Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Simulación Estocástica
Proyecto de Curso

Mauricio Mejía Castro

10 de junio de 2022

Índice

1. Descripción del problema

1.1. Contexto

En el Casino Crown de Melbourne, Australia, algunas ruletas tienen 18 casillas rojas, 18 casillas negras y 1 casilla verde (numerada con el 0). Las casillas rojas y negras están también numeradas del 1 al 36. (Observe que algunas ruletas también tienen un doble cero de color verde que dobla el porcentaje de la casa.)

Se pueden jugar varios "sistemas" en la ruleta. Cuatro posibles juegos son:

A. Apostar al rojo
   Esta estrategia consiste en realizar solo una apuesta. Se apuesta \$1 al rojo. Si la bola cae sobre rojo, se gana \$1, en otro caso usted pierde.

B. Apostar a un número
   Esta estrategia consiste en realizar solo una apuesta. Se apuesta \$1 a un número particular, digamos 17; si la bola cae sobre ese número se ganan \$35, en caso contrario, se pierde.

C. Sistema martingala
   En este sistema se empieza apostando \$1 al rojo. Si se pierde, se doblan la apuesta previa; si se gana, se apuesta \$1 de nuevo. Se continúa jugando hasta se ganan \$10 o la apuesta exceda \$100.

D. Sistema de Labouchere
   En este juego se comienza con la lista de números $(1, 2, 3, 4)$. Usted apuesta la suma del primer y último número al rojo (inicialmente \$5). Si se gana, se borran el primer y último número de la lista (así si se gana en la primera apuesta, la lista se convierte en $(2, 3)$), en otro caso se agrega la suma al final de la lista (así, si se pierde la primera apuesta, la lista se convierte en $(1, 2, 3, 4, 5)$). Se repite este proceso hasta que la lista está vacía, o la apuesta excede \$100. Si solo queda un número en la lista, se apuesta ese número.

Diferentes estrategias ofrecen diferentes experiencias de juego; por ejemplo, algunas permiten ganar más en vez de perder, algunas permiten jugar por más tiempo, algunas cuestan más al jugar y otras arriesgan grandes pérdidas.

1.2. Estado del arte

La simulación de juegos de azar tiene múltiples usos en la investigación. Por ejemplo, el trabajo de [2] utiliza simulaciones sobre la ruleta para examinar comportamientos en las apuestas en psicología.

En el trabajo de [1] se utiliza una metodología denominada Transmisión Expansión Planificación (TEP) probabilistíca que minimiza la suma de las apuestas en la ruleta y la demanda esperada, entre otras métricas. La simulación concluye que no es suficiente con adicionar lineas de "transmisión"para minimizar la demanda esperada.

Varios autores han aplicado métodos de simulación estocástica para estimar la probabilidad de ganar en ciertos juegos. Por ejemplo, la investigación de McGarry y Granks [3], trató de predecir el desempeño de los jugadores del juego *squash* con base en el análisis de juegos anteriores.

Min et al. [4] proponen un *framework* para la predicción de resultados en el futbol a través de inferencia Bayesiana y razonamiento basado en reglas. También utilizan una aproximación basada en series de tiempo con conocimiento obtenido del juego. Como resultado los autores afirman obtener predicciones razonables y estables.

En otro trabajo de Weninger y Lames [5] se propone la estimación de la probabilidad de ganar en el tenis. Con ello se buscaba diseñar estrategias de juego y tácticas que permitieran mejorar el desempeño de los jugadores. Como resultado concluyeron que los errores y los partidos largos tienen gran impacto en la probabilidad de perder el partido.

2. Objetivos

El objetivo es comparar las cuatro estrategias anteriores utilizando los siguientes criterios:

1. Las ganancias esperadas por juego;
2. La proporción de juegos ganados;
3. El tiempo esperado por cada sistema, medido por el número de apuestas realizadas.
4. El monto máximo que se puede perder;
5. El máximo monto que se puede ganar.

3. Variación

Para cada juego se escribirá una función (sin parámetros) que ejecute el juego y retorne un vector de tamaño dos con el monto ganado o perdido y cuantas fueron hechas. Se escribirá un programa que estime los criterios 1, 2 y 3 al simular 10000 repeticiones de cada juego. Observe que un juego se gana si el dinero aumenta y se pierde si el dinero disminuye.

Game	**Exp. winnings min–max**	**Prop. wins min–max**	**Exp. play time min–max**
A	-0.000640, -0.022600	0.027150, 0.028480	1.0, 1.0
B	-0.054740, -0.056000	0.472000, 0.472250	1.0, 1.0
C	174.580210, 361.931340	1.0, 1.0	14.0, 14.0
D	-11.451570, -12.271170	0.913310, 0.915660	11.0, 11.0

Cuadro 1: Variación de los experimentos.

El Cuadro 1 muestra la variación de 5 experimentos en los que se simularon las cuatro estrategias 10000 veces. Observe que el sistema de la martingala exhibe siempre ganancias positivas a pesar de tener el número mayor de tiempo de juego.

Game	**Exp. winnings mean-sd**	**Exp. play time mean-sd**
A	0.005840, 5.932864	1.0, 0.0
B	-0.056280, 0.998420	1.0, 0.0
C	162.414230, 4693.329685	14.868010, 3.202398
D	-12.294180, 103.233545	11.928070, 9.722165

Cuadro 2: Variación de los experimentos.

A partir del Cuadro 2 puede observarse que el sistema de martingala tiene la mayor variabilidad de los 4 sistemas en cuanto a la cantidad de dinero obtenido. También exhibe la mayor variabilidad en cuanto a la duración del juego.

Referencias

[1] Neeraj Gupta, Rajiv Shekhar, and Prem Kumar Kalra. Congestion management based roulette wheel simulation for optimal capacity selection: Probabilistic transmission expansion planning. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 43(1):1259–1266, 2012.

[2] Otto H MacLin and Mark R Dixon. A computerized simulation for investigating gambling behavior during roulette play. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(1):96–100, 2004.

[3] Tim McGarry and Ian M Franks. A stochastic approach to predicting

competition squash match-play. *Journal of sports sciences*, 12(6):573–584, 1994.

[4] Byungho Min, Jinhyuck Kim, Chongyoun Choe, Hyeonsang Eom, and RI Bob McKay. A compound framework for sports results prediction: A football case study. *Knowledge-Based Systems*, 21(7):551–562, 2008.

[5] Sebastian Wenninger and Martin Lames. Performance analysis in table tennis-stochastic simulation by numerical derivation. *Journal homepage: http://iacss. org/index. php? id*, 15(1), 2016.