бути використана для таких речей, простіший квадратний примітив частіше більш підходить для цього завдання.

Quad - примітив квадрата нагадує площину, але його ребра мають тільки одну одиницю довжини, а поверхня орієнтована в площині XY локального координатного простору. Крім того, четвірка ділиться всього на два трикутника, тоді як площина містить двісті. Квадрокоптер корисний в тих випадках, коли об'єкт сцени повинен використовуватися просто як екран дисплея для зображення або фільму. Простий графічний інтерфейс і інформаційні дисплеї можуть бути реалізовані за допомогою Квадроциклів, а також частинок, спрайтів 2D графічних об'єктів. Спрайти - це, по суті, просто стандартні текстури, але існують спеціальні методи

об'єднання і управління текстурами спрайтів для підвищення ефективності і зручності розробки.

І так, можна зробити висновок що Unity дуже зручний інструмент для створення ігор і додатків. У цьому движку, задоволено зручна взаємодія з об'єктами, до яких можна прив'язати колайдери завдяки яким кожен з об'єктів може мати фізичні властивості, що як раз таки підходить і для створення віртуальних лабораторій. Однак для моделювання 3D об'єктів, дана програма не дуже підходить, тому що в ній можна створювати тільки досить примітивні фігури. Тому для створення 3D моделей, буду використовувати спеціальне програмне забезпечення для моделювання об'єктів, які в подальшому можна імпортувати в Unity.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ 3D ОБ'ЄКТІВ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

2.1. Створення мультимедійних 3D об'єктів віртуальних лабораторних робіт

При створенні програмного забезпечення для реалізації 3D моделей віртуальної лабораторної роботи з фізики, для подальшої реалізації засобами розробки, необхідно створити об'єкти які будуть мати фізичні властивості. Всі об'єкти будуть створюватися в програмному забезпеченні Blender 3D.

"Blender-професійне вільне і відкрите програмне забезпечення для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає в себе засоби моделювання, скульптингу, анімації, симуляції, рендеринга, постобробки і монтажу відео зі звуком, компонування за допомогою «вузлів» (Node Compositing), а також створення 2D-анімацій. В даний час користується великою популярністю серед безкоштовних 3D-редакторів у зв'язку з його швидким стабільним розвитком і технічною підтримкою." [5]

Blender має підтримку різних геометричних примітивів, включаючи багатокутні сітки, швидке моделювання поверхні підрозділу, криві Безьє, поверхні NURBS, метаболі, ікосфери, текст та систему моделювання n-gon під назвою V-mesh, саме тому він був обраний для створення 3D об'єктів.

Розглянемо основні відмінності цього програмного забезпечення:

- Кроссплатформенний, безкоштовний і з дійсно невеликим вихідним розміром в порівнянні з іншими 3D-пакетами, в залежності від операційної системи, в якій він працює.

- Ємність для широкого спектру геометричних примітивів, включаючи криві, багатокутні сітки, порожнечі , NURBS, метаболли.
- Інструменти анімації включають зворотну кінематику, деформації якоря або сітки, вершини навантаження, а також статичні і динамічні частинки.
- Аудіо редагування та синхронізація відео.
- Інтерактивні функції для ігор, такі як виявлення зіткнень, динамічне відтворення і логіка.
- Різноманітні можливості внутрішнього рендеринга та зовнішньої інтеграції з потужними безкоштовними трасувальниками променів або "трасувальниками променів", такими як kerkythea, YafRay або Yafriid.
- Мова Python для автоматизації або управління різними завданнями.
- Blender підтримує графічні формати, такі як TGA, JPG, Iris, SGI або TIFF. Ви також можете читати файли Inventor.
- Інтегрований 3D ігровий движок з системою логічного цегли. Для більшого контролю використовується Програмування на мові Python.
- Динамічне моделювання для м'яких тіл, частинок і рідин.
- Стекові модифікатори, для застосування неруйнівного перетворення на сітках.
- Статична система частинок для імітації волосся і хутра, до якої були додані нові властивості серед параметрів шейдера для досягнення реалістичних текстур.
- Здатність відповідати руху.

Ознайомившись з програмним забезпеченням Blender 3D, тепер нам необхідно розібрати структуру лабораторної роботи з фізики, яка має

фізичні моделі, перш ніж приступати до створення об'єктів. Давайте уважніше розглянемо структуру 3D моделі з фізичними властивостями.

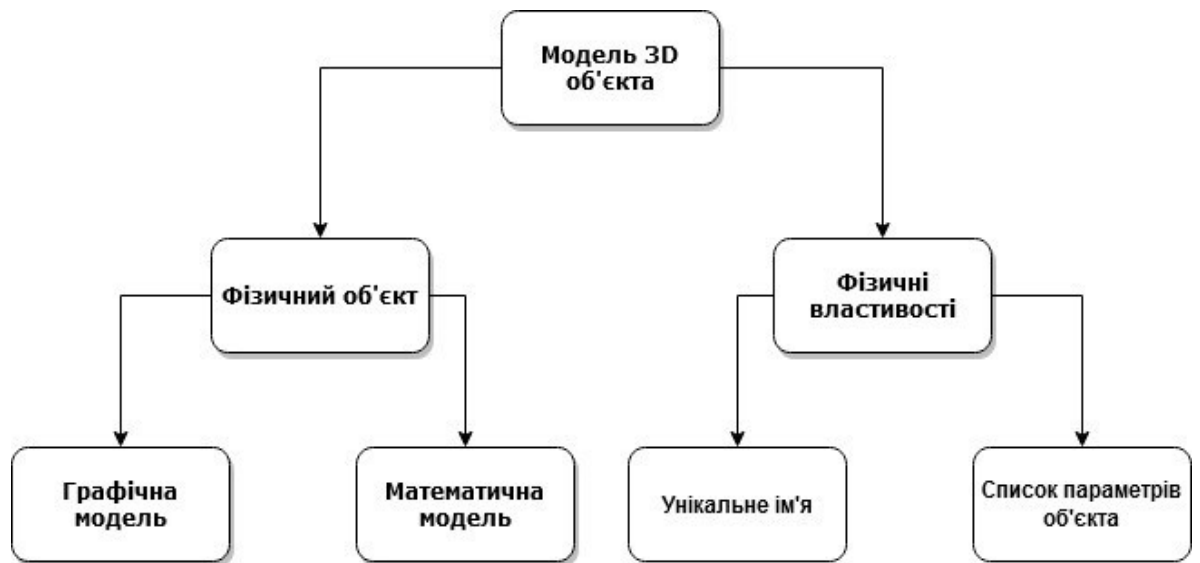


Рис. 2.1. Структура фізичного об'єкта лабораторної роботи з фізики

Практично в кожній лабораторній роботі, особливо з фізики, є окремі об'єкти з фізичними властивостями такими як сила тертя, пружність, зіткнення і т.д. У всіх цих моделях є своя математична модель. Потрібно врахувати те, що буде доречно якщо користувач матиме можливість змінювати математичну модель самостійно. Під зміною математички моделі мається на увазі зміни властивостей фізичних моделей і певних параметрів. Тому одним з головним смислів, у віртуальній лабораторній роботі, потрібно відзначити можливість змінювати значення і показники. Таким чином користувач матиме можливість гнучко проводити дослідження в лабораторних роботах роблячи потрібні вимірювання і розрахунки.

Моделі які мають фізичні властивості, також мають унікальне ім'я. В процесі розробки програмного забезпечення, для кожного фізичного об'єкта, буде додаватися унікальне ім'я. Застосування такої дії до об'єктів,

дозволить користувачеві звертатися до тих самих об'єктів, які будуть використовуватися віртуально в роботі з фізики.

І так, що нам необхідно зробити:

- Для початку потрібно додати 3D об'єкт, який ми створили за допомогою спеціального програмного забезпечення, в віртуальну сцену Unity в режимі 3D.
- Присвоїти унікальне ім'я об'єкту
- До кожного об'єкту задаємо потрібні нам параметри, так щоб ці моделі можна було використовувати для виконання лабораторної роботи.
- Потрібно визначитися з додатковим масивом констант і змінних, таких як: маса тіла, сила тяжіння, швидкість руху, сила тертя, і так далі.
- Було б не погано додати обмеження для користувачів, для зміни параметрів математичних моделей 3D об'єкта, під уникнення НЕ состиковок і помилок при виконань завдань.
- У інтерфейс самого програмного забезпечення, можна також додати спеціальні датчики або лічильники які будуть точно вказувати результати вимірювання ваги, довжини тощо.
- Так само необхідно прописати спеціальні формули для роботи програмного забезпечення по віртуальній лабораторній роботі. Це дозволить побудувати сценарій фізичних процесів.

Було поставлено завдання реалізувати програмне забезпечення 3D об'єктів у віртуальних лабораторних роботах на движку Unity. Розробка лабораторних робіт були обрані за темою з фізики "Взаємодії тіл. Сила.". Метою цієї лабораторної роботи є визначення коефіцієнта тертя, за допомогою динамометра, дерев'яного бруска з грузиками, який ковзає по поверхням з різних матеріалів.

І так, для початку розберемо які об'єкти потрібні для лабораторній роботі по фізиці за темою: «Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання».

Для вимірювання сили тертя використовується динамометр. До гачка динамометра прикріплюють брусок з тягарцями який, за допомогою вимірювального предмета, потрібно тягнути по горизонтальній поверхні з однаковою швидкістю. Діюча на брусок, по модулю силі тертя F_t ця сила дорівнює. За допомогою того ж динамометра можна знайти вагу бруска з вантажем. Ця вага по модулю дорівнює силі нормального тиску N бруска на поверхню, по якій він ковзає.

Отже для виконання лабораторної роботи "Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання", треба мати такі обладнання:

- Динамометр
- Набір тягарців
- Дерев'яний брусок
- Дерев'яна і залізна поверхня



Рис. 2.2. Готові об'єкти для віртуальної лабораторної роботи "Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання"

Тепер розглянемо ще одну тему з фізики для створення об'єктів. Була обрана наступна лабораторна робота з фізики: "Дослідження пружних властивостей тіл". Метою цієї лабораторної роботи є дослідження

пружних властивостей гумових шнурів при деформації розтягування, за допомогою тягарців різних ступенів важкості.

Для виконання лабораторної роботи "Дослідження пружних властивостей тіл", треба мати такі обладнання:

- 2 гумові шнури (звичайний шнур та подвійний) однакої довжини
- набір тягарців масою 100 г кожен
- штатив із муфтою і стрижнем
- лінійка



Рис. 2.3. Готові об'єкти для віртуальної лабораторної роботи "Дослідження пружних властивостей тіл"

Загалом для лабораторних робіт були створені такі об'єкти:

- Модель динамометра. Динамометр буде вимірювати силу тертя при переміщенні дерев'яного бруска і впливі на нього сили тяжіння інших об'єктів.
- Моделі тягарців. Тягарці будуть впливати на силу тертя дерев'яного бруска. Також будуть використовуватися для деформації гумових шнурів.
- Дерев'яний брусок який також як і тягарці має прописану вагу.

- Дерев'яна і залізна поверхня які, також як і тягарці будуть впливати на силу тертя ковзання.
- 2 гумові шнури (звичайний шнур та подвійний) однакої довжини. Головні об'єкти для дослідження їх пружинних властивостей.
- Штатив із муфтою і стрижнем на якій будуть підвішуватися об'єкти для їх деформації.
- Лінійка завдяки якій буде вимірюватися довжина гумових шнурів при їх деформації.

Отже, були створені 3D об'єкти віртуальних лабораторних робіт.

Також була розроблена модель взаємодії компонентів по дослідженню пружності тіла і сили тертя, яка може бути використана на практиці при створенні віртуальних лабораторних робіт.

2.2. Реалізація програмного забезпечення для 3D об'єктів

Тепер давайте розглянемо порядок виконання лабораторних робіт щоб зрозуміти сценарій, який повинен відбуватися у віртуальній лабораторній роботі, і як повинні себе вести ті чи інші об'єкти при взаємодії один з одним.

Почнемо з лабораторної роботи по темі: «Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання».

Порядок виконання роботи:

1. Покладіть брусок на горизонтально розташовану дерев'яну поверхню. На брусок поставте вантаж.
2. Прикріпивши до бруска динамометр, як можна більш рівномірно тягніть його уздовж лінійки. Заміряйте при цьому показання динамометра.
3. До першого вантажу додайте другий, третій вантажі, кожен раз зважуючи брусок і вантажі і вимірюючи силу тертя. За результатами вимірювань потрібно заповнити спеціальну таблицю.

Сила тертя по модулю дорівнює силі, спрямованій паралельно поверхні ковзання, яка потрібна для рівномірного переміщення бруска з вантажем. Реакція опори по модулю дорівнює вазі бруска з вантажем. Вимірювання обох сил проводяться за допомогою динамометра. При переміщенні бруска по лінійці важливо домогтися рівномірного його руху, щоб показання динамометра залишалися постійними і їх можна було точніше визначити.

"Сила тертя ковзання - сила, що виникає між дотичними тілами при їх відносному русі. Дослідним шляхом встановлено, що сила тертя залежить від сили тиску тіл один на одного (сили реакції опори), від матеріалів поверхонь, що труться, від швидкості відносного руху, але не залежить від площі зіткнення." [6]

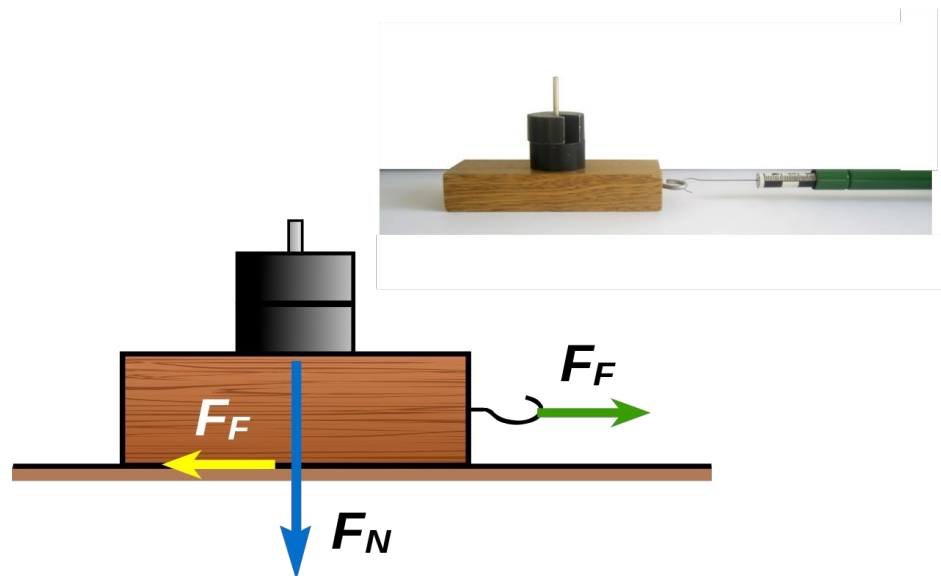


Рис. 2. 4. Зображення сил, що діють на ковзне тіло [6]

Отже можемо скласти такий сценрій виконання віртуальної лабораторної роботи:

- Переміщаємо, з бібліотеки об'єктів, дерев'яний брусок на певну поверхню.
- Прикріплюємо до бруска динамометр.

- Додаємо на брусок, шляхом перетягування, тягарці для збільшення сили тертя.
- Перетягуємо брусок по горизонтальній поверхні для визначення сили тертя.
- Повторюємо операцію з додаванням ваги.

Зберемо всі об'єкти разом в Unity для наочного прикладу того, як всі моделі повинні взаємодіяти між собою при виконання лабораторної роботи.

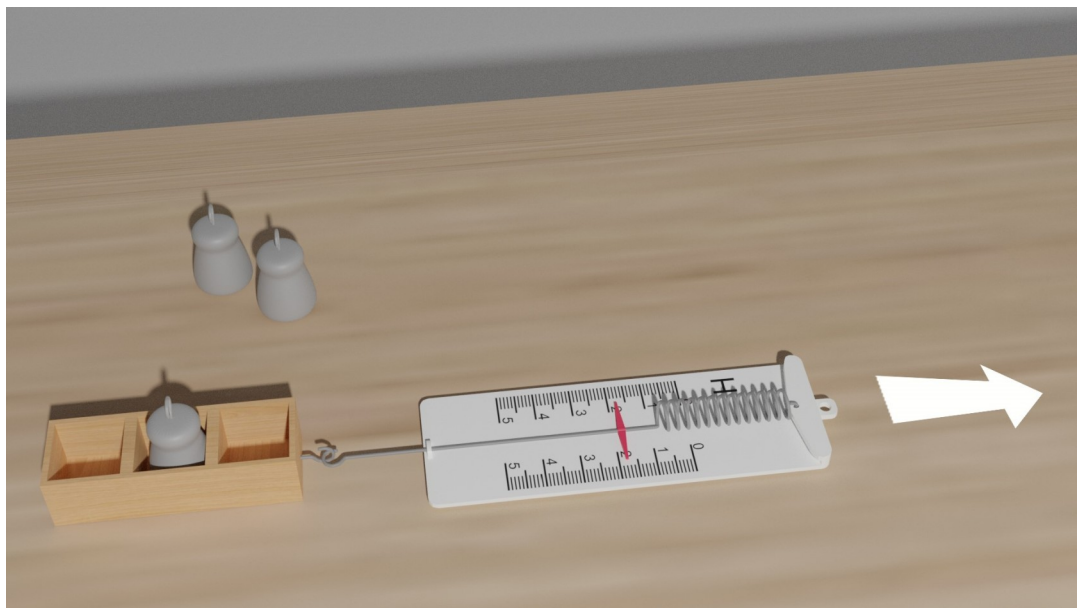


Рис. 2.5. Взаємодія об'єктів з лабораторної роботи по темі: "Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання"

Тепер розглянемо порядок виконання лабораторної роботи з теми: "Дослідження пружних властивостей тіл":

1. Підготуйте установку для вимірювань.
2. Підвісьте обидва гумових шнура з одного боку лапки штатива.
3. За допомогою лінійки виміряйте початкову довжину шнура А.
4. Підвісьте до шнура А один тягарець і виміряйте його довжину.

5. Послідовно підвішуйте до шнура А 2, 3 і 4 важки. У кожному випадку вимірюйте довжину шнура.
6. Повторіть дії, описані в пунктах 3-5, з гумовим шнуром В.
7. Виміряйте довжини недеформованих шнура А і шнура В.

"Сила пружності - сила, що виникає в тілі в результаті його деформації і прагне повернути його в початковий стан." [7]

У разі пружних деформацій енергія деформації є потенційною. Сила пружності має електромагнітну природу, будучи макроскопічним проявом міжмолекулярної взаємодії. У найпростішому випадку розтягування / стиснення тіла сила пружності спрямована протилежно зсуву частинок тіла, перпендикулярно поверхні. Вектор сили протилежний напрямку деформації тіла (зміщення його молекул). Якщо зникає деформація тіла, то зникає і сила пружності. У міжнародній системі одиниць (СІ) сила пружності так само, як і всі інші сили, вимірюється в ньютонках. [7]

Сила пружності буде збільшуватися якщо збільшувати розтягнення підвісу. Розтягнення припиняється, якщо сила пружності буде дорівнює силі тяжіння. Сила пружності виникає якщо буде відбуватися деформація об'єкта. З цього следує, якщо пропадає деформація тіла з цим також потрапляє і сила пружності. Існують різні види деформації : розтягування, стиснення, зсуву, вигину і кручення.

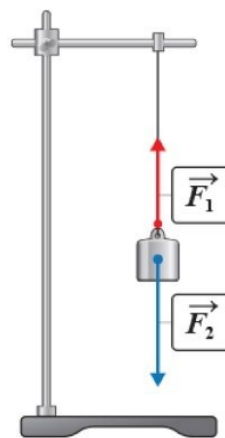


Рис. 2.6. Сила пружності тіл

Англійський вчений Роберт Гук, сучасник Ньютона, з'ясував, що при розтягуванні зміна довжини тіла (або стисненні) прямо пропорційно модулю сили пружності. Це закон називається законом Гука. [8]

Записується закон Гука наступним чином:

$$F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta l$$

де Δl - подовження тіла (зміна його довжини), k - коефіцієнт пропорційності, який називається жорсткістю. Від форми і розмірів залежить жорсткість тіла.

Жорсткість тіла також залежить і від самого матеріалу з якого воно виготовлено. У нашому випадку це гума, так як для дослідження сили пружності ми використовуємо Гумові шнури. Закон Гука справедливий тільки для пружної деформації.

Отже можемо скласти такий сценарій виконання віртуальної лабораторної роботи:

- Переміщаємо, з бібліотеки об'єктів, та кладемо штатив на стіл.
- Шляхом переміщення, підвішуємо Гумові шнури до штативу.
- Переміщаємо лінійку таким чином що б можна виміряти довжину шнурів.
- Прикріплюємо важки на нижні вузлики шнурів. Шнури повинні деформуватися при додатковій вазі. Ще раз вимірюємо довжину за допомогою лінійки.
- За сценарієм, додаємо до гумових шнурів ще важки і повторно вимірюємо їх за допомогою лінійки.

Зберемо всі об'єкти разом в програмному забезпеченні Unity, з віртуальної лабораторної роботи "Дослідження пружних властивостей тіл".

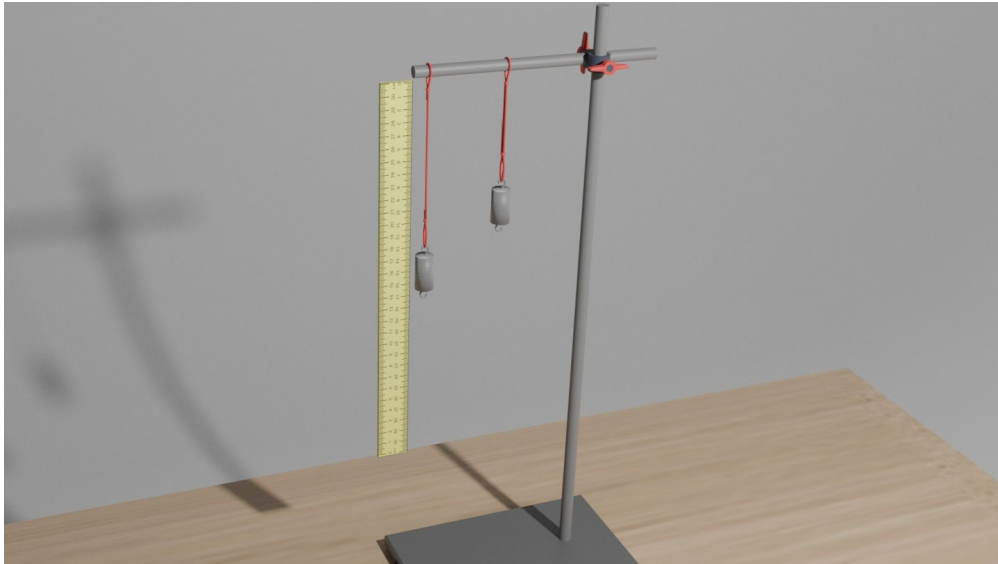


Рис. 2.7. Взаємодія об'єктів з лабораторної роботи по темі: " Дослідження пружних властивостей тіл "

Розібравши сценарії виконання лабораторних робіт і з'ясувавши закони які мають об'єкти, визначимо які властивості ці поб'єкти повинні мати в програмному забезпеченні:

- До всіх об'єктів, крім тих що не мають відношення до лабораторних робіт, користувач повинен мати інтерактив за допомогою комп'ютерної миші. Це потрібно для того щоб переміщати об'єкти тим самим виконуючи вимоги при виконання завдання які описані в лабораторних роботах.
- Всі об'єкти повинні мати фізичні властивості такі як: твердість, пластичність, пружність, вага і щільність. Кожен об'єкт має свої властивості.
- Так само об'єкти повинні мати інтерактив один з одним для того щоб можна було змінювати показання результатів при їх взаємодії.

І так для того що б кожен об'єкт мав фізичні совітства і міг взаємодіяти з іншими об'єктами прип'ятствуючи їм, кожен об'єкт повинен мати містити Rigidbody. На кожен об'єкт, до якого ми додали Rigidbody, може впливати гравітація, діяти під впливом додаткових

навантажень за допомогою сценаріїв або взаємодіяти з іншими об'єктами через фізичний движок.

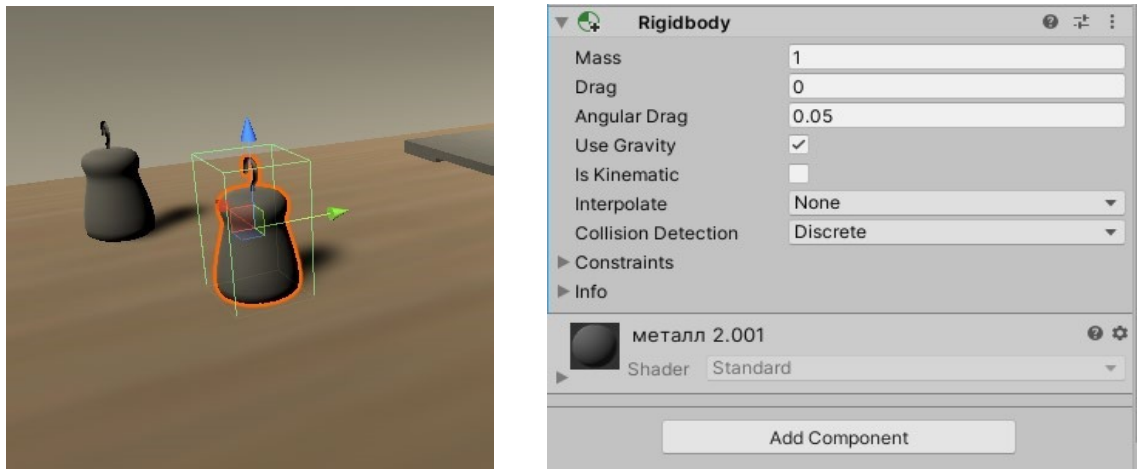


Рис. 2.8. Додавання компонента Rigidbody для об'єкта

Також є колайдери - це ще один вид компонентів, який повинен бути доданий разом з твердим тілом, щоб відбувалися зіткнення. Якщо два твердотільних тіла стикаються один з одним, фізичний движок не буде обчислювати зіткнення, якщо до обох об'єктів також не приєднаний колайдер. Тверді тіла без колайдерів будуть просто проходити один через одного під час фізичного моделювання.

Для того щоб можна було взаємодіяти з об'єктами потрібно використовувати скрипти які присвоюються до кожної 3D моделі. Всі скрипти пишуться мовою програмування C#.

Далі пишемо скрипт для взаємодії об'єкта при натисненні на нього правої кнопки миші та вносимо фізичні зміни об'єкта при натисканні на нього, для того щоб можна вільно переміщати модель.

2.3. Створення інтерфейсу користувача

Створимо інтерфейс користувача в якому будуть виводитися результати вимірювання. Також це потрібно для відображення бібліотеки

об'єктів, які можна буде витягувати з панелі інструментів, самого інтерфеса, і використовувати їх для виконання лабораторних робіт.

Інтерфейси користувача (UI) - це основні функції практично в кожному сучасному програмному додатку. Ігри не є винятком з цього правила. У переважній більшості ігор для відображення інформації про стан здоров'я, навичках, картах, боєприпасах до зброї і т.д. використовується той чи інший користувацький інтерфейс. Unity 3D пропонує різноманітні елементи інтерфейсу користувача, які ми можемо використовувати у своєму додатку.

Для створення інтерфесу користувача спочатку потрібно створити Canvas. Canvas необхідний для всіх елементів інтерфейсу користувача в Unity. По суті, полотно (Canvas) - це те, на що ми розміщуємо елементи інтерфейсу користувача. Будь-які елементи інтерфейсу, які ми створимо, повинні бути дочірніми по відношенню до полотна. Коли ми створюємо полотно, ми також можемо звернути увагу на те, що в нашої ієрархії буде створений елемент під назвою "EventSystem". Цей об'єкт використовується для визначення таких речей, як введення миші, що дуже важливо для елементів інтерфейсу користувача, таких як кнопки.

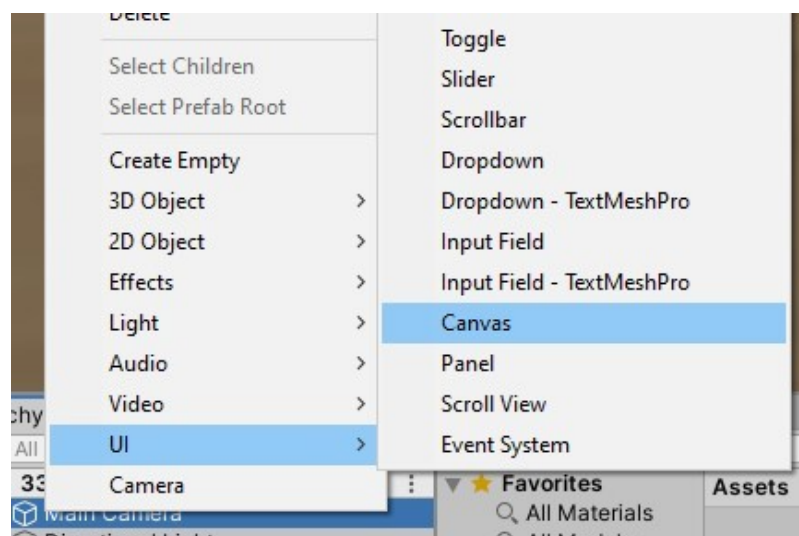


Рис. 2.9. Створення елемента Canvas

Canvas ми обов'язково прив'язуємо до головної камери. Це потрібно для того щоб при перемещени самої камери, всі кнопки і показники не губилися з виду. Тепер ми хочемо додати панель на полотно. Панель-це, по суті, розділ, в який можна помістити елементи користувальницького інтерфейсу. Що добре в панелях, так це те, що ми можете легко вмикати і вимикати їх за допомогою сценаріїв, не зачіпаючи Canvas в цілому. Це дозволяє нам створювати більш динамічний користувальницький інтерфейс в залежності від стану нашої Програми. Наприклад, у нас в програмі є предмет для вимірювання за допомогою лінійки. Коли пользоваель піднесе лінійку до предмету вимірювання, ми хочемо, щоб в інтерфейсі відображалось меню, в якому буде відображатися результати вимірювань.

Ми побачимо, що наша сцена набула напівпрозорий білий колір. Це тому, що до панелей прикріплений елемент Image. Змінимо цей колір і прозорість, використовуючи поле "colір «в компоненті» зображення «панелі» інспектор", так щоб нічого не заважало.

На останок, створюємо, у лівій частині програми, панель інструментів, в якому будуть знаходитися всі потрібні об'єкти для виконання лабораторних робіт. Для цього ми використовуємо звичайне прямокутне зображення одного кольору, із зображеними лініями які розділять смужку на різні осередки. Ці осередки будуть використовуватися для розміщення на них об'єктів.

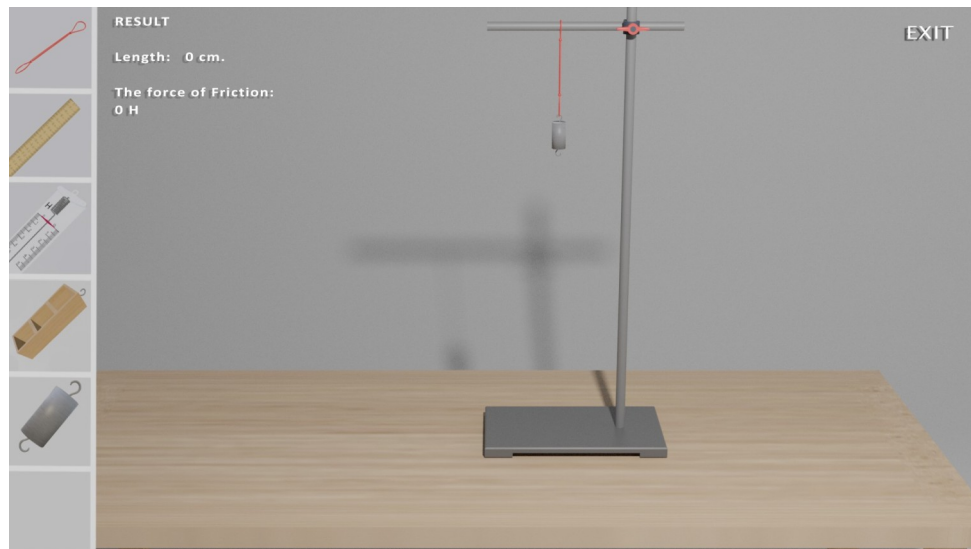


Рис. 2.10. Вигляд віртуальної лаб. роботи

Отже, даною віртуальною лабораторною роботою можуть користуватися як і вдома так і в будь-якому навчальному закладі, будь то університет, школа і так далі. Віртуальні лабораторії мають величезний пріоритет над звичайним навчанням в навчальних закладах, так як його можна використовувати абсолютно в будь-якому місці і самостійно для підняття рівня своїх знань. Напевно одним з головних пріоритетів є те, що не обов'язково мати спеціальні прилади для виконання віртуальних робіт, а це суттєво економить гроші.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було виконано поставлене завдання: спроектувати 3D об'єкти навчального призначення для віртуальних лабораторних робіт з фізики.

Під час створення програмного забезпечення були досліджені такі поняття як моделювання віртуальних об'єктів у комп'ютерній графіці. У процесі створення 3D об'єктів розглянули різні методи моделювання, в якості прийомів які використовуються: видавлювання, модифікатори, полігональне моделювання, обертання. Було розглянуто декілька одних з найпопулярніших програмних забезпечень для створення віртуальних моделей, і зупинилися на програмі Blender, так-як він має досить величезний функціонал гнучких інструментів завдяки яким є можливість створювати більш детальні об'єкти для віртуальних лабораторій. Також присутня можливість текстурування моделей і створення анімації, для того що-б можна було візуалізувати процес взаємодії з об'єктами.

Для створення програмного забезпечення, з віртуальних лабораторій, був обраний ігровий движок Unity. По мимо ігор, сам движок дозволяє створювати свої власні додатки і має можливість імпортувати в нього свої власні об'єкти, які ми і створювали в інших програмах. Він також має широкий функціонал і величезний набір інструментів, який дає можливість виконати поставлене завдання. Для кожної моделі були додані фізичні властивості і прописані скрипти змінюють властивості об'єктів. Розроблено інтерфейс користувача, до якого прив'язана бібліотека з об'єктами та інформаційні блоки, що показують результати вимірювання.

Дане програмне забезпечення добре підходить для того, хто хоче проводити лабораторні роботи з фізики не відходячи від зони комфорту, при цьому не маючи грошових коштів для покупки потрібних приладів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) 3D-моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://es.wikipedia.org/wiki/Modelado_3D
- 2) Unity (ігрової движок) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_\(ігрової_движок\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(ігрової_движок))
- 3) Unity User Manual (2019.3) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Manual/>
- 4) 3D Modeling for Unity: The Complete Guide [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://game-ace.com/blog/3d-modeling-for-unity/>
- 5) Blender [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender>
- 6) Сила трення скольження [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сила_трения_скольжения
- 7) 3D-моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/3D-моделювання>
- 8) Сила упругости [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сила_упругости
- 9) Деформація тел. Сила упругости. Закон Гука [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.yaklass.ru/p/fizika/7klass/dvizhenie-i-vzaimodeistvie-tel-11864/deformatcii-tel-silauprugosti-zakon-guka-13746/re-9d6e9525-daca-44ed-9cfad0e5132fc60e>
- 10) Лабораторная работа № 3 «Измерение коэффициента трения скольжения» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://5terka.com/node/6978>
- 11) What is Unity 3D & What is it Used For? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conceptartempire.com/what-is-unity/>

- 12) 3D Modeling [Электронный ресурс] – Режим доступа:
https://es.wikipedia.org/wiki/Modelado_3D#Proceso_de_modelado
- 13) What is 3D Modeling & How Is 3D Modeling Used [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://homesthetics.net/what-is-3dmodeling/>
- 14) 3D Modeling: An Overview on Various Techniques [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://professional3dservices.com/blog/3dmodeling-techniques.html>
- 15) 3D Model Representation [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://www.dummies.com/software/other-software/3d-modelrepresentation/>
- 16) Online physics laboratories. Visual physics [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://luna-anapa.ru/pl/pravila-vyezda/virtualnyelaboratornye-ustanovki-po-fizike-onlain-naglyadnaya-fizika/>
- 17) 3D modeling [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://whatis.techtarget.com/definition/3D-modeling>
- 18) Виртуальная образовательная лаборатория [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.virtulab.net/>
- 19) Движок Unity – особенности, преимущества и недостатки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cubiq.ru/dvizhokunity>
- 20) Виртуальные лаборатории и технические симуляторы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sunspire.ru/>
- 21) Мультимедийная виртуальная лаборатория по физике в системе дистанционного обучения / Е. О. Козловский, Г. М. Кравцов // Інформаційні технології в освіті. - 2014. - Вип. 18. - С. 80-89. [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2014_18_11
- 22) Второе дыхание Unity 3D [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://anadea.info/ru/blog/unity-3d-gets-a-second-wind>

- 23) Простой Blender [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://habr.com/ru/post/272519/>
- 24) Перемещение объекта по нажатию кнопки в Unity3d на C#
[Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://habr.com/ru/post/437898/>
- 25) Blender3D [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://blender3d.com.ua/>
- 26) Движение объекта к точке в Unity3D [Электронный ресурс] – Режим
доступа: <https://habr.com/ru/post/347904/>
- 27) Blender 3D моделирование. Уроки по моделированию [Электронный
ресурс] – Режим доступа: <https://itproger.com/course/blender-3d>
- 28) Learning C# and coding in Unity for beginners - Unity [Электронный
ресурс] – Режим доступа: <https://unity3d.com/ru/learning-c-sharp-inunity-for-beginners>
- 29) C Sharp [Электронный ресурс] – Режим
доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp
- 30) C# Tutorial [Электронный ресурс] – Режим
доступа: <https://www.w3schools.com/cs/>

ДОДАТКИ

Додаток А

КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНЬСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Я, Захаренко Станіслав Михайлович,
учасник(ця) освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

ЗАЯВЛЯЮ, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

- дотримуватися:
 - вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;
 - принципів та правил академічної доброчесності;
 - нульової толерантності до академічного плагіату;
 - моральних норм та правил етичної поведінки;
 - толерантного ставлення до інших;
 - дотримуватися високого рівня культури спілкування;
- надавати згоду на:
 - безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;
 - оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;
 - використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;
- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
 - надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
 - не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
 - своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
 - не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
 - підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
 - поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
 - не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
 - відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
 - запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
 - не брати участі в будь-якій діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
 - не підроблювати документи;
 - не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;
 - не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки;
 - не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;
 - не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;
 - не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;
 - не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;
 - не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

УСВІДОМЛЮЮ, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

17.05.2020
(дата)

Зух
(підпис)

Станіслав Захаренко
(ім'я, прізвище)