Descubriendo los factores del rendimiento de élite mediante algoritmos bioinspirados: modelando el juicio experto en balonmano femenino

Julio Alberto López-Gómez[1][0000−0001−6291−6637], Eusebio Angulo[2][0000−0001−6731−3229], and Francisco P. Romero[1][0000−0001−7646−9022]

[1] Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información. Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla la Mancha. 13071 Ciudad Real, España
[2] Departamento de Matemáticas. Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla la Mancha, 13071 Ciudad Real, España
{JulioAlberto.Lopez, Eusebio.Angulo, FranciscoP.Romero}@uclm.es

Abstract. La evaluación del rendimiento de deportistas de élite en competiciones internacionales constituye un problema de decisión complejo, tradicionalmente resuelto por comités de expertos y sujeto a cierto grado de subjetividad. Con el fin de incrementar la transparencia del proceso, este estudio plantea la selección como un problema de optimización, en el que el rendimiento de cada jugadora se determina mediante una suma ponderada de sus acciones de juego, en la que los pesos reflejan la importancia relativa de cada acción. El objetivo consiste en identificar una configuración de pesos que reproduzca las decisiones expertas y permita interpretar los factores que explican el rendimiento sobresaliente. La metodología se aplica al Campeonato de Europa Femenino de Balonmano de 2020, utilizando algoritmos bioinspirados, evolutivos, de inteligencia de enjambres e híbridos, junto con técnicas de agregación por consenso. Posteriormente, los pesos se validan en los Mundiales Femeninos de 2021 y 2023, evaluando su correspondencia con las selecciones expertas y su coherencia desde una perspectiva deportiva.

Keywords: Algoritmos bioinspirados · Modelado del juicio experto · Caracterización del rendimiento deportivo de élite.

1 Introducción

La selección de los mejores deportistas en competiciones internacionales suele realizarse por comités de expertos que analizan su rendimiento a lo largo del torneo. Aunque estas decisiones poseen un elevado valor deportivo, los criterios utilizados suelen ser difíciles de cuantificar y combinar, lo que dificulta comprender cómo se construye el juicio experto y qué factores realmente diferencian a los deportistas de élite.

La creciente disponibilidad de datos deportivos abre nuevas oportunidades para abordar este problema desde una perspectiva computacional [2],[3]. En particular, las metaheurísticas y los algoritmos bioinspirados han demostrado una

elevada capacidad para resolver problemas complejos de optimización y ajustar modelos basados en datos en dominios caracterizados por incertidumbre y alta dimensionalidad. Este trabajo resume una metodología basada en algoritmos bioinspirados para modelar el juicio experto en balonmano femenino de élite [1]. La propuesta permite identificar los factores que caracterizan el rendimiento excelente y obtener modelos interpretables capaces de reproducir las decisiones de expertos en competiciones internacionales.

2 Metodología

La metodología propuesta formula el problema como una tarea de optimización. El rendimiento de cada jugadora (p) se representa mediante la suma ponderada de las acciones registradas durante la competición, según la ecuación (1).

$$score(p) = \sum_{i=1}^{n} p_i w_i \tag{1}$$

donde p_i representa el valor asociado a la acción i y w_i su peso correspondiente. Los pesos constituyen las variables de decisión del problema y reflejan la importancia relativa de cada acción en la evaluación del rendimiento. Las acciones positivas, que contribuyen a la victoria del equipo, tendrán un peso positivo mientras que las acciones negativas, que contribuyen a la derrota del equipo, tendrán un peso negativo.

El objetivo es determinar una configuración de pesos capaz de reproducir las selecciones de los expertos para identificar a las mejores jugadoras en cada posición. Para ello, se resuelve un problema de optimización en cada posición de la pista, utilizando la métrica Mean Average Precision (MAP) como función objetivo. De esta forma, se obtienen configuraciones de pesos que permitan identificar el conjunto de jugadoras consideradas de referencia por los expertos en cada posición.

Para resolver el problema se empleó un conjunto heterogéneo de algoritmos bioinspirados formado por PSO, GA, ABC, ACO, GSA y un algoritmo híbrido Firefly-Genetic. Todos ellos optimizan los pesos asociados a las acciones de juego (goles desde distintas distancias, asistencias, pérdidas...) a partir de los datos históricos disponibles en las actas de cada partido.

Como aportación adicional, la metodología incorpora un mecanismo de agregación por consenso (Consensus-Based Aggregation, CBA) que combina las soluciones obtenidas por los distintos algoritmos. Esta estrategia incrementa la robustez de los resultados y reduce la dependencia de una única técnica de optimización.

Finalmente, los pesos optimizados permiten identificar las acciones más relevantes para cada posición de juego y proporcionar una descripción explícita de los factores que caracterizan el rendimiento de élite en el balonmano femenino. La figura 1 muestra un esquema de la metodología propuesta.

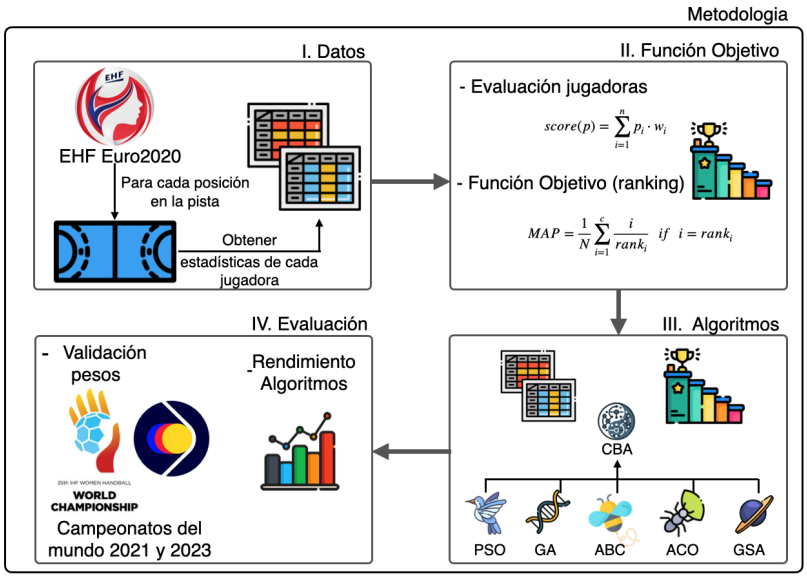


Fig. 1. Metodología propuesta [1]

3 Resultados y discusión

La metodología desarrollada anteriormente se aplicó utilizando datos del Campeonato de Europa Femenino de Balonmano de 2020 para obtener los pesos asociados a las distintas acciones de juego. Posteriormente, dichos pesos se utilizaron para analizar los Campeonatos del Mundo Femeninos de 2021 y 2023, lo que permitió evaluar la capacidad del modelo para reproducir los criterios empleados en la identificación de jugadoras de élite en competiciones internacionales independientes.

Los resultados obtenidos muestran que la metodología es capaz de evaluar a todas las jugadoras estableciendo un scoring alineado con el juicio experto, identificando una parte significativa de las jugadoras incluidas en los equipos ideales de ambas competiciones. No obstante, conviene señalar que la jugadora finalmente designada como mejor en cada posición es seleccionada mediante votación popular entre un conjunto de candidatas previamente determinadas por un comité de expertos. En consecuencia, el objetivo de la metodología no es predecir el resultado de dicha votación, sino modelar los criterios empleados para identificar a las jugadoras con un rendimiento sobresaliente. Desde esta perspectiva, las discrepancias observadas entre algunas selecciones del modelo y las designaciones finales no deben interpretarse necesariamente como errores, especialmente cuando las jugadoras identificadas presentan un rendimiento comparable o forman parte del grupo de candidatas consideradas por los expertos.

Desde el punto de vista de la optimización, los diferentes algoritmos bioinspirados considerados mostraron un comportamiento altamente consistente. Aunque se observaron pequeñas diferencias en los valores medios obtenidos para algunas posiciones específicas, los análisis estadísticos realizados evidenciaron la ausencia de diferencias significativas en la mayoría de las comparativas entre algoritmos. Este resultado pone de manifiesto la robustez de la formulación propuesta y sugiere que la calidad de las soluciones obtenidas depende en mayor medida del modelo de optimización planteado que de la metaheurística concreta empleada para resolverlo. Asimismo, el mecanismo de agregación por consenso permitió combinar la información proporcionada por distintos algoritmos, lo que contribuyó a incrementar la estabilidad y la fiabilidad de las soluciones finales.

Finalmente, uno de los resultados más relevantes del trabajo es la capacidad de interpretar los pesos optimizados obtenidos para cada posición de juego. El análisis de dichos pesos revela que la importancia relativa de las distintas acciones varía significativamente en función de la posición que ocupa la jugadora, lo que permite identificar perfiles diferenciados de rendimiento de élite. De este modo, la metodología no solo reproduce el juicio experto, sino que también aporta transparencia al proceso de selección y facilita la extracción de conocimiento interpretable a partir de datos deportivos reales. Un análisis detallado de los pesos obtenidos y de los perfiles identificados puede consultarse en [1].

4 Conclusiones

Este trabajo presenta una metodología basada en algoritmos bioinspirados para modelar el juicio experto y caracterizar el rendimiento deportivo de élite. Esta formulación permite transformar un proceso de evaluación tradicionalmente subjetivo en un problema de optimización interpretable. Los resultados obtenidos muestran que las metaheurísticas bioinspiradas constituyen una herramienta eficaz para reproducir decisiones expertas y extraer conocimiento relevante a partir de datos deportivos. Como línea de investigación futura, se plantea la extensión de la metodología a otros deportes y contextos de evaluación complejos.

References

1. López-Gómez, J.A., Romero, F.P., Angulo, E.: Bio-inspired algorithms for the characterization of excellent performance in handball players: A data-driven methodology. Expert Systems with Applications, 274, 126821 (2025).
2. Mataruna-Dos-Santos, L., Faccia, A., Helú, H., Kahn, M.: Big data analyses and new technology applications in sport management, an overview. In ACM international conference proceeding series, pp (17-22), 2020.
3. Chmait, N., Westerbeek, H.: Artificial intelligence and machine learning in sports research: an introduction for non-data scientists. Frontiers in Sports and Active Living, 3, 1–8 (2021).