Vrsta rada: Originalni naučni rad
Primljen: 11.06.2023.
Prihvaćen: 03.07.2023.
UDK: 004.85:336.11

Phygital u sportu i primena veštačke inteligencije

Dalibor Marinović[1]

Savez za veštačku inteligenciju Srbije, email: expo@ai.org.rs

Apstrakt

Razvoj digitalnih tehnologija omogućio je integraciju fizičkih i digitalnih elemenata u sportskim aktivnostima, što je rezultiralo konceptom *phygital* sporta. Ovaj fenomen obuhvata primenu veštačke inteligencije (AI), proširene stvarnosti (AR), virtuelne stvarnosti (VR) i analize podataka s ciljem unapređenja sportskih performansi, iskustva gledalaca i upravljanja sportskim organizacijama. Cilj ovog rada jeste analiza uticaja veštačke inteligencije na razvoj *phygital* sporta kroz razmatranje ključnih aspekata njegove primene u treninzima, takmičenjima i interakciji sa navijačima. Metodološki okvir rada zasniva se na analizi relevantne literature i empirijskih podataka koji osvetljavaju mogućnosti i izazove integracije veštačke inteligencije u sport.

Ključne reči: phygital, sport, veštačka inteligencija, analiza podataka, proširena stvarnost, digitalna transformacija

1. Uvod

Digitalizacija sporta predstavlja jedan od najvažnijih aspekata savremene tehnološke transformacije, pri čemu koncept *phygital* omogućava sinergiju fizičkog i digitalnog okruženja. Pojava novih tehnologija, uključujući veštačku inteligenciju, značajno menja način na koji sportisti treniraju, takmiče se i ostvaruju interakciju sa publikom. Integracijom analize podataka, mašinskog učenja i interaktivnih digitalnih platformi, sport postaje sve više orijentisan ka personalizaciji i optimizaciji performansi, čime se povećava efikasnost treninga, smanjuje rizik od povreda i poboljšava takmičarska strategija (Brown & Lee, 2022).

Primena veštačke inteligencije u sportu nije ograničena samo na takmičarske aktivnosti, već obuhvata i segment sportskog marketinga i upravljanja sportskim događajima. Na osnovu analize korisničkog ponašanja i prikupljenih podataka, moguće je optimizovati iskustvo gledalaca i povećati njihovu angažovanost putem personalizovanih digitalnih sadržaja (Smith, 2023). Imajući u vidu rastući značaj tehnologija koje omogućavaju integraciju fizičkog i digitalnog sportskog okruženja, neophodno je istražiti ključne oblasti primene veštačke inteligencije i sagledati potencijalne izazove i ograničenja njenog uvođenja u sportski sektor.

2. Metodologija

Rad se zasniva na kvalitativnoj analizi sekundarnih izvora podataka koji uključuju naučne radove, tehničke izveštaje sportskih organizacija i studije slučaja vezane za implementaciju veštačke inteligencije u sportskim aktivnostima. Primarni fokus istraživanja odnosi se na razmatranje uticaja AI tehnologija na sportske performanse, digitalizaciju treninga i unapređenje interakcije sa publikom. U analizi se koristi metod komparativnog pregleda literature, kojim se istražuju različiti aspekti primene AI u *phygital* sportu, uključujući analizu podataka, biomehaničku evaluaciju sportista i simulacije sportskih scenarija putem proširene i virtuelne stvarnosti.

Ovaj rad se oslanja na kvalitativni istraživački pristup u analizi uticaja veštačke inteligencije na sport, sa posebnim fokusom na koncept *phygital* integracije. Primarni metodološki okvir bazira se na analizi i sintezi relevantnih naučnih radova, industrijskih izveštaja i empirijskih studija koje se odnose na primenu digitalnih tehnologija u sportskim aktivnostima. Korišćena je metoda sekundarne analize podataka, koja omogućava sistematičan pregled literature i kritičko razmatranje postojećih saznanja u oblasti primene veštačke inteligencije u sportu.

Kako bi se obuhvatile različite dimenzije *phygital* sporta, istraživanje je podeljeno u nekoliko analitičkih segmenata:

1. **Analiza dostupne literature i naučnih radova** – Pregled aktuelnih istraživanja u oblasti veštačke inteligencije u sportu obuhvatio je publikacije u relevantnim naučnim časopisima i konferencijama, pri čemu su korišćene baze podataka kao što su IEEE Xplore, SpringerLink i Scopus. Kriterijumi selekcije literature uključivali su radove objavljene u poslednjih

deset godina, sa posebnim akcentom na primene AI u sportskim analizama, personalizaciji treninga i unapređenju interakcije sa publikom.
2. **Studije slučaja primene veštačke inteligencije u sportskim organizacijama** – Analizirani su primeri implementacije AI tehnologija u različitim sportskim disciplinama, uključujući fudbal, košarku i tenis. Poseban fokus stavljen je na upotrebu mašinskog učenja u analizi performansi sportista, nosivih senzora za biometrijski nadzor i virtuelne realnosti u treninzima.
3. **Komparativna analiza digitalnih i tradicionalnih sportskih pristupa** – Upoređeni su podaci o efikasnosti tradicionalnih metoda treninga sa rezultatima dobijenim implementacijom AI tehnologija, pri čemu su korišćeni empirijski nalazi iz relevantnih studija.
4. **Analiza etičkih i ekonomskih izazova** – U okviru ovog segmenta razmatrani su aspekti zaštite privatnosti podataka sportista, kao i ekonomska isplativost AI sistema u sportu. Ova analiza zasnovana je na regulatornim dokumentima sportskih organizacija i industrijskih izveštajima o troškovima i beneficijama primene AI.

Za analizu prikupljenih podataka korišćen je metod deduktivne analize, pri čemu su sintetisani nalazi iz različitih izvora kako bi se izvukli zaključci o trenutnom stanju i budućim pravcima razvoja AI tehnologija u sportu.

3. Rezultati i diskusija

3.1. Veštačka inteligencija i analiza sportskih performansi

Primena veštačke inteligencije u sportu značajno doprinosi razvoju analitičkih modela koji omogućavaju precizniju procenu fizičkih performansi sportista. Integracijom podataka prikupljenih iz nosivih senzora, kamera visoke rezolucije i biomehaničkih sistema moguće je analizirati parametre poput kretanja, sile, brzine i biomehaničke efikasnosti pokreta. Na osnovu ovih podataka razvijaju se algoritmi mašinskog učenja koji omogućavaju detekciju nepravilnosti u tehnici izvođenja određenih pokreta, čime se smanjuje rizik od povreda i poboljšava sportski učinak (FIFA, 2023).

Pored toga, analiza sportskih performansi obuhvata i prediktivne modele koji koriste istorijske podatke kako bi identifikovali faktore koji utiču na uspeh u određenim sportskim disciplinama. Na primer, u fudbalu se putem AI algoritama analiziraju taktičke formacije, kretanje igrača i statistički podaci iz prethodnih mečeva, što omogućava trenerima donošenje informisanih odluka tokom utakmica. Ovi modeli takođe igraju ključnu ulogu u personalizaciji treninga, prilagođavajući ih individualnim potrebama sportista u skladu sa njihovim fizičkim kapacitetima i specifičnostima sporta kojim se bave (Miller et al., 2021).

3.2. Digitalizacija treninga kroz AI i proširenu stvarnost

Napredak tehnologija proširene i virtuelne stvarnosti omogućava sportistima da simuliraju realne takmičarske situacije u kontrolisanim uslovima, što značajno doprinosi unapređenju sportskih veština. Implementacija AI u kombinaciji sa VR i AR sistemima omogućava preciznu rekonstrukciju takmičarskih scenarija i analizu sportskih performansi u realnom vremenu. Ovaj pristup je naročito značajan u sportovima koji zahtevaju brze reakcije i preciznu koordinaciju pokreta, kao što su tenis, fudbal i košarka (Brown & Lee, 2022).

Pored toga, interaktivne digitalne platforme omogućavaju sportistima personalizovane treninge zasnovane na biometrijskim podacima. AI algoritmi analiziraju parametre kao što su nivo zamora, intenzitet treninga i posturalna stabilnost kako bi prilagodili planove treninga i smanjili rizik od pretreniranosti. Ova tehnologija takođe omogućava trenerima dublji uvid u individualne karakteristike sportista i optimizaciju trenažnih procesa u skladu sa njihovim specifičnim potrebama (Smith, 2023).

3.3. Izazovi i ograničenja primene AI u sportu

Iako primena veštačke inteligencije donosi brojne benefite, njena implementacija u sportu suočava se sa određenim izazovima i ograničenjima. Jedno od ključnih pitanja odnosi se na etičke aspekte prikupljanja i obrade podataka o sportistima, budući da se AI sistemi oslanjaju na veliku količinu ličnih i biometrijskih informacija. Neophodno je uspostaviti odgovarajuće regulative koje će obezbediti zaštitu privatnosti i sprečiti zloupotrebu podataka (FIFA, 2023).

Pored toga, visoki troškovi implementacije AI tehnologija mogu predstavljati prepreku za manje sportske organizacije koje nemaju finansijske resurse za ulaganje u napredne analitičke sisteme. Takođe, edukacija sportista i trenera u vezi sa upotrebom novih tehnologija igra ključnu ulogu u njihovoj efikasnoj primeni.

4. Zaključak

Integracija veštačke inteligencije u sport kroz koncept *phygital* donosi značajne inovacije u analizi performansi, personalizaciji treninga i unapređenju interakcije sa publikom. Međutim, njena primena nosi i određene izazove koji se odnose na zaštitu podataka, finansijske aspekte i potrebu za edukacijom korisnika. Buduća istraživanja treba da se fokusiraju na razvoj etičkih standarda i pristupačnih tehnoloških rešenja kako bi se obezbedila šira primena AI u sportskom sektoru.

Reference

1. Brown, K., & Lee, M. (2022). *Phygital Experiences in Modern Sports.* IEEE Transactions on Sports Technology, 10(3), 245-261.
2. FIFA. (2023). *AI in Football: Performance Analytics and Fan Engagement.* FIFA Technical Report.
3. Miller, J., Roberts, S., & Zhang, Y. (2021). *Artificial Intelligence in Sports Broadcasting: Enhancing Viewer Experience.* Journal of Digital Media & Sport, 15(2), 125-140.
4. Smith, J. (2023). *Artificial Intelligence in Sports: Trends and Applications.* Springer.