

УДК 004.942:511.7

DOI: 10.31866/2617-796x.1.2018.147256

Коцюбівська Катерина,*кандидат технічних наук, доцент,**Київський національний університет культури і мистецтв,**Київ, Україна*

katysivak@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-6911-2770>**Яворський Олександр,***асистент кафедри комп'ютерних наук,**Київський національний університет культури і мистецтв,**Київ, Україна*

iavorskiy@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7737-907X>**Корпик Артем,***мігістрант кафедри комп'ютерних наук,**Київський національний університет культури і мистецтв,**Київ, Україна*

mowineg@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9586-1169>

МОДЕЛЮВАННЯ ГРИ «МОРСЬКИЙ БІЙ» НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ

Розробка комп'ютерних ігор є актуальною задачею, яка цікавить багатьох розробників не тільки з точки зору створення розважального контенту, але й з точки зору наукових досліджень. Особливу цікавість представляє собою гра «Морський бій», яка на перший погляд може здатись такою, що повністю залежить від певних ймовірнісних подій.

Метою статті є дослідження математичних моделей та ймовірнісних процесів які використовуються для створення гри «Морський бій» та розробка програмного додатку, який може використовуватись на різних операційних платформах.

Методами дослідження є методи математичної теорії ігор, аналіз алгоритмів розташування кораблів та атаки з використанням елементів комбінаторики. В статті розглянуті підходи до створення кросплатформеного програмного ігрового додатку та математична модель гри «Морський бій» на основі теорії ймовірностей.

Новизною проведеного дослідження є запропонований алгоритм створення гри «Морський бій» на основі математичної моделі побудованої з використанням елементів теорії ймовірностей та матричного числення.

Висновки. В роботі проведено порівняння найбільш розповсюджених алгоритмів гри в морський бій. В результаті проведеного дослідження були проаналізовані існуючі моделі та методи створення гри «Морський бій» та запропонований вдосконалений алгоритм розробки програмного додатку для використання на різних операційних системах.

Ключові слова: комп'ютерна гра, класична ймовірність, геометрична ймовірність, комбінаторика, матриця гри, масив.

Вступ. Добре всім відому гру «Морський бій» можна розглядати не тільки з точки зору розваги, ця гра може мати серйозне наукове і практичне застосування, а для її аналізу можуть бути використані сучасні математичні та комп'ютерні методи. Деякі автори наближають модель реальної баталії боїв шляхом модифікації алгоритмів гри в морський бій. В наш час стрімко розвивається імітаційне моделювання, що дозволяє замінити реальні життєві процеси їх математичною моделлю (Шиян, 2010), зокрема спробувати спрогнозувати ймовірність виграшу залежно від обраних стратегій и алгоритмів.

На перший погляд, може здатись, що гра «Морський бій» носить чисто імовірнісний характер, оскільки обстріл гравці ведуть, не знаючи розташування кораблів противника. Але можна помітити, що існують стратегії розстановки кораблів, які зменшують імовірність потрапляння в останній одноклітинний корабель. Наприклад, можна розташувати всі кораблі таким чином, щоб він займав найменшу площу на ігровому полі, а один або два кораблі виставляють на площі, що залишилась на значній відстані один від одного. Пошук кораблів також можна проводити, дотримуючись певних правил, які дозволяють найбільш швидко виявити на початку гри багатоклітинні кораблі, а потім на останньому просторі шукати одноклітинні кораблі.

Такі міркування показують, що у гравців існує безліч різних алгоритмів гри, тобто може бути поставлено питання про пошук оптимального алгоритму.

Результати дослідження. Створення математичної моделі будемо проводити використовуючи класичні правила гри «Морський бій», а саме: кораблі розставляють на ігровому полі розміром 10x10; кораблі діляться на однопалубні, двопалубні, трипалубні та чотирипалубні; при розстановці кораблі не повинні торкатися один одного.

Гра полягає в тому, що гравці по черзі називають координати клітин, в яких, як вони припускають, розташовані кораблі супротивника. Гра продовжується до тих пір, поки у одного з гравців не будуть знищені всі кораблі. Отже у гравців існує безліч варіантів гри, а значить може бути поставлено питання про пошук оптимального варіанту.

Математичну модель гри можна будувати двома способами. Перший спосіб полягає в тому, що після кожного пострілу враховуються зміни поля гри та ймовірності виявлення кораблів (Flanagan та Nissenbaum, 2014). Така форма гри називається розгорнутою, а сама гра буде представлена як багатокрокова. Складність застосування цього підходу пов'язана з необхідністю визначення ймовірностей подій, які є комбінацією великого числа елементарних подій. При збільшенні числа пострілів k кількість комбінацій зростає пропорційно $k!$

Другий спосіб полягає в тому, що в якості початкового безлічі подій розглядається безліч стратегій, елементи яких представляють повну послідовність n пострілів. У цьому випадку гра буде однокроковою, тобто гравець робить вибір не однієї клітини при пострілі, а вибирає послідовність з n пострілів. Така форма гри називається нормальною. Другий підхід до побудови гри носить інтегральний характер, однак, в цьому випадку виникає проблема, пов'язана з поняттям закінчення гри.

Для того, щоб розпочати аналіз та побудову математичної моделі гри, необхідно визначити ймовірності виявлення кораблів при їх довільному розташуванні (<https://www.investopedia.com>).

Нехай на полі із 100 клітин (розмір ігрового поля 10x10) розташований однопалубний корабель, який, відповідно, займає одну клітинку. Визначимо ймовірність влучення в корабель при k -му пострілі, таким чином корабель буде знищено.

Простором елементарних подій для можливого влучення в однопалубний корабель є всі клітинки ігрового поля, тобто, гравець може зробити сто випадкових пострілів і тільки один з них буде результативним (Mayer та ін., 2014):

$$\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{100}\}$$

де ω_1 – номер однієї з клітинок, тобто ми розглядаємо простір 10x10 зі ста клітинок ймовірність влучення в однопалубний корабель буде дорівнювати:

$$P_1 = \frac{1}{100} = 0.01$$

Обчислимо ймовірність влучення в корабель за k пострілів на полі, яке містить n клітинок. Така подія полягає в тому, що корабель може бути знищений першим, або другим, або k -м пострілом. Тобто, сприятливі події включають в себе k клітинок, серед яких є клітинка з кораблем. Кількість сприятливих подій визначається як кількість неупорядкованих множин з $(n-1)$ клітинок по $(k-1)$, оскільки одна клітинка зайнята кораблем, то вона не враховується, помножена на кількість перестановок серед клітинок $k!$, та кількість перестановок поза ними $(n-k)!$. Отже, ймовірність влучення в одноклітинний корабель за k пострілів буде дорівнювати:

$$P_{k(1)} = \frac{k! C_{n-1}^{k-1} (n-k)!}{n!} = \frac{k}{n}$$

Користуючись такими самими міркуваннями, можемо обчислити ймовірність влучення в двоклітинний корабель, очевидно, що ймовірність влучення в такий корабель буде дорівнювати:

$$P_2 = \frac{2}{100} = 0.02$$

А при обстрілі m -клітинного корабля ймовірність влучення буде

$$P_m = \frac{m}{n}$$

Визначення ймовірності влучення в двопалубний корабель за k пострілів, зводиться до визначення кількості сприятливих подій, які включають шукані клітинки при перших k пострілах. Кількість таких варіантів буде розраховуватись як сума

$$N_b = (N_1 + N_2 - N_{12})(n - k)!$$

де $N_1 = N_2 = k!C_{n-1}^{k-1}$ – кількість варіантів, яка враховує наявність першої або другої клітинки двопалубного корабля;

N_{12} – кількість варіантів, яка враховує наявність одночасно двох клітинок двопалубного корабля

$$N_{12} = 2k!(C_{n-1}^{k-1} - C_{n-2}^{k-2})(n - k)!.$$

Після перетворень отримаємо

$$P_{k(2)} = \frac{k(2n - k - 1)!}{n(m - 1)}$$

Можливо, для побудови математичної моделі може бути доцільним обчислення ймовірності влучення в корабель з використанням геометричних ймовірностей, коли розраховується відношення площі, яку займає корабель, до загальної площі поля (рис. 1)

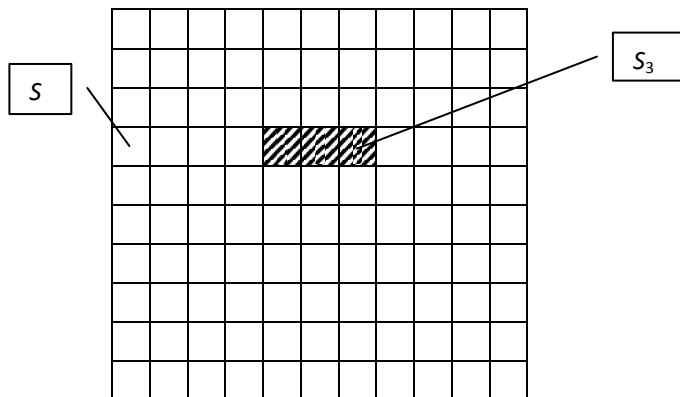


Рис.1. Довільне розташування трипалубного корабля площею S_3 на ігровому полі

В такому випадку площа всього ігрового поля буде дорівнювати S , а сприятливими подіями будемо вважати площу триклітинного корабля S_3 . Тепер ймовірність влучення в триклітинний корабель буде дорівнювати:

$$P_3 = \frac{S_3}{S}$$

При знищенні одного корабля, і з врахуванням правил гри за якими кораблі не можна розташовувати впритул один до одного, подальше обчислення ймовірності потрібно буде обчислювати для загальної площі з якої виключено не тільки клітинки, які займав корабель, але й клітинки навколо корабля. Так при знищенні трипалубного корабля загальна площа зменшиться на 15 клітинок (3x5). А отже і ймовірність влучення в інші кораблі зросте.

При побудові математичної моделі важливо враховувати, що із збільшенням кількості влучень, шанси на успіх зростають, оскільки зменшується ігрове поле. Але завжди потрібно враховувати те, після одного влучення в кількапалубний корабель наступний постріл може не бути успішним. Це обумовлено тим, що кораблі можуть бети розташовані не тільки горизонтально, але й вертикально. Крім того, при влученні в одну з крайніх клітинок корабля, гравець може невірною визначити напрямок наступного пострілу.

При розробці алгоритму важливо врахувати всі ці фактори. Так основною задачею буде визначення координат точок, за якими буде визначатись розташування корабля та суміщення цих координат з пострілами противника. При цьому, за умови знищення корабля, необхідно виключити з поля гри прилеглі до мішені точки, і врахувати зменшення клітин ігрового поля.

Доцільним для створення алгоритму, можна вважати використання матриці ігрового поля. Зручно використовувати масив розмірності якого відповідає розмірам ігрового поля, в нашому випадку 10x10. Елементами матриці можуть бути значення: 0 – порожня клітинка; 1 – палуба корабля; 2 – зафіксовано влучення; 3 – зафіксовано промах; 4 – зафіксовано влучення.

Для пошуку корабля, в який відбулося влучення, необхідно переглянути всі елементи масиву гри. Кожним елементом даного масиву є екземпляр об'єкта корабля.

У процесі пошуку, потрібно порівняти координати палуб з координатами пострілу. У разі збігу, збільшити лічильник потрапляння знайденого корабля на одиницю і порівнювати значення лічильника з кількістю палуб. Залежно від значення лічильника приймається рішення про продовження бою або його закінчення.

Висновки. Наведений приклад аналізу гри «Морський бій» вказує на можливість використання логічних ігор для поглибленого вивчення таких розділів математики, як комбінаторика, теорія множин та теорія ймовірностей. Відзначимо, що вивчення навіть найпростіших ігрових ситуацій дозволяє сформулювати проблеми, які будуть цікавими для сучасної інформатики та теорії пошуку.

В результаті дослідження метаматичних моделей та застосування основних понять теорії ймовірностей були описані ймовірнісні процеси, які виникають під час гри в «Морський бій», а також побудовано алгоритм в якому використовуються методи теорії ймовірностей та матричного числення.

Важливою вимогою до сучасних програмних продуктів є можливість широкого використання додатків на різних апаратних та програмних платформах. Створений алгоритм є універсальним, оскільки побудований на класичних математичних розрахунках. Реалізація алгоритму проводилась за допомогою мови Java, тому ігровий додаток є кросплатформним.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Шиян, А.А., 2009. *Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті*. Вінниця: ВНТУ.
- Шиян, А.А., 2010. *Теоретико-ігровий аналіз раціональної поведінки людини та прийняття рішень в управлінні соціально-економічними системами*. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця.
- Flanagan, M. and Nissenbaum, H. 2014. *Values at Play in Digital Games*. MIT Press.
- Mayer, I., Bekebrede, G., Harteveld, C., Warmelink, H., Zhou, Q., van Ruijven, T., Lo, J., Kortmann, R. and Wenzler, I., 2014. «The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology,» *British Journal of Educational Technology*, 45 (3), pp. 502-527.
- Von Neumann, J. and Morgenstern, O., 2012. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- What is «Game theory». Available at: <<https://www.investopedia.com/terms/g/gametheory.asp>> [Accessed 21 May 2018].

REFERENCES

- Flanagan, M. and Nissenbaum, H., 2014. *Values at Play in Digital Games*. MIT Press.
- Mayer, I., Bekebrede, G., Harteveld, C., Warmelink, H., Zhou, Q., van Ruijven, T., Lo, J., Kortmann, R. and Wenzler, I., 2014. «The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology,» *British Journal of Educational Technology*, 45 (3), pp. 502-527.
- Shyian, A.A., 2009. *Teoriia ihor: osnovy ta zastosuvannya v ekonomitsi ta menedzhmenti* [Theory of games: the basis and application in economics and management]. Vinnytsia.
- Shyian, A.A., 2010. *Teoretyko-ihroviy analiz ratsionalnoi povedinky liudyny ta pryiniattia rishen v upravlinni sotsialno-ekonomichnykh systemamy* [Theoretical and game analysis of human rational behavior and decision-making in the management of socio-economic systems]. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia
- Von Neumann, J. and Morgenstern, O., 2012. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- What is «Game theory». Available at: <<https://www.investopedia.com/terms/g/gametheory.asp>> [Accessed 21 May 2018].

© К. І. Коцюбівська

© О. А. Яворський

© А. В. Корпик

15.05.2018

UDC 004.942:511.7

DOI: 10.31866/2617-796x.1.2018.147256

Kotsiubiv's'ka Kateryna,*kandidate of technical sciences, associate professor,**Kyiv National University of Culture and Arts,**Kyiv, Ukraine**katysivak@gmail.com**<http://orcid.org/0000-0001-6911-2770>***Yavorskyi Oleksandr,***assistant,**Kyiv National University of Culture and Arts,**Kyiv, Ukraine**iavorskiy@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0001-7737-907X>***Korpik Artem,***master student of computer sciences,**Kyiv National University of Culture and Arts,**Kyiv, Ukraine**mowineg@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0001-9586-1169>*

SIMULATION OF THE «SEA BATTLE» GAME BASED ON THE PROBABILITY THEORY

The development of computer games is an urgent task that attracts a lot of developers not only from the point of view of creating entertainment content, but also from the point of view of scientific research. Of particular interest is the game «Battleship», which at first glance may seem completely dependent on certain probability events.

The purpose of the article is to study the mathematical models and probabilistic processes used to create the game «Sea Battle» and the development of a software application that can be used on various operating platforms.

The research methods are the methods of the mathematical theory of games, the analysis of the algorithms for the location of ships and attacks using elements of combinatorics. The article is dedicated to the approaches to creating a cross-platform software game application and a mathematical model of the game «Sea Battle» based on probability theory.

The novelty of the study is the proposed algorithm for creating the game «Sea Battle» based on a mathematical model built using elements of probability theory and matrix calculus.

Findings. The paper compares the most common algorithms for the game of naval combat. As a result of the study, the existing models and methods for creating the game «Sea Battle» were analyzed and an improved algorithm for developing a software application for use on various operating systems was proposed.

Key words: computer game, classical probability, geometric probability, combinatorics, game matrix, array.

УДК 004.942:511.7

DOI: 10.31866/2617-796x.1.2018.147256

Коцюбивская Екатерина,*кандидат технических наук, доцент,**Киевский национальный университет культуры и искусств,**Киев, Украина**katysivak@gmail.com**http://orcid.org/0000-0001-6911-2770***Яворский Александр,***ассистент,**Киевский национальный университет культуры и искусств,**Киев, Украина**iavorskiy@gmail.com**https://orcid.org/0000-0001-7737-907X***Корпик Артем,***магістрант,**Киевский национальный университет культуры и искусств,**Киев, Украина**towineg@gmail.com**https://orcid.org/0000-0001-9586-1169*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИГРЫ «МОРСКОЙ БОЙ» НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Разработка компьютерных игр является актуальной задачей, которая интересует многих разработчиков не только с точки зрения создания развлекательного контента, но и с точки зрения научных исследований. Особый интерес представляет собой игра «Морской бой», которая на первый взгляд может показаться полностью зависящей от определенных вероятностных событий.

Целью статьи является исследование математических моделей и вероятностных процессов используемых для создания игры «Морской бой» и разработка программного приложения, которое может использоваться на различных операционных платформах.

Методами исследования являются методы математической теории игр, анализ алгоритмов расположения кораблей и атаки с использованием элементов комбинаторики. В статье рассмотрены подходы к созданию кроссплатформенного программного игрового приложения и математическая модель игры «Морской бой» на основе теории вероятностей.

Новизной проведенного исследования является предложенный алгоритм создания игры «Морской бой» на основе математической модели, построенной с использованием элементов теории вероятностей и матричного исчисления.

Выводы. В работе проведено сравнение наиболее распространенных алгоритмов игры в морской бой. В результате проведенного исследования были проанализированы существующие модели и методы создания игры «Морской бой» и предложен усовершенствованный алгоритм разработки программного приложения для использования на различных операционных системах.

Ключевые слова: компьютерная игра, классическая вероятность, геометрическая вероятность, комбинаторика, матрица игры, массив.