УДК 528.74:004.92

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ФОТОГРАММЕТРІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАЦІЇ ДОДАТКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ 3D GAUSSIAN SPLATTING

Латанська Л.О., к.ф.-м.н., доцент[1]; Фадєєв П.В.[2]
[1,2] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
[1,2] Україна, Миколаїв
[1] llatanskaya@gmail.com; [2] pavelf200205@gmail.com

Анотація. *У даній роботі запропоновано спосіб покращення якості фотограмметрії за допомогою розширення вихідного набору даних додатковими зображеннями, що згенеровані на базі вихідного набору за допомогою технології 3D Gaussian Splatting. Запропонований метод продемонстрував покращення якості реконструкції за вихідним набором, що складається з фотографій з недостатньою кількістю ракурсів.*
Ключові слова: *фотограмметрія; комп'ютерна графіка; машинне навчання; комп'ютерний зір.*

Вступна частина. Реконструкція тривимірних сцен за набором зображень є однією з головних задач комп'ютерного зору. Серед новітніх технологій для реконструкції тривимірних сцен привертає увагу 3D Gaussian Splatting [1]. Цей метод передбачає подання сцен у вигляді великої кількості тривимірних гаусівських хмаринок, кожна з яких має певні розміри, положення, прозорість, а також сферичні гармоніки, що визначають, який колір має хмаринка під різними кутами. 3D Gaussian Splatting забезпечує дуже високу візуальну якість при генерації зображень з нових ракурсів (novel view synthesis), а швидкість методу дозволяє йому працювати у реальному часі. Одним з обмежень даного методу є те, що він не відтворює інформацію про поверхню моделі. 3D Gaussian Splatting було успішно застосовано у проекті DreamGaussian з генерації тривимірних моделей за текстовим запитом [2], де для відновлення поверхневих моделей з моделі Gaussian Splatting було запропоновано спеціальний метод, що використовує воксельну решітку. Однак це підходить лише для відтворення поверхонь невеликих об'єктів з низькою роздільною здатністю. Таким чином, на сьогоднішній день не існує універсального способу відтворення поверхонь із моделей 3D Gaussian Splatting.

Зважаючи на високу якість генерації зображень з нових ракурсів при використанні 3D Gaussian Splatting, було зроблено припущення про те, що цей метод можна використати для покращення якості реконструкції поверхонь класичним методом Multi-View Stereo (MVS) шляхом додавання до вихідного набору даних додаткових зображень з нових ракурсів, що генеруються з моделі 3D Gaussian Splatting, натренованої на вихідному наборі.

Метою роботи є підтвердження на практиці припущення про покращення якості реконструкції за методом MVS при використанні розширеного набору даних у порівнянні з реконструкцією за вихідним набором даних.

Основна частина. Для перевірки припущення було використано набір із 128 зображень радіатора охолодження для процесора комп'ютера, створених за допомогою камери мобільного телефону. Незважаючи на непогану візуальну якість фотографій у наборі, деякі деталі радіатора у ньому представлені з недостатньої кількості ракурсів.

Реконструкція поверхневої моделі за вихідним набором виконувалася у наступній послідовності:

1) Реконструкція розрідженої хмари точок, визначення параметрів та позицій камери для кожного з зображень за технологією Structure from Motion.
2) Корекція дисторсії зображень відповідно до визначених параметрів камери.
3) Реконструкція щільної хмари точок.
4) Відтворення поверхневої моделі із щільної хмари точок та оптимізація моделі.
5) Генерація текстур для отриманої моделі.

Для виконання кроків 1 та 2 використовувався пакет для фотограмметрії COLMAP [3]. Кроки 3-5 було виконано за допомогою програмного забезпечення OpenMVS [4]. COLMAP та OpenMVS є програмним забезпеченням з відкритим кодом та разом забезпечують високу якість фотограмметрії, порівняну з комерційними рішеннями.

На рисунку 1 подано зображення поверхневої моделі, що було отримано у результаті обробки вихідного набору із 128 зображень.

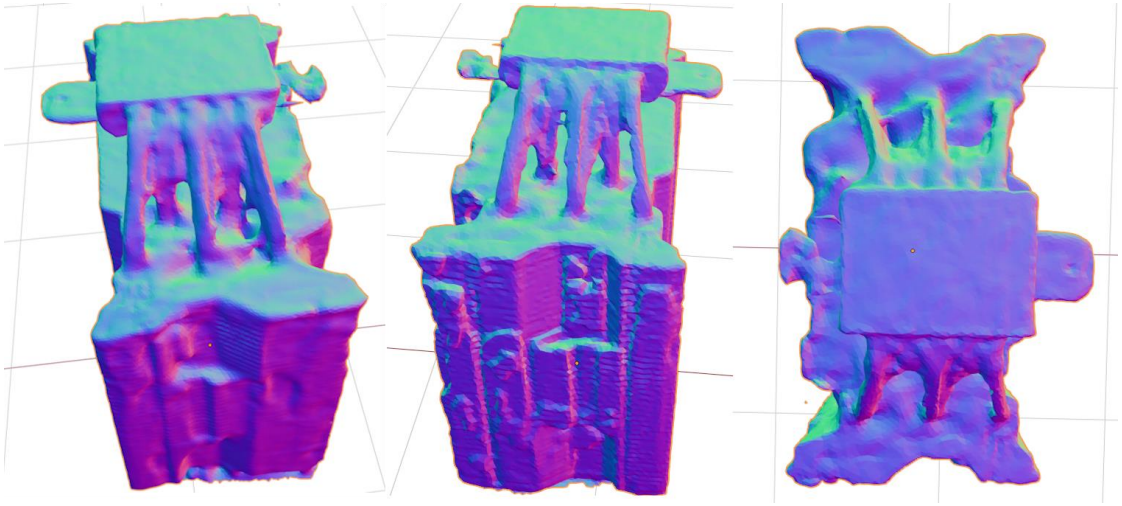

Рисунок 1 – Результат фотограмметрії за вихідним набором із 128 зображень

Реконструкція поверхневої моделі за розширеним набором виконувалася у наступній послідовності:

1) Реконструкція розрідженої хмари точок, визначення параметрів та позицій камери для кожного з зображень вихідного набору за технологією Structure from Motion (COLMAP).
2) Корекція дисторсії зображень вихідного набору відповідно до визначених параметрів камери (COLMAP).
3) Тренування моделі 3D Gaussian Splatting на базі відтвореної розрідженої хмари точок та вихідного набору фотографій.
4) Візуалізація натренованої моделі 3D Gaussian Splatting та створення знімків екрану при різних ракурсах візуалізації. Обрізка знімків екрану.
5) Масштабування вихідних зображень з виправленою дисторсією до розміру згенерованих зображень.
6) Реконструкція розрідженої хмари точок, визначення параметрів камери та позицій камери для кожного з зображень розширеного набору за технологією Structure from Motion (COLMAP).
7) Реконструкція щільної хмари точок (OpenMVS).
8) Відтворення поверхневої моделі із щільної хмари точок та оптимізація отриманої моделі (OpenMVS).

9) Генерація текстур для поверхневої моделі (OpenMVS).

На рисунку 2 подано зображення поверхневої моделі, що було отримано у результаті обробки розширеного набору з 529 зображень, з яких 128 – зображення вихідного набору, а 401 – додаткові зображення, що згенеровані з моделі 3D Gaussian Splatting.

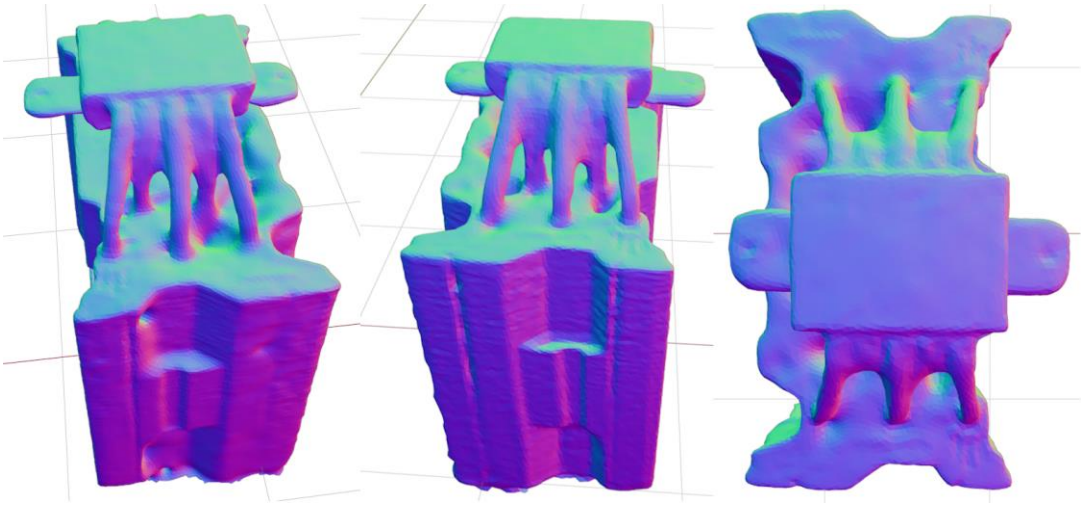

Рисунок 2 – Результат фотограмметрії за розширеним набором з 529 зображень

Висновки. Запропонований спосіб продемонстрував покращення якості фотограмметрії на вихідному наборі наборі зі 128 зображень, який був розширений до 529 генерацією додаткових зображень з моделі 3D Gaussian Splatting. Варто зазначити суттєве покращення реконструкції деталей, які у вихідному наборі були відображені з недостатньої кількості ракурсів. Для визначення застосовності та обмежень способу необхідно провести дослідження з більшою кількістю наборів даних. У подальших дослідженнях також варто скористатися тим фактом, що позиції камери під час візуалізації натренованої моделі 3D Gaussian Splatting відомі з абсолютною точністю, тому немає сенсу їх відновлення на етапі Structure from Motion. Використання точних позицій камери дозволить досягнути ще вищої якості реконструкції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Kerbl, B., Kopanas, G., Leimkuhler, T., & Drettakis, G. (2023). 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering. *ACM Transactions on Graphics, 42(4).* https://doi.org/10.1145/3592433

[2] Tang, J., Ren, J., Zhou, H., Liu, Z., & Zeng, G. (2023). *DreamGaussian: Generative Gaussian Splatting for Efficient 3D Content Creation.* https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.16653

[3] Schönberger, J., & Frahm, J.M. (2016). Structure-from-Motion Revisited. In *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.445

[4] Cdcseacave. (n.d.). *OpenMVS: Multi-View Stereo Reconstruction Library.* Retrieved October 22, 2023, from https://cdcseacave.github.io/

Liudmyla Latanska, Pavlo Fadieiev

Improving the quality of photogrammetry by generating novel views using 3D Gaussian Splatting

Abstract. *In this paper, a method is proposed to improve the quality of photogrammetry by augmenting the original dataset with additional images generated using 3D Gaussian Splatting technology. The proposed method has demonstrated an improvement in the quality of reconstruction over the original set consisting of photos with an insufficient number of view angles.*

Keywords: *photogrammetry, computer graphics, machine learning, computer vision.*