КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Кафедра геоінформатики та фотограмметрії

Диплома робота на тему:

«Створення цифрових моделей об'єктів культурної спадщини фотограмметричними методами»

Виконала студентка групи ГІСТ-61
Коваленко В.С.
Керівник проекту доц., к.т.н. Горковчук Ю.В.

Київ-2020

МЕТА ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета: розроблення методики моделювання об'єктів культурної спадщини фотограмметричними методами

Об'єкт дослідження: цифрові моделі об'єктів культурної спадщини

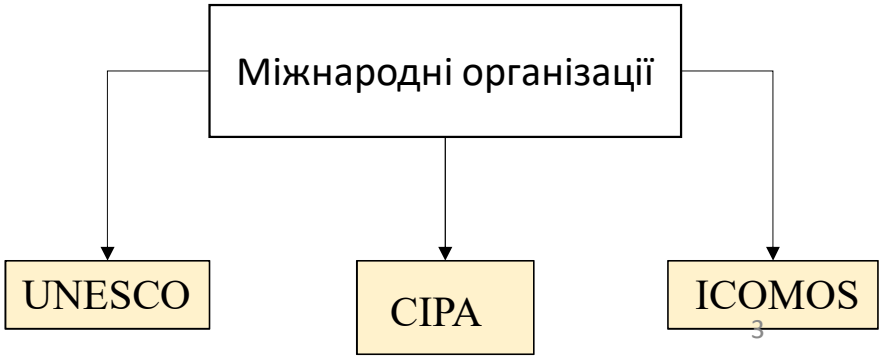
Предмет дослідження: методика моделювання об'єктів культурної спадщини фотограмметричними методами

Завдання:

1) Аналіз теоретичних та практичних аспектів моделювання об'єктів культурної спадщини ;
2) Розроблення методики моделювання об'єктів культурної спадщини фотограмметричними методами ;
3) Розроблення технології фотограмметричного знімання для моделювання об'єктів культурної спадщини;
4) Дослідна апробація запропонованих методів на прикладі пам'ятника Богдану Хмельницькому;
5) Оцінка точності результатів моделювання об'єктів культурної спадщини фотограмметричним методом.

Об'єкти культурної спадщини

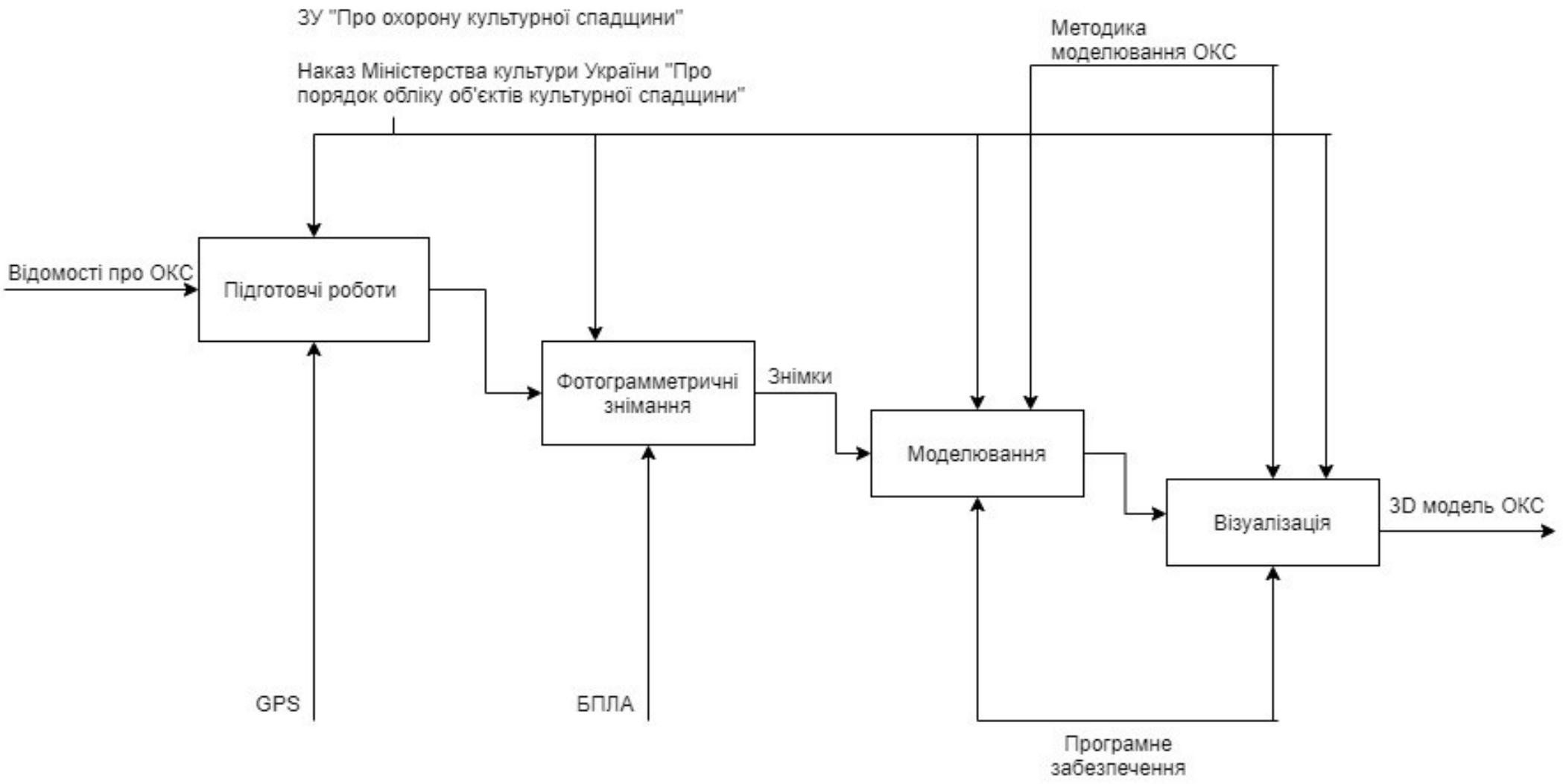
Об'єктом культурної спадщини називають визначне місце, споруду, комплекс, їхні частини, пов'язані з ними рухомі предмети, а також території чи водні, інші природні, природно-антропогенні або створені людиною об'єкти незалежно від стану збереженості, що донесли до нашого часу цінність з археологічного, естетичного, етнологічного, історичного, архітектурного, мистецького, наукового чи художнього погляду і зберегли свою автентичність.



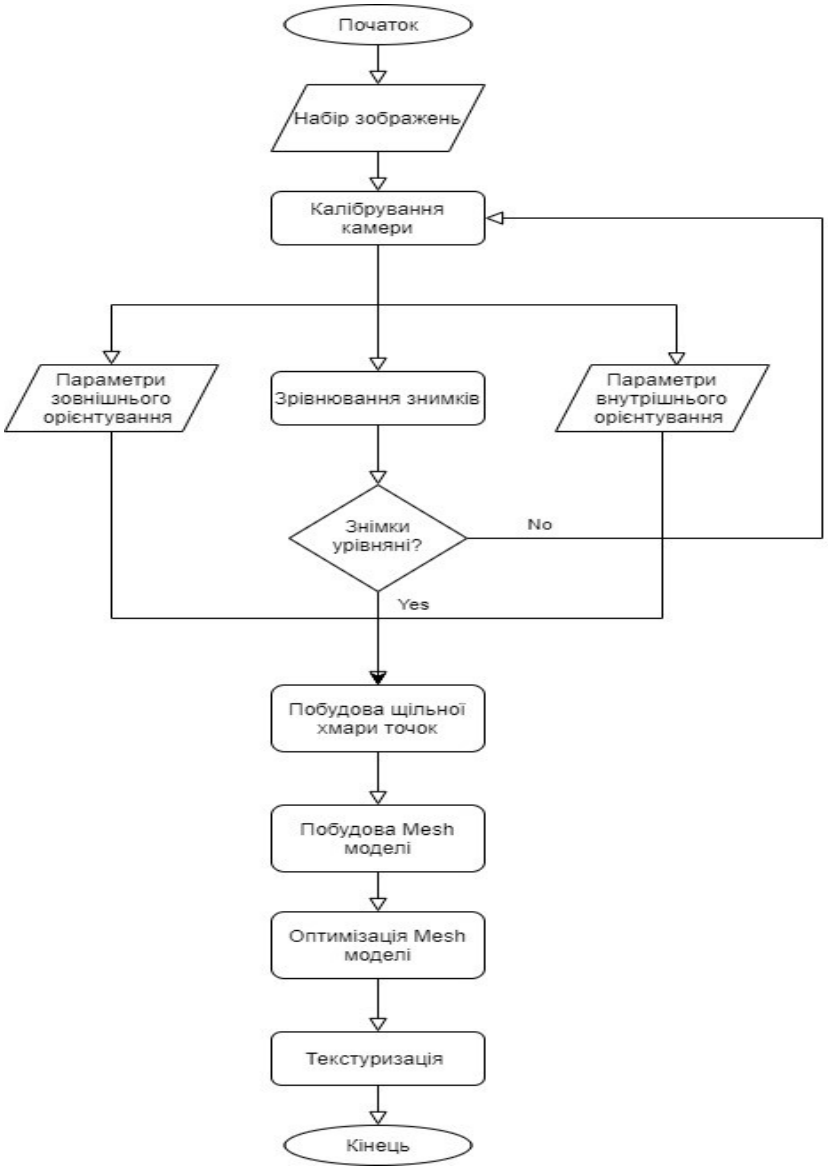
Класифікація цифрових об’єктів культурної спадщини

	Визначення	*Використання*	*Переваги*	*Недоліки*
Mesh модель	Хмара точок, між якими накладається поверхня, а вже потім накладається текстура.	Моделюються об'єкти нестандартної форми: промислові деталі, скульптури, декоративні елементи в архітектурі, прототипи для анімації, гірничодобувні обсяги	Висока точності та швидкість виконання роботи	Не параметрична
BIM модель	Тривимірна віртуальна модель будівлі в цифровому вигляді, яка несе в собі повну інформацію про майбутній об’єкт.	Можливість керування документами на протязі всього життєвого циклу проекту (планування, проектування, будівництво, експлуатація і обслуговування).	• Зниження фінансових витрат на будівництво • Швидке коригування інформаційної моделі • Покращення логістичних процесів будівництва та експлуатації	•Складність освоєння технології •Вагомі витрати •Недосконаліть програмного забезпечення BIM
CAD модель	Математичні моделі, що використовуються у випадку необхідності апроксимації геометричних даних.	Можуть бути корисними для відображення спрощеної моделі, пам’ятників або при необхідності показати їх просторове положення та розміри без необхідності відображення точних геометричних форм споруди	Є параметричною та складається з примітивів (куби, сфери, трикутники).	Не описуються і не використовуються математичними методами

Методика моделювання ОКС фотограмметричними методами

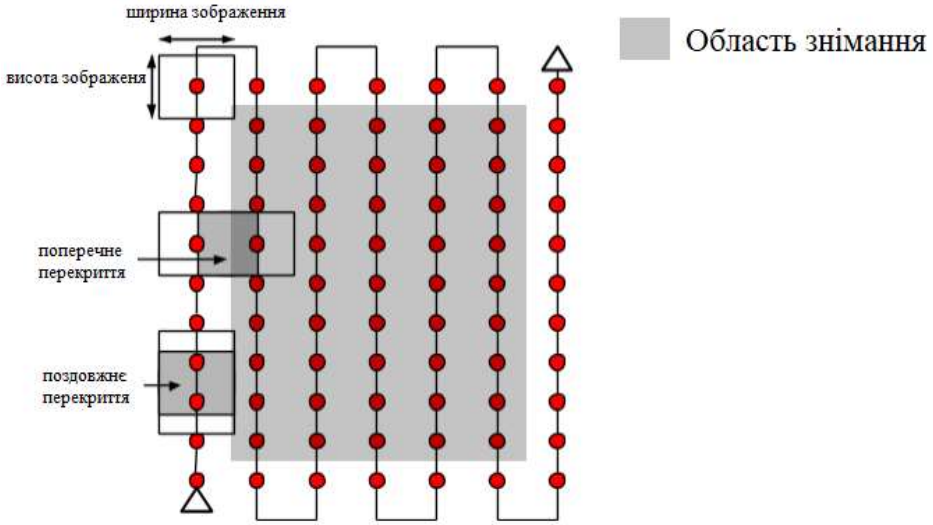


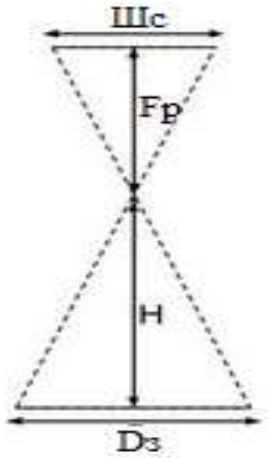
Технологія фотограмметричного знімання об’єктів культурної спадщини



- Параметри фотограмметричного знімання
  - висота зальоту
  - маршрут зальоту
  - тип камери
  - тип об’єкту
  - перекриття зображень

Побудова плану знімання





Визначення роздільної здатності вихідної моделі

Реальна фокусна відстань Fр = 10,3 мм

Реальна ширина сенсора Шс = 9 мм

Ширина зображення = 3648 пікселів

Висота польоту H = 16 м

H/Fр = Dз/Шс

GSD = 3,8 мм/піксель

Інтервал GSD = 1-3,8 мм/піксель

Характеристика об’єкту дослідження

Пам’ятник Богданові Хмельницькому в Києві

Висота монумента - 10,85 метрів

Максимальний габарит - 59,8

Площа - 223,44 м^2

Фотограмметричні знімання об’єкта дослідження

БПЛА DJI Mavic 2 Pro

Розмір матриці	1" CMOS
Кількість ефективних пікселів	20 Мп
Фокусна відстань	35 мм
Діапазон ISO	100-12800
Супутникові системи позиціонування	GPS/ГЛОНАСС

Особливості зйомки:

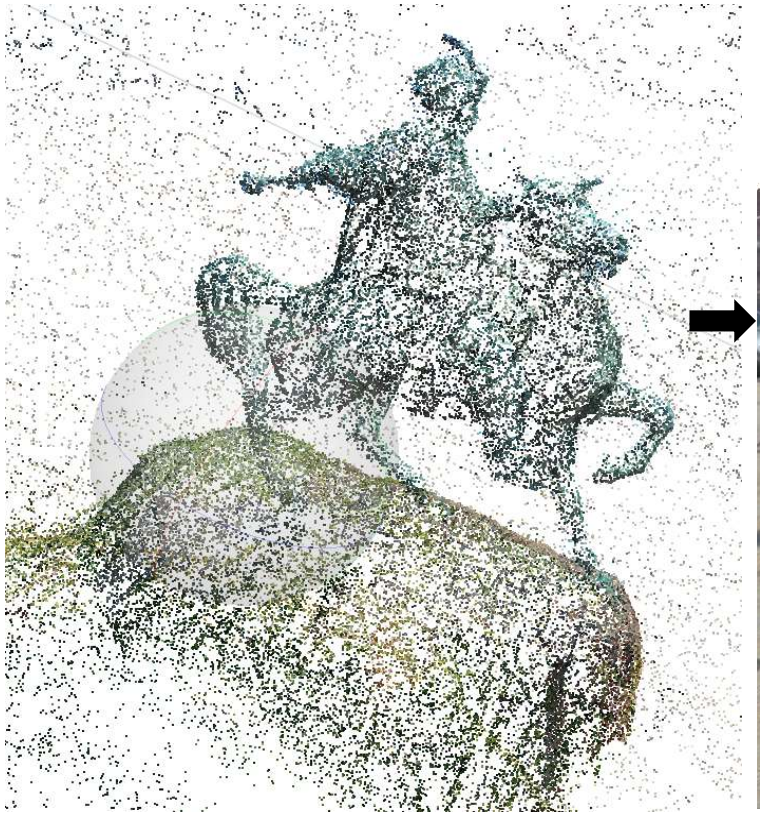
- навколо пам'ятника на різних висотах
- три способи зйомки
- час зйомки – 35 хвилин
- отримано 375 знімків

Grid зйомка

Кругова зйомка

Ручна зйомка

Створення цифрової моделі в AgisoftPhotoScan



Вирівнювання та побудова щільної хмари точок

Побудова Mesh моделі

Текстуризація моделі

Створення цифрової моделі в Reality Capture

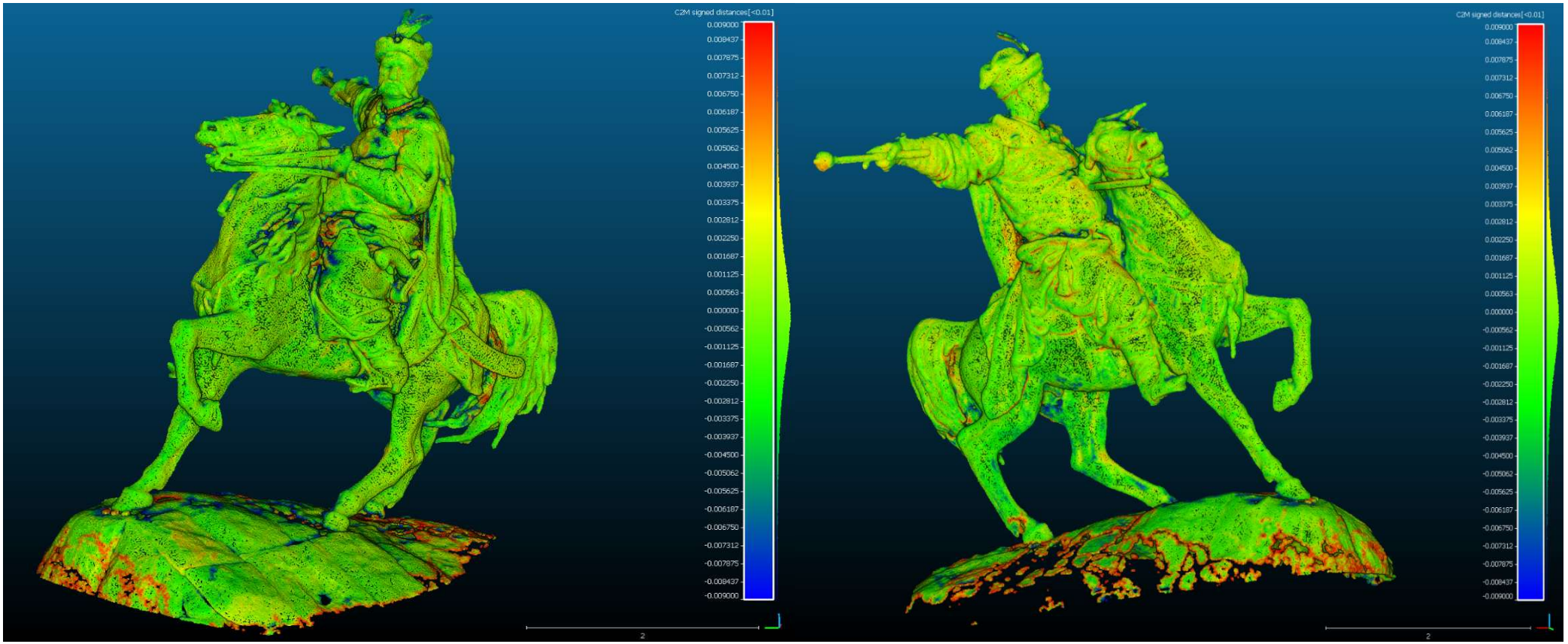
Вирівнювання та побудова щільної хмари точок

Текстуризація моделі

СКП	Agisoft Metashape errors, мм	Reality Capture errors, мм
	0,3	0,3

Виходячи з розмірів найменших елементів скульптури деталність склала 0,5 см.

Порівняння результатів фотограмметричного знімання та лазерного сканування



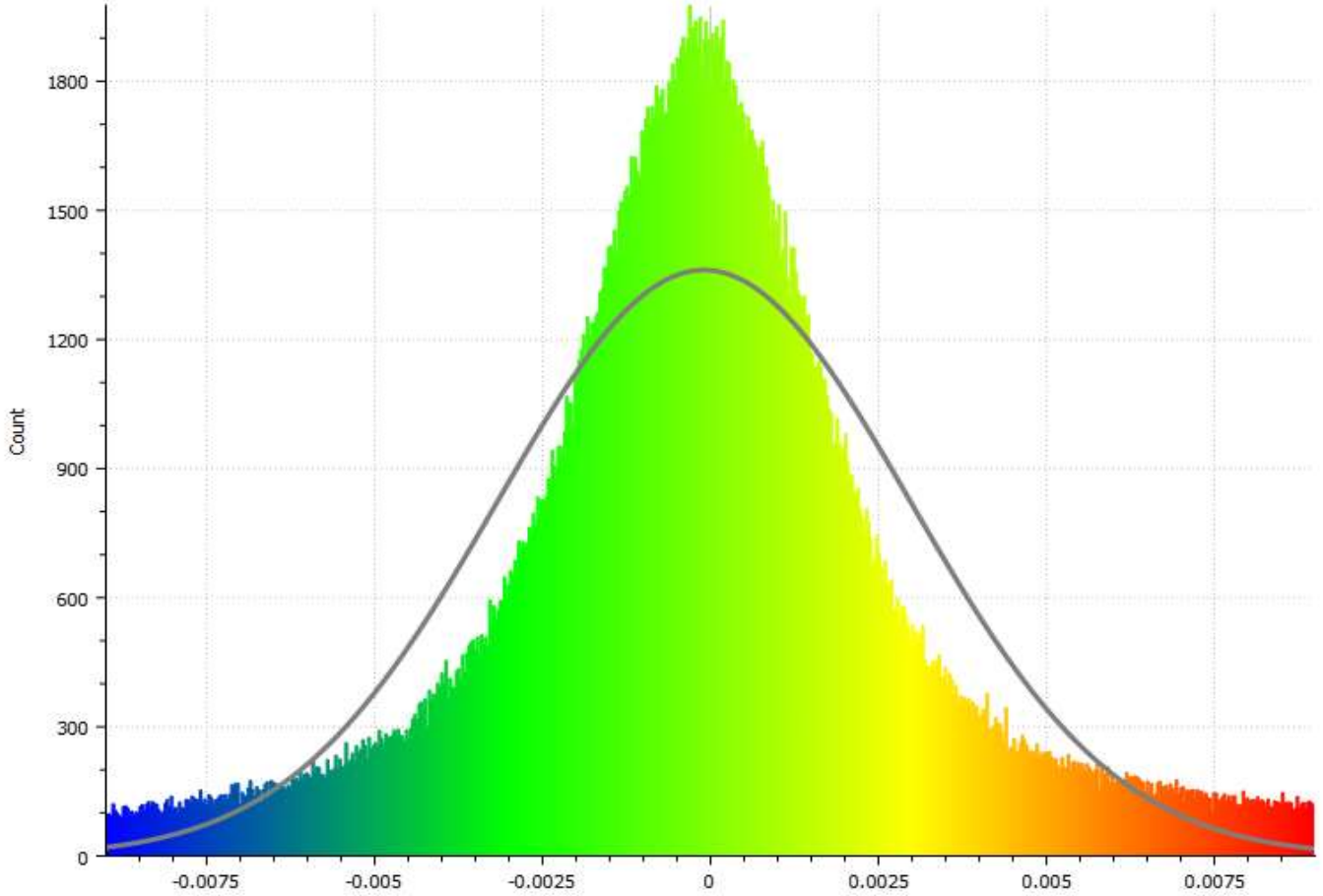
СКП правої сторони моделі = 0.28 см

Діапазон порівняння – 1 см

СКП лівої сторони моделі = 0.32 см

Червоний та синій кольори - невеликі відхилення, які через важкодоступні місця, що не відзнялися сканером
Жовтий колір - відхилення через відображення на знімках тіней через сонце
Зелений колір - якісно знято лазерним сканером та камерою на БПЛА

Графік розподілу відхилень між результатами лазерного сканування і фотограмметричним зніманням



Висновки

1. Основними завданнями створення цифрових 3D моделей об'єктів культурної спадщини фотограмметричними методами є: вибір методики (режимів і конфігурації) зйомки, калібрування знімальної системи, зйомка та фотограмметрична обробка знімків і створення 3D моделі об'єкта, апроксимація тривимірної поверхні моделі об'єкта.

2. В роботі запропоновано технологію фотограмметричного знімання історичної пам’ятки з використанням цифрової неметричної камери встановленої на безпілотний літальний апарат та розроблено алгоритм розрахунку роздільної здатності вихідної моделі яка склала 3.8 мм/піксель та максимальної висоти знімання – 16 м. Виходячи з розрахунків, роздільна здатність знімків на об’єкті становила з інтервалом від 1мм до 4 мм, так як, під час зйомки на максимальній висоті зальоту 16 м відстань до об’єкту змінювалась.

3. Практична реалізація методики моделювання цифрової моделі пам’ятника Богдану Хмельницькому була створена за допомогою безпілотного літального апарату DJI Mavic 2 Pro та додатково використаний лазерний сканер Leica ScanStation C10 для сканування об’єкту та якісної оцінки геометричних характеристик об’єкту. Виконано аналіз основних характеристик лазерного сканеру та цифрової камери, розглянуто їх технологічні особливості які впливають на точність отримання результатів.

4. Моделювання виконане у програмних забезпеченнях AgisoftPhotoScan та Reality Capture показали однаковий результат з середньою квадратичною похибкою 0,3 мм/піксель. Та виходячи з розмірів найменших елементів скульптури детальність склала 0,5 см.

5. Оцінку точності моделювання проведено шляхом порівняння отриманих моделей з еталоном, в якості якого прийнято Mesh модель побудовану за даними лазерного сканування. В результаті середня квадратична похибка відхилення правої сторони пам’ятника – 0.28 см, а лівої сторони – 0.32 см. Причиною різної похибки стала якість фотографій, яка впливає на точність моделі. Також запропоновано графік розподілу відхилень між результатами лазерного скануванням і фотограмметричним зніманням.

6. Виходячи з цього можна стверджувати, що створення тривимірних моделей об'єктів культурної спадщини фотограмметричними методами є високоточним та ефективним засобом відтворення унікальних ОКС.

Дякую за увагу