



*Зоряна Кузик, Федір Бердар
НУ “Львівська політехніка”*

***3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ
МОНУМЕНТАЛЬНИХ СПОРУД
ЗА ДАНИМИ АЕРОЗНІМАННЯ З БПЛА***

Львів – Брюховичі - 2018



Мета роботи:

дослідження методики аерознімання з БПЛА для документування і 3D моделювання монументів, а також використання можливостей геоінформаційних систем для відеоархівування та візуалізації одержаної інформації.



Актуальність

- *БПЛА застосовуються у різних галузях і сферах людської життєдіяльності для вирішення науково-прикладних задач;*
- *2018 рік проголошено Європейським парламентом роком культурної історичної спадщини;*
- *в Україні існує гостра проблема обліку, документування та збереження об'єктів культурної спадщини і держава недостатньо приділяє увагу цій проблемі;*
- *застосування інноваційних методів і технологій – це новий, сучасний рівень у збереженні історико-культурної спадщини в Україні.*



Об'єкти матеріальної культурної спадщини

- твори історії,
- архітектури,
- живопису,
- ***МОНУМЕНТАЛЬНОГО МИСТЕЦТВА,***
- археологічні елементи та структури,
- урбаністичні ансамблі,
- пам'ятки природи та ландшафту,
- визначні інженерно-наукові споруди,
- вмісти бібліотек, музеїв,
що представляють історичну та культурну цінність
і є надбанням людства.



Об'єкт дослідження:

*пам'ятник митрополиту А. Шептицькому
(скульптор А. Коверко, архітектори
Кузьмак та М. Федик) висотою - 3,8.м.*

I.

Методи і технології дослідження:

- *аерознімання з БПЛА,*
- *фотограмметрія,*
- *ГІС*

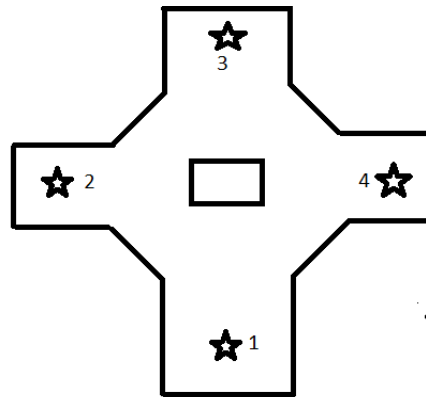


DJI Phantom 3 Advanced

Камера	
Матриця	1/2.3"CMOS, 12,4 Мп (заг. число: 12,76 Мп)
Об'єктив	FOV 94°, фокус 20 мм (еквівалент формату 35 мм), апертура f / 2.8
Діапазон ISO	100-3200 (відео) 100-1600 (фото)
Макс. розмір зображення	4000 × 3000
Режими цифрового знімання	<ul style="list-style-type: none"> • покадрова • серійна: 3/5/7 кадрів • автоматична експокорекція (АЕВ) • Timelapse

Маса	1280г
Діагональ	35 см
V max набору висоти	5 м\с
V max зниження	3 м\с
T-ть позиц-ння	верт: +/- 0,1 м гор: +/-1,5 м
V max	В ручному режимі: 16 м\с
H max над р. моря	500м (120м над т. зльоту)
Супутникові с-ми позиц-ння	GPS \ ГЛОНАСС
t max польоту	≈ 23 хвилини
T-ра	min 0 ⁰ – max 40 ⁰

*Запроектована
ПЛАНОВО-ВИСОТНА ОСНОВА*



***Каталог координат опорних точок,
виміряних електронним тахеометром LeicaGeosystem TCRP1201+R400.***

№ точки	X(м)	Y(м)	Z(м)
1	5.744	4.604	10.964
2	11.205	10.103	10.699
3	16.383	1.935	10.690
4	11.262	-2.226	10.705



Аерознімання

- ✓ навколо пам'ятника на різних висотах;*
- ✓ в ручному дистанційному режимі керування;*
- ✓ час знімання - 15 хв.;*
- ✓ з дотриманням правил безпеки;*
- ✓ покадровий режим знімання;*
- ✓ одержано понад 100 цифрових зображень.*

Фотограмметричне опрацювання зображень та генерування 3D моделі монумента у ПЗ AgiSoft PhotoScan



```
graph TD; A[Завантаження знімків у проект AgiSoft PhotoScan] --> B[Візуальна оцінка зображень і видалення надлишкових кадрів]; B --> C[Вирівнювання зображень]; C --> D[Побудова розрідженої хмари точок]; D --> E[Побудова щільної хмари точок]; E --> F[Текстурування моделі]; F --> G[Побудова 3D полігональної моделі]; G --> H[Збереження та експорт моделі];
```

Завантаження знімків у проект AgiSoft PhotoScan

Візуальна оцінка зображень і видалення надлишкових кадрів

Вирівнювання зображень

Побудова розрідженої хмари точок

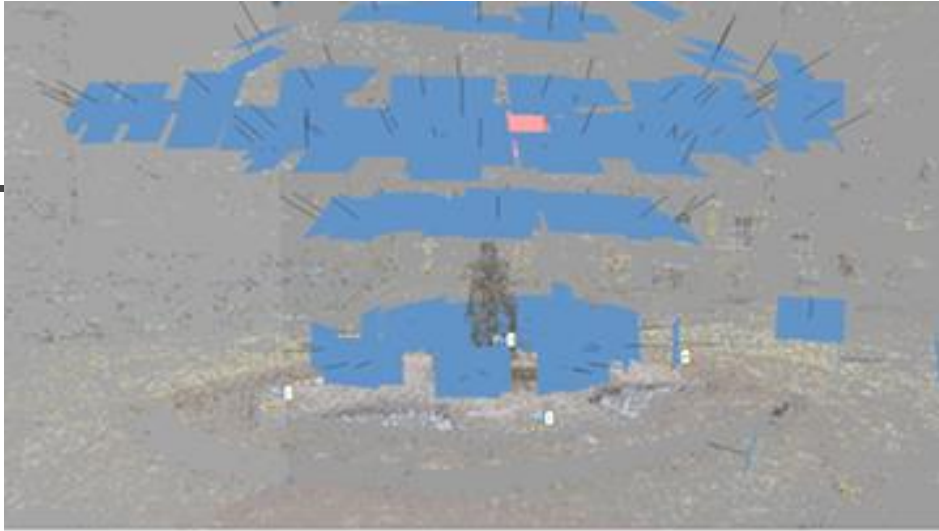
Побудова щільної хмари точок

Текстурування моделі

Побудова 3D полігональної моделі

Збереження та експорт моделі

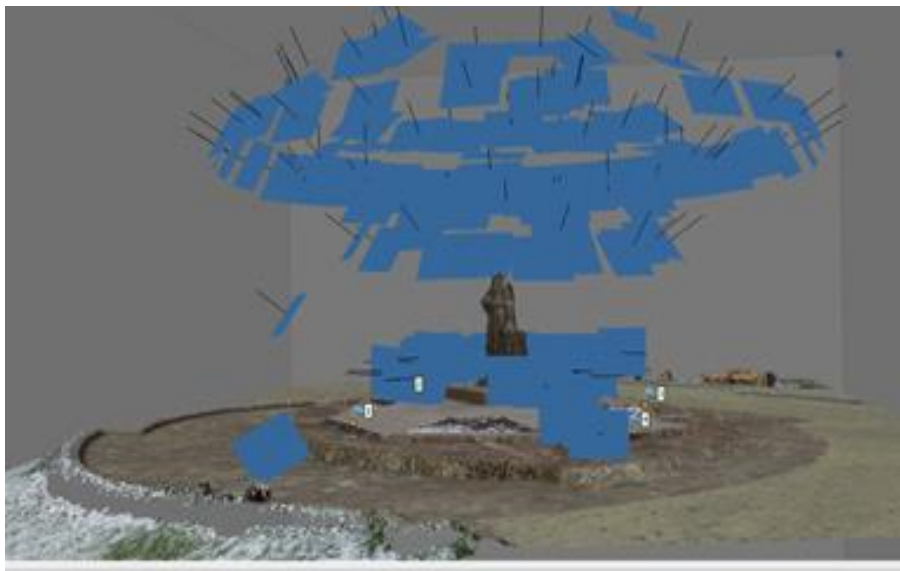
Розріджена хмара точок



Параметри вирівнювання:

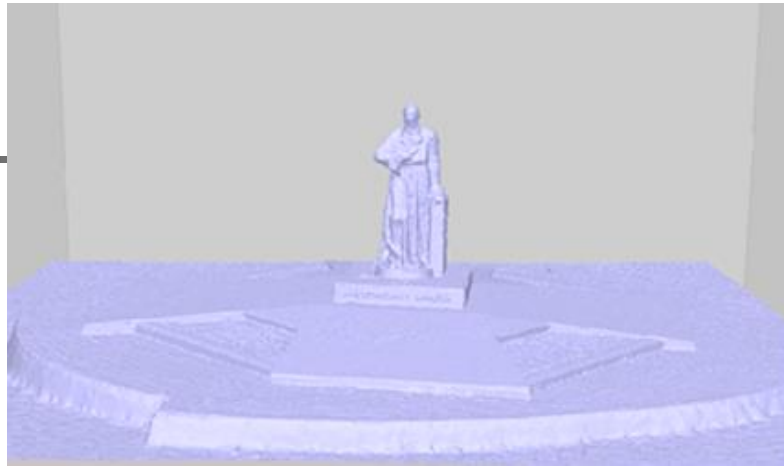
- 40 000 точок
- 4 000 проєкцій

Щільна хмара точок



Якість і глибина: *висока*

***3 D полігональна модель пам'ятника,
створена на основі щільної хмари точок***



3 D модель монумента після накладання текстури



Параметри текстурування:

- кількість текстур (4096); - режим змішування (мозаїка)

3D модель пам'ятника А.Шептицькому (локальна система координат)

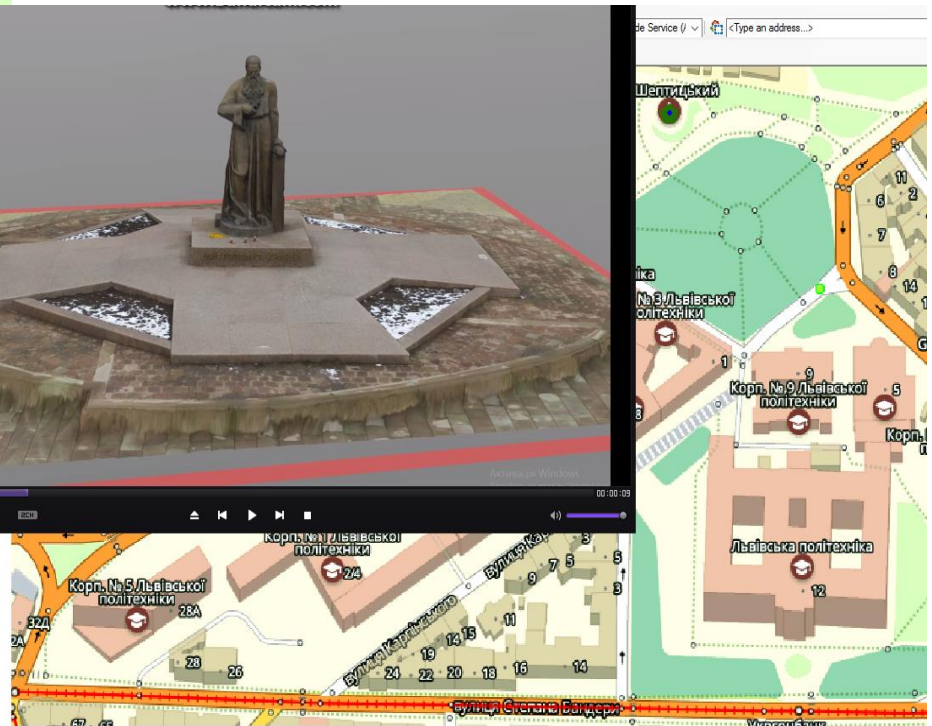
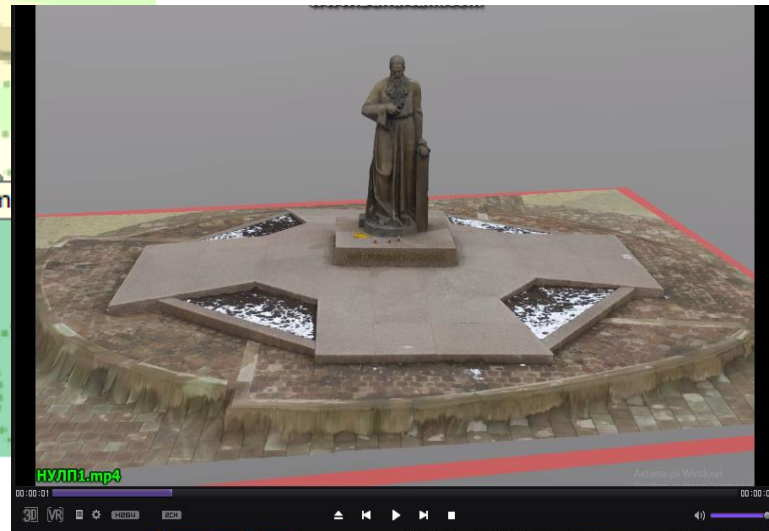
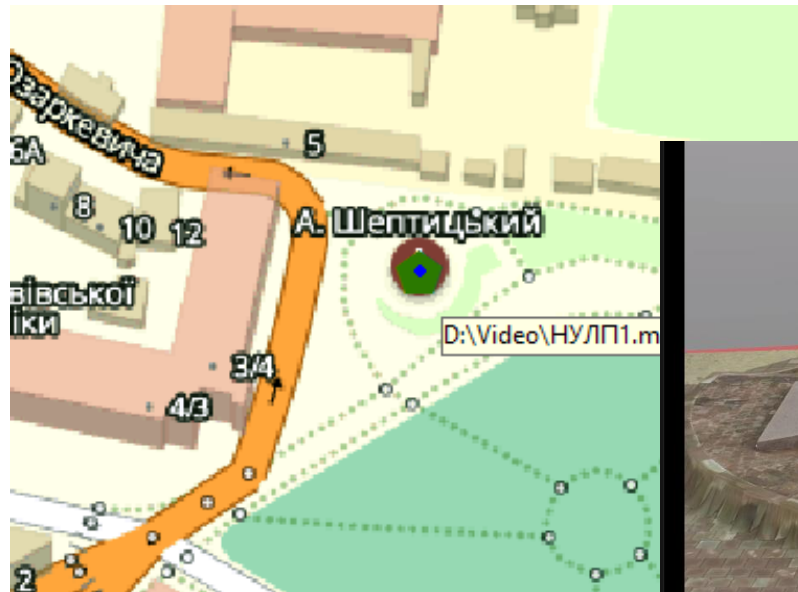


*Точність визначення опорних точок у локальній системі координат:
min = 3 см, max = 6 см.*

*Точність побудови моделі (за внутрішньою сходимістю):
mx = 0,044 м, my = 0.027 м, mz = 0.020 м.*

Збереження моделі у фото-, відеоформатах,
експорт у web-сервіс Sketchfab або у графічно-атрибутивну базу ГІС

Збереження відеофайлу у графічно-атрибутивній базі даних ГІС ArcGIS (шейпфайл "Монументи") та візуалізація на плані міста





Висновки

- *досліджено та описано методику застосування БПЛА DJI Phantom 3 Advanced з метою одержання даних аерознімання для моделювання монументальних споруд;*
- *виконано 3D моделювання пам'ятника митрополиту А. Шептицькому у програмі AgiSoft PhotoScan;*
- *розроблено технологічну схему виконання робіт;*
- *застосовано ГІС ArcGIS і базу геопросторових даних для опису та візуалізації монумента;*
- *запропоновано комплексний підхід для вирішення проблеми збереження, обліку, документування та відеоархівування об'єктів культурної спадщини.*



Дякую за увагу!