

Estrategias de apuesta basadas en habilidad: Simulación con TrueSkill Through Time y el criterio de Kelly

Miguel I. Rodríguez Puertas

9 de junio de 2025

Resumen

Este trabajo explora la integración entre un modelo bayesiano para estimar habilidades (TrueSkill Through Time) y el criterio de Kelly para optimizar estrategias de apuestas deportivas. A través de simulaciones sobre un conjunto de datos reales del circuito WTA, se evaluaron distintos enfoques para elegir apuestas (**winner**, **loser**, **best**, **both**) y modos de gestión del capital (**kelly**, **frac**, **flat**, **edge**). Los resultados obtenidos mostraron que, sin una ventaja predictiva sólida del modelo subyacente, incluso métodos sofisticados de staking conducen inevitablemente al deterioro del capital.

1. Introducción

Este trabajo documenta el desarrollo y evaluación de estrategias de apuestas deportivas basadas en TrueSkill Through Time (TTT), un modelo bayesiano para estimar habilidades, combinado con la gestión del capital mediante el criterio de Kelly. El objetivo es determinar en qué medida estas estrategias pueden sostenerse en el largo plazo, identificando fortalezas y debilidades específicas mediante simulaciones realistas.

2. Marco teórico

2.1. TrueSkill Through Time (TTT)

El modelo TTT estima la habilidad de cada jugador mediante una distribución gaussiana caracterizada por una media μ (habilidad estimada) y una desviación estándar σ (incertidumbre asociada). Esta distribución se actualiza secuencialmente considerando cada resultado observado. En este trabajo se utilizó exclusivamente el modo Online, evitando recalibración posterior para respetar la causalidad temporal en las predicciones.

2.2. Criterio de Kelly y sus variantes

El criterio de Kelly establece la fracción óptima del capital a apostar para maximizar el crecimiento esperado:

$$f = \frac{bp - (1 - p)}{b}, \quad b = q - 1$$

Las variantes implementadas fueron:

- **Kelly fraccional (λ):** Reduce volatilidad apostando una fracción del Kelly óptimo.
- **Risk Cap:** Limita la exposición máxima por apuesta.
- **Mínimo Edge:** Descarta apuestas marginales con baja ventaja estimada.
- **Ajuste del Vig:** Corrige cuotas para eliminar el margen de las casas de apuestas.

3. Metodología

3.1. Datos y procesamiento

Se utilizó un dataset del circuito WTA obtenido de Bet365, con aproximadamente 31,795 partidos desde 2007 hasta 2019. Se realizó limpieza de datos y orden cronológico antes del procesamiento con TTT para estimar secuencialmente las habilidades.

3.2. Configuración de la simulación

La probabilidad de victoria se calculó como:

$$\hat{p} = \Phi \left(\frac{\mu_{fav} - \mu_{und}}{\sqrt{2\beta^2 + \sigma_{fav}^2 + \sigma_{und}^2}} \right)$$

Se fijó $\beta = 1,0$ como ruido del rendimiento y un umbral de incertidumbre ($\sigma_{thresh} = 2,0$) para filtrar apuestas poco confiables.

3.3. Modos de apuesta implementados

Se exploraron cuatro métodos para elegir las apuestas en cada partido:

- **Winner:** Apostar al jugador con mayor habilidad estimada (μ).
- **Loser:** Apostar al jugador menos probable.
- **Best:** Elegir el lado con mayor valor positivo de Kelly.
- **Both:** Apostar ambos lados si ambos presentan Kelly positivo.

3.4. Modos de stake implementados

Se definieron cuatro métodos para gestionar el tamaño de la apuesta:

- **kelly:** Fracción ajustada del Kelly óptimo según bankroll y ventaja estimada.
- **edge:** Apuesta directamente proporcional al edge estimado.
- **frac:** Fracción fija del bankroll actual.
- **flat:** Fracción constante del bankroll inicial sin adaptación posterior.

3.5. Métricas de evaluación

Se utilizaron métricas financieras estándar para evaluar las estrategias:

- **CAGR:** Crecimiento anual compuesto.
- **Sharpe Ratio:** Retorno ajustado por riesgo anualizado.
- **Max Drawdown (MaxDD):** Mayor caída relativa desde un pico histórico.
- **ROI:** Retorno neto sobre el capital apostado total.

4. Resultados

Resultados obtenidos con el modo de apuesta **Winner** (mayor habilidad estimada):

Estrategia ($\lambda = 0,01$)	Final (\$)	CAGR	Sharpe	MaxDD	ROI
Stake: kelly/edge	36.18	-0.2277	-0.8268	0.9639	-0.0979
Stake: frac	0.0000	-0.9271	-1.9484	1.0000	-0.1046
Stake: flat	0.0000	-0.9997	-1.1967	1.0000	-0.1099
Agresividad ($\lambda = 0,05$)					
Stake: kelly/edge	0.0001	-0.7250	-0.8873	1.0000	-0.1100

5. Discusión

En esta simulación se centró el análisis principalmente en el modo **Winner**, debido a que presentó resultados menos extremos y mayor estabilidad inicial respecto a otros modos como **Loser**, que tienden a resultados más volátiles y menos sostenibles.

Las estrategias no proporcionales (**frac**, **flat**) mostraron resultados negativos rápidamente debido a la falta de adaptación al nivel de confianza en las apuestas. En cambio, los modos proporcionales (**kelly**, **edge**) gestionan mejor el riesgo, aunque sin rentabilidad sostenida en el tiempo debido a la ausencia de una ventaja predictiva robusta.

El aumento en la agresividad (λ más alto) deterioró aún más rápido el capital, destacando la importancia de ser conservadores cuando el modelo predictivo es imperfecto o tiene una accuracy conservadora (cercana al 65 % en este trabajo)

6. Limitaciones del estudio

Este estudio no incluyó recalibración (*smoothing*), calibración posterior de probabilidades, ni se exploraron variables contextuales adicionales como superficie, ranking WTA o características específicas de los torneos, que podrían haber incrementado la precisión predictiva del modelo.

7. Reflexiones finales

Aunque no se logró rentabilidad, el estudio proporcionó importantes aprendizajes sobre cómo se relacionan la gestión del riesgo y la precisión predictiva. Es evidente que para construir una estrategia sostenible en apuestas deportivas es necesario contar con modelos predictivos sólidos, complementados por una gestión conservadora del capital. La prudencia y la calibración cuidadosa son claves para obtener resultados sostenibles a largo plazo.

Bibliografía y recursos

- Landfried, G. (*TrueSkill Through Time en Julia*). Recuperado de: <https://github.com/glandfried/TrueSkillThroughTime.jl> <https://www.jstatsoft.org/article/view/v112i06>

Material online

App interactiva de simulación disponible en: <https://kelly-causal-2025.streamlit.app/>