

УДК 518.14

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ПОВЕДІНКИ ПЕРСОНАЖІВ ГРИ «GAMEDAY»

Залевська О.В., к.т.н.,

o.zalevska@kpi.ua, ORCID: 0000-0002-3163-1695

Фіногенов О.Д., к.т.н.,

fenyaad@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1708-5632

Яблонський П.М., к.т.н.,

[yn@ukr.net](mailto:yjn@ukr.net), 0000-0002-1971-5140

Пащенко М.І., ORCID: 0009-0001-0972-6313

kolyaaanimal@gmail.com,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Спирінцев Д.В., к.т.н.,

spiritsev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5728-6626

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького (Запоріжжя, Україна)

В статті розглянуто знаходження оптимальної стратегії поведінки персонажу в грі “GamerDay”. Характер гри потребує визначення однієї або декількох оптимальних стратегій, що варіюють ціноутворення для внутрішніх ігор. Стратегія має задовольняти потреби не лише гравця, а й власника гри. Одним з параметрів, що значно впливає на розвиток персонажів це час для проходження певного етапу гри або отримання призу.

В роботі проведено огляд стратегічних ігор та встановлення параметрів оптимальності гри Gameday, наведено аналіз можливих параметрів оптимізації поведінки персонажів гри, розроблено алгоритм пошуку оптимальної стратегії поведінки персонажів.

Визначення оптимальної стратегії поведінки персонажів в грі є важливим фактором не лише для розробників, а для гравців. Знання необхідної стратегії власником дозволяє йому встановлювати ціни на анутрішні ігри таким, щоб був максимальний його прибуток, але при цьому, щоб не пропав інтерес у гравців. Вибір оптимальної стратегії здійснюється на основі одинадцяти критеріїв, до яких можна віднести критерій Байеса, Вальда, Севиджа, ідеального експерименту, Гурвіца, Гермейера та добутків. В свою чергу кожен з критеріїв базується на платіжній матриці, що включає в себе вид винагороди, плату за вхід до гри, кількість днів необхідних для отримання нагороди, ціна винагороди. Оптимальність стратегій розраховується для двох параметрів: максимального виграшу та мінімального ризику. На основі встановленої оптимальної стратегії

можливо надати рекомендацію власнику гри:

- якщо обрані стратегії для гравця та власника для обох параметрів співпадають – то обрана ціна на гру є найвдалішою для гравця та власника;

- якщо обрані стратегії не співпадають, то необхідно змінити ціну гри та знову запустити алгоритм, до тих пір поки стратегії не співпадуть.

Ключові слова: стратегія поведінки, стратегія гри, критерії оцінки, алгоритм вибору оптимальної стратегії, критерії стратегій.

Постановка проблеми. Класична стратегічна гра це гра суть якої полягає в зборі ресурсів, будівництва укріплень та атаки на противників. Такі ігри потребують стратегічного підходу до розвитку персонажів. Для цього потрібно знайти одну або декількох оптимальних стратегій, що призведуть до мінімального ризику та максимального виграшу яка б задовольнила власника та забезпечувала інтерес гравців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує досить багато стратегій, що поділяються на класи в залежності від виду гри. Такі як стратегії реального часу, покрокові та тактичні стратегії, економічні та офісні [1-2]. Покрокові та тактичні стратегії (TBS/TBT) відрізняються від стратегій реального часу (RTS) тим, що сторони конфлікту здійснюють ходи по черзі [3]. Ключовою особливістю всіх TBS/TBT є те, що успіх залежить не від швидкості реакції гравця, а від тактичних та стратегічних навичок користувача у конкретно взятій грі [4-5].

В роботі [6] наведено методологію, що дозволяє здійснювати синтез всіх методів моделювання процесу гри. Результати методології наведено у вигляді якісних та кількісних показників. В роботі [7] розглянуто феномен гри як базис формування стратегії. Обґрунтовується сутність та психологічний зв'язок між методами та стратегіями. Проте не наведено алгоритм визначення саме оптимальної стратегії серед інших.

Формування цілей статті. Розробити алгоритм визначення оптимальної стратегії поведінки персонажу гри, таку щоб відповідала критеріям мінімального ризику та максимального виграшу.

Основна частина. Під критерієм оптимальності будемо розуміти показник розв'язку, що оцінює максимальну степінь задоволення вимог персонажів гри. Нехай ситуація в грі оцінюється за допомогою критерія F , який залежить від певних факторів. В залежності від факторів функцію F можна розділити на дві групи: монокритеріальна (скалярна) та багатокритеріальна [8-9].

Ігри, в яких кожен гравець має кінцеву кількість стратегій (кінцеві ігри), зручно ставити за допомогою так званих матриць втрат. У разі гри з нульовою сумою достатньо задавати одну матрицю [10].

Позначимо кінцеву гру з нульовою сумою за G . Нехай перед гравцем стоїть вибір серед m можливих стратегій, а перед власником n стратегій. Тобто ви можемо задати стратегій як елементи множин X та Y відповідно:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}.$$

Матриця Q утворена з елементів, що задають лінійну комбінацію X та Y називають матрицею втрат або платіжна [11]. Отже, будь-яку гру формально можна визначити за допомогою трьох елементів X, Y, Q .

Параметри критерію оптимальності стратегії умовно можливо поділити на контрольовані та неконтрольовані. Неконтрольовані фактори в свою чергу поділяються на детерміновані, стохастичні або невизначені.

Будь-яка кінцева гра має оптимальні стратегії для всіх її гравців та відповідну ціну за гру. З відси можливо зробити висновок, що задача про знаходження оптимальної стратегії гри завжди буде мати розв'язок, що буде описуватись функцією $F = f(X, A, Y, Z, t)$, де A – не випадкові неконтрольовані фактори, Y – випадкові неконтрольовані фактори, Z – невизначені фактори, X – безліч стратегій, t – фактор часу.

На основі платіжної матриці розглядаємо алгоритм знаходження оптимальної стратегії для поведінки персонажів та власника гри:

1. Формуємо дві платіжних матриць для встановлених стратегій – з врахуванням часу затраченого на проходження етапу (для власника) та без (для гравця).

2. Для сформованих платіжних матриць підраховуємо 11 критеріїв для визначення стратегії гри по параметрам максимального виграшу та мінімального ризику.

3. Для кожного параметру знаходимо ту стратегію, яка отримала максимальну кількість критеріїв. Якщо кількість критеріїв однакова-то обираємо дві.

4. Обрану вважаємо оптимальною.

5. На основі встановленої оптимальної стратегії можливо надати рекомендацію власнику гри:

5.1 Якщо обрані стратегії для гравця та власника для обох параметрів співпадають – то обрана ціна на гру є найвдалішою для гравця та власника

5.2 Якщо обрані стратегії не співпадають, то необхідно змінити ціну гри та знову запустити алгоритм, до тих пір поки стратегії не співпадуть.

Важливим є знання гравцем логіки створення та внутрішнього устрою подібних ігор, оскільки такі ігри не є рідкістю. Одним з параметрів, що значно впливає на розвиток гри є знання кількості необхідного часу для проходження певного етапу гри або отримання призу. Ця інформація доступна лише власнику, оскільки гравців така цифра може відштовхнути від проходження даної гри. отримання висновків стосовно можливого часу який доведеться присвятити на гру для отримання призу.

Як правило, постійний доступ до Інтернету, зберігається в мобільних застосунках. Розробка додатків цього типу, потребує значних зусиль при проектуванні та моделюванні майбутньої системи, адже вона має вмщати у собі одночасно модуль гри, модуль для роботи адміністратора (власника) гри, провідник реклами, Firebase notification та рекламну систему, модуль

фонові обробки, модуль внутрішнього сховища даних Room, технологія Pagination, система отримання даних із зовнішнього джерела. Крім загальних вимог з працездатності та надійності, на таку систему накладаються додаткові вимоги з швидкості роботи системи та зручності використання. Розширення та покращення системи не повинно вимагати заміни значної частини елементів системи та виконання великої кількості висококваліфікованих спеціалістів.

Розглянемо роботу алгоритму на прикладі мобільного додатку «Gameday». Даний застосунок забезпечує встановлення та аналіз можливих параметрів оптимізації поведінки власника та гравця.

А також містить такі модулі:

- Особистий кабінет адміністратора з можливістю реалізації алгоритму;
- Можливість зміни параметрів гри в модулі керування адміністратора;
- Модуль підрахунку винагороди гравця;
- Модуль отримання зовнішніх даних.

В грі існують п'ять різних винагород:

- 1) Play Station
- 2) Free Fire
- 3) Eiffel Tower
- 4) Monitor
- 5) Smart Phone

Для отримання кожної винагороди гравцю потрібно заробити відповідну кількість монет конкретного типу для кожної із винагород.

- 1) Play Station : 150000 ps_coins
- 2) Free Fire : 100000 f_coins
- 3) Eiffel Tower : 200000 t_coins
- 4) Monitor : 200000 pc_coins
- 5) Smart Phone : 100000 op_coins

Кожна винагорода потребує від гравця внесення початкової плати у вигляді Loyalty Coins. Ця плата для всіх гравців є однаковою і становить 2000 l_coins. Отже платіжну матрицю нашої гри можна представити у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1.

Платіжна матриця гри GameDay

Винагорода	Плата за вхід (Loyalty Coins)	Днів для отримання винагороди	Кількість днів для отримання всіх винагород (невідомо для гравців)	Ціна для отримання винагороди
PlayStation	2000	3	133	150000
FreeFire	2000	3	169	100000
Eiffel_tower	2000	4	123	200000
Monitor	2000	5	169	200000
Smartphone	2000	3	123	100000

В таблиці наведено розширену матрицю втрат для власника гри. Для гравця матриця не містить кількості днів для отримання винагороди та кількості днів для отримання всіх видів нагород.

Розрахуємо для гравця та власника одинадцять критеріїв для вибору стратегій. Дані покажемо на рисунках 1 та 2.

Ст.	Байєс		Лаплас		Вальд		Севіджа		Гурвица		Ходжа-Лемана		Опт Грув		Герм.		BL(MM)		Добут		
	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	
A ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A ₂	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
A ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
A ₄	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
A ₅	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-

Рис. 1. Результати критеріїв вибору стратегій для власника гри в залежності від критерію оптимальності - максимальний вигреш та мінімальний ризик

Для розробки продукту використовувалось середовище розробки Android Studio, для запуску локального додатка можна використовувати будь який смартфон який має підтримку Андроїд API 27 та вище. Клієнтська частина була розроблена за допомогою мови програмування Kotlin. Це наразі є рекомендована мова програмування розробки мобільних застосунків [13]. Для зв'язку із зовнішнім сервером було використано бібліотеку Retrofit. Також була вирішена проблема зберігання даних за допомогою бібліотеки ROOM. Для створення користувацького інтерфейсу були задіяні Navigation, Compose, Pagination 3. Усі ці технічні рішення є частиною набору бібліотек JetPack та мають високу ступінь взаємодії.

Для кожного критерію оптимальності, а саме найбільшого виграшу та мінімального ризику знаходимо той критерій, що задовільняє найбільшу кількість критеріїв. Для гравця зі параметрами мінімального ризику це стратегія Monitor, для максимального виграшу - Eiffel_tower. Для власника гри з параметром найбільшої винагороди це стратегія

Ст.	Байес		Лаплас		Вальд		Севіджа		Гурвица		Ходжа-Лемана		Опт Грув		Герм.		VL(ММ)		Лобут		
	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	
A ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A ₂	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
A ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
A ₄	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
A ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 2. Результати критеріїв вибору стратегій для власника гри в залежності від критерію оптимальності - максимальний виграш та мінімальний ризик.

Наведемо успішні результати роботи алгоритму для власника та гравця з урахуванням критеріїв оптимальності.

Результати роботи алгоритму по визначенню оптимальної стратегії поведінки персонажів гри

Стратегія	З урахуванням днів		Без урахування днів	
	Макс. Виг.	Мін. риз	Макс. виг.	Мін. риз.
PlayStation	119700000000	50000	900000000	50000
FreeFire	101400000000	46	600000000	0
Eiffel_tower	196800000000	0	1600000000	0
Monitor	338000000000	0	2000000000	0
Smartphone	738000000000	0	600000000	0

Висновки. В результаті експерименту було розроблено алгоритм знаходження оптимальної стратегії поведінки власника гри та гравця. Робота алгоритму була продемонстрована на прикладі гри Gameday. Відмінність між адміністратором та гравцем описувалась матрицею витрат та базувалась на додаткових знаннях власника. Після роботи алгоритму було встановлено, що оптимальною стратегією для власника та гравця по критерію максимального виграшу є стратегія Monitor, а по критерію мінімального ризику – PlayStation.

Література

1. Kotlin Best Practise. Kotlin. URL: <https://www.koolstories.com/blog/best-coding-practices-in-kotlin> (дата звернення: 10.04.2022).
2. Kotlin documentation. Kotlin manual: веб-сайт. URL: <https://kotlinlang.org/docs/home.html> (дата звернення: 14.04.2022).
3. Ванін В.В, Залевська О.В., Яблонський П.М. Застосування теорії графів для удосконалення та візуалізації алгоритму пошуку найкоротшого шляху в математичній моделі відео ігри. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2020. Вип. 97. С.23-28.
4. Залевська О.В., Ладогубець Т.С., Лавро О.М. Використання технології drag-and-drop при створенні веб-інтерфейсу. *Сучасні проблеми моделювання*, 2020. Вип. 19. С. 57-64.
5. Паттерни проектування. Refactoring Guru: веб-сайт. URL: <https://refactoring.guru/uk/design-patterns/> (дата звернення: 17.04.2022).
6. Chet Haase. Android: The Team That Built the Android Operating System, 2021. 412 с.
7. Coroutine CodeLab: веб-сайт. URL: <https://developer.android.com/codelabs/kotlin-coroutines#0> (дата звернення: 18.05.2022)

8. Як використовувати Kotlin Coroutines. Веб-сайт URL: <https://www.fandroid.info/kotlin-coroutines-in-android-app-1/> (дата звернення: 13.05.2022).
9. Room Android. URL: <https://developer.android.com/jetpack/androidx/releases/room> (дата звернення: 18.04.2022).
10. Consuming APIs with Retrofit веб-сайт. URL: <https://guides.codepath.com/android/consuming-apis-with-retrofit> (дата звернення: 02.04.2022).
11. Paging 3- Easier way to Pagation: Guide. URL: <https://proandroiddev.com/paging-3-easier-way-to-pagation-part-1-584cad1f4f61>. (дата звернення: 14.05.2022).
12. Ian Darwin. Android Cookbook: Problems and Solutions for Android Developers, 2017. 474 P..
13. Aleksei Sedunov. Kotlin In-Depth, 2022. 875 P.
14. William Spaniel :Game Theory 101: The Complete Textbook. URL: <https://www.amazon.com/Game-Theory-101-Complete-Textbook-ebook/dp/B005L7ANWC>

CHOOSING THE OPTIMAL STRATEGY OF BEHAVIOR OF CHARACTERS IN THE GAME "GAMEDAY"

Olga Zalevska, Alexey Finogenov, Petro Yablonsky,
Mikola Pashchenko, Dmytro Spiritsev

The article deals with finding the optimal strategy of character behavior in the game "GamerDay". The nature of the game requires the definition of one or more optimal strategies that vary pricing for internal games. The strategy should satisfy the needs of not only the player, but also the owner of the game. One of the parameters that significantly affects the development of characters is the time to pass a certain stage of the game or get a prize.

In this paper, a review of strategic games and the establishment of the parameters of optimality of the game Gameday, an analysis of possible parameters for optimizing the behavior of the characters of the game, an algorithm for finding the optimal strategy for the behavior of the characters.

Determining the optimal strategy of character behavior in the game is an important factor not only for developers but also for players. The knowledge of the necessary strategy by the owner allows him to set prices for internal games so that his profit is maximized, but at the same time, so that the interest of the players is not lost. The choice of a descriptive strategy is based on eleven criteria, which include the Bayes, Wald, Savage, Ideal Experiment, Hurwitz, Hermeyer and product criteria. In turn, each of the criteria is based on a payment matrix, which includes the type of reward, the entrance fee to the game, the number of days required to receive the reward, the price of the reward. The optimality of the strategies is calculated for two parameters: maximum gain and minimum risk.

Based on the established optimal strategy, it is possible to provide a recommendation to the owner of the game:

- If the chosen strategies for the player and the owner for both parameters coincide - then the chosen price for the game is the most successful for the player and the owner

- If the selected strategies do not match, then it is necessary to change the price of the game and run the algorithm again until the strategies match.

Keywords. Behavioral strategy, game strategy, evaluation criteria, algorithm for choosing the optimal strategy, strategy criteria.

References

1. Kotlin Best Practise. Kotlin: website. URL: <https://www.koolstories.com/blog/best-coding-practices-in-kotlin>.
2. Kotlin documentation. Kotlin manual: website. URL: <https://kotlinlang.org/docs/home.html>.
3. V. Vanin, O. Zalevska, P. Jablonskiy (2020) Application of graph theory to improve and visualize the shortest path search algorithm in the mathematical model of a video game. *Applied Geometry and Engineering Graphics*, 97. 23-28 [in Ukrainian]
4. Zalevska, O., Ladogubets, T., Lavro, O. (2020). Using drag-and-drop technology when creating a web interface. *Modern Problems of Modeling*, (19), 57-64. [in Ukrainian]
5. Design patterns. Refactoring Guru: website. URL: <https://refactoring.guru/uk/design-patterns/> (date of access: 17.04.2022).
6. Chet Haase. *Android: The Team That Built the Android Operating System*, 2021. 412 c.
7. Coroutine CodeLab: website. URL: <https://developer.android.com/codelabs/kotlin-coroutines#0>.
8. How to use Kotlin Coroutines. Website URL: <https://www.fandroid.info/kotlin-coroutines-in-android-app-1/>.
9. Android Room . website URL: <https://developer.android.com/jetpack/androidx/releases/room>.
10. Consuming APIs with Retrofit website. URL: <https://guides.codepath.com/android/consuming-apis-with-retrofit>.
11. Paging 3- Easier way to Pagination: Guide website. URL: <https://proandroiddev.com/paging-3-easier-way-to-pagination-part-1-584cad1f4f61>.
12. Ian Darwin. *Android Cookbook: Problems and Solutions for Android Developers*, 2017. P. 474.
13. Aleksei Sedunov. *Kotlin In-Depth*, 2022. 875 P.
14. William Spaniel :*Game Theory 101: The Complete Textbook* : веб-сайт. URL: <https://www.amazon.com/Game-Theory-101-Complete-Textbook-ebook/dp/B005L7ANWC>