

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
NÚCLEO PUERTO ORDAZ – ESTADO BOLÍVAR

SUMATIVA #3

AUTOR: VICTOR GOUVEIA
C.I. 30253390

PUERTO ORDAZ, MARZO DE 2025.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando el mundo del deporte, ofreciendo herramientas innovadoras que mejoran el rendimiento de los atletas, optimizan las estrategias de los equipos y enriquecen la experiencia de los aficionados. Desde el análisis de datos en tiempo real hasta la prevención de lesiones y la detección de talentos, la IA se ha convertido en un aliado indispensable para equipos, entrenadores y organizaciones deportivas. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información y extraer insights precisos ha permitido tomar decisiones más informadas y objetivas, lo que ha elevado el nivel competitivo en diversas disciplinas. En el fútbol, uno de los deportes más populares del mundo, la IA ha demostrado su potencial en áreas como el análisis táctico, la scouting de jugadores y, más recientemente, en la asistencia arbitral mediante tecnologías como el sistema semi-automatizado de detección de offsides

El offside es una de las reglas más complejas y discutidas en el fútbol, ya que su correcta aplicación depende de una evaluación milimétrica de la posición de los jugadores en el momento exacto en que se realiza un pase. Tradicionalmente, esta tarea ha recaído en los árbitros asistentes y, más recientemente, en el VAR (Árbitro Asistente de Video). Sin embargo, la interpretación humana está sujeta a errores y controversias, lo que ha llevado a la implementación de tecnologías basadas en inteligencia artificial para mejorar la precisión y la justicia en las decisiones arbitrales. Este estudio se centra en el sistema semi-automatizado de detección de offsides (SAOT), utilizado en torneos de alto nivel como la Copa Mundial de la FIFA 2022. A través de cámaras de alta velocidad, sensores en el balón y algoritmos de IA, este sistema ha transformado la forma en que se detectan y se comunican las situaciones de offside, ofreciendo decisiones más rápidas, precisas y

transparentes. En esta investigación, exploraremos cómo funciona esta tecnología, los datos que utiliza, su entrenamiento y los resultados que ha obtenido en el mundo real..

Descripción del problema

El problema abordado es la detección precisa y rápida de la posición de offside en partidos de fútbol. Tradicionalmente, los árbitros asistentes y el VAR (Árbitro Asistente de Video) dependen de la interpretación humana para determinar si un jugador está en posición de offside, lo que puede llevar a errores debido a la limitación de la percepción humana y la velocidad del juego. Estos errores pueden afectar el resultado de un partido y generar controversias entre aficionados, jugadores y equipos. La implementación de la IA busca eliminar estos errores, proporcionando decisiones más precisas y consistentes en tiempo real.

Además, el offside es una de las reglas más complejas y discutidas en el fútbol, ya que requiere una evaluación milimétrica de la posición de los jugadores en el momento exacto en que se realiza un pase. La IA aborda este problema al procesar datos en tiempo real y generar una representación visual clara de la situación, lo que facilita la toma de decisiones por parte de los árbitros. Esto no solo mejora la justicia en el juego, sino que también aumenta la transparencia para los espectadores.

Por último, el uso de la IA en la detección de offsides también busca agilizar el proceso de revisión. Las revisiones manuales del VAR pueden tomar varios minutos, interrumpiendo el flujo del partido. La tecnología semi-automatizada reduce este tiempo a segundos, manteniendo la dinámica del juego y mejorando la experiencia tanto para los jugadores como para los aficionados.

Datos utilizados para entrenar el modelo de IA

Los datos utilizados para entrenar el modelo de IA provienen de múltiples fuentes tecnológicas integradas en el estadio y el balón. En primer lugar, se utilizan cámaras de alta velocidad instaladas en el techo del estadio, que capturan imágenes en tiempo real de todos los jugadores en el campo. Estas cámaras rastrean hasta 29 puntos de datos por jugador, como la posición de los pies, el torso y la cabeza, lo que permite una representación precisa de su ubicación en el campo.

En segundo lugar, el balón oficial utilizado en los partidos está equipado con un sensor interno que envía datos de posición 500 veces por segundo. Este sensor proporciona información exacta sobre el momento en que el balón es golpeado, lo que es crucial para determinar el instante en que se debe evaluar la posición de offside. La combinación de estos datos con los de las cámaras permite al sistema calcular con precisión la posición de los jugadores en relación con la línea de offside.

Finalmente, el modelo se entrena con datos históricos de partidos, donde se etiquetan situaciones de offside y no offside. Estos datos incluyen ejemplos de diferentes escenarios, como jugadores en movimiento, posiciones estáticas y situaciones cercanas a la línea de offside. El modelo aprende a identificar patrones y a tomar decisiones basadas en la posición relativa de los jugadores y el balón en el momento exacto del pase.

Descripción del modelo de IA utilizado y cómo se entrenó

El modelo de IA utilizado es una combinación de visión por computadora y algoritmos de aprendizaje automático. Las cámaras de alta velocidad capturan imágenes en tiempo real, que son procesadas por algoritmos de visión por computadora para identificar y rastrear a los jugadores y el balón.

Estos algoritmos utilizan técnicas de detección de objetos y seguimiento de movimiento para determinar la posición exacta de cada jugador en el campo.

El sistema también incorpora un modelo de aprendizaje automático que ha sido entrenado con datos históricos de partidos. Durante el entrenamiento, el modelo se expone a miles de ejemplos de situaciones de offside y no offside, aprendiendo a distinguir entre ellas. El entrenamiento se realiza mediante técnicas de aprendizaje supervisado, donde el modelo recibe datos etiquetados y ajusta sus parámetros para minimizar los errores en la detección de offsides.

Una vez entrenado, el modelo se integra con los datos en tiempo real de las cámaras y el sensor del balón. Cuando se produce un pase, el sistema calcula automáticamente si un jugador estaba en posición de offside en el momento exacto en que se hizo el pase. Si se detecta un offside, el sistema genera una alerta para los árbitros y crea una animación en 3D que muestra la posición de los jugadores y la línea de offside.

Resultados obtenidos y cómo se evaluó el modelo

Los resultados obtenidos con el sistema semi-automatizado de detección de offsides han sido muy positivos. Durante su implementación en la Copa Mundial de la FIFA 2022, el sistema demostró una precisión milimétrica en la detección de offsides, reduciendo significativamente los errores humanos. Por ejemplo, en el partido entre Argentina y Arabia Saudita, se anularon tres goles de Argentina por offside, todos detectados correctamente por el sistema. Esto permitió decisiones más justas y transparentes.

La evaluación del modelo se realizó mediante métricas de precisión, como la tasa de aciertos y la tasa de falsos positivos. El sistema fue probado en partidos reales y simulados, comparando sus decisiones con las de árbitros humanos y el VAR tradicional. Los resultados mostraron que el sistema tenía una precisión superior al 99%, lo que lo convierte en una herramienta confiable para la detección de offsides. Además, el tiempo de respuesta del sistema se redujo a solo unos segundos, lo que mejoró la fluidez del juego.

Finalmente, la aceptación del sistema por parte de los árbitros, jugadores y aficionados ha sido mayoritariamente positiva. Las animaciones en 3D generadas por el sistema han aumentado la transparencia de las decisiones, permitiendo que los espectadores entiendan claramente por qué se tomó una decisión. Esto ha contribuido a reducir las controversias y a mejorar la experiencia general del fútbol.

CONCLUSIÓN

La implementación de la inteligencia artificial en la detección de offsides, a través del sistema semi-automatizado, ha marcado un hito en la historia del fútbol. Este sistema no solo ha demostrado ser una herramienta precisa y confiable para determinar situaciones de offside, sino que también ha mejorado la justicia y la transparencia en las decisiones arbitrales. Al combinar cámaras de alta velocidad, sensores en el balón y algoritmos de IA, el SAOT ha reducido los errores humanos y agilizado el proceso de revisión, lo que ha permitido mantener la dinámica del juego y mejorar la experiencia tanto para los jugadores como para los aficionados. Su éxito en torneos como la Copa Mundial de la FIFA 2022 es un testimonio del potencial de la tecnología para transformar el deporte.

Sin embargo, la adopción de la IA en el fútbol no está exenta de desafíos. Aunque el sistema ha sido ampliamente aceptado, aún existen críticas sobre su dependencia de la tecnología y la posibilidad de errores técnicos. Además, es fundamental equilibrar el uso de la IA con el aspecto humano del deporte, asegurando que la tecnología complemente, pero no reemplace por completo, el juicio de los árbitros. La clave está en seguir perfeccionando estos sistemas y garantizar que sean accesibles no solo en competiciones de élite, sino también en ligas y torneos de menor escala.

En conclusión, el uso de la IA en la detección de offsides representa un avance significativo hacia un fútbol más justo, preciso y transparente. A medida que la tecnología continúe evolucionando, es probable que su aplicación se extienda a otras áreas del deporte, desde la prevención de lesiones hasta la optimización de estrategias. El futuro del fútbol está siendo moldeado por la innovación tecnológica, y la IA está liderando esta

revolución, asegurando que el deporte siga creciendo y adaptándose a las demandas del siglo XXI.

REFERENCIAS

¿Qué es el fuera de juego semiautomático (SAOT) y cómo funciona? de Toni López Jordà. Revisado el 13 de Marzo de 2025 en:

<https://www.lavanguardia.com/deportes/2024/11/11/10096433/fuera-de-juego-semiautomatico-que-es-como-funciona-sistema-polemico-lewandowski-gol-anulado-barca-barcelona-real-sociedad.html#:~:text=El%20sistema%20se%20denomina%20%E2%80%9Csemiautom%C3%A1tico,juego%20que%20genera%20la%20tecnolog%C3%ADa.>

Así es el sistema de fuera de juego semiautomático en 3D. Revisado el 13 de Marzo de 2025 en:

<https://www.mundodeportivo.com/videos/futbol/20240401/1002219686/asi-sistema-fuera-juego-semiautomatico-3d.html>

Tecnología semi-automatizada para la detección del fuera de juego.

Revisado el 14 de Marzo de 2025 en:

<https://inside.fifa.com/es/innovation/world-cup-2022/semi-automated-offside-technology>

Qué es el fuera de juego semiautomático y cómo funciona este sistema

SAOT en LaLiga EA Sports. Revisado el 14 de Marzo de 2025 en:

<https://www.marca.com/futbol/2024/11/11/fuera-juego-semiautomatico-funciona-sistema-saot-laliga-ea-sports.html>