

УДК 681.5:57.08

Лукін А.А. студент 2-го курсу спеціальності 132 Матеріалознавство

Науковий керівник: Лінник О.В., к.т.н., доцент кафедри механічної та біомедичної інженерії

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

МОЖЛИВОСТІ 3D РЕКОНСТРУКЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ В BLENDER

Сучасні дослідження у галузі біомедичного матеріалознавства потребують інструментів, що дозволяють проводити високоякісну 3D реконструкцію складних біологічних структур. Така реконструкція допомагає отримати глибоке розуміння організації клітин, тканин та органів, а також є незамінною при створенні моделей для тестування нових матеріалів і лікувальних методів. *Blender* є одним з популярних інструментів для 3D моделювання з відкритим кодом, що пропонує потужні інструменти для обробки та візуалізації біологічних структур [1].

Таблиця 1

Аналіз програмного забезпечення для 3D реконструкції

Програмне забезпечення	Blender	Mimics	Amira	3D Slicer	ITK-SNAP	MeshLab
Вартість	Безкоштовний, з відкритим кодом	Платний, високий ціновий рівень	Платний	Безкоштовний, з відкритим кодом	Безкоштовний, з відкритим кодом	Безкоштовний, з відкритим кодом
Призначення	Загальне 3D моделювання з можливістю біомедичного застосування	Медична 3D реконструкція, аналіз зображень	Високоякісна візуалізація біологічних структур	Медична візуалізація, сегментація	Автоматична сегментація на основі MRI/CT зображень	Обробка 3D сіток та хмар точок
Типи даних	Широкий набір форматів (через плагіни)	Підтримка DICOM, STL, 3MF	DICOM, TIFF, OBJ	DICOM, NIFTI	DICOM, NIFTI	OBJ, STL, PLY
Можливості сегментації	Ручна сегментація, модифікатори для поділу	Автоматична сегментація з інструментами для аналізу	Підтримка ручної та автоматичної сегментації	Професійна сегментація, можливості машинного навчання	Високоточна автоматична сегментація	Лише базові інструменти для обробки поверхонь
Рендеринг	Cycles, Eevee, підтримка фотореалістичної візуалізації	Основний рендеринг, не фотореалістичний	Фотореалістичний рендеринг для наукових зображень	Простий візуалізатор для медичних даних	Не має фотореалістичного рендерингу	Підтримка текстур, але без рендеринга
Підтримка великих даних	Потребує потужних ресурсів для великих обсягів	Оптимізований для великих наборів медичних зображень	Оптимізований для обробки великих даних	Підтримує великі набори медичних зображень	Працює з великими медичними даними	Лімітований при роботі з великими даними
Плагіни та розширення	Великий вибір аддонів, для роботи з медичними даними	Закрита система, обмежені плагіни	Підтримка наукових плагінів	Підтримує численні модулі для розширення функціоналу	Обмежена підтримка плагінів	Підтримує обробку даних через скрипти та плагіни
Ком'юніті та підтримка	Велика спільнота, численні ресурси та форуми	Спеціалізована підтримка, обмежена спільнота	Професійна підтримка, спільнота менша	Активна спільнота серед медичних дослідників	Спільнота для вузького кола фахівців	Обмежена спільнота, більше в галузі комп'ютерної графіки

Проведений порівняльний аналіз програмного забезпечення для 3D реконструкції біологічних структур (табл.1) демонструє як переваги, так і обмеження *Blender*.

Основною перевагою *Blender* є доступність та широкий функціонал, що дозволяє працювати з великим обсягом даних. *Blender* підтримує різні формати файлів і пропонує зручні засоби для створення 3D моделей. Однак, для аналізу великих масивів даних *Blender* може вимагати значних обчислювальних ресурсів. Крім того, якість реконструкції залежить від якості вихідних зображень, а обробка може потребувати додаткових знань у галузі 3D моделювання.

Процес 3D реконструкції біологічних структур починається з отримання серій мікроскопічних зображень, які можуть бути здобуті за допомогою конфокальної, електронної або флуоресцентної мікроскопії. Ці зображення експортуються у форматах, сумісних із *Blender*, таких як *.tiff* або *.png*. Далі проводиться обробка зображень для покращення контрасту та виділення меж клітин або інших структур.[2]

Blender надає можливості імпорту даних з різних форматів. Використовуючи додатки, такі як *Image Stack Importer* або *BlenderGIS*, можна створити 3D представлення на основі серій зображень. Важливо правильно налаштувати масштаб моделі, щоб відтворити реальні розміри біологічних структур.

Після імпортування даних у *Blender* здійснюється сегментація та створення тривимірної поверхні, що відображає об'ємні характеристики зразка. Використовуючи інструменти *Sculpting*, *Remesh* та *Voxel*, створюються детальні моделі біологічних об'єктів. Крім того, інструмент *Modifiers* дозволяє спрощувати геометрію моделі, зберігаючи при цьому її основні характеристики.

Інструменти для візуалізації, зокрема *Eevee* та *Cycles*, дозволяють отримати фотореалістичне зображення з високою деталізацією. Налаштування освітлення, тіней та текстур надає чітке представлення структури біологічного матеріалу. Це особливо важливо для аналізу клітинних структур і взаємодії тканин.

На основі описаної методології [3] було створено 3D модель клітинних структур (цитоскелету з ядром) (рис.1)

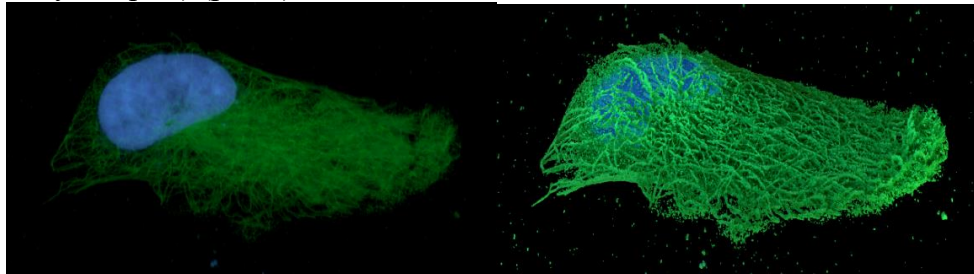


Рисунок 1 – 3D модель цитоскелету з ядром на різних стадіях деталізації

Висновок. *Blender* є перспективним інструментом для 3D реконструкції біологічних матеріалів, особливо для досліджень, що потребують візуалізації клітинних і тканинних структур. Його функціональність і доступність відкривають нові можливості для біомедичних досліджень, роблячи *Blender* корисним інструментом для науковців, які прагнуть вивчати біологічні матеріали у тривимірному форматі.

Список використаних джерел:

1. Zhou L, Fan M, Hansen C, Johnson CR, Weiskopf D. A Review of Three-Dimensional Medical Image Visualization. *Health Data Sci.* 2022. doi: 10.34133/2022/9840519. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/35/13/2323/5210870>
2. Jacob D Durrant, *BlendMol: advanced macromolecular visualization in Blender*, *Bioinformatics*, Volume 35, Issue 13, July 2019, P. 2323–2325. doi: 10.1093/bioinformatics/bty968
3. Репозитарій *Blender_for_Biologists_2023* [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://github.com/oanegros/Blender_for_Biologists_2023