

Решение задачи по теории игр с применением модуля «Game Theory» в программе QM for Windows

Стрельцова Марина Николаевна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Научный руководитель:

Баженов Руслан Иванович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математики и правовой информатики

Аннотация

В данной статье рассматривается решение задачи по теории игр с применением модуля «Game Theory» в программе QM for Windows. Исследование проводилось на задаче основанной на отрывке из произведения "Приключений Шерлока Холмса". В результате были найдены оптимальные стратегии для двух игроков, так же было показано графическое решение и нахождение минимакса и максимина.

Ключевые слова: QM for Windows, модуль «Game Theory», матрица стратегий, оптимальные стратегии.

Solving a game theory problem using the Game Theory module in QM for Windows

Streltsova Marina Nikolaevna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Scientific adviser:

Bazhenov Ruslan Ivanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department of Information Systems, Mathematics and Legal Informatics

Abstract

This article discusses a solution to a game theory problem using the Game Theory module in QM for Windows. The study was conducted on a task based on an excerpt from the work "The Adventures of Sherlock Holmes." As a result, optimal strategies for two players were found, as well as a graphical solution and finding the minimax and maximin were shown.

Keywords: M for Windows, the module "Game Theory", a matrix of strategies, optimal strategies.

В настоящее время теория игр чаще всего применяется в экономике и международных науках. Главными сферами, в которой она применяется, является сфера искусственного интеллекта и кибернетики, особенно интересно проявление к интеллектуальным агентам.

Теория игр — математический метод изучения оптимальных стратегий в играх. Данная теория является разделом, относящимся к исследованиям операций. Под игрой рассматривается процесс, в котором принимают участие от двух и более сторон, которые ведут борьбу за реализацию своих интересов. У каждого игрока имеется своя цель, каждый использует некоторую стратегию, которая может привести как к выигрышу, так и к проигрышу, все зависит от поведения других игроков. Теория игр помогает определить лучшие стратегии с учётом представлений о других участниках, их ресурсах и их возможных поступках.

В своей статье Н.В. Берснева и М.А. Бушмелева рассматривают удачную попытку разрешения основной экономической проблемы с применением теории игр [1]. У.С. Журавлева и Р.И. Баженов в своем исследовании рассказывают о решении игры для двух игроков с применением модуля Game Theory в программе POM QM for Windows [2]. S. Zhang, Y. Peng в своей статье предлагают алгоритм, основанный на теории игр, для выбора реле связи D2D [3]. В.А. Малышев и Р.И. Баженов проводят исследование деревьев решений в программе QM for Windows при использовании модуля Decision Analysis с функцией Decision Trees(Graphical) [4]. О.Ю. Пронина и Р.И. Баженов в своем исследовании применяют программную систему Qm for Windows для реализации задач по теории игр [5]. С. Ran, W. Hou и др. в исследовании описывают выбор решения на основе теории игр для многоцелевого распределения избыточности в интервальных параметрах задачи [6]. А. В. Лаврентьев, В. П. Зязин приводит примеры применимости методов теории игр для обоснования количественных оценок защиты компьютерных систем [7]. А. Ф. Долгополова, Ю. С. Ковчина в статье описывают моделирование и анализ игровой схемы в теории игр для оптимизации выпуска продукции предприятием [8].

Целью данного исследования является изучение работы программы QM for Windows и решение в ней задачи по теории игр с применением модуля «Game Theory».

Рассмотрим задачу, которая основана на отрывке из произведения "Приключений Шерлока Холмса".

Шерлок Холмс намерен отправиться из Лондона в Дувр с дальнейшей целью попасть на европейский континент, чтобы спастись от профессора Мориарти, который преследует его. Сев в поезд, он увидел на вокзальной платформе профессора Мориарти. Шерлок Холмс допускает, что Мориарти может выбрать особый поезд и обогнать его. У Шерлока Холмса две

альтернативы: продолжать поездку до Дувра или сойти на станции Кентерберри, которая является единственной промежуточной станцией на его маршруте. Мы понимаем, что его противник достаточно умен, чтобы определить возможности Холмса, поэтому перед ним те же две альтернативы. Оба противника должны выбрать станцию, чтобы сойти на ней с поезда, не зная, какое решение примет каждый из них. Если в результате принятия решения оба окажутся на одной и той же станции, то можно однозначно считать, что Шерлок Холмс будет убит профессором Мориарти. Если же Шерлок Холмс благополучно доберётся до Дувра, то он будет спасён.

Решение: у каждого игрока i ($i=1,2$) имеется две чистые стратегии:

- сойти в Дувре (стратегия s_{i1} ($i=1,2$));
- сойти на станции Кентерберри (стратегия s_{i2} ($i=1,2$))

Создание особой комбинации стратегий как пара $s = (s_1, s_2)$, зависит от того, какую из двух стратегий выберет каждый из игроков.

Каждой комбинации можно написать соответствующие событие - исход попытки убийства Шерлока Холмса профессором Мориарти. Составляем матрицу данной игры с возможными событиями (табл. 1).

Таблица 1. Матрица с возможными событиями

	Холмс сойти в Дувре (ХД)	Холмс сойти в Кентерберри (ХК)
Мориарти сойти в Дувре (МД)	Холмс будет убит (100)	Холмс спасется, но не достигнет континента (0)
Мориарти сойти в Кентерберри (МК)	Холмс спасется и достигнет континента (-50)	Холмс будет убит (100)

Ход игры: игроки совершают свой выбор до начала игры, ни один из игроков не знает, какой выбор сделал его соперник.

Теперь приступим к выполнению задачи в программе QM for Windows.

Запускаем программу и во вкладке Module выбираем модуль «Game Theory» (рис.1).

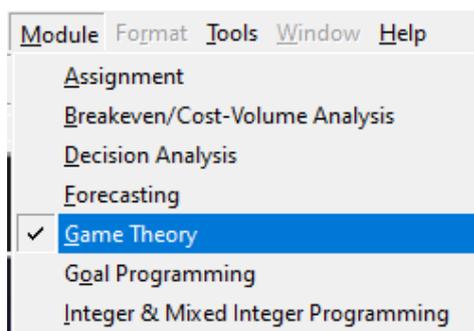


Рисунок 1 Выбор модуля «Game Theory»

После необходимо создать новый проект, выбираем вкладку File, а затем New(рис.2).

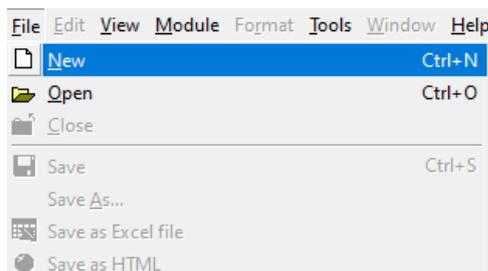


Рисунок 2 Создание нового проекта

Далее в открытом окне указываем необходимое количество стратегий (в данной задаче по две у каждого игрока) и нажимаем ОК (рис.3).

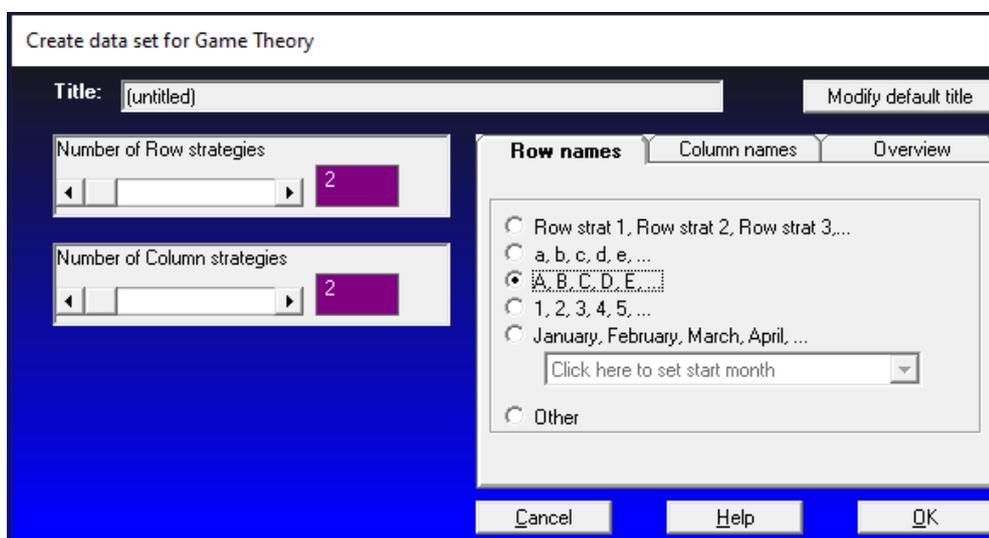


Рисунок 3 Указание параметров

Теперь приступим к заполнению матрицы стратегий, данные для заполнения указаны в таблице 1 (рис.4) и нажимаем кнопку Solve для запуска решения задачи (рис. 5).

		ХД	МК
МД		100	0
МК		-50	100

Рисунок 4 Введение данных матрицы стратегий

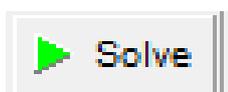


Рисунок 5 Кнопка запуска расчета

Анализ решения матрицы стратегий показывает, что для Холмса первая стратегия играет на 60%, а вторая стратегия на 40%. Для Мориарти

первая стратегия играет на 40%, а вторая стратегия на 60%. Если игроки будут следовать данным стратегиям, то ценность игры равна 40 (рис.5).

Game Theory Results			
(untitled) Solution			
	ХД	ХК	Row Mix
МД	100	0	,6
МК	-50	100	,4
Column Mix-->	,4	,6	
Value of game (to row)	40		

Рисунок 5 Результат решения матрицы стратегий

Далее необходимо найти $\max\min$ и $\min\max$. Чтобы найти $\max\min$ для игрока «Холмс» исследуют каждый ряд и находят худший (минимальный) результат. Они появляются в колонке «Row minimum» как -0, -50 (см.таблицу на рис.6). Лучшим из этих вариантов равно 0, этот вариант и максимумом минимумов или максимин.

Для того чтобы найти $\min\max$ для игрока «Мориарти» исследуется каждая колонка и находятся лучшие результаты. Они записываются в колонку «Column Maximum» и равняются 100,100. $\min\max$ – минимальный результат из них это 100. Ценность игры между максимином и минимаксом равна 40, она является ценностью игры между 0 и 100. (рис. 6)

Maximin/Minimax				
(untitled) Solution				
	ХД	ХК	Row Minimum	Maximin
МД	100	0	0	0
МК	-50	100	-50	
Column Maximum	100	100		
Minimax	100	100		
$0 \leq \text{value} \leq 100$				

Рисунок 6 Нахождение $\max\min$ и $\min\max$

Рассмотрим вариант, что один из игроков выбирает чистую стратегию. Игрок «Холмс» играет оптимальными смешанными стратегиями, а игрок «Мориарти» может всегда играть либо первой стратегией, либо второй стратегией, тогда ценность стратегий будет равна 40, так как и ценность игры равна 40 (рис. 7).

Row's Expected Values			
(untitled) Solution			
	Col mix 1 * cell payoff	Col mix 2 * cell payoff	Expected Value (row)
Column's Optimal Mix	.4	.6	
МД	40	0	40
МК	-20	60	40
Value of game (to row)			40

Рисунок 7 Применение оптимальной стратегии

Рассмотрим вариант, когда игрок «Мориарти» играет оптимальными смешанными стратегиями, а игрок «Холмс» первой или второй стратегией (рис. 8). Ценность такой игры тоже равно 40.

Column's Expected Values			
	Optimal Row Mix	ХД	ХК
Row 1 mix * cell payoff	.6	60	0
Row 2 mix * cell payoff	.4	-20	40
Expected Value (Col sum)		40	40
Value of game (to row)	40		

Рисунок 8 Применение оптимальной стратегии

Далее рассмотрим графики оптимальных стратегий. На рисунке 9, показано решение для игрока «Холмс», а на рисунке 10 решение для игрока «Мориарти».

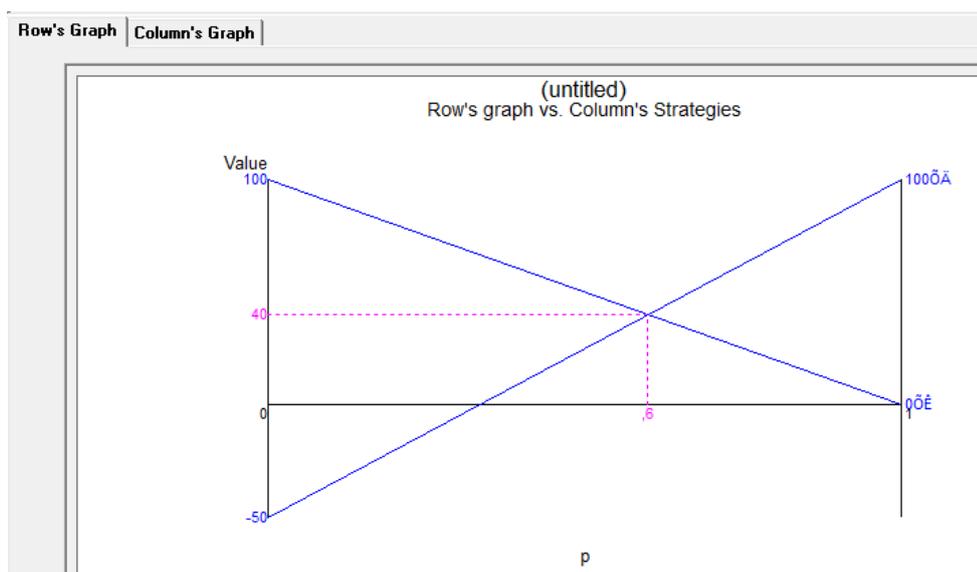


Рисунок 9 График оптимальной стратегии игрока «Холмс»

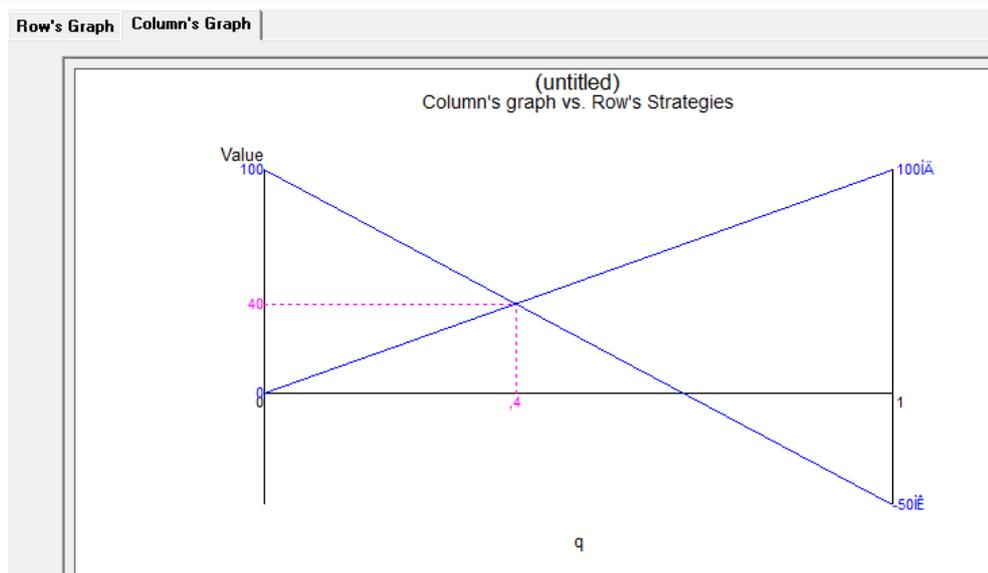


Рисунок 10 График оптимальной стратегии игрока «Мориарти»

Рассмотрев решение данной задачи в программе, приходим к выводу, что оба игрока делают выбор стратегии одновременно, не зная, что может выбрать противник. Таким образом, игра является некооперативной, потому что игроки передвигаются в разных поездах, а также игроки имеют противоположные интересы.

В данной статье была изучена программа QM for Windows с применением модуля «Game Theory». С помощью этого модуля была решена задача, которая основана на отрывке из произведения "Приключений Шерлока Холмса".

Библиографический список

1. Берсенева Н. В., Бушмелева М. А. Практическое применение теории игр в процессе изучения учебной дисциплины «Экономическая конфликтология» // Конфликтология. 2017. №. 2. С. 90-97.
2. Журавлёва У. С., Баженов Р. И. Исследование модуля теории игр в программе POM QM for Windows // Постулат. 2017. №. 6.
3. Zhang S., Peng Y. D2D Communication Relay Selection Algorithm Based on Game Theory // Procedia Computer Science. 2020. Т. 166. С. 563-569.
4. Малышев В. А., Баженов Р. И. Применение модуля деревьев решений программы QM for Windows в задаче о выдаче ссуды // Постулат. 2017. №. 6.
5. Пронина О. Ю., Баженов Р. И. Решение задачи по теории игр в программной системе QM for Windows // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 04-07 декабря 2017 г., г. Томск. Томск, 2017. 2017. С. 167-168.
6. Cao R. et al. Game theory based solution selection for multi-objective redundancy allocation in interval-valued problem parameters // Reliability

Engineering & System Safety. 2020. С. 106932.

7. Лаврентьев А. В., Зязин В. П. О применении методов теории игр для решения задач компьютерной безопасности //Безопасность информационных технологий. 2013. Т. 20. №. 3. С. 19-24.
8. Долгополова А. Ф., Ковчина Ю. С. Применение методов теории игр при оптимизации выпуска продукции //Международный студенческий научный вестник. 2018. №. 3-1. С. 62-65.