

Київський національний університет
будівництва та архітектури

Кафедра геоінформатики та фотограмметрії

Кваліфікаційна робота на тему:

Методика 3D-моделювання архітектурних споруд
для інтегрування віртуального середовища

Виконала: студентка групи ПІСТ-61м
Стадник Ірина Юрівна
Керівник: к.т.н., доц. Горковчук Ю.В.

Мета та завдання дипломної роботи

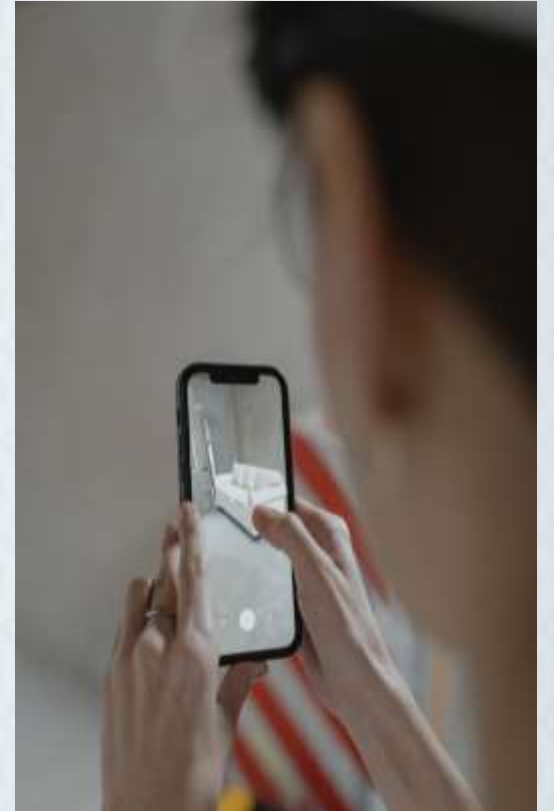
Метою роботи є розроблення методики тривимірного моделювання будівель і споруд для подальшого інтегрування результату в віртуальне середовище. Для досягнення мети в роботі поставлено та вирішено такі завдання:

- аналіз впровадження віртуальних технологій, програмних засобів та інструментів;
- розроблення методики 3D моделювання архітектурної споруди з урахуванням вимог до її подальшого інтегрування в VR;
- розроблення алгоритму інтегрування 3D моделі у віртуальне середовище;
- оцінка ефективності запропонованої методики на основі експериментальної реалізації моделювання об'єкта в середовищі AchiCAD з подальшим інтегруванням в VR засобами Unreal Engine.

Актуальність теми обумовлена широким застосуванням технологій інформаційного моделювання будівель в сучасному проектуванні і зростанням популярності технологій віртуальної реальності для візуалізації результатів.

Об'єкт дослідження – тривимірне моделювання будівель і споруд.

Предмет дослідження – алгоритм інтегрування тривимірної моделі у віртуальне середовище.



Моделювання архітектурних споруд



Моделювання геометрії

- Полігональне моделювання
- Сплайн
- Subdivision surfaces

Налаштування характеристик

- Текстуризація
- Атрибути

Візуалізація

- Створення сцени
- Рендеринг

BIM – інструмент керування процесами життєвого циклу будівлі і є об'єктивним джерелом інформації з високим ступенем достовірності для підтримки моделі в актуальному стані. Модель, виконана за технологією BIM, включає в себе не тільки несучі лінії і текстуру матеріалів, а й інші дані: технологічні, економічні та інші, які мають відношення до будівлі. При цьому враховуються фізичні характеристики об'єкта, варіанти розміщення в просторі, вартість. Що важливо, відстежуються не тільки об'єкти самі по собі, але і їх взаємозв'язки.

Етап візуалізації потребує новітніх підходів до подання результатів – інструментів і засобів візуалізації різних типів моделей незалежно від їх точності, ступеня деталізації, засобів створення. Найкращим способом візуалізації змодельованого об'єкта сьогодні є застосування імерсивних технологій.

Еволюція процесу переходу на BIM-технології



Некерований CAD

Створення традиційних креслень в 2D-форматі на паперових або електронних носіях

2D-креслення, 3D-моделі

Застосовується 2D- або 3D-CAD за допомогою обміну електронними файлами. Управління комерційною частиною проекту проводиться окремо, немає інтеграції пакетів управління вартістю проектів.

3D-модель, бібліотеки

Комплексна модель з налагодженим процесом обміну даними, в т.ч.: "прогулянка по моделі", автоматичне виявлення колізій, планування і управління будівництвом, візуалізація графіка робіт, додавання вимірювань 4D (час) і 5D (вартість).

Єдине середовище, інтегровані сервіси

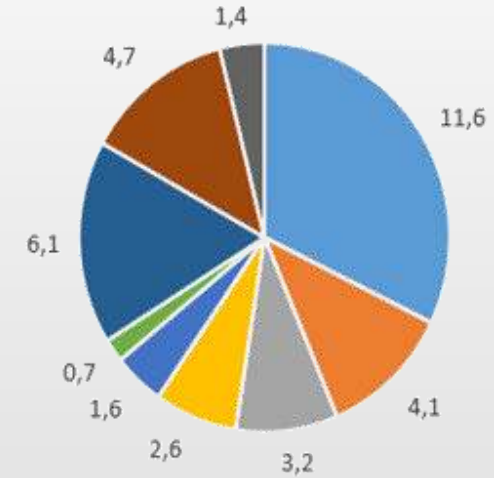
Єдине 3D-середовище, що містить всю інформацію про об'єкт, до якої мають доступ всі учасники проекту протягом життєвого циклу об'єкта.

Елемент моделі/спосіб інтеграції	BIM	CAD
Геометрія	У вигляді точок/ліній/полігонівтощо	У вигляді Mesh
Атрибути	Так	Ні
Текстури	Так	Так
Топологія	Так	Ні
Програмне забезпечення	ArchiCAD, Revit, 3DS Max	AutoCAD, SolidWorks, SketchUp

Аналіз впровадження віртуальних технологій в Україні та Світі



Доля продажів в різних сферах VR і AR до 2025 року



- Відеоігри
- Продаж нерухомості
- Охорона здоров'я
- Заходи в прямому ефірі
- Сфера продажів
- Проектування
- Кіно і серіали
- Навчання
- Військова промисловість

Економія часу та витрат на персонал

Перенесення складних інструкцій і СОПів в інтерактивне навчання

Відсутність реальної шкоди обладнанню та здоров'ю в разі помилки

Можливість повторювати дії в форматі навчання необмежену кількість разів

Стандартизація умов навчання і тестування

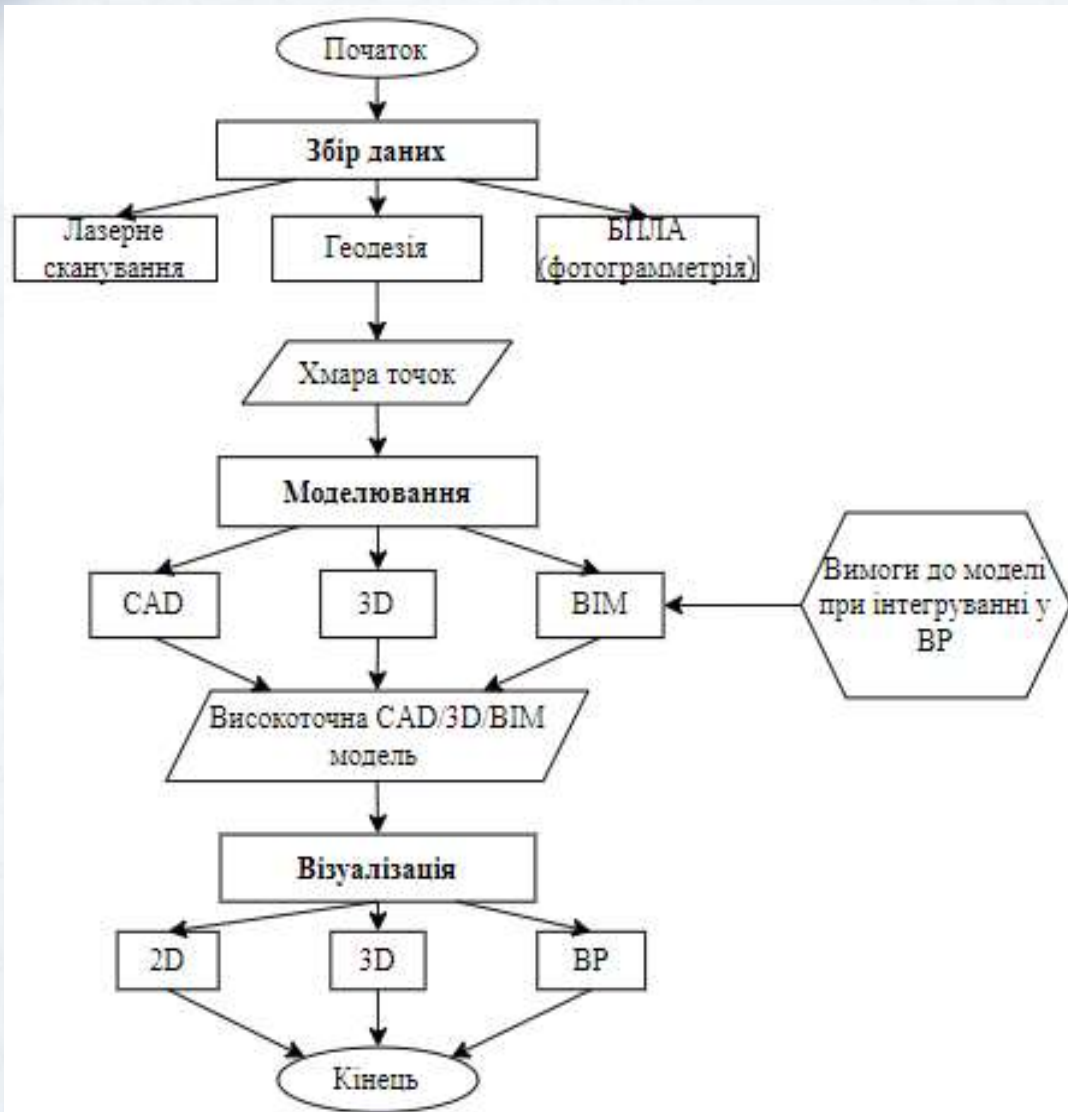
Час на впровадження в залежності від проекту від 3 до 6 місяців

Вартість технологій

Наявність єдиної освітньої платформи

Можливість і потреба в регулярному використанні технологій

Аналіз впровадження віртуальних технологій в Україні та Світі



Існує декілька видів 3D моделей. В дипломній роботі поданий акцент саме на BIM модель. Це новий підхід до проектування, який синхронізує всі процеси будівництва і дозволяє управляти повним життєвим циклом об'єкта. BIM дозволяє зібрати максимум даних про об'єкт, структурувати інформацію та бачити її у тривимірному вигляді.

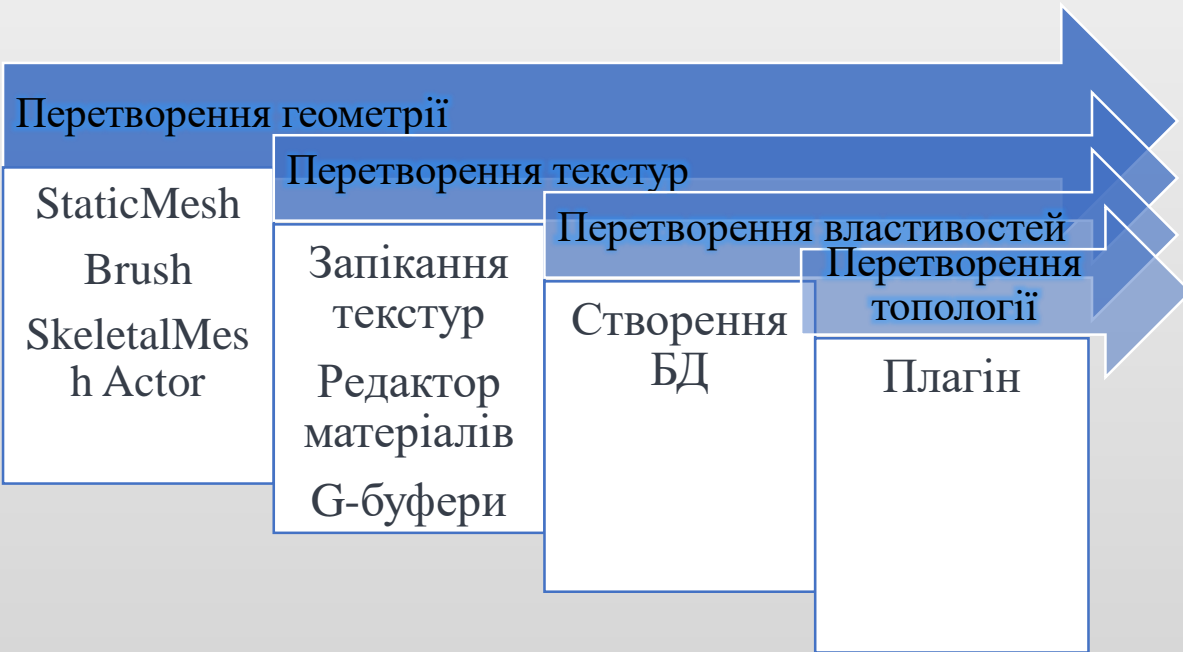
На сьогодні існують такі способи візуалізації: 2D вимір, 3D та перехід у віртуальне середовище. Останній метод потенційно може стати основним інструментом та здійснити революцію у світі. Саме він використовується для досягнення мети в даній роботі. Сучасні системи віртуальної реальності це: візуалізація в реальному часі, взаємодія з 3D-системами створення об'ємних зображень, моделювання, інтуїтивне введення інформації.

Особливості створення моделей архітектурних споруд для віртуального середовища

	Назва	Опис	Значення	Обов'язковість
1	Формат	Формат файлів	FBX	+ (Існують певні модулі імпорту Datasmith, що дають можливість імпортувати інші формати)
2	Метрика	Мінімальний розмір деталей	1 unit = 1 см	+
3	Геометрія			
3.1	Координати об'єкта (pivot)	Якірна точка	Розташування об'єкта в центральній частині	-
3.2.	Орієнтованість	Орієнтованість відносно осей моделі	"Обличчям" модель повинна бути орієнтована в напрямку осі Ox	- (Зберігає детальність моделі)
3.3	Зайві точки та ребра	Кожне ребро має бути обґрунтоване	Не повинно бути суміжних компланарних полігонів	- (Краща передача елементів об'єкта)
3.4	Дублювання вершин	Поліпшення продуктивності	Потрібно максимально мінімізувати число дубльованих вершин	- (Краща передача елементів об'єкта)

4 Рівні деталізації				
4.1		Число рівнів деталізації залежить від складності та розміру моделі	Простий ящик, нескладний стілець, кам'яний блок – LOD'и не потрібні	-
4.2			Дерево в лісі, куц, автомобіль, будинок – 1 LOD	-
4.3			Велике дерево, великий будинок – 2 LOD'и	-
4.4			Великий корабель, заводський цех, квартал – 3 LOD'и	-
5	UV	Текстурні координати	Меші можуть використовувати UV частини для максимального використання текстур	- (їх створення в 3D-пакеті забезпечить додаткове редагування)
6	Матеріали		Відповідні матеріали в LOD'ах повинні мати однаковий Material ID	+
7	Текстури			
7.1	Формат	Формат текстур	.bmp, .float, .pcx, .png, .psd, .jpg	+
7.2	Роздільна здатність	Роздільна здатність текстур	Усі текстури повинні мати розширення кратне двом (32, 64, 1024,	+ (Epic Games найчастіше використовує текстури роздільною здатністю

Розроблення технологічної схеми інтегрування 3D моделі в VR



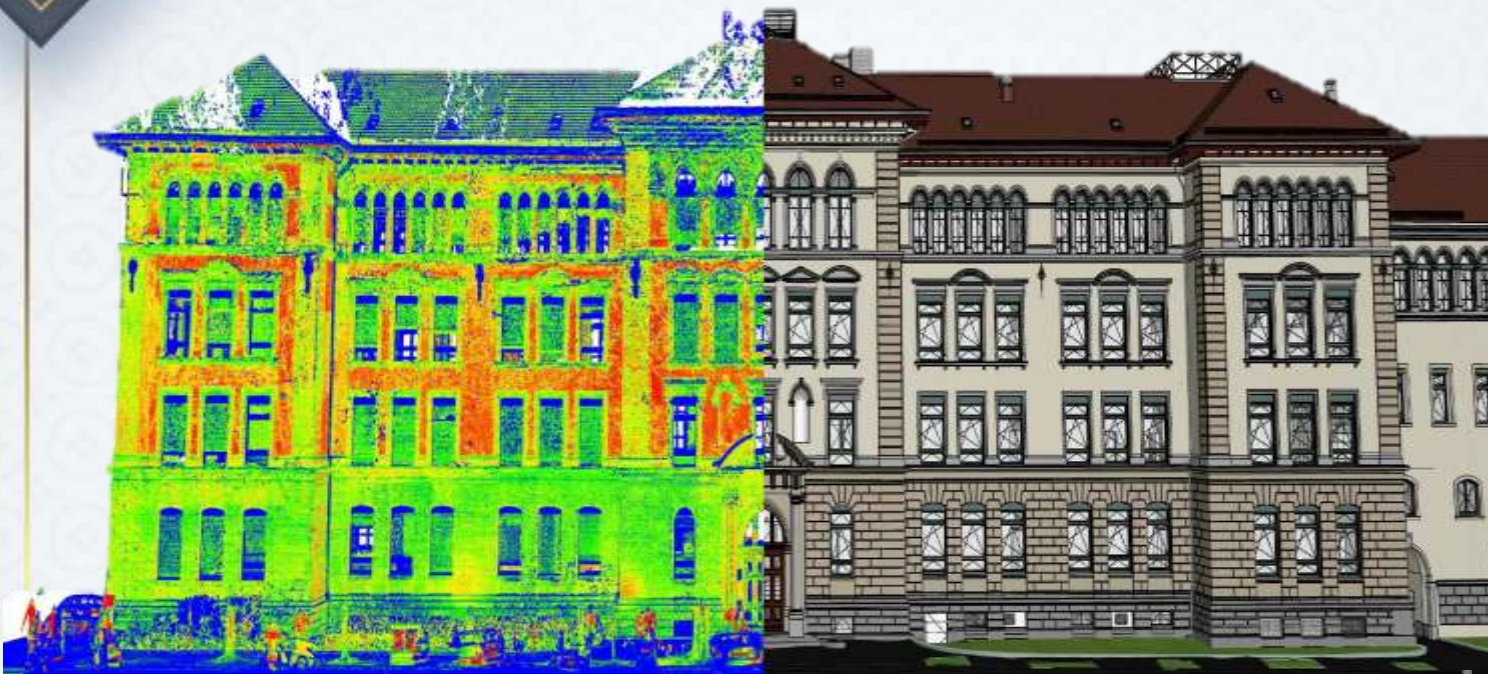
Unreal Engine - ігровий двигун, що розробляється і підтримується компанією Epic Games. 4 версія цього рушія дозволяє працювати з VR технологіями. Unreal має все необхідне для дизайнерів, програмістів, причому весь вихідний код відкритий - будь-яку частину можна кастомізувати під проект. Це робить систему гнучкішою. Архітектура рендерингу Unreal Engine дозволяє розробникам досягати чудових візуальних ефектів, а також масштабуватися до систем нижчого рівня.



Unity - відмінний двигун із великими можливостями створення virtual reality сцен. Більш легкий у освоєнні, має безкоштовну версію та активну спільноту авторів. Ігровий двигун добре справляється із завданнями на кшталт тривимірного моделювання об'єктів з реального світу. Після того, як ви зберете модель і поставите потрібні властивості, можна буде подивитися, як вона працює в різних умовах, у тому числі і в русі.



Дослідне тривимірне моделювання



В якості програмного забезпечення для 3D моделювання обрано Graphisoft ArchiCAD – одне із найкращих рішень у сфері проектування архітектурних об'єктів, в основі якого лежить BIM технологія. Рівень деталізації моделі – **LOD 300 (Level Of Development)**. У загальному випадку рівень деталізації визначає повноту опрацювання елемента інформаційної моделі.

Розробка проекту завершується випуском проектної документації, основу якої складають креслення, оформлені відповідно до прийнятих стандартів та оформлені макети. Також на план проекту наносяться зони, в яких вказується номер та назва кімнати, її загальна площа, відмітка підлоги та стелі. Існують категорії зон, які мають свій певний колір. Кінцевим етапом є переведення креслень у формат PDF та виведення на друк.



Інтегрування 3D моделі у віртуальне середовище засобами Unreal Engine

Етап візуалізації:

- Для текстуризації об'єктів використовується такий інструментарій: Sky Light для основного джерела світла та Point Light, HDR, Material Editor, Substance Painter.
- Для імпорту моделі в Unreal Engine використовується плагін Datasmith.
- Для перетворення властивостей, створюється база даних DataAsset
- Для створення кінематографічного ролику застосовані такі інструменти: Camera Rig Rail, Master Sequence, Cine Camera Actor



Аналіз проблем методики 3D моделювання архітектурних споруд для інтегрування в VR

- імпортувались не усі елементи будівлі, внутрішня частина будівлі взагалі виявилась пустою
- деякі елементи літають у просторі
- трудомісткий процес виправлення недоліків «вручну»



Висновки

В роботі розглянуто візуалізацію тривимірної BIM-моделі у віртуальному середовищі на основі використання інструменту Unreal Engine як типової задачі інтеграції змодельованих архітектурних споруд у VR. Методика тривимірного моделювання, яка розглядається у другому розділі, включає три загальних етапи від збору даних до візуалізації результату. Алгоритм інтегрування моделі у VR складається з таких кроків: перетворення геометрії, властивостей, текстур, топології, для кожного визначено оптимальні параметри. Для створення середовища віртуальної реальності обраний ігровий двигун Unreal Engine 4 (UE4).

Результатом дослідного моделювання за запропонованою методикою є високоточна BIM модель архітектурної споруди. Незважаючи на загальний успішний результат інтегрування, слід зазначити певні труднощі, що потребують доопрацювання в подальшому, зокрема: імпортувались не усі елементи будівлі, внутрішня частина взагалі виявилась пустою, а деякі елементи літають у просторі. Виправлення таких недоліків імпортування моделі в VR залишається ручним, а відповідно трудомістким процесом.

Таким чином, запропонована методика інтегрування тривимірних моделей у віртуальне середовище є уніфікованим методом візуалізації результатів високоточного моделювання для підвищення ефективності прийняття рішень на всіх етапах життєвого циклу будівлі, в тому числі при реалізації концепції будівельного інформаційного моделювання.

Подальші дослідження мають бути направлені на удосконалення всіх етапів моделювання з урахуванням вимог віртуального середовища та розроблення автоматизованих засобів їх перевірки у вигляді додаткових надбудов і модулів до програмних засобів.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Стадник І. Геоінформаційне моделювання санітарно-захисних зон навколо атомної електростанції (на прикладі РАЕС). Актуальні питання використання та охорони земельних ресурсів: матеріали Всеукр. студентської наук.-практ. конф. Дубляни, 8 квітня. 2021 р. Львів: ЛНАУ, 2021. С. 21-24

Стадник І.Ю.

irina_stadnick@ukr.net