

ОЦЕНКА НА ИНДЕКСА НА ВОЛАТИЛНОСТ ЧРЕЗ ОБРАТЕН ИНЖЕНЕРИНГ

Тодор Балабанов

*Българска академия на науките
Институт по информационни и комуникационни технологии
ул. "акад. Георги Бончев", блок 2, кабинет 514
гр. София 1113, България
todor.balabanov@iict.bas.bg
<http://www.iict.bas.bg/>*

VOLATILITY INDEX ESTIMATION BY REVERSE ENGINEERING

Todor Balabanov

*Bulgarian Academy of Sciences
Institute of Information and Communication Technologies
acad. Georgi Bonchev Str., block 2, office 514
1113 Sofia, Bulgaria
todor.balabanov@iict.bas.bg
<http://www.iict.bas.bg/>*

Abstract

Slot machine games are the most popular gambling games worldwide. In this type of gambling, virtual reels with symbols rotate on the screen. On the virtual reels are arranged symbols that occur with different frequency and participating in a winning combination bring winnings in different sizes. The arrangement of the symbols on the reels is a kind of discrete probability distribution. The average value of money lost/won is described by the mathematical expectation of the game. The exact term is a return to player (RTP). It is measured as a percentage between won and lost money. The second most important property of the game is the volatility index. The volatility index is an indicator of how much the game deviates from the average. In this study, the volatility index is estimated empirically, without knowing the exact reels of the game.

Keywords: slot machines; volatility index; reverse engineering.

ВЪВЕДЕНИЕ

В хазартната индустрия най-разпространените игри са слот машините или известни също като ротативки. При първоначалното им изобретяване, слот машините са се състояли от механични, въртящи се барабани. Играчът е дърпал лост (от където идва и жаргонното им название – едноръки бандити), който лост е активирал завъртането на барабаните. При своето спиране, барабаните са визуализирали пред играча ред от нарисувани символи. Всеки от символите се характеризира с вероятност за поява и размер на печалбите, които носи. С бурното раз-

витие на изчислителната техника, след средата на XX век, слот машините от електро-механични постепенно се превръщат в електронни или компютъризирани.

В компютъризираните слот машини се запазва принципът за барабани с предварително подредени символи, но този вид барабани са виртуални, тъй като в машината са представени под формата на числа в електронната памет. Точната подредба на символите се определя от проектанта на играта в тясно сътрудничество с математик [9]. Самата подредба представлява дискретно вероятностно разпределение [10]. Симво-

лите плащащи по-ниски печалби се срещат по-често, а символите плащащи по-високи печалби се срещат значително по-рядко. Точната стойност на печелившите комбинации се задава предварително в таблица на печалбите.

Съвременните слот машини показват няколко реда от виртуалните барабани, като най-често барабаните са пет, три или повече. Печалбите се формират от предварително зададени линии или печеливши шаблони [11]. По този начин, печеливша е не само централната линия, тази над нея и тази под нея, ами са възможни диагонали, начупени линии, зиг-заг образни комбинации и други.

При компютъризираните слот машини, освен базова игра [8], много често има безплатни завъртания и различни бонус игри. Съотношението на общо спечелената сума към общо заложената сума, умножено по сто [7], определя характеристиката *return to player* ($RTP[\%]$). RTP показателят има смисъл на математическо очакване [1]. При 100 заложен парични единици, RTP определя колко от тях биха се върнали, средно статистически, за едно завъртане на барабаните [2]. Примерно, за игра, която се характеризира с 98% RTP , залагането на 100 парични единици води до математическо очакване 98 от тях да се върнат под формата на печалба. Слот машините са математически нечестни игри, тъй като шансовете на играча винаги са по-малки от шансовете на игралната зала. Различните регулатори по света позволяват стойностите на RTP да варират от 75% до 98%. За операторите на хазартните игри е икономически неоправдано RTP -то да надскочи 100%, тъй като в такава ситуация залата би губила повече, отколкото да печели.

Освен RTP характеристиката, всяка слот машина се характеризира и с индекс на волатилност. Докато RTP -то е параметър стриктно следен от юридическите регулатори, то индексът на волатилност не винаги се изисква и следи. Волатилността на играта определя колко често се падат печалбите и какви са размерите им. Слот машините често се произвеждат спрямо социалните нагласи в обществото в което играта ще бъде разпространявана и играна. Примерно, американските играчи са значително по-риско-

ви от играчите в други държави и американците предпочитат по- високо-волатилни игри. В Източна Европа се наблюдават предпочитания към по- ниско-волатилните игри. Високо-волатилните игри дават значително по-рядко печалби, но падащите се печалби са с голяма стойност. Ниско-волатилните игри дават значително по-често печалби, но тези печалби са с малки размери. Волатилността на играта най-често се маркира с от една до пет звезди, според градация ниска, към висока волатилност.

В настоящото научно изследване се предлага способ за емпирично определяне на индекса на волатилност, без да е известно пълното и точно разположение на символите по игралните барабани. При такова ниво на неизвестност е нужно да се положат известни усилия за събиране на нужната информация.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОТРЯЗЪЦИ

Индексът на волатилност на една слот машина представлява интерес, когато хазартния продукт бива проверяван от регулатори или изследван от конкурентни производители. При юридическата регулация на слот машините, производителите предоставят пълна и подробна документация за всеки от продуктите. В тази документация се включват и точните стойности, заложен във виртуалните барабани. При наличие на таблицата с печалбите, виртуалните барабани, печелившите комбинации и правилата за свободни завъртания и/или бонус игри, въпрос на комбинаторно пресмятане е да се изчислят RTP -то и индексът на волатилност. Обаче, когато документацията на производителя не е налична, известни са само таблицата на печалбите, печелившите линии/комбинации, правилата на безплатните завъртания и правилата на бонус игрите. Виртуалните барабани не са известни [12] и това налага някаква форма на емпирично изследване, с цел определяне на RTP -то и индекса на волатилност.

Груба оценка за стойността на RTP може да се направи, като бъдат стартирани многократно завъртания на барабаните. Някои изследователски лаборатории (примерно GLI) определят грубо стойността на RTP , като изиграват 14 000 завъртания, отчитат нивото

на общата печалба, нивото на общия залог и извършват пресмятането за отношението между двете.

Индексът на волатилност е своеобразна оценка за отклонение от средната стойност. Той се пресмята според уравнението (1).

$$V = C \sqrt{\frac{\sum H_i (P_i - R)^2}{N}} \quad (1)$$

Където, V е индексът на волатилност, C е доверителният интервал, H_i е честотата на срещане на i -тата печеливша комбинация, P_i е стойността на i -тата печалба, R е стойността на RTP, а N е броят завъртанията. Важно е да се отбележи, че индексът на волатилност се пресмята при отчитането само на една линия (най-често централната). Съвременните слот машини рядко се играят в конфигурация само от една линия, а на много от слот машините това дори не е възможно.

При най-разпространената конфигурация на игралния екран, слот машините имат 5 барабана и 3 реда. Наличието на 15 символи, видими на екрана, позволяват формирането на множество различни шаблони за изплащане на печалба. Когато са известни точните виртуални барабани, с помощта на Монте-Карло симулация, може да се събере достатъчно статистика за приближено пресмятане на волатилността. Когато барабаните не са известни е нужно да се използва информацията, която може да бъде събрана за играта, с помощта на многократни наблюдения при различните разигравания. Спирането на виртуалните барабани разкрива автентични отрязъци от подредбата на символите. Най-често, анимацията визуализираща илюзията за въртящи се барабани, не съдържа реалната информация за разположението на символите, а съдържа изображения създаващи максимално добра илюзия за въртене. Поради тази причина, единствената информация, която може да се смята за надеждна и автентична е състоянието на игралния екран, след спиране на завъртането. Важно е също да се отбележи, че игрите трябва да се изследват в реален режим, с реални залагания, тъй като демонстрационните режими често се изпълняват с различен комплект виртуални барабани.

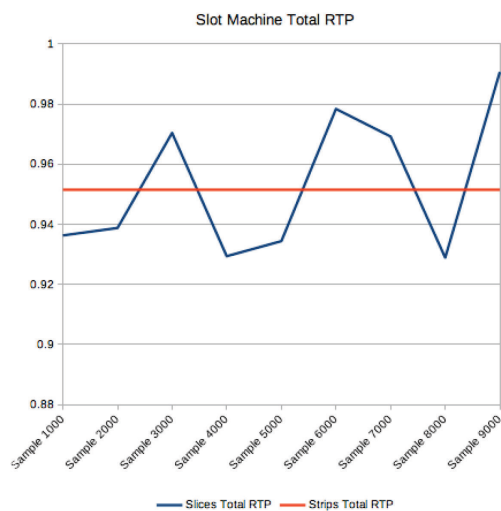
Монте-Карло симулации на слот машини се извършват като виртуалните барабани биват спрени на конкретни случайни позиции и се отчетат предходните символи и следващите символи [3]. При липсваща пълна информация за виртуалните барабани, в това научно изследване се предлага наблюдение на отрязъците, получени при различни завъртания на барабаните. Получените отрязъци дават статистическа представа за реалното разположение на символите. При симулацията не се формира игралния екран от барабаните, а се избират отрязъци, на базата на честотата за тяхното срещане [4].

ЕКСПЕРИМЕНТИ И РЕЗУЛТАТИ

За да се проведат експериментите е от съществено значение данните за пресметнатия индекс на волатилност да се съпоставят между реалните барабани на слот играта и апроксимираните с отрязъци барабани. За тази цел е подбрана публично представена и публично анализирана слот машина [6]. Big A Boom е демонстрационна слот игра, за която е направен анализ на RTP и волатилността. Играта е с пет барабана и три видими на екрана реда. Печалбите се формират от двадесет линии, които се отчитат от ляво на дясно. Когато на дадена линия има повече от една печалба се отчита само най-голямата печалба. Играта има и скатери, които носят печалби навсякъде по екрана, без да е необходимо да участват в конкретна печеливша линия. При три скатера се изпълняват петнадесет безплатни завъртания, които носят печалби умножени по четири. Допълнителни безплатни завъртания могат да се появят по време на самите безплатни завъртания. За основната игра и за безплатните завъртания се използват различни комплекти виртуални барабани. В играта има и жокер символ, който замества всеки друг символ в печеливша комбинация, без скатер символа. Когато жокерът се ползва за заместване печалбата се умножава по две. Ако печелившата комбинация е формирана само от жокер символи, печалбата не се удвоява. Жокер символите и скатер символите не могат да се появят едновременно в едно и също завъртане. RTP процентът е експериментално изчислен от ма-

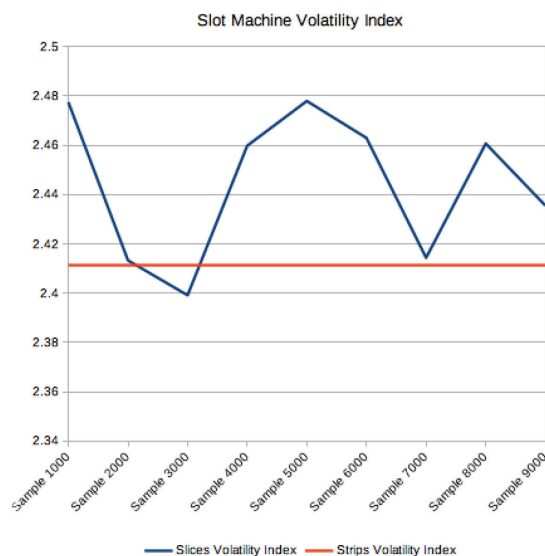
тематика създава модела на играта и е определен на 94.77%. Познаването на заложения от производителя RTP позволява предложения в това изследване подход за апроксимация с отрязъци да бъде ефективно приложен, като се съблюдава статистическата извадка на отрязъците да води до сходна стойност на RTP показателя. Волатилността на играта е определена, от математика създава модела ѝ, на висока (4 от 5). Този факт се потвърждава и от таблицата на печалбите, където ясно се забелязват високи стойности на печалби формирани от пет символа, спрямо стойностите на печалби формирани от четири символа. При 20 линии, общият залог за едно завъртане е 20 монети. Характерно за високо-волатилните игри е, че най-малките печалби да са под стойността на общия залог. В този случай, първите седем символа, участващи в тройна печеливша комбинация и оставащите пет символа, участващи в двойна печеливша комбинация носят печалби от 2 до 15 монети, което е под общия залог.

Въпреки, че описанието на математическия модел е публично налично, само по модела не може да се направи оценка за средната статистика (RTP) и отклонението от средната (волатилност). За да бъдат направени тези оценки е разработен програмен код, който интегрира модела на играта и извършва Монте-Карло симулации за събиране на статистика [5]. Симулаторът позволява да се изследва RTP-то и волатилността при различен брой завъртания. Всички експерименти в настоящото научно изследване са осъществени при десет милиона завъртания.



Фиг. 1. Общ RTP на играта

От графиката на Фиг. 1, ясно се вижда, че симулацията с оригиналните барабани доближава обявения от производителя RTP. При апроксимацията на барабаните с отрязъци са използвани статистически извадки с размери от 1000 до 9000 наблюдения. Неизбежно, използването на отрязъци внася допълнителна неточност в определянето на RTP процента. При реални индустриални разработки е важно индексът на волатилност да се пресмята за извадка от отрязъци, която доближава предварително известния RTP процент. Съществено е да се отбележи, че колкото по-голяма е статистическата извадка, толкова по-точно е емпиричното определяне на RTP-то и индексът на волатилност. В реалната практика, генерирането на голяма по обем извадка е свързано с голямо количество работа и често се оказва непрактично.

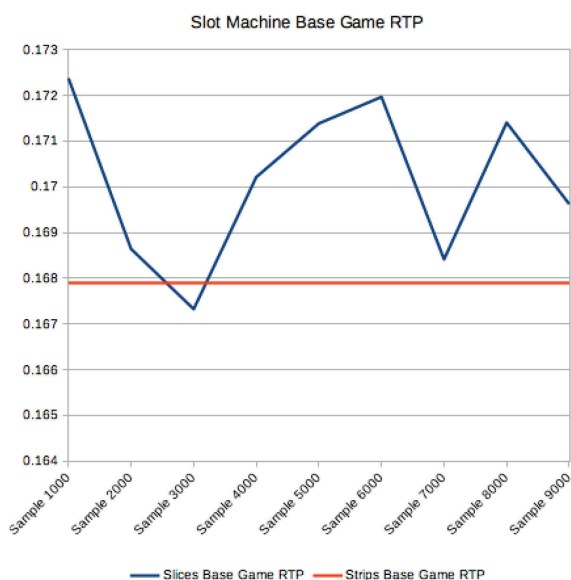


Фиг. 2. Индекс на волатилност

Индексът на волатилност се пресмята при активна само една линия за печалби. Това означава, че останалите 19 линии се деактивират изкуствено. Както е показано на Фиг. 2, индексът на волатилност, пресметнат с оригиналните барабани, бива доближен от апроксимираните, но варира. Индексът на волатилност е пресметнат само по отношение на виртуалните барабани в базовата игра, което пък е илюстрирано със съответния частичен RTP (Фиг. 3). И при тази графика ясно се забелязва, че апроксимацията на виртуалните барабани води до отклоне-

ния в стойностите, спрямо изчисленото с оригиналните барабани.

Намирането на оптимална стойност за размера на статистическата извадка е въпрос на многократни експерименти. Водещ критерии за определяне на размера на извадката е достигането на достатъчно близка стойност за общия RTP, спрямо обявената от производителя.



Фиг. 3. RTP на базовата игра

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящето научно изследване е представен подход за приближено пресмятане на математическото очакване и отклонението от него, в хазартни игри тип ротативка. Приближеното пресмятане се постига с наблюдение на отрязъци от оригиналните виртуални барабани на играта. Направените експерименти и резултатите получени от тях ясно показват, че предложения подход би намерил реално приложение в индустриалните разработки.

Като насоки за бъдещо развитие може да се посочи необходимостта от автоматизирано снемане на наблюдаваните отрязъци. Такъв вид автоматизация би могла да се постигне със средствата на компютърната графика и разпознаването на образи.

БЛАГОДАРНОСТИ

This research is funded by Velbazhd Software LLC and it is partially supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science (contract D01-205/23.11.2018) under

the National Scientific Program „Information and Communication Technologies for a Single Digital Market in Science, Education and Security (ICTinSES)“, approved by DCM # 577/17.08.2018.

REFERENCE

- [1] Balabanov, T., Zankinski, I., Shumanov, B.: Slot Machines RTP Optimization with Genetic Algorithms. Proceedings of 8th International Conference Numerical Methods and Applications, vol. 8962, 55-61 (2015). ISBN 978-3-319-15584-5 DOI 10.1007/978-3-319-15585-2_6
- [2] Balabanov, T., Zankinski, I., Shumanov, B.: Slot Machine RTP Optimization and Symbols Wins Equalization with Discrete Differential Evolution. Proceedings of International Conference on Large-Scale Scientific Computing, vol. 9374, 210-217 (2015). ISBN 978-3-319-26519-3 DOI 10.1007/978-3-319-26520-9_22
- [3] Balabanov, T.: Fruit machine simulator with Excel input-output interface. Velbazhd Software LLC (2021), <https://github.com/VelbazhdSoftwareLLC/Fruit-Machine-Simulator-with-Excel-Interface/blob/c7c48b6fad30e2554356ae04dc70f9e54cc99984/src/main/java/eu/veldsoft/slot/simulator/Simulation.java#L1125>
- [4] Balabanov, T.: Approximated 20 Burning Hot Slot Game Simulation version 1.0.0. ResearchGate (2021). DOI 10.13140/RG.2.2.18878.00329
- [5] Balabanov, T.: Bug A Boom Simulator. Velbazhd Software LLC (2021). <http://github.com/VelbazhdSoftwareLLC/BugABoomSimulator>
- [6] Dimov, V.: Bug A Boom. SLOT Design Consult Ltd. (2012). https://www.slot-design.com/simulator/Bug_A_Boom_Desc.pdf
- [7] Kamanas, P., Sifaleras, A., Samaras, N.: Slot Machine RTP Optimization Using Variable Neighborhood Search. Mathematical Problems in Engineering, 8784065 (2021). ISSN 1024-123X DOI 10.1155/2021/8784065
- [8] Keremedchiev, D., Tomov, P., Barova, M.: Slot Machine Base Game Evolutionary RTP Optimization. Proceedings of International Conference on Numerical Analysis and Its Applications, vol. 10187, 406-413 (2017). ISBN 978-3-319-57098-3 DOI 10.1007/978-3-319-57099-0_45
- [9] Petrov, P., Kostadinov, G., Zhivkov, P., Velichkova, V., Balabanov, T.: Approximated Sequences Reconstruction with Genetic

- Algorithms. Proceedings of 28th International Symposium - Management of Energy, Industrial and Ecological Systems, 63-66 (2020). ISSN 1313-2237
- [10] Petrov, P., Kostadinov, G., Zhivkov, P., Velichkova, V., Balabanov, T.: Approximate Sequencing of Virtual Reels with Genetic Algorithms. Proceedings of the 23rd International Conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications, 507-514 (2020). ISBN 978-5-91450-248-2
- [11] Tomov, P., Zankinski, I., Balabanov, T: Slot Machine Reels Reconstruction with Monte-Carlo Search. Proceedings of International Scientific Conference UniTech, vol. 2, 384-387 (2017). ISSN 1313-230X
- [12] Tomov, P., Zankinski, I., Balabanov, T: Slot Machine Reels Reconstruction with Genetic Algorithms. Extended abstracts of Annual Meeting of the Bulgarian Section of SIAM, 102-103 (2017). ISSN 1313-3357.