

Міністерство освіти і науки України
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра геоінформатики та фотограмметрії

Дипломна робота на тему:

**Симуляція інтенсивності лазерного променя в середовищі
віртуального лазерного**

Виконавець: ст. гр. ГІСТ-61
Авраменко Костянтин Олександрович
Керівник: Горковчук Д.В.

Київ - 2020

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Метою роботи є розроблення симулятора інтенсивності лазерного променя в середовищі віртуального лазерного сканера.

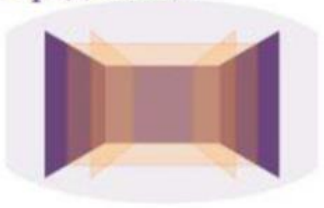
Для досягнення цієї мети в роботі поставлено та виконано такі основні ***завдання***:

- Огляд сфери віртуального навчання та віртуальної симуляції;
- Розроблення технологічної і функціональної схеми роботи лазерного променя;
- Реалізація симулятора лазерного променя в середовищі Unreal Engine

Види віртуальних технологій.

ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ (VR)

Повністю штучне середовище



Повне занурення в віртуальне середовище



ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ (AR)

Віртуальні об'єкти, накладені на реальне середовище



Реальний світ розширений цифровими об'єктами



ЗМІШАНА РЕАЛЬНІСТЬ (MR)

Віртуальне середовище в поєднанні з реальним світом



Взаємодія з реальним та віртуальним середовищем одночасно



- Віртуальна реальність (VR)
- Доповнена реальність (AR)
- Змішана реальність (MR) поєднує елементи AR та VR
- Розширена реальність (XR) включає в себе VR, AR, MR

Приклади застосування

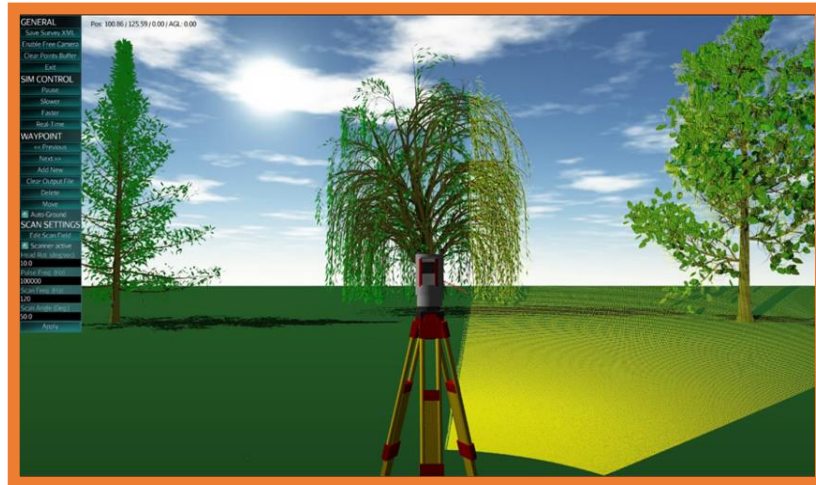


1. Приклад застосування віртуальної реальності (VR) в медицині.
2. Приклад застосування доповненої реальності (AR)
3. Приклад застосування змішаної реальності (MR)

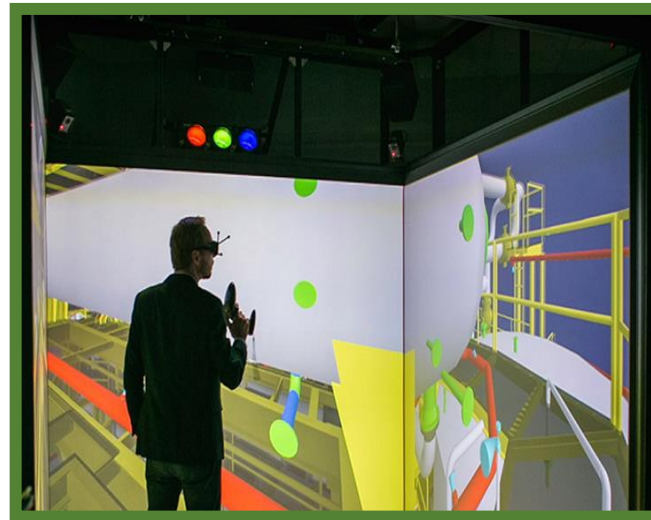
Досвід впровадження віртуальних технологій в навчанні

Розробник	Програма	Область вивчення
Hannes Kaufmann and Bernd Meyer	Physics Playground	Фізика, астрономія
Опис: тривимірне середовище з глибоким зануренням, призначена для знайомства з будовою всесвіту, законами фізики і проведення фізичних дослідів в реальному часі.		
Eligo Vision	Eligo Vision	Конструювання
Опис: тривимірний проект зроблений за типом конструктора, викладач має змогу завантажити будь-які матеріали, необхідні для роботи; учні можуть змінювати вже існуючі проекти: будувати моделі міст, візуалізувати формули.		
Tokyo Shoseki	New Horizon	Англійська мова
Опис: відтворює анімацію при наведенні на сторінки підручника.		
-	Meso VR	Історія
Опис: тривимірне графіка дозволяє не тільки побачити реальні археологічні розкопки, а й простежити за хронологією етапів в історії цієї цивілізації.		
SIKE	Віртуальний механік «Гідравлічні насоси»	Механіка
Опис: віртуальний тренажер на основі 3D моделей реального обладнання з високим ступенем деталізації для ефективного підготовки кваліфікованих слюсарів-механіків.		
Empirical Game	Physics Playground	Фізика
Опис: тривимірне середовище з глибоким зануренням, в якій можна експериментувати і краще дізнаватися будову всесвіту.		
Ron Doston	Occupational Safety Scaffolding	Безпека у будівництві
Опис: розробка для професійної освіти; на основі тривимірних AR-моделей показує, як правильно зводити будівельні ліси і підмости.		
SIKE	3D Атлас «Доменна піч»	Механіка
Опис: віртуальне вивчення пристроїв і принципів роботи агрегатів і обладнання доменного виробництва.		

Аналіз програмних засобів віртуального симулятора наземного лазерного сканера



Система моделювання лазерного сканування під назвою Heidelberg LiDAR Operations Simulator (HELIOS) - це гнучка багатоцільова система моделювання, яка підтримує багато різних типів дослідницьких проектів лазерного сканування.

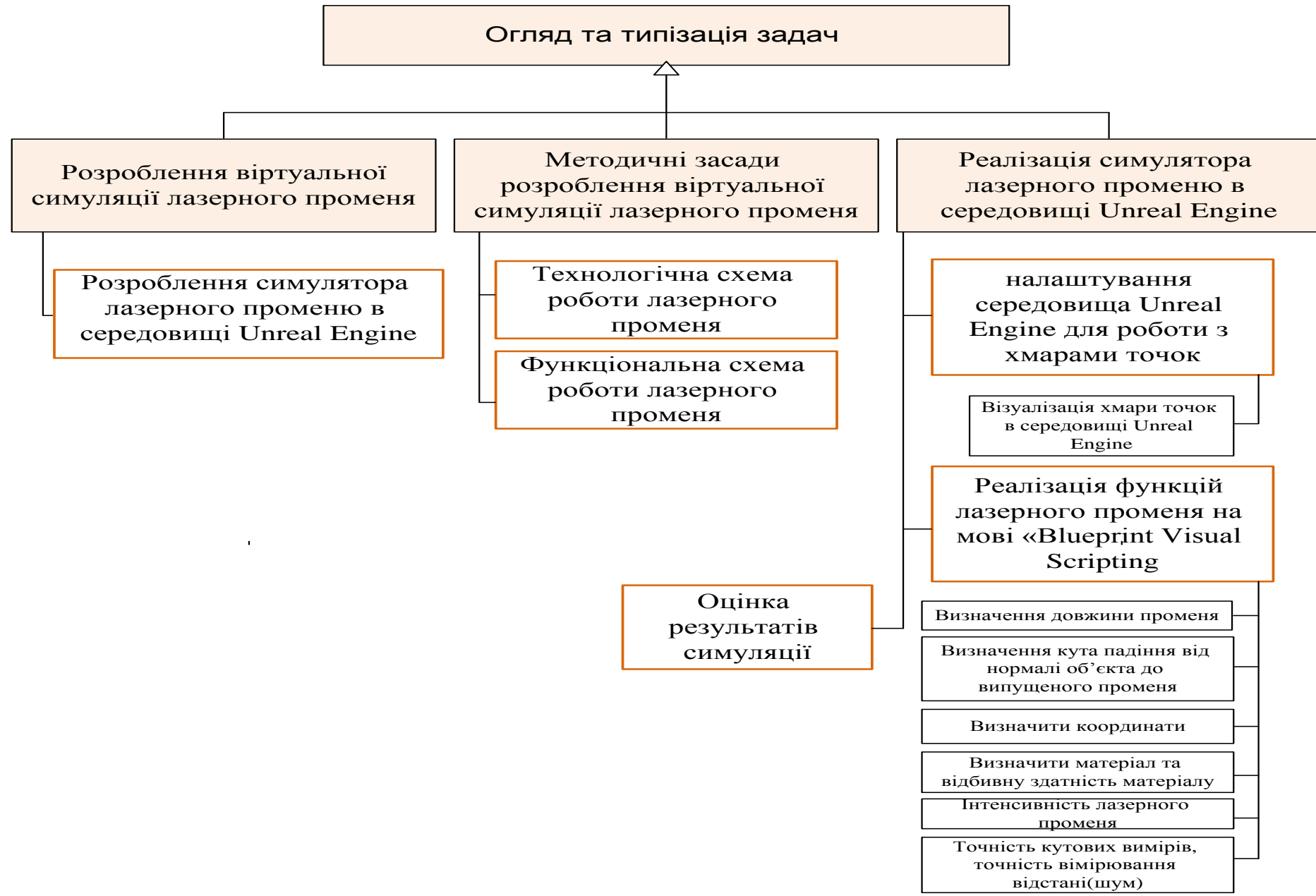


VR Concept. Програма дозволяє поєднувати в віртуальній реальності 3D-модель з хмарою точок, отриманою в результаті сканування об'єкта.

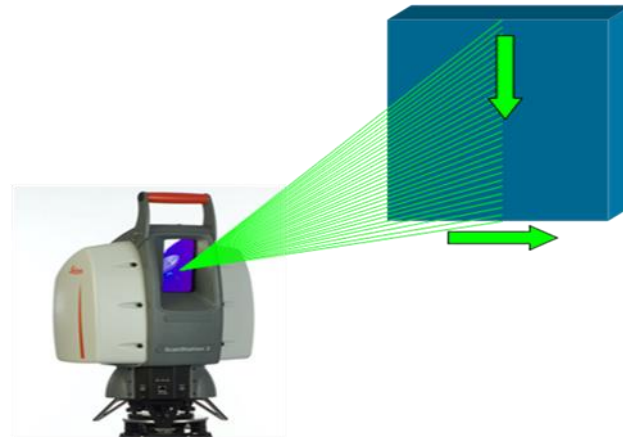


Програмне забезпечення «FARO SCENE». Програмне забезпечення спеціально розроблено для лазерних сканерів Focus і для сторонніх виробників.

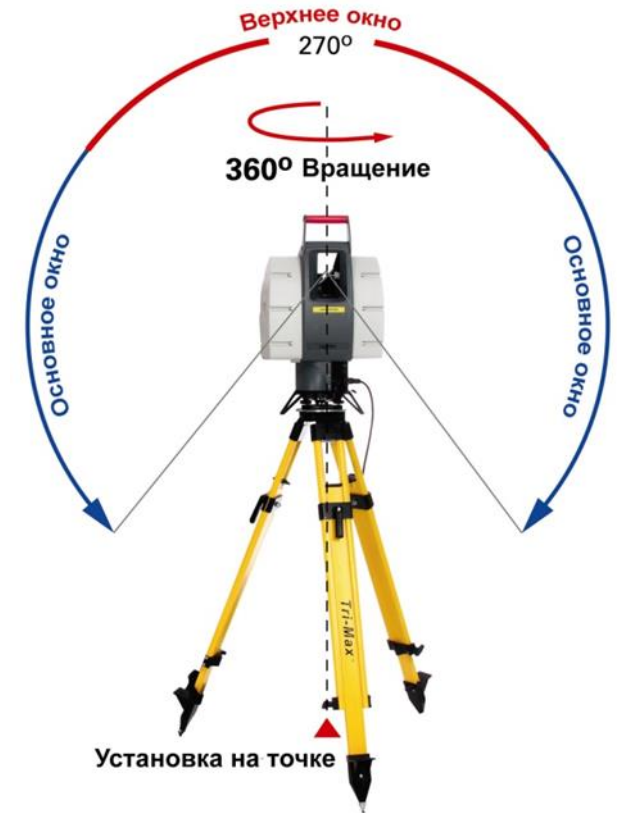
Огляд та типізація задач



Технологічна схема роботи лазерного променя



Принцип дії лазерного сканера



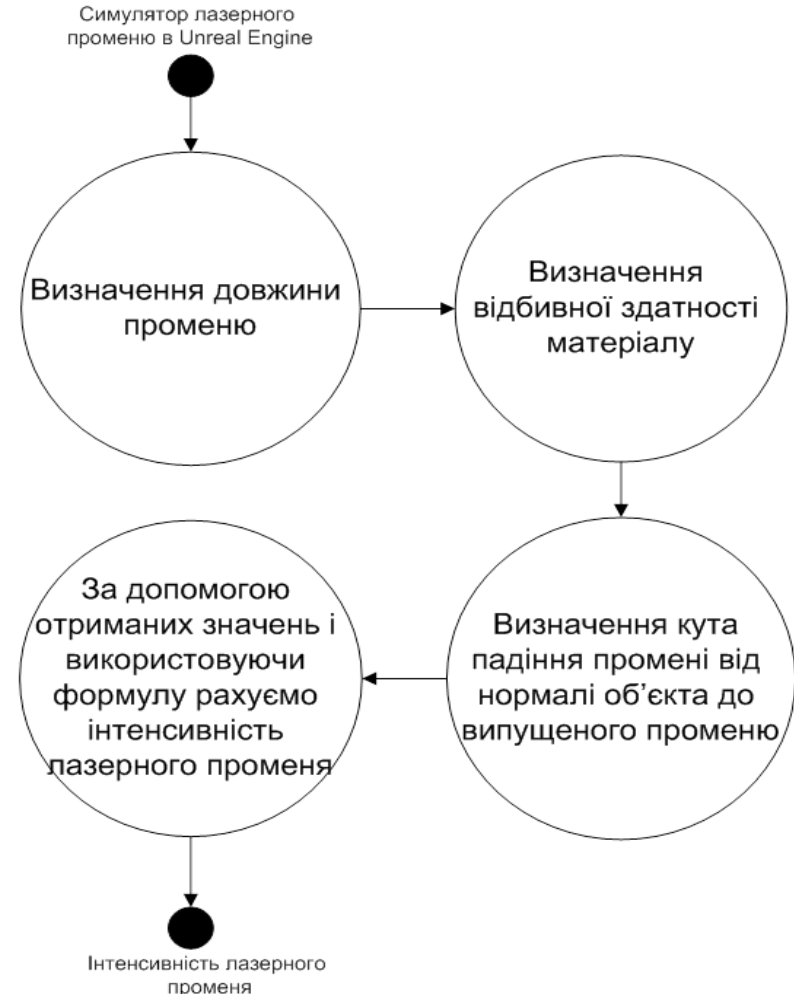
Поле зору лазерного сканера

Технологічні схеми

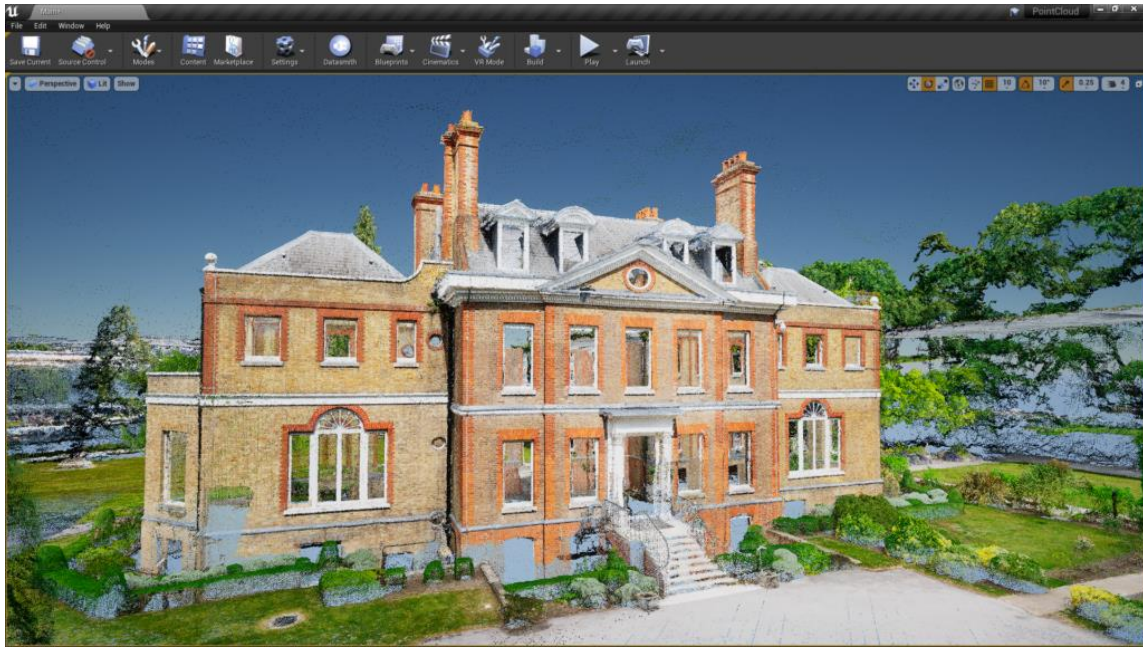
Технологічна схема реалізації лазерного променя.



Технологічна схема визначення інтенсивності лазерного променя



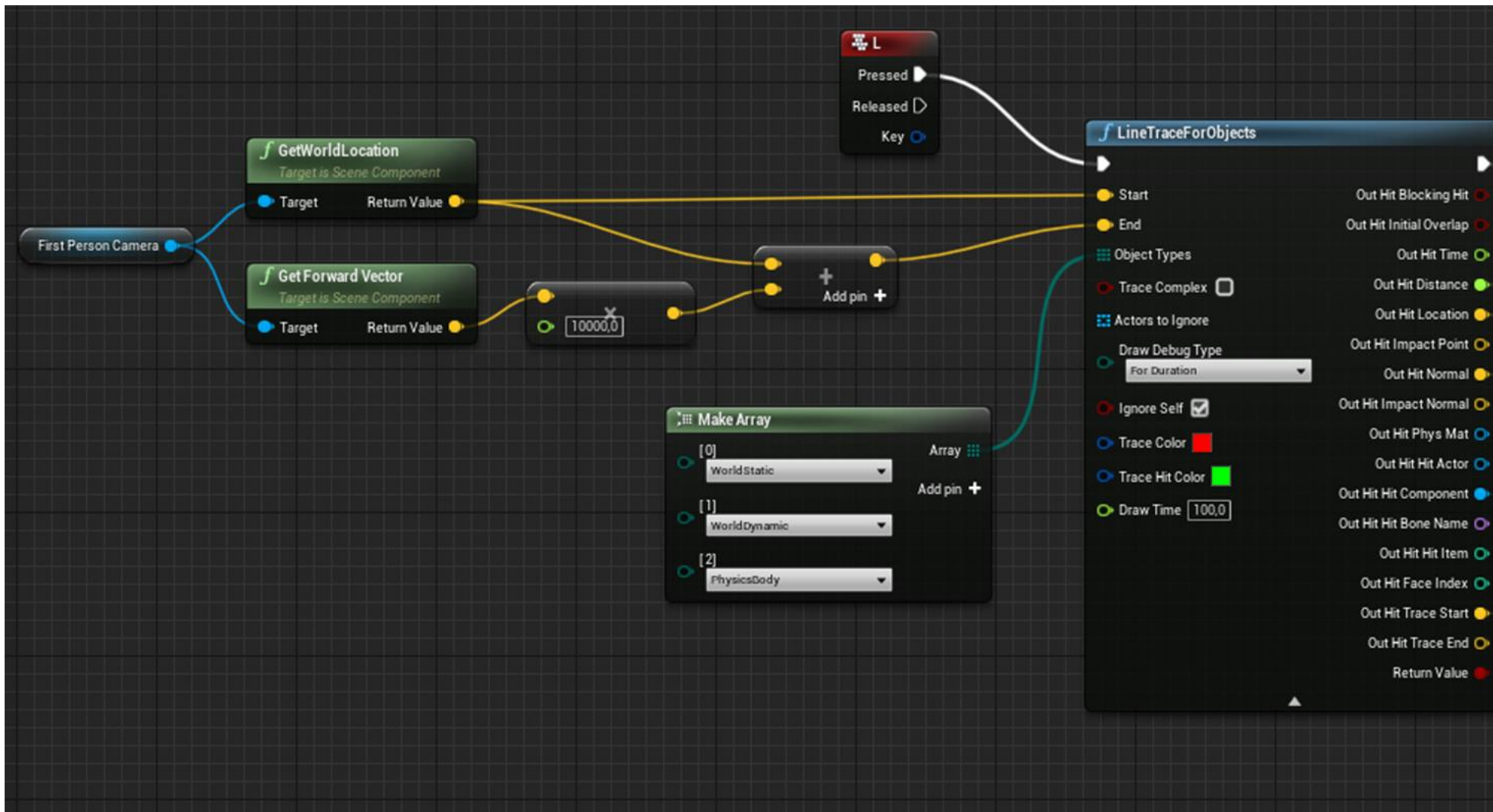
Налаштування середовища Unreal Engine для роботи з хмарами точок



Хмара точок завантажена за допомогою плагіну «LiDAR Point Cloud»

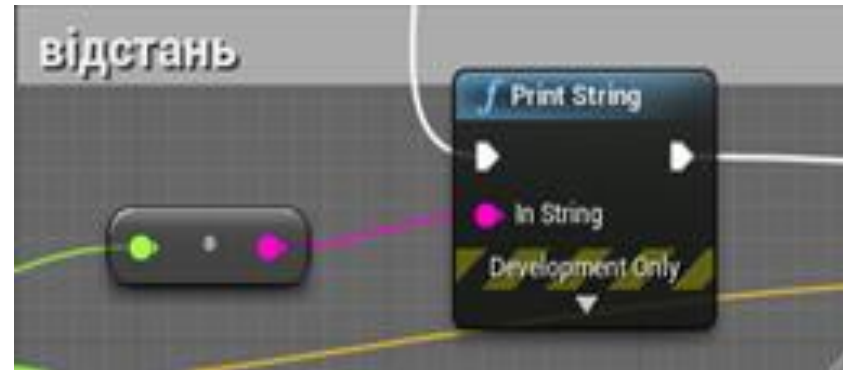
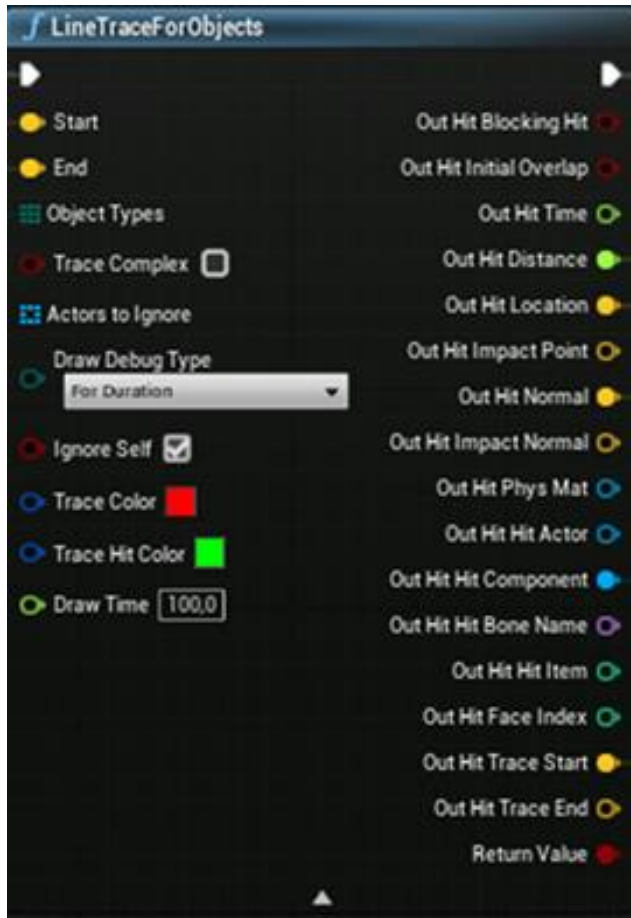
Хмара точок це величезна кількість даних яку тяжело обробляти. У Unreal Engine є плагін «LiDAR Point Cloud», він дозволяє імпортувати, візуалізувати, обробляти, редагувати та взаємодіяти з хмарами точок, отриманих від пристроїв лазерного сканування.

Реалізація лазерного променя в середовищі «Blurprint Unreal Engine»

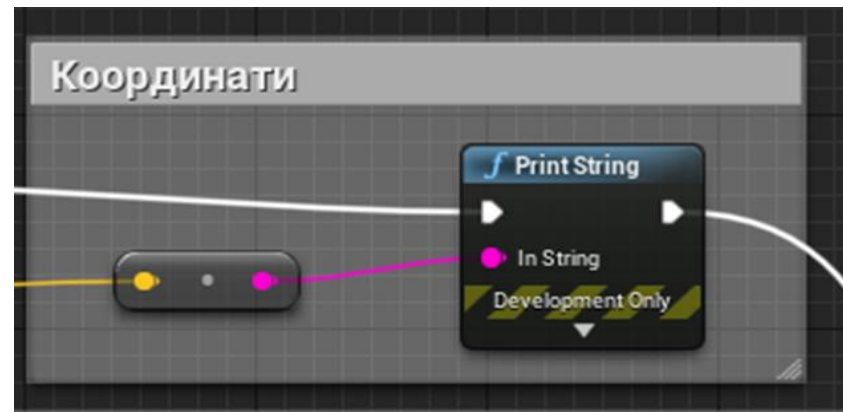


Реалізація лазерного променя в середовищі Blurprint Unreal Engine.

Визначення довжини променю та координат точки зіткнення

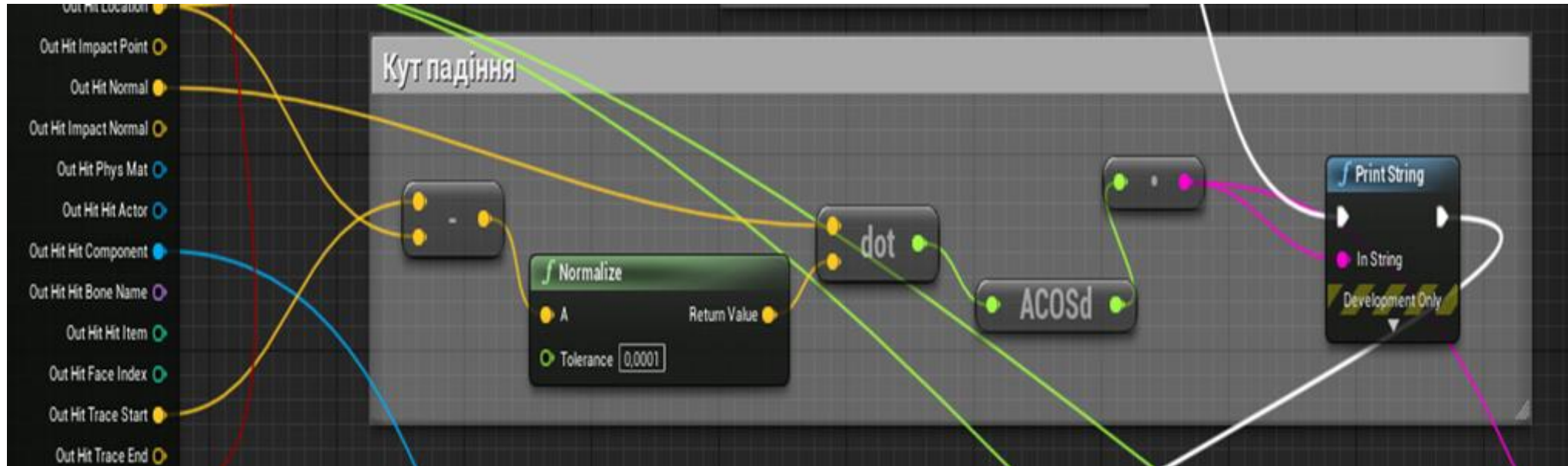


- Для того, щоб визначити довжину променю потрібно з блоку «Break hit result» витягнути «Out hit distance». Блок «print string» виведе отримане значення на екран



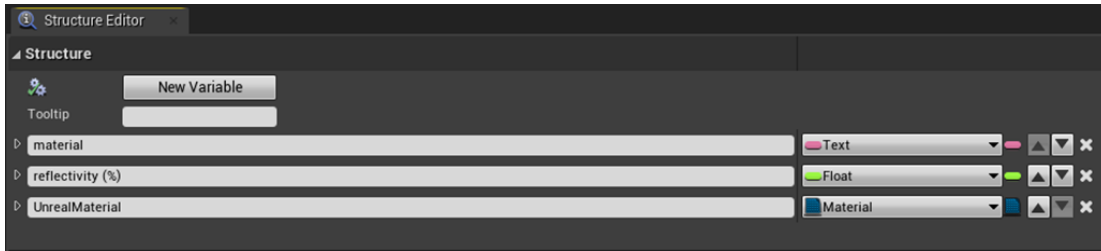
- Для визначення координат з блоку «Break hit result» витягуємо «out hit location» та за допомогою «print string» виводимо на екран

Визначення кута падіння променя

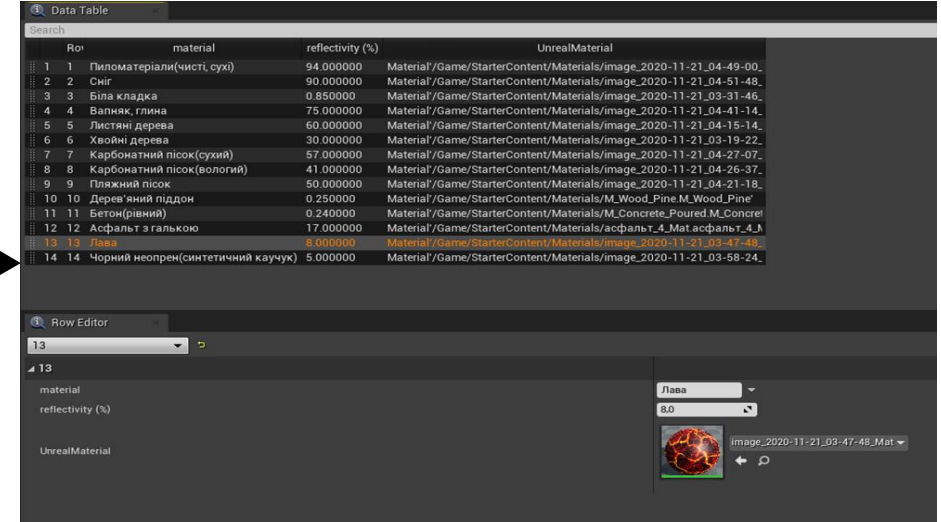


Для визначення кута падіння променя, «out hit trace start» відняти «out hit location», потім за допомогою функції «normalize» отримане значення ми нормалізуємо в одиничну копію вектора, потім за допомогою «dot» ми отримуємо скалярний добуток двох векторів і беремо «acos» числа і виводимо значення на екран за допомогою «print string»

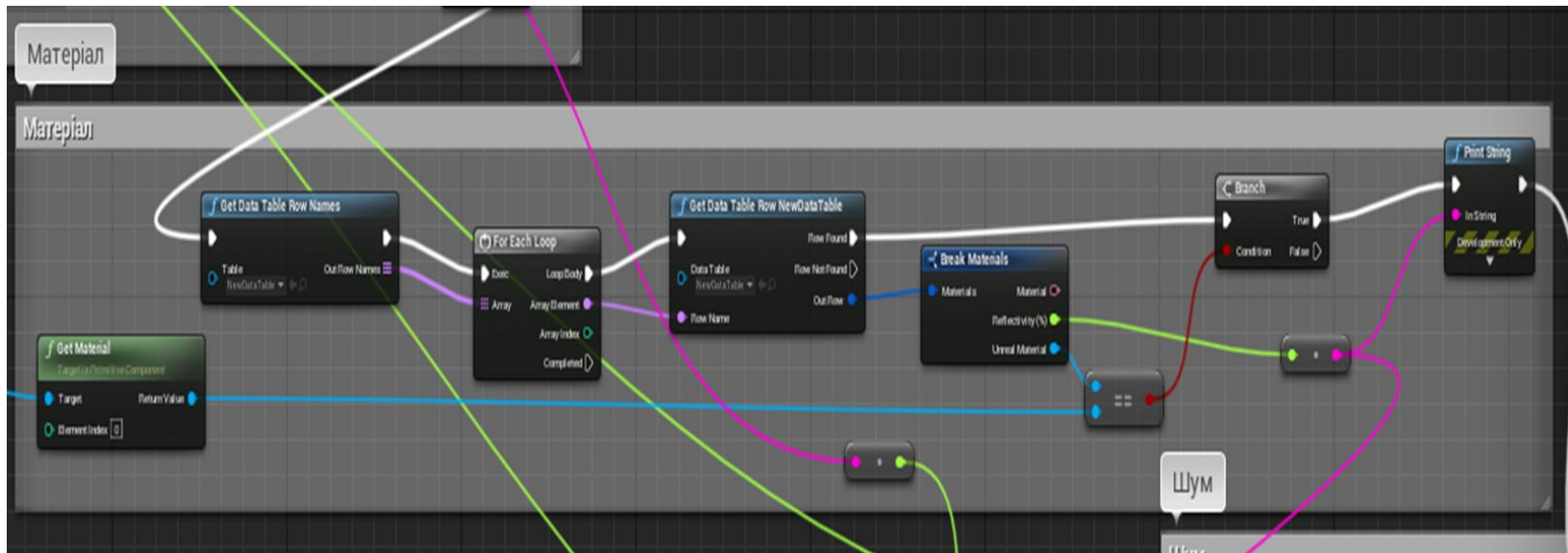
Знаходження відбивної здатності матеріалу



Створюємо структуру таблиці



Наповнюємо таблицю



«Blueprint» знаходження відбивної здатності матеріалу

Повний «Blueprint» знаходження інтенсивності лазерного променя

Визначаємо інтенсивність лазерного променя за формулою:

$$i = C * \rho * \cos\theta * R^{-2}.$$

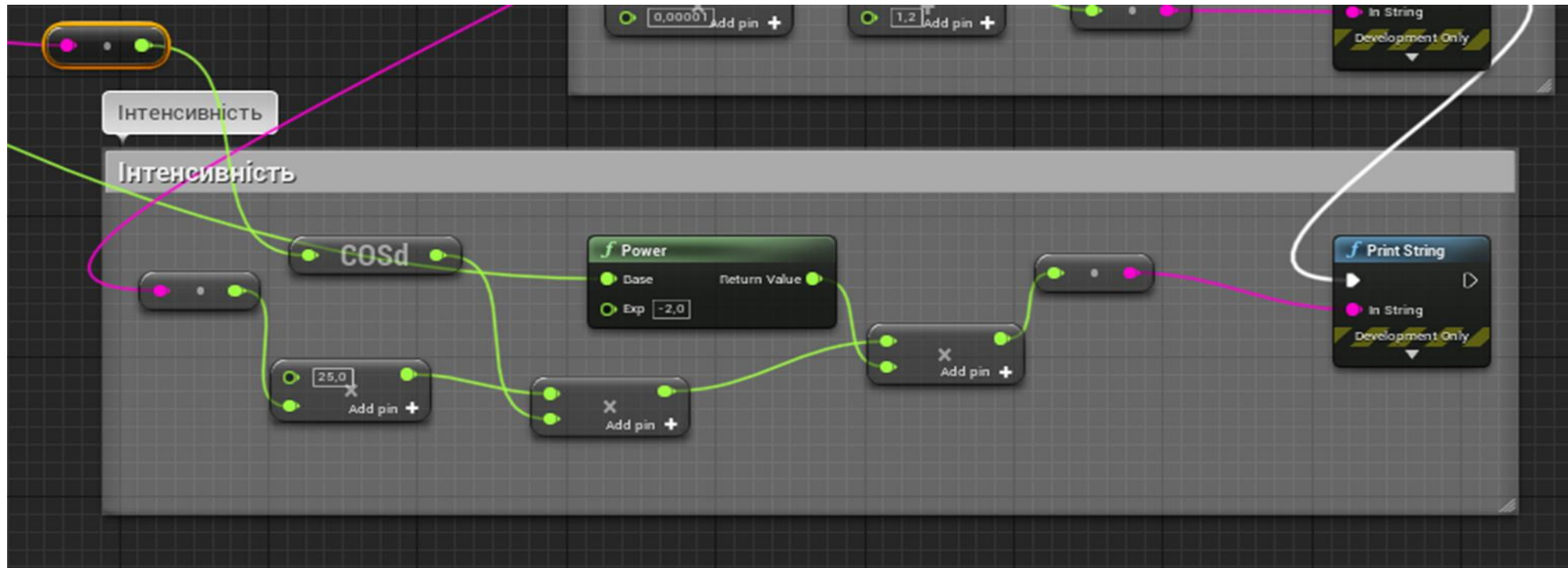
де

ρ - відбивна здатність матеріалу

θ - кут падіння

C- стала величина для кожного сканера (приймаємо 25)

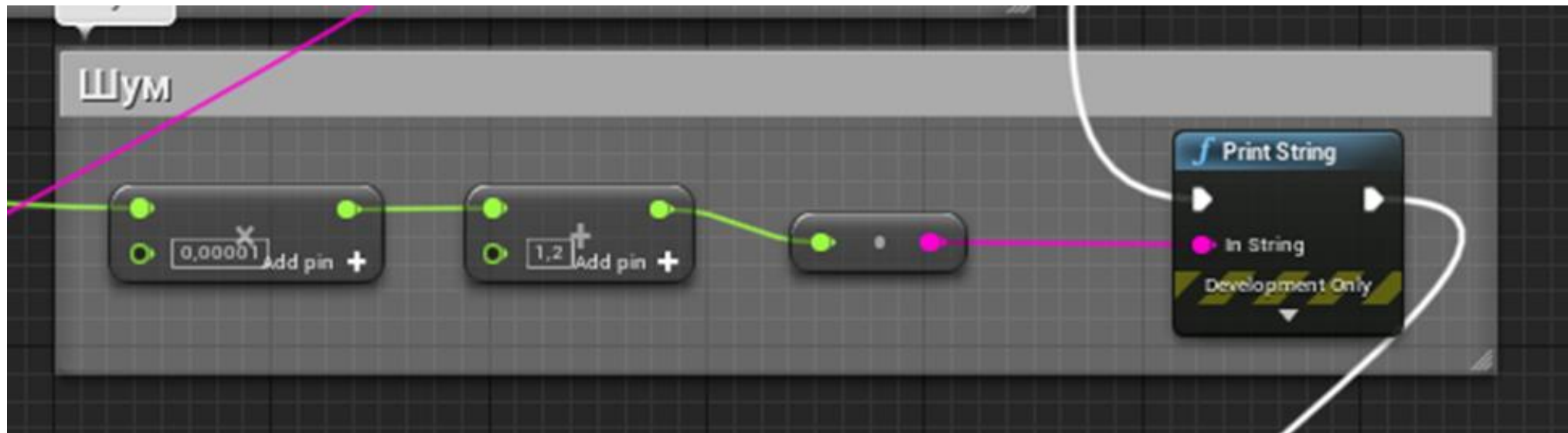
R – відстань до об'єкта



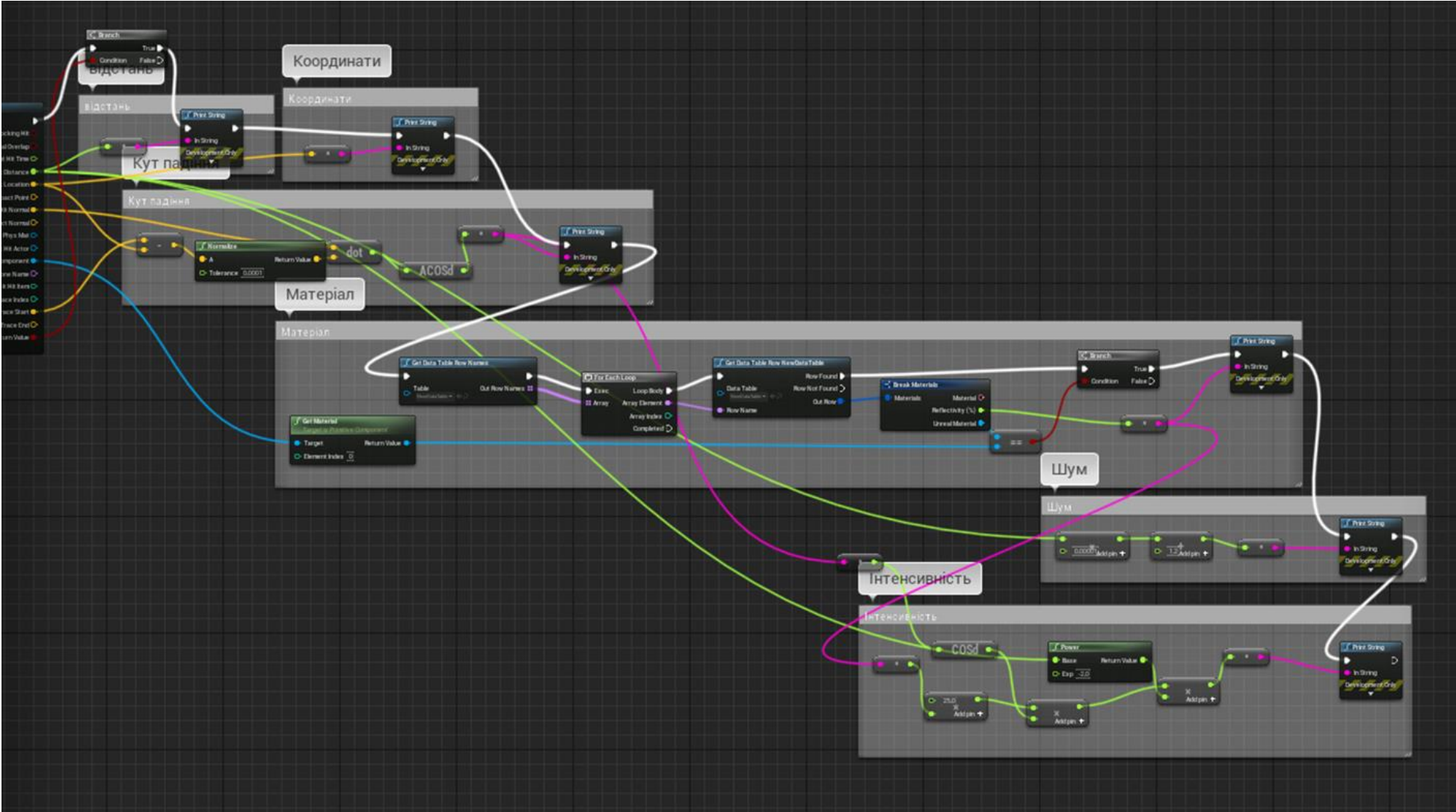
Визначення шуму

Для визначення точності кутових вимірів та точності вимірювання відстані, тобто «шуму» я використав формулу:







$$\text{Range error} = \text{distance} * 0,00001 + 1,2$$



Реалізація функцій лазерного променя на мові «Blueprint Visual Scripting».

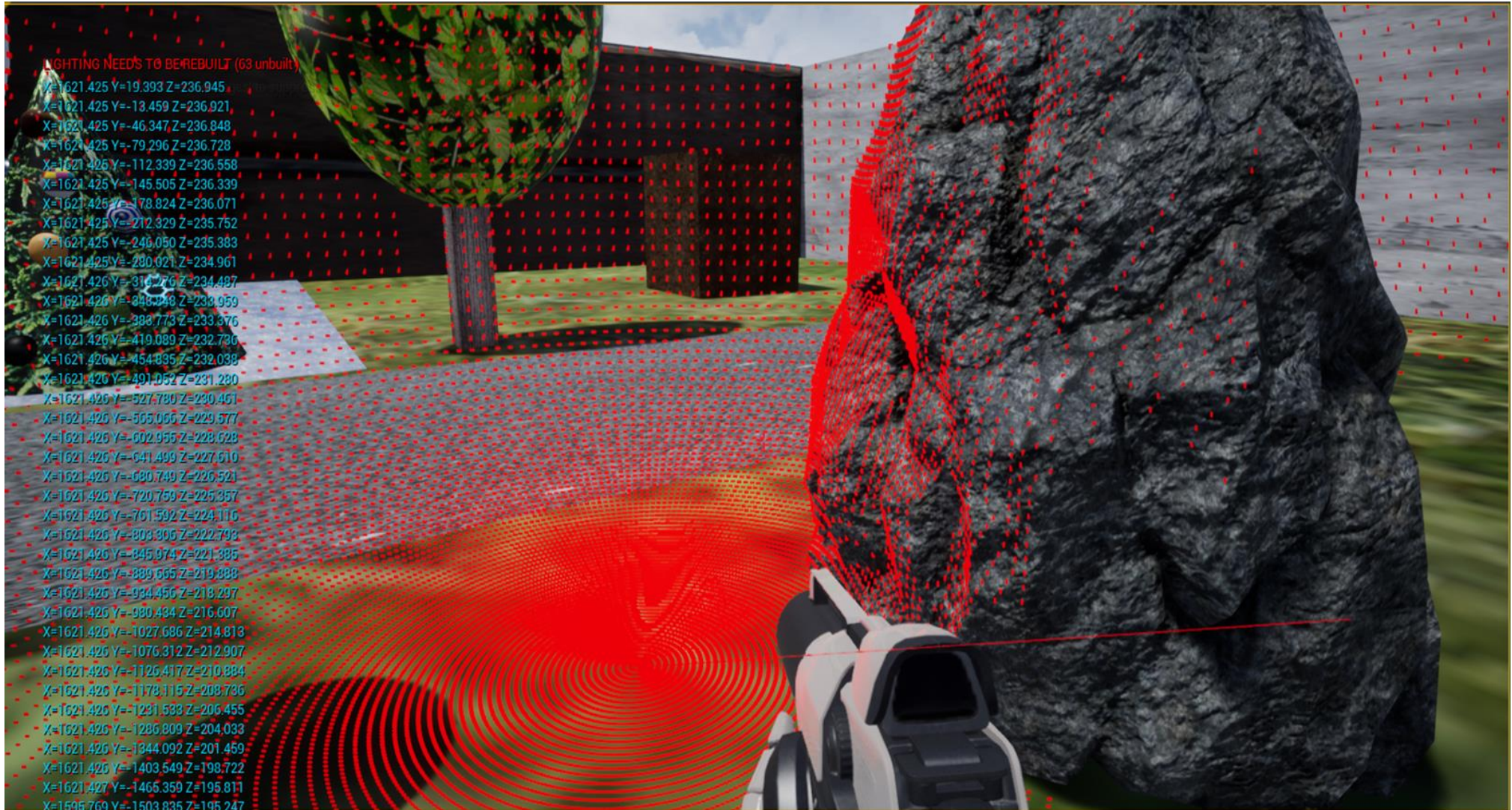


Лазерний промінь в середовищі двигуна Unreal Engine

-  довжина променя
-  кут падіння від нормалі об'єкта до випущеного променя
-  Координати x y z
-  відбивна здатність матеріалу
-  інтенсивність лазерного променя
-  шум



Симуляція хмари точок в середовищі двигуна Unreal Engine



ВИСНОВОК

Лазерні сканери все ще дуже дорогі, і навряд чи вони стануть значно доступнішими в осяжному майбутньому. Однак існують випадки використання, коли може бути можливо замінити роботу справжнього лазерного сканера комп'ютерним моделюванням, що призведе до значного зменшення витрат та зусиль. Якщо фокус зацікавленості в операції лазерного сканування полягає в отриманні якихось конкретних реальних даних, це ніколи не може бути замінено імітацією. Однак у дослідженнях лазерного сканування є багато питань, відповіді на які полягають не у фактичному змісті захоплених даних, а в їх структурних характеристиках, і їх цілком можна відтворити в змодельованому середовищі. Можливими випадками використання симулятора лазерного сканування є, наприклад, дослідження та планування стратегій сканування та навчання лазерного сканування. Тобто в найближчому майбутньому перспективність і темпи впровадження технологій VR/AR/MR будуть зростати. Також засоби навчання розроблені на основі віртуальної реальності стануть ваговою частиною навчання.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!