УДК 004.4`2

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ РОБОТИ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ НА IOS

Д.О. Первєєва[1], *М.С. Широкопетлєва*[2]

[1] *магістрант кафедри Інженерії програмного забезпечення, ХНУРЕ, Харків, Україна*
[2] *старший викладач кафедри програмної інженерії, ХНУРЕ, Харків, Україна*
daria.koshkina@nure.ua

Опанування AR стає критичною навичкою для інженерів, адже інтерактивний контент стає нормою. Розробники стикаються з вибором серед численних фреймворків для AR, кожен із яких пропонує унікальні можливості. Вибір оптимального інструменту залежить від таких ключових критеріїв, як продуктивність, плавність рендерингу та ефективне використання ресурсів, зокрема CPU і GPU.

Мета цього дослідження – аналіз та порівняння інструментів ARKit, SceneKit і RealityKit з точки зору продуктивності рендерингу сцен, оптимізації ресурсів та вибору найбільш підходящого інструменту для різних типів проектів. Дослідження дозволить зрозуміти, які фреймворки забезпечують кращу стабільність і плавність рендерингу при використанні складних 3D-об'єктів та анімацій, а також їх вплив на використання CPU та GPU мобільного пристрою.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- Провести аналіз відомих інструментів для роботи з доповненою реальністю на iOS: ARKit, SceneKit і RealityKit;
- Визначити критерії порівняння фреймворків та створити сценарій тестування;
- Написати додаток з реалізацією функціоналу на основі сценарію;
- Провести експерименти для збору даних, а саме FSP, CPU, GPU під час виконання типових операцій з 3D-об'єктами в кожному з фреймворків;
- Надати рекомендації щодо використання того чи іншого інструменту.

Предметом дослідження є інструменти для розробки AR-додатків на iOS: ARKit, SceneKit і RealityKit. Об'єктом дослідження виступає продуктивність зазначених бібліотек і їх здатність ефективно використовувати ресурси мобільних пристроїв, такі як CPU і GPU. Особливу увагу буде приділено стабільності рендерингу, рівню використання ресурсів під час одночасного виконання анімацій та взаємодії з 3D-об'єктами.

ARKit – фреймворк від Apple для створення доповненої реальності (AR) на iOS, що забезпечує виявлення поверхонь, визначення позиції пристрою та глибини для інтеграції віртуальних об'єктів у реальний простір.

SceneKit – гнучкий інструмент для рендерингу 3D-графіки, що підтримує створення складних тривимірних сцен, включаючи матеріали, світло, камери, анімації та фізичні симуляції. SceneKit не є основним для AR, але використовується для візуалізації 3D-контенту разом із ARKit.

RealityKit – новітній фреймворк для AR від Apple, випущений у 2019 році, пропонує реалістичний рендеринг і фізично коректну взаємодію об'єктів із навколишнім середовищем. Підтримка LiDAR дозволяє RealityKit створювати точні сцени для сучасних пристроїв.

Розробка сценаріїв для тестування продуктивності AR-додатка на iOS є важливим етапом, що дозволяє оцінити ефективність використання ресурсів та стабільність додатка під навантаженням. Метою є моделювання типових умов використання додатка для виявлення "вузьких місць" у продуктивності, які можуть вплинути на

користувацький досвід. Важливо врахувати не лише стандартні операції, а й специфіку фреймворків ARKit, SceneKit і RealityKit.

Дослідження продуктивності ARKit, SceneKit і RealityKit проводитеметься через спостереження за виконанням операцій з 3D-об'єктами у сцені, вимірюючи FPS, CPU та GPU. Основні критерії включають FPS (для плавного користувацького досвіду) [1], CPU (обробка графіки, анімацій, фізики об'єктів) [2] і GPU (ключовий для реалістичного рендерингу) [3]. Для тестування буде використовуватись Xcode Instruments – потужний інструмент для діагностики продуктивності, що дозволяє вимірювати FPS, CPU і GPU навантаження в реальному часі. Специфічні інструменти включатимуть Core Animation FPS (моніторинг стабільності FPS), Time Profiler (відстеження навантаження на CPU) та GPU Profiler (оцінка ефективності використання GPU, особливо для порівняння 3D-графіки SceneKit і фотореалізму RealityKit).

Сценарій тестування включає додавання 100 кубиків різного розміру та кольору для перевірки здатності системи рендерити багатошарову сцену. Наступний етап – одночасна анімація обертання об'єктів для перевірки обробки руху та стабільності FPS під навантаженням. Останній крок – поетапне видалення об'єктів для оцінки вивільнення ресурсів і відновлення продуктивності.

Цей сценарій забезпечує чіткі дані для порівняння продуктивності, стабільності та ефективності фреймворків, моделюючи реальні умови використання в додатках. Для цього створено додаток ARPerfTester, який реалізує тестовий сценарій для вимірювання продуктивності рендерингу, використання CPU та GPU, а також загальної ефективності фреймворків. Дослідження продуктивності ARKit, SceneKit і RealityKit надає розробникам рекомендації щодо вибору оптимального інструменту для AR-додатків на iOS. ARKit забезпечує стабільну частоту кадрів і ефективне використання ресурсів, що робить його ідеальним для мобільних ігор, онлайн-шопінгу та освітніх додатків. SceneKit підходить для рендерингу 3D-графіки та анімацій, особливо для 3D-ігор, де важлива візуальна складова без складної фізики чи інтеграції з реальним світом. RealityKit із фотореалістичною візуалізацією та фізичними взаємодіями потребує більше ресурсів, але найкраще підходить для програм, де важлива висока якість графіки, як у віртуальних шоурумах і програмах для туризму.

Аналіз цих фреймворків підкреслює важливість ефективного управління ресурсами GPU та CPU для продуктивності AR-додатків. Оптимізація дозволяє адаптувати додатки під специфіку пристрою, забезпечуючи плавний AR-досвід. Дослідження показало різні підходи до використання ресурсів: ARKit підтримує стабільний FPS та ефективність, оптимальний для інтеграції з реальним світом; SceneKit з низьким споживанням CPU підходить для 3D-графіки; RealityKit з фотореалістичною візуалізацією потребує значних ресурсів і часто має коливання FPS, що вимагає оптимізації. Подальші дослідження варто зосередити на покращенні рендерингу в RealityKit, комбінуванні ARKit і SceneKit та використанні LiDAR для підвищення точності інтеграції об'єктів у реальному середовищі.

Список літератури:

1. Boutsi, A.-M., Ioannidis, Ch., Verykokou, S. Multi-Resolution 3D Rendering for High-Performance Web AR / A.-M. Boutsi, Ch. Ioannidis, S. Verykokou // Sensors. – 2 023. – Vol. 23. – No. 15. – P. 6885. – DOI: https://doi.org/10.3390/s23156885

2. Hort, M., Kechagia, M., Sarro, F., Harman, M. A Survey of Performance Optimization for Mobile Applications / M. Hort, M. Kechagia, F. Sarro, M. Harman // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2022. – Vol. 48. – No. 8. – P. 2879–2904. – DOI: 10.1109/TSE.2021.3071193.

3. Nusrat, F., Hassan, F., Zhong, H., Wang, X. How Developers Optimize Virtual Reality Applications: A Study of Optimization Commits in Open Source Unity Projects / F. Nusrat, F. Hassan, H. Zhong, X. Wang // IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering (ICSE). – Madrid, ES, 2021. – P. 473–485. – DOI: 10.1109/ICSE43902.2021.00052.