

М. І. Матвеев, Г. А. Кучук

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ МОБІЛЬНОЇ ГРИ В СЕРЕДОВИЩІ UNITY

Анотація. Актуальність. В наш час мобільні ігри – найшвидше зростаючий сегмент ігрового ринку. Ігри впевнено займають перше місце за виручкою та завантаженням у *Google Play* та *App Store*. Однак вже сьогодні розробники все частіше створюють ігри не тільки під мобільні платформи, а й під персональні комп'ютери одночасно, адже спостерігається збільшення інтересу користувачів до мобільних ігор, які здатні працювати не на одній, а на декількох платформах. Такі ігри дозволяють розгорнути той самий код на кількох платформах, отже у таку гру люди можуть грати на будь-якому пристрої (смартфон або комп'ютер). **Метою даної роботи** є оптимізація роботи власної розробленої мобільної гри в середовищі *Unity* та розширення її доступності для персональних комп'ютерів на системі *Windows*. **Об'єктом дослідження** є 2D мобільна гра *AirMan* в середовищі *Unity*. **Предметом дослідження** є методи діагностики та оптимізації гри. **Результати.** У результаті оптимізації гри навантаження на оперативну пам'ять при старті ігрового процесу зменшено з 445 до 336 мегабайт, а середній показник використання пам'яті становив 310,2 проти 363,5 мегабайт при початковому тестуванні гри. Гру *AirMan* зроблено кросплатформною. **Висновок.** Покращено роботу гри *AirMan* в середовищі *Unity* та розширено її доступність для персональних комп'ютерів на системі *Windows* і як наслідок – збільшено аудиторію гравців.

Ключові слова: мобільна гра, оптимізація, кросплатформність, unity, android, windows.

Вступ

Індустрія комп'ютерних ігор (розробка, видання та просування ігор) – одна з галузей комп'ютерних технологій і одночасно глобального сектору розваг, яка на сьогодні найшвидше розвивається.

Світовий ринок комп'ютерних ігор став більш глибоким та масштабним. За останні п'ять років, за оцінками *Newzoo* [1], він зростав у середньому на 11% у рік і у 2021 році досяг позначки 192,7 млрд дол., обігнав низку інших конкурентних контентних ринків, зокрема, кіно- та музичної індустрії. Ключовими драйверами зростання стали широка доступність інтернету та комп'ютеризованих пристроїв, насамперед смартфонів, а також розширення дистрибутивних каналів.

У 2020 році, за попередніми оцінками аналітиків, обсяг світового ринку комп'ютерних ігор міг зрости на 18%, до 160 млрд дол. Але пандемія COVID-19 внесла свої корективи, виступив своєрідним драйвером і ринок ігор зріс до 179,18 млрд дол. Сума доходів, що отримано з 2020 по 2022 рік, майже на 43 мільярди доларів вища, ніж прогнозувалось аналітиками до пандемії.

За прогнозами *Newzoo* [2], ринок ігор і далі зростатиме до 2025 року, збільшуючись у середньому на 3,4%, майже до 211,2 млрд. доларів.

Найбільшим сегментом глобального ринку комп'ютерних ігор у 2022 році, як і в попередні роки, залишились мобільні ігри (50%, або 92,2 млрд дол. проти 45%, або 68,5 млрд дол. у 2019 році).

За прогнозами аналітиків [2], цей напрямок якщо не зростатиме, то своїх позицій у найближчі роки не здаватиме, адже кількість мобільних пристроїв значно більша, ніж ПК та консолі.

На другому місці за вагою знаходився сегмент ігор для консолей (28%, або 51,8 млрд дол.). Десктопні рішення сумарно займали 22% ринку (40,5 млрд дол.), з яких 1% – це браузерні онлайн-ігри, а решта 21% – скачані або коробкові версії.

Однак у 2022 році ринок ігор приніс 184,4 мільярда доларів, що на 4,3% менше, ніж у минулому 2021 році, тому що 2022 рік став роком корекції для ігрового ринку після двох виняткових років зростання світового ігрового ринку, що було викликано карантинном.

В наш час мобільні ігри – ігрові програми для смартфонів і планшетів – сегмент ігрового ринку, що найшвидше зростає.

Це пояснюється доступністю мобільних пристроїв, мобільного трафіку і навіть легкістю освоєння мобільних ігор.

Сучасні мобільні пристрої можуть працювати під управлінням різних операційних систем, але в більшості це *Android* або *iOS* [3]. Кожна з операційних систем має свій майданчик з додатками.

У *Android* це *PlayMarket*, а в *iOS* – *Appstore*, де щодня користувачі завантажують мільйони різних додатків, зокрема й ігор.

На сьогодні у всьому світі налічується близько 14 мільйонів розробників мобільних програм, і майже половина з них займається розробкою програм для *Android* [4].

Але щоб додаток набув більшої популярності, має сенс зробити його кросплатформним [5], тобто здатним запускатися на іншій платформі.

Вже сьогодні можна спостерігати як розробники створюють ігри одночасно під мобільні платформи та персональні комп'ютери або під персональні комп'ютери та консолі, адже останнім притаманна простота ігрового процесу.

Ситуацію, що склалася, називають «танцем платформ» (*platform dance*).

Можливо кросплатформність у найближчій перспективі стане новим трендом [6].

Але такі розробки додатків для більш ніж однієї операційної системи звісно можуть стати більш складними, тому що розробник стикається з купою проблем, пов'язаних з технічними характеристиками пристроїв.

І як наслідок – вартість такої розробки стає вищою [3].

Однак, при створенні кросплатформної гри потрібно враховувати те, що люди зможуть грати в неї на будь-якому пристрої.

У наші дні багато людей можуть дозволити собі відразу кілька пристроїв, тому вони нерідко грають на кількох платформах або перемикаються між ними. Гравці, які використовують дві або більше платформи, залучені до ігрового процесу набагато більше, ніж інші [7-15].

Отже, спираючись на вищевикладене, дослідження та оптимізація мобільних ігор з урахуванням різних платформ на сьогодні є актуальним та доцільним.

Метою цієї роботи є дослідження та оптимізація роботи власно розробленої 2D мобільної гри у жанрі «Платформер» *AirMan* в середовищі програмування *Unity* [16, 17] з урахуванням різних платформ задля розширення її доступності.

Основна частина

Для досягнення зазначеної мети роботи необхідно виконати наступні задачі:

- обрати програмний інструментарій для дослідження та проведення оптимізації мобільної гри;
- зменшити використання оперативної пам'яті девайсу 2D мобільною грою у жанрі «Платформер» *AirMan* в середовищі програмування *Unity*;
- розширити доступність гри для персональних комп'ютерів на системі *Windows*.

На першому етапі роботи обґрунтовано обрано програмний інструментарій для дослідження та оптимізації мобільної гри.

Для дослідження, а саме тестування, обрано десктопний додаток *Apptim*. За допомогою даного додатку можна виявляти критичні помилки, проблеми продуктивності, встановити використання оперативної пам'яті та потужності процесора, які залучені під час дослідження, та фіксувати збої.

Додаток дозволяє побачити відеозапис, зроблений під час тестування.

До того ж він має можливість надавати інформацію у вигляді залежностей навантаження *CPU*, *Memory*, *Network*, *Storage* від часу, завдяки яким можна побачити зміни у використанні потужності зазначених ресурсів на досліджуваному девайсі і дізнатися на який саме момент припадає максимальне навантаження на систему девайсу.

Найбільш ключовими є залежності навантаження *CPU* та *Memory*.

Оптимізацію гри виконано у кілька кроків за допомогою інструментарію, який вбудований в *Unity*.

Загальну оптимізацію, без глибокого втручання в функціонал гри реалізовано за допомогою вікна *Player Settings*, що містить загальні налаштування проєкту, які скореговані під власну 2D гру.

Оптимізацію асетів проведено за допомогою *Profiler* – інструменту, який збирає дані про продуктивність гри в таких областях, як центральний процесор, пам'ять, рендерінг та аудіо, та виводить їх у графічному та текстовому вигляді.

Оптимізацію коду задля покращення роботи 2D мобільної гри у жанрі «Платформер» *AirMan* виконано за допомогою інструменту – *Visual Studio Code*.

На другому етапі роботи задля встановлення вихідної продуктивності мобільної гри *AirMan* за допомогою додатку *Apptim* проведено її тестування. Встановлено, що під час завантаження ігрового рівня, а це двадцять друга секунда, спостерігається зростання навантаження на оперативну пам'ять.

При старті ігрового процесу навантаження досягає більше ніж 445 мегабайт, а піком є 448 мегабайт.

В середньому під час тестування використання оперативної пам'яті становило 363,5 мегабайта.

Першим кроком оптимізації стало відключення тих налаштувань, які непотрібні для 2D гри.

Для оптимізації замість *API OpenGL4*:

використано *OpenGL2*,

відключено налаштування згладжування тіні,

виключено *Reflection Probes*,

виключено *Soft Particles*

перемкнено тип рендерінгу з *Linear* на *Gamma* [18].

В результаті тестування після першого кроку оптимізації одержано результат у вигляді зменшення використання максимального піка оперативної пам'яті на 3 мегабайти (445 мегабайта проти 448 мегабайта), а середнє значення впало майже на 4 мегабайти (359,7 МВ проти 363,5 МВ).

Другим кроком оптимізації стало зменшення використання асетами гри оперативної пам'яті. За допомогою *Unity Profiler* з'ясовано, що текстури займають найбільше всього пам'яті – 327 мегабайтів, а найбільше місця в пам'яті займають картинки для фону.

Зменшенням якості картинок досягнуто зменшення використання оперативної пам'яті. Так, наприклад, в результаті оптимізації картинка *bgr-level1*, яка займала 24,9 мегабайтів пам'яті, після оптимізації стала важити 12,5 мегабайтів.

Слід зазначити, що наявна якість картинок від самого початку була надто високою, зокрема, розмір *bgr-level1* становив 2048 пікселів. Тому її розмір зменшено до 64 пікселів. Такі дії не вплинули на вигляд картинок.

Щоб побачити наскільки вплинуло зменшення розмірів картинки на обсяг використання оперативної пам'яті, проведено тестування ігрового рівня в *Profiler* і з'ясовано, що зменшенням якості однієї картини *bgr-level1* досягнуто зменшення використання оперативної пам'яті з 24,9 мегабайтів до 25,5 кілобайтів.

Отже, усі картини ігрового рівня, які можна зменшити – зменшено. При цьому без змін залишені ті спрайти, на вигляд яких зменшення розміру впливає суттєво, наприклад, *bgr-town* залишено без змін. В

результаті оптимізації асетів за допомогою *Profiler* маємо зменшення використання текстурами оперативної пам'яті з 250 мегабайт до 71,3 мегабайт.

За даними тестування в *Apptim* після оптимізації за допомогою *Profiler* маємо результат: при старті

ігрового процесу пік навантаження на оперативну пам'ять досягає 353 мегабайтів, це менше майже на 100 мегабайт ніж було після першого кроку оптимізації *Player Settings* (445 мегабайт) та на 28,9 мегабайт менше (330,3 проти 359,2 мегабайт) в середньому під час тестування використання оперативної пам'яті.

Третім кроком оптимізації була оптимізація коду проекту, а саме одного з найголовніших та найбільших за кількістю коду скриптів – *Player*, який містить у собі функціональність пов'язану з персонажем на ігровому рівні, яким керує користувач. В

скриптах *OnMouseClicked()*, *GetComponent()*, з яким пов'язані переміщення головного героя, здійснено перенесення коду *Find()*, до функції *Start()*, щоб дія виконувалась лише один раз – на самому початку роботи скрипта.

За даними тестування в *Apptim* маємо результат у вигляді використання 336 мегабайтів оперативної пам'яті у піку, це менше на 17 мегабайт ніж було після попередньої оптимізації (353 мегабайт) та на 20,1 мегабайт менше (310,2 проти 330,3 мегабайт) середній показник використання пам'яті. Покрокові зміни процесу оптимізації надано на рис. 1.

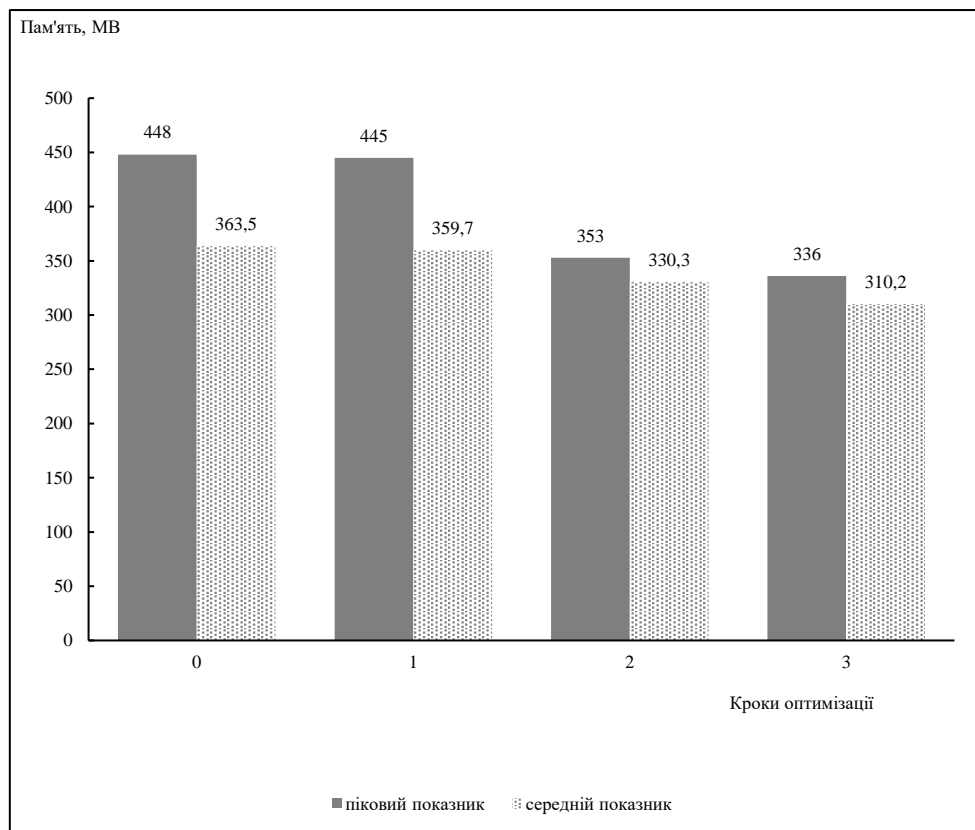


Рис. 1. Зміни використання оперативної пам'яті девайсу грою *AirMan* в процесі оптимізації

Спочатку доступність мобільної гри *AirMan* була обмежена тільки *Android* платформою, тобто на всіх інших платформах гра була недоступною. Але з метою охоплення більшої аудиторії користувачів ігри вирішено було зробити її кросплатформною та розширити доступність для персональних комп'ютерів на системі *Windows*. Через те, що розмір вікна гри від самого початку був розрахований тільки під мобільні екрани, то багато елементів гри стали маленькими за розмірами, через що з'явився порожній простір, який юзер не повинен бачити.

В процесі роботи над доступністю гри під *Windows*, були домальовані деякі елементи гри, підігнані інтерфейс та бекграунд під розміри екрана комп'ютера.

В результаті гра *AirMan* стала доступною і на платформі *Windows*.

Висновки

В результаті проведених досліджень навантаження на оперативну пам'ять девайсу при старті ігрового процесу зменшено з 445 до 336 мегабайт, а середній показник використання пам'яті становив 310,2 проти 363,5 мегабайт при початковому тестуванні гри.

Розширено доступність гри для персональних комп'ютерів на системі *Windows*, що надалі стане поштовхом для збільшення аудиторії гравців, адже у таку гру люди зможуть грати на будь-якому пристрої – смартфоні або комп'ютері.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронна стаття Tom Wijman «The Games Market Will Decline -4.3% to \$184.4 Billion in 2022; Long-Term Outlook Remains Positive» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://newzoo.com/insights/articles/the-games-market-will-decline-4-3-to-184-4-billion-in-2022> (дата звернення 25.11.2022).

2. Електронна стаття Emma McDonald «Newzoo's Games Market Estimates and Forecasts» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://newzoo.com/insights/articles/the-latest-games-market-size-estimates-and-forecasts> (дата звернення 25.11.2022).
3. Hui, Ng & Chieng, Liu & Ting, Wen & Mohamed, Hasimah & Mohd Arshad, Muhammad. (2013), «Cross-platform mobile applications for android and iOS», *6th Joint IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)*, Pp. 1-4. doi: <https://doi.org/10.1109/WMNC.2013.6548969>.
4. П. Дейтел, Х. Дейтел, Э. Дейтел, М. Моргано (2013), «Android для программистов: создаём приложения», 560 с.
5. Yan, Q., Hu, GY., Ni, GQ., Jiang, JS., Long, JX. (2016), «Research on the Development Technology of Cross Platform Hybrid Mobile Application Based on HTML5», *Proceedings of the 2016 International conference on communications, information management and network security*, 47, Pp.168-171, WOS:000390854400042, ISBN 978-94-6252-247-3, ISSN 2352-538X
6. Седых И.А. (2020), «Индустрия компьютерных игр», 74 с.
7. Cheon, Y., Chavez, C. (2021), «Converting Android Native Apps to Flutter Cross-Platform Apps», *IEEE: 2021 International conference on computational science and computational intelligence (CSCI 2021)*, Pp. 1898-1904. doi: <https://doi.org/10.1109/CSCI54926.2021.00355>, WOS:000832229300341, ISBN: 978-1-6654-5841-2.
8. Bennis, L., Amali, S., El Faddouli, NE. (2020), «Generating Adaptive Learning Games to Multiple Mobile Platforms», *Advanced intelligent systems for sustainable development (AI2SD'2019)*, V. 1 – Advanced intelligent systems for education and intelligent learning system. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1102, Pp.129-135. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-36653-7_13, WOS:000656953100013, ISSN: 2194-5357, eISSN: 2194-5365. ISBN: 978-3-030-36653-7; 978-3-030-36652-0.
9. Vaquero-Melchor, D., Bernardos, AM., Bergesio, L. (2020), «SARA: A Microservice-Based Architecture for Cross-Platform Collaborative Augmented Reality», *Applied sciences-basel*. 10, 6, 2074, doi: <https://doi.org/10.3390/app10062074> WOS:000529252800175.
10. Smilovitch, M., Lachman, R. (2019), «BirdQuestVR: A Cross-Platform Asymmetric Communication Game», *CHI PLAY'19: Extended abstracts of the annual symposium on computer-human interaction in play*, Pp. 307-313, doi: <https://doi.org/10.1145/3341215.3358246/>, ISBN: 978-1-4503-6871-1.
11. Sarinho, VT., de Azevedo, GS., Boaventura, FMB. (2018), «Providing an IM Cross-Platform Game Engine for Text-Messaging Games», *17th brazilian symposium on computer games and digital entertainment (SBGAMES 2018): Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment SBGAMES*, Pp.212-220, doi: <https://doi.org/10.1109/SBGAMES.2018.00033> WOS:000467962600024, ISSN: 2159-6654, eISSN: 2159-6662 ISBN: 978-1-5386-7769-8.
12. Schlueter, J., Baiotto, H., Hoover, M., Kalivarapu, V., Evans, G., Winer, E. (2017), «Best practices for cross-platform virtual reality development», *Degraded environments: sensing, processing, and display 2017*, V. 10197, UNSP 1019709. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2262718>, WOS:000406803100007.
13. Коваленко А. А., Кучук Г. А. Методи синтезу інформаційної та технічної структур системи управління об'єктом критичного застосування. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 1. С. 22–27. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.04>.
14. Свиридов А. С., Коваленко А. А., Кучук Г. А. Метод перерозподілу пропускної здатності критичної ділянки мережі на основі удосконалення ON/OFF-моделі трафіку. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 2. С. 139–144. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.24>.
15. Левашенко В. Г., Ляшенко О. С., Кучук Г. А. Побудова системи підтримки прийняття рішень на основі нечітких даних. *Сучасні інформаційні системи*. 2020. Том 4, № 4. С. 48-56. DOI: <https://10.20998/2522-9052.2020.4.07>
16. Кучук Г.А., Матвеев М.І (2022), «Мобільна гра в середовищі Unity проблеми інформатизації», *Тези доповідей десятої міжнародної науково-технічної конференції: «Проблеми інформатизації», 24 – 25 листопада 2022 року*, Т. 2, С.116, available at: <https://er.chdntu.edu.ua/handle/ChSTU/4231>.
17. Кучук Г.А., Матвеев М.І (2022), «Розробка двовимірного ігрового застосування», *Матеріали IV Міжнарод. наук.-техн. конфер.: «Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірні технології: освіта, наука, практика», 01- 02 грудня 2022 р.*, С. 19-20, available at: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/60095>.
18. Електронна стаття «Гайд по оптимізації мобільних ігор в Unity» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dtf.ru/s/unity/293563-gayd-po-optimizacii-mobilnyh-igr-v-unity> (дата звернення 19.03.2023).

Received (Надійшла) 11.03.2023

Accepted for publication (Прийнята до друку) 26.04.2023

Mobile game optimization in the unity environment

Mykyta Matvieiev, Heorhii Kuchuk

Abstract. Topicality. Currently, mobile games are the fastest growing segment of the gaming market. Games confidently rank first in terms of revenue and downloads on *Google Play* and the *App Store*. However, even today, developers are increasingly switching from mobile platforms to personal computers, because there is an increase in user interest in mobile games that can work not on one, but on several platforms. These games allow the same code to be deployed across multiple platforms so that people can play the game on any device (smartphone or computer). **The goal of this work** is to optimize the work of our own developed mobile game in the *Unity* environment and expand its availability for *Windows* personal computers. **The object of research** is the 2D mobile game *AirMan* in the *Unity* environment. **The subject of research** is the methods of diagnostics and optimization of the game. **Results.** As a result of game optimization, the load on RAM at the start of the game process was reduced from 445 to 336 megabytes, and the average memory usage was 310.2 megabytes compared to 363.5 megabytes during the initial testing of the game. *AirMan* game is made cross-platform. **Conclusions.** The work of the *AirMan* game in the *Unity* environment has been improved and its availability for personal computers on the *Windows* system has been expanded, and as a result, the audience of players has been increased.

Keywords: mobile game, optimization, cross-platform, unity, android, windows.