

Касьяненко М. В., Нагірна А. М.

АЛГОРИТМІЧНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ МЕТРИК У ГАЛУЗІ РОЗРОБЛЕННЯ ВІДЕОІГОР З ВІДКРИТИМ СВІТОМ

Статтю присвячено розгляду наявних метрик у галузі розроблення відеоігор із відкритим світом та побудові алгоритмічного підходу до аналізу цього типу метрик. Для відеоігор із відкритим світом запропоновано низку числових і графічних метрик, що дають змогу аналізувати продукт ще на етапі його розроблення, однак мають низку недоліків. Також представлено програмну реалізацію алгоритмічного підходу, що дає можливість обчислювати й аналізувати метрики для ігор із відкритим світом. Роботу системи було перевірено шляхом аналізу реальної відеогри.

Ключові слова: алгоритм, відеогра, відкритий світ, метрика, теплова мапа, маршрут, діаграма, мапа світу, квест, стороння активність.

Вступ

Одними з найпоширеніших продуктів інженерії програмного забезпечення є відеоігри. Згідно з Еммою МакДоналд [7] із видання Newzoo, що займається аналітикою відеоігрового ринку, обсяги ринку за 2022 рік становили значну суму — понад 182 мільярди доларів.

Але з великими інвестиціями з'являються великі ризики. Тому дуже важливо розробляти якісні продукти. Проте оцінити якість продукту вкрай важко, особливо до появи робочого прототипу. Отже, необхідно дослідити підходи до розроблення вимог для відеоігор і розробити метрики, що дають змогу аналізувати продукт на основі вимог.

Одними з найширших відеоігор є ігри з відкритим світом. Вони дають змогу гравцеві вільно досліджувати світ, зазвичай із незначними обмеженнями або зовсім без них [3, с. 5]. При цьому «відкритий світ» не є жанром. Це підхід до побудови ігрової структури, який можна застосовувати до будь-якого жанру [3, с. 4]. Тож обмеження предметної області роботи до відеоігор із відкритим світом дасть можливість зробити більш детальні метрики і при цьому зберегти широку сферу застосування результатів роботи.

Особливості і проблеми наявних метрик

Загальноприйнятим підходом до розрахунків метрик для відеоігор є використання телеметрії. Прикладами ігрової телеметрії можуть слугувати будь-які дані про дії гравця [1, с. 6].

Загалом виділяють три категорії відеоігрових метрик, які розраховують за допомогою телеметрії: метрики внутрішньоігрового росту, метрики залученості та монетизації, метрики процесів розроблення [8, с. 4]. Метрики внутрішньоігрового росту аналізують ігровий процес, метрики залученості вказують на ступінь зацікавленості, метрики монетизації забезпечують отримання доходу (або заробітку) від продуктів відеоігор, метрики процесів розроблення характеризують командну роботу.

Проте всі згадані метрики для розрахунку потребують даних телеметрії від реальних гравців. Це унеможливає їх використання на етапі розроблення і планування. Для вирішення цієї проблеми у роботі, пропонують алгоритмічний підхід аналізу метрик, що передбачає використання опису вимог для їхньої безпосередньої побудови.

Основні поняття і ключові елементи, що описують відкритий світ для побудови метрик

На основі аналізу наявних ігор із відкритим світом було виділено такий набір складових ігрового світу: загальна мапа світу, квест, ворог, стороння активність (place of interest) і перепона.

Загальна мапа світу являє собою простір, яким переміщується гравець. У ній розташовуються усі інші складові [2]. Квест — це структурна одиниця прогресу гравця у проходженні відеогри. Гру вважають пройденою після того, як гравець виконує усі сюжетні квести [4]. Вороги розміщуються на мапі з метою ускладнити маршрут гравця між квестами. Для того щоб зробити шлях більш цікавим, на мапу світу додають сторонні активності (places of interest), як-от скриня з корисними речами, невелика головоломка, персонаж, із яким можна вступити в діалог [5, с. 5].

Для обмеження пересування гравця передбачено два види перепон: заборонена територія, що має форму замкнутого багатокутника, і бар'єр, що має форму ламаної лінії, яку не можна перетинати у жодній точці. Приклад розміщення квестів, ворогів, сторонніх активностей і перепон на мапі зображено на рис. 1.

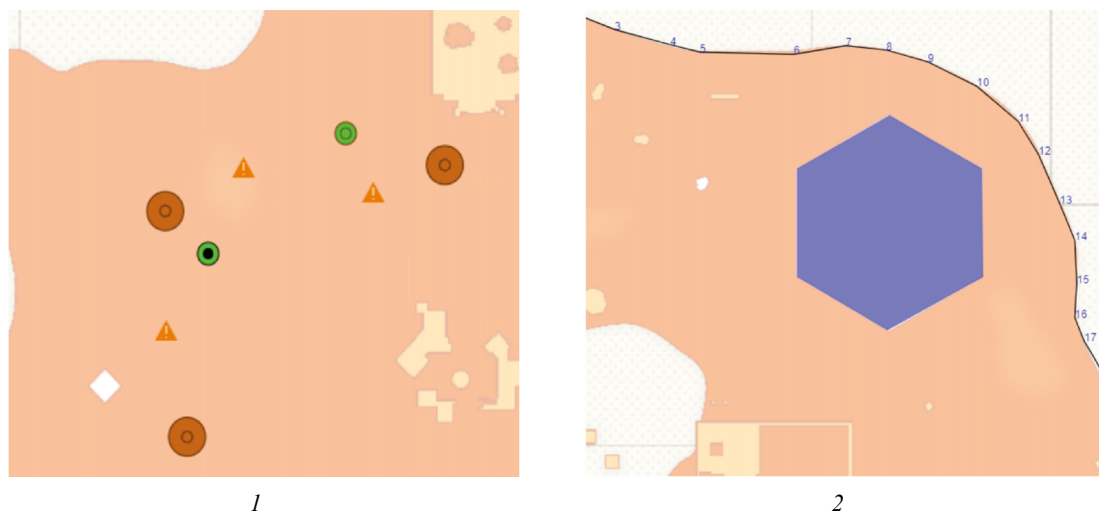


Рис. 1. Фрагменти мапи світу: 1 — мапа з квестами (круги більшого розміру), ворогами (трикутники) та сторонніми активностями (круги меншого розміру); 2 — мапа з забороненою територією і бар'єром

На основі цих даних можливо змодельовати маршрут, яким рухатиметься гравець у відкритому світі. Точки, через які проходить маршрут, використовують як вхідні дані для побудови метрик.

Опис запропонованих метрик

Категорії метрик

Після побудови можливих маршрутів гравця можна робити висновки про його потенційний ігровий процес і починати розраховувати метрики. В рамках цієї роботи було розроблено дві категорії метрик: числові та графічні.

Числові метрики

Першою числовою метрикою є загальний хронометраж. Ця метрика вказує на загальний час, який знадобиться гравцеві для проходження гри від самого початку, до останнього квесту. У результаті часу враховують усі види дій, які може виконувати гравець: ходьба, проходження квестів і сторонніх активностей, битви з ворогами.

Друга числова метрика має назву «Час, витрачений на кожну активність» (рис. 2). Вона має форму кругової діаграми й показує, скільки часу витрачає гравець на кожен із можливих типів діяльності у грі. За допомогою цієї метрики розробники можуть зробити висновок, чи достатньо подій кожного типу трапляється на шляху гравця. Або навпаки, чи не забагато часу гравця витрачається на однотипні завдання.

Третьою метрикою в цій категорії є «Час, витрачений на кожен квест». Ця метрика у формі стовпчикової діаграми візуалізує, скільки часу займає проходження кожного квесту в маршруті. За її допомогою можна проаналізувати, наскільки сильно відрізняються за тривалістю квести.

Четверта метрика — «Відстань між кожним квестом» — у вигляді стовпчикової діаграми показує, скільки метрів шляху потрібно подолати гравцеві, щоб дістатися кожного наступного квесту (рис. 3). За її допомогою розробники можуть побачити, чи немає у грі занадто довгих переходів між квестами.

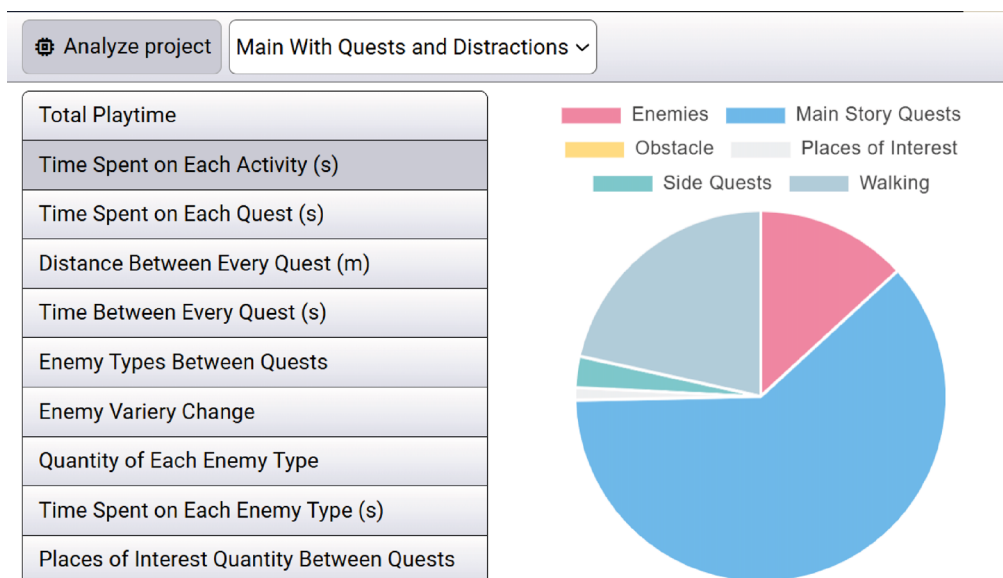


Рис. 2. Кругова діаграма метрики «Час, витрачений на кожну активність»

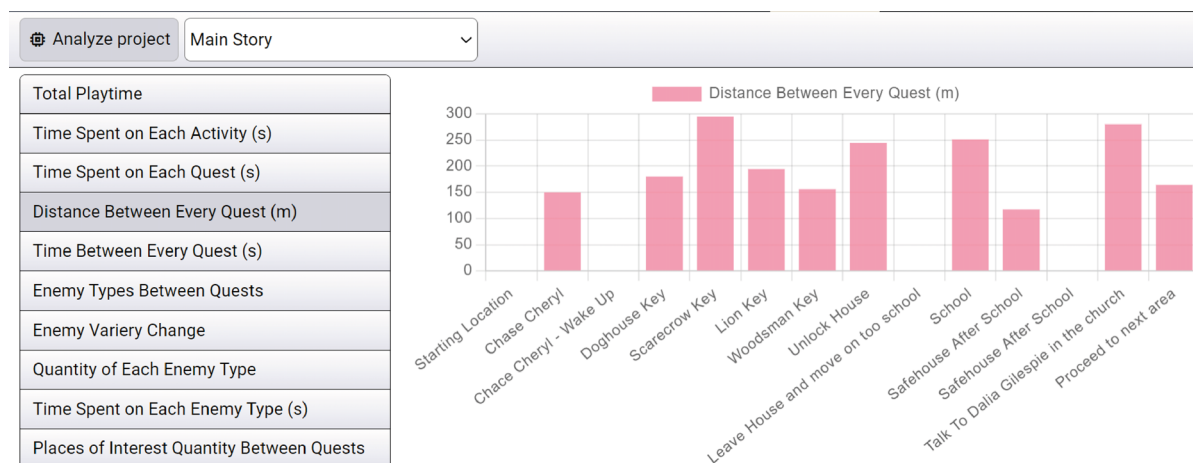


Рис. 3. Стовпчикова діаграма метрики «Відстань між кожним квестом»

«Час між кожним квестом» є п'ятою числовою метрикою. Її стовпчикова діаграма відображає, скільки часу проводить гравець у відкритому світі перед проходженням кожного з квестів. Окрім часу, витраченого на подолання маршруту, ця метрика також ураховує час на проходження сторонніх активностей і бої з ворогами. Розробники можуть використовувати цю метрику для балансування темпу гри (pacing). Просування гравця у сюжеті гри відбувається лише у квестах, тож важливо розташувати квести так, щоб гравець не почав нудьгувати, займаючися другорядними завданнями.

«Типи ворогів між квестами» — це шоста числова метрика. Вона представлена у формі стовпчикової діаграми, кожне значення якої дорівнює кількості видів ворогів, що трапляються на шляху між двома квестами. Ця метрика може допомогти в балансуванні складності. На ній можна побачити місця, що мають незвично високе різноманіття ворогів, або навпаки, місця, де видів ворогів замало, що може призвести до втрати цікавості гравця.

Сьома метрика є круговою діаграмою — «Кількість ворогів кожного типу». В ній підраховано загальну кількість ворогів кожного типу, яких зустрів гравець під час проходження гри.

«Час, витрачений на кожен тип ворогів» — восьма метрика у формі кругової діаграми, що аналізує час, витрачений на боротьбу з кожним типом ворогів. Вона аналізує бойову складову гри з іншого боку, порівняно з попередньою метрикою.

Останньою числовою метрикою є «Кількість сторонніх активностей між кожним квестом». Ця стовпчикова діаграма показує кількість сторонніх активностей, що їх виконав гравець на маршруті до певного квесту.

Графічні метрики

Першою метрикою є «Покриття мапи сторонніми активностями і ворогами». Цю теплову мапу повністю зафарбовано червоним у місцях, що не мають поблизу ані сторонніх активностей, ані місць розташування ворогів. Що ближчими до координати є ворог або стороння активність, то менш зафарбованою є ця точка. За допомогою цієї метрики можна аналізувати, наскільки вдало розташовані на мапі завдання для гравця. Бажано, щоб у відеоіграх із відкритим світом не було місць, які зовсім не мають сторонніх активностей і ворогів, оскільки в такому разі гравець не має причин їх досліджувати.

Друга метрика має назву «Досліджені території». Цю теплову мапу зафарбовано червоним у місцях, біля яких гравець не проходив. Що ближчою координата мапи до маршруту гравця, то прозорішою вона є на тепловій мапі. Завдяки цій мапі можна бачити місця, якими пересувався гравець, і помітити території відкритого світу, які залишаються невивченими. Проаналізувавши цю метрику, розробники гри можуть визначити потребу додавання додаткових квестів у певні регіони мапи.

Третя графічна метрика має назву «Занадто досліджені території». За її допомогою можна побачити, якими територіями гравець ходить забагато разів. Ця мапа використовує спектр кольорів для відображення, наскільки сильно дослідженою є певна місцевість. Територія, якою гравець ходив лише один раз або тільки бачив здалека, має синій колір. Місця, де гравець бував один або кілька разів, — зелені. А території, які відвідували небажано велику кількість разів, мають червоний колір. Теплові мапи «Покриття мапи сторонніми активностями і ворогами» і «Занадто досліджені території» зображено на рис. 4.

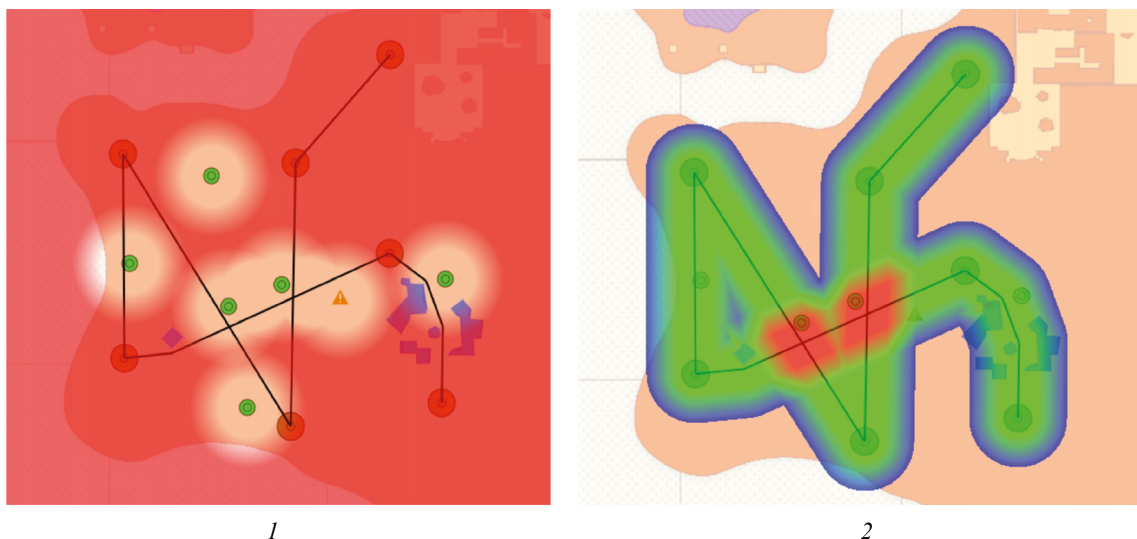


Рис. 4. Теплові мапи: 1 — мапа «Покриття мапи сторонніми активностями і ворогами»; 2 — мапа «Занадто досліджені території»

Програмна реалізація алгоритмічного підходу аналізу метрик

Алгоритми розрахунку метрик реалізовано у вигляді вебдодатка. Він містить графічний редактор мапи світу, що дає змогу розміщувати елементи відкритого світу у просторі (рис. 5). За допомогою панелі інструментів унизу можна вибрати, який елемент відкритого світу буде розміщено на мапі наступним. Вибравши будь-який з елементів за допомогою інструмента Select, можна вносити детальну інформацію про елемент у відповідній формі. Після того як усі елементи та їхні характеристики внесено на мапу, система буде маршрути гравця й теплові мапи. Панель інструментів зверху дає змогу вибрати маршрут і мапу, що буде відображена у редакторі.

Також реалізовано алгоритми побудови числових метрик. Результати їхнього обчислення для кожного з маршрутів можна переглянути в окремому інтерфейсі.

Перевірка ефективності розроблених метрик

Щоби перевірити ефективність розроблених метрик, необхідно за їх допомогою виконати аналіз відеоігор з відкритим світом.

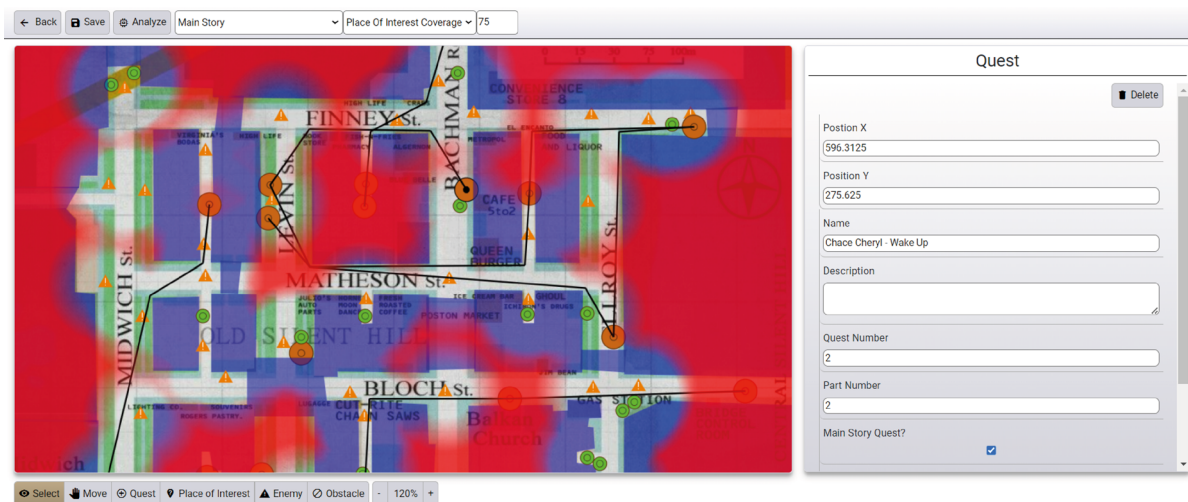


Рис. 5. Інтерфейс редактора мапи: 1 — мапа світу та панелі інструментів; 2 — форма редагування вибраного елементу

Аналіз проведено на прикладі гри Silent Hill, випущеної 1999 р. для PlayStation [9]. Гра складається з кількох лінійних секцій, що об'єднані між собою за допомогою відкритих зон. Це надає їй статусу гри з елементами відкритого світу [6]. З використанням офіційної книги стратегії усі елементи відкритого світу внесено у графічний редактор мапи світу і на основі цих даних проведено аналіз метрик [10].

За результатами аналізу графічних метрик, вибрана мапа є добре побудованою. Із метрик «Покриття мапи сторонніми активностями» та «Досліджені території» видно, що розташування квестів спонукає гравця до дослідження більшої частини мапи. Сторонні активності й вороги розташовані так, щоб наповнювати маршрут подіями, навіть існують окремі частини мапи, які нагороджують гравців, що готові докласти додаткових зусиль до дослідження світу. За допомогою метрики «Занадто досліджені території» помічено один з головних недоліків гри — backtracking. Цей підхід до дизайну світу полягає в тому, щоб змушувати гравця тим чи тим способом повертатися до вже досліджених територій [11]. Він є характерною рисою для ігор цього жанру, які розробляли у 1990-ті. На мапі існує декілька місць, якими гравець проходить три або більше разів. Теплову мапу «Занадто досліджені території» зображено на рис. 6.



Рис. 6. Теплова мапа «Занадто досліджені території»

Результат метрики «Загальний хронометраж» перевірено шляхом порівняння його з записом проходження гри longplay гри Silent Hill від спільноти World Of Longplays [12]. Отриманий результат мав похибку 7,6 %.

У результаті аналізу числових метрик гри виявлено декілька проблем. Відстань між квестами є нерівномірною, і гравець іноді вимушений долати великі відстані між квестами. Також сторонні активності розташовані занадто далеко від місць, якими проходить гравець. Це було виявлено за метрикою «Кількість сторонніх активностей між кожним квестом», що відобразила проходи між квестами, поряд з якими не було сторонніх активностей.

Проте числові метрики також показали низку позитивних характеристик. Усі метрики, що стосуються балансування ворогів, указують на те, що розробники правильно наповнювали світ ворогами. Також розподіл ігрового часу між різними активностями підкреслює особливості жанру горор.

Успішно проведений аналіз засвідчив гнучкість розробленої системи. Незважаючи на те, що розглянута гра не мала чіткої структури відкритого світу, використання системи для аналізу дало змогу зробити велику кількість висновків про особливості гри.

Висновки

Представлено програмну реалізацію алгоритмічного підходу аналізу метрик у галузі розроблення відеоігор з відкритим світом.

Розроблений додаток надає користувацький інтерфейс для введення вимог до гри з відкритим світом, забезпечує відображення та розрахунок усіх розроблених метрик. Опис вимог імплементовано у вигляді графічного редактора й мапи світу.

Для підтвердження ефективності роботи додатка для перевірки запропонованих метрик проведено експеримент за вимогами відеоігри Silent Hill. Система показала високу гнучкість використання, забезпечивши аналіз гри лише за наявності елементів відкритого світу без чіткої структури відкритого світу.

Список літератури

1. Ameli S. R. A descriptive-analytical study of the open-world game design “grand theft auto V and online version” with an emphasis on role-playing capabilities / Saied Reza Ameli, Milad Mousavi Haghsheenas // *Journal of cyberspace studies*. — 2023. — Т. 7, № 1. — Pp. 1–22. — <https://doi.org/10.22059/jcss.2023.353081.1083>.
2. Chądzyńska D. Maps in video games — range of applications / Dominika Chądzyńska, Dariusz Gotlib // *Polish cartographical review*. — 2015. — Т. 47, № 3. — Pp. 137–145. — <https://doi.org/10.1515/pcr-2015-0011>.
3. Farra T. J. Between freedom and success — A study of gamer experience of level design in open-world games: Bachelor Thesis in Game Design / Farra Trinity Jacob. — [Б. м.], 2023.
4. Howard J. *Quests: design, theory, and history in games and narratives* / Jeff Howard. — [S. l.] : CRC Press LLC, 2008.
5. Jaber M. The 40 seconds rule and points of interest in the witcher 3: wild hunt : thesis [Electronic resource] / Jaber Maher, Cojanu Andrei. — [Б. м.], 2021. — Mode of access: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-446386> (date of access: 17.10.2024). — Title from screen.
6. Kirkland E. Restless dreams in Silent Hill: approaches to video game analysis / Ewan Kirkland // *Journal of media practice*. — 2005. — Т. 6, № 3. — Pp. 167–178. — <https://doi.org/10.1386/jmpr.6.3.167/1>.
7. McDonald E. Newzoo’s key numbers | games, esports, mobile [Electronic resource] / Emma McDonald // Newzoo. — Mode of access: <https://web.archive.org/web/20190509014637/https://newzoo.com/key-numbers/> (date of access: 17.10.2024). — Title from screen.
8. Perfecting A video game with game metrics / Junaidi Junaidi [та ін.] // *TELKOMNIKA (telecommunication computing electronics and control)*. — 2018. — Т. 16, № 3. — P. 1324. — <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v16i0.7209>.
9. Silent hill // *Playstation magazine*. — 1999. — Т. 3, № 18. — Pp. 88–92.
10. Silent hill strategy guide. — [Б. м.] : Cyber Press Publishing, 1999.
11. Woodbury D. Backtracking and Non-Essential Areas [Electronic resource] / Dylan Woodbury // *Game Developer | Game Industry News, Deep Dives, and Developer Blogs*. — Mode of access: <https://www.gamedeveloper.com/design/backtracking-and-non-essential-areas> (date of access: 17.10.2024). — Title from screen.
12. World of Longplays. PSX longplay [181] silent hill (EU) [Electronic resource] / World of Longplays // YouTube. — Mode of access: <https://www.youtube.com/watch?v=WY34ChMlvow> (date of access: 17.10.2024). — Title from screen.

References

- Ameli, S. R., & Haghsheenas, M. M. (2023). A descriptive-analytical study of the open-world game design “grand theft auto V and online version” with an emphasis on role-playing capabilities. *Journal of Cyberspace Studies*, 7 (1), 1–22. <https://doi.org/10.22059/jcss.2023.353081.1083>.
- Chądzyńska, D., & Gotlib, D. (2015). Maps in video games — range of applications. *Polish Cartographical Review*, 47 (3), 137–145. <https://doi.org/10.1515/pcr-2015-0011>.
- Farra, T. J. (2023). *Between freedom and success — A study of gamer experience of level design in open-world games*. [Unpublished Bachelor Thesis in Game Design]. Uppsala.

- Howard, J. (2008). *Quests: Design, theory, and history in games and narratives*. CRC Press LLC.
- Jaber, M., & Cojanu, A. (2021). *The 40 seconds rule and points of interest in the witcher 3: Wild hunt* [Thesis, Uppsala universitet, Institutionen för speldesign]. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-446386>.
- Junaidi, J., Julianto, A., Anwar, N., Safrizal, S., Spits Warnars, H. L. H., & Hashimoto, K. (2018). Perfecting A video game with game metrics. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 16 (3), 1324. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v16i0.7209>.
- Kirkland, E. (2005). Restless dreams in Silent Hill: Approaches to video game analysis. *Journal of Media Practice*, 6 (3), 167–178. <https://doi.org/10.1386/jmpr.6.3.167/1>.
- McDonald, E. (n. d.). *Newzoo's key numbers | games, esports, mobile*. Newzoo. <https://web.archive.org/web/20190509014637/https://newzoo.com/key-numbers/>.
- Silent hill. (1999). *Playstation Magazine*, 3 (18), 88–92.
- Silent hill strategy guide*. (1999). Cyber Press Publishing.
- Woodbury, D. (2010, 22 грудня). *Backtracking and Non-Essential Areas*. Game Developer | Game Industry News, Deep Dives, and Developer Blogs. <https://www.gamedeveloper.com/design/backtracking-and-non-essential-areas>.
- World of Longplays. (2013, 31 жовтня). *PSX longplay [181] silent hill (EU)*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Wy34ChMlvow>.

M. Kasianenko, A. Nahirna

METRIC QUALITY ANALYSIS IN OPEN-WORLD VIDEO GAMES

Video games are a very popular aspect of software engineering. However, they require a large time commitment and investment. Creating a modern video game requires a large budget. However, there is a significant risk of not recouping the investment if the game becomes a commercial failure. To ensure that the final product is high-quality, developers use different analytical tools, such as metrics.

Despite being used for a long time, metrics still have a limited scope of application. All common metric analysis approaches focus on retaining the audience of an already released product. Moreover, these metrics require end-user data for their calculation, which means they cannot be used for products that are still in development.

The solution proposed in the article offers an approach that allows metric analysis for open-world games to begin in early stages of development, based on game requirements. It provides a simple classification of open-world elements that allows developers to describe an open-world map and model a route for the future player. This enables the calculation of a variety of metrics, both graphic and numeric. The metrics help analyze multiple aspects of gameplay, such as difficulty, pacing, and map coverage.

To facilitate the application of the metrics, a solution was developed. It contains a graphic editor to populate the world map with open-world elements, as well as algorithms for metric calculation. Both visual and numeric metrics can be easily observed and analyzed through the app's interface. The article contains a detailed description of all the metrics, an overview of the developed application, and an analysis of an existing video game using this tool. The analysis successfully identified numerous key characteristics of a game.

Keywords: videogame, open world, metric, heatmap, algorithm, route, diagram, world map, quest, place of interest.

Матеріал надійшов 14.10.2024



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)