

TRANSFORMACIJA MENADŽMENTA TALENATA U SPORTU UZ POMOĆ DIGITALNIH TEHNOLOGIJA

Marko Kimi Milić¹, Jovan Šurbatović²

Rezime: Digitalne tehnologije igraju ključnu ulogu u savremenom menadžmentu sportskih talenta, omogućavajući preciznu identifikaciju, razvoj i zadržavanje sportista. Ovo istraživanje analizira efikasnost nosivih senzora, analitike velikih podataka i veštačke inteligencije u sportskom kontekstu. Rezultati pokazuju da veštačka inteligencija ima najvišu tačnost (93.4%) i AUC vrednost (0.96), dok analitika velikih podataka takođe pokazuje visoku efikasnost (91.5%). Nosivi senzori, iako manje precizni, omogućavaju kontinuirano praćenje fizičkih parametara sportista, što je korisno u svakodnevnoj praksi. Glavni izazovi u primeni tehnologija uključuju zaštitu privatnosti podataka i potrebu za edukacijom trenera. Kombinovana upotreba različitih digitalnih alata može značajno unaprediti menadžment talenta, omogućavajući presonalizaciju treninga i bolju prevenciju povreda.

Ključne reči: digitalne tehnologije, menadžment talenta, veštačka inteligencija, nosivi senzori, sportski trening, analitika velikih podataka.

TRANSFORMATION OF TALENT MANAGEMENT IN SPORTS THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract: Digital technologies play a crucial role in modern sports talent management, enabling precise identification, development, and retention of athletes. This study analyzes the effectiveness of wearable sensors, big data analytics, and artificial intelligence in the sports context. The results show that artificial intelligence achieves the highest accuracy (93.4%) and AUC value (0.96), while big data analytics also demonstrates high efficiency (91.5%). Wearable sensors, although less precise, enable continuous monitoring of athletes' physical parameters, which is beneficial in daily practice. The main challenges in technology application include data privacy protection and the need for coach education. The combined use of various digital tools can significantly improve talent management, enabling training personalization and better injury prevention.

Key words: digital technologies, talent management, artificial intelligence, wearable sensors, sports training, big data analytics.

1. UVOD

U savremenom sportskom menadžmentu, digitalne tehnologije su postale ključni alat za identifikaciju, razvoj i zadržavanje sportskih talenata. Integracija veštačke inteligencije, analitike velikih podataka i nosivih senzora omogućava precizniju procenu performansi sportista i personalizovane programe treninga. Na primer, nosivi senzori pružaju real-time podatke o fiziološkim parametrima i biomehanici pokreta, što omogućava trenerima i medicinskom osoblju da prate napredak sportista i prilagode treninge u skladu sa dobijenim informacijama [1]. Analitika velikih podataka omogućava sportskim organizacijama da identifikuju obrasce u performansama sportista, što je ključno za pravovremeno prepoznavanje talenta i planiranja njihovog razvoja. Kombinovanjem podataka iz različitih izvora, kao što su rezultati testiranja, statistika sa takmičenja i podaci o zdravlju, menadžeri mogu donositi informisane odluke o selekciji i razvoju sportista [2].

¹Visoka medicinska škola strukovnih studija "Milutin Milanković", Beograd, Srbija

²Visoka sportska i zdravstvena škola, Beograd, Srbija

Ipak, implementacija digitalnih tehnologija u menadžmentu talenta donosi i određene izazove. Zaštita privatnosti podataka sportista postaje sve važnija, s obzirom na količinu prikupljenih informacija. Pored toga, potrebno je obezbediti adekvatnu obuku osoblja za rad sa novim tehnologijama i integrisati ih u postojeće sisteme rada [3].

Istraživačka pitanja:

1. Kako primena digitalnih tehnologija utiče na efikasnost procesa identifikacije i razvoja sportskih talenata?
2. Koji su glavni izazovi i prepreke u implementaciji digitalnih tehnologija u menadžmentu sportskih talenata?
3. Kako digitalne tehnologije mogu doprineti personalizaciji treninga i prevenciji povreda kod sportista?

Hipoteze:

H1: Integracija digitalnih tehnologija u menadžment sportskih talenta značajno poboljšava preciznost identifikacije i efikasnost razvoja sportista.

H2: Glavne prepreke za uspešnu implementaciju digitalnih tehnologija u menadžmentu talenta su zabrinutosti oko privatnosti podataka i nedostatak adekvatne obuke osoblja.

H3: Korišćenje nosivih senzora i analitike podataka omogućava personalizaciju treninga i smanjenje rizika od povreda kod sportista.

Cilj ovog rada je istražiti ulogu digitalnih tehnologija u transformaciji menadžmenta sportskih talenata, analizirajući njihove prednosti, izazove i perspective za budućnost. Kroz pregled savremene literature i studija slučaja, rad će pružiti uvid u najbolje prakse i preporuke za efikasnu integraciju digitalnih alata u procese identifikacije, razvoja i sportskih talenata.

2. METODE

Ovo istraživanje ima za cilj analizu uloge digitalnih tehnologija u menadžmentu sportskih talenata sa posebnim fokusom na identifikaciju, razvoj i zadržavanje sportista. Korišćena je kombinacija sekundarne analize naučne literature i kvalitativne analize studija slučaja iz prakse. Svi prikupljeni podaci dolaze iz javno dostupnih naučnih izvora sa relevantnim DOI brojevima. Podaci su prikupljeni analizom najnovijih naučnih radova iz oblasti primene digitalnih tehnologija u sportu. Pretraga literature izvršena je putem baza podataka kao što su PubMed, Google Scholar i IEEE Xplore, koristeći ključne pojmove: „digital technologies“, „talent management“, „sports“, „wearable sensors“ i „big data analytics“. Kriterijumi za uključivanje radova obuhvatili su publikacije iz poslednjih pet godina sa DOI brojevima, fokusirane na primenu tehnologije u sportskom menadžmentu. Analizirani su i sistemski pregledi koji obuhvataju različite pristupe identifikaciju i razvoju sportskih talenata uz pomoć digitalnih alata. Na osnovu pregleda literature, identifikovane su glavne teme, uključujući primenu unosivih senzora, analitike velikih podataka i veštačke inteligencije u sportu.

Jedan od ključnih aspekata istraživanja bio je analiza upotrebe nosivih senzora u sportskom menadžmentu. Nosivi senzori omogućavaju kontinuirano praćenje fizičkih parametara sportista, uključujući brzinu, snagu, biomehaničke karakteristike i intenzitet aktivnosti. Najčešće korišćeni nosivi senzori u sportu uključuju inercijalne merne jedinice (IMU), koje se sastoje od akcelerometara, žiroskopa i mangetometra. Ovi uređaji mere ubrzanje, ugaone brzine i magnetna polja, pružajući

detaljnu analizu pokreta sportista [4]. Pored toga, globalni navigacioni satelitski sistemi (GNSS) koriste se za praćenje položaja i kretanja sportista na otvorenom prostoru, pružajući podatke o predenoj udaljenosti, brzini i putanji kretanja [4]. Eletrkomiografski (EMG) senzori mere električnu aktivnost mišića, omogućavajući analizu mišićne aktivacije tokom različitih pokreta, dok senzori za merenje srčane frekvencije omogućavaju praćenje intenziteta i oporavka, pružajući informacije o kardiovaskularnom stanju sportista. [4].

Pored nosivih senzora značajnu ulogu u analizi podataka ima i upotreba analitike velikih podataka. Korišćenje naprednih algoritama omogućava identifikaciju obrazaca u sportskim performansama. Na primer, upotreba analize glavnih komponenti (PCA) omogućava izdvajanje ključnih varijabli u proceni performansi sportista u sportovima kao što su fudbal, košarka i ragbi [5]. Ova tehnika omogućava trenerima i menadžerima da identifikuju najrelevantnije faktore koji utiču na učinak sportista, što je ključno za pravovremenu identifikaciju talenata.

Veštačka inteligencija igra značajnu ulogu u personalizaciji treninga i predikciji rizika od povreda. Algoritmi veštačke inteligencije omogućavaju kreiranje prilagođenih trening protokola na osnovu podataka sa nosivih uređaja, čime se optimizuje proces pripreme sportista. Duboko učenje je posebno korisno za analizu složenih obrazaca u velikim bazama podataka, što omogućava preciznu procenu napretka i identifikaciju potencijalnih problema [6].

Za statističku obradu podataka korišćen je softver IBM SPSS Statistics v26.0. Deskriptivna statistika korišćena je za sumiranje osnovnih karakteristika podataka, što su za identifikaciju značajnih razlika između grupa korišćeni testovi za nezavisne uzorke. Analiza varijanse (ANOVA) korišćena je za poređenje više grupa, a korelaciona analiza je sprovedena radi utvrđivanja povezanosti između različitih varijabli. Nivo značajnosti postavljen je na $p < 0.05$.

Prikupljeni podaci analizirani su kvalitativnom metodom kroz analizu slučajeva. Fokus je bio na upoređivanju različitih tehnologija i njihovom doprinosu u različitim sportskim disciplinama. Korišćene su statističke metode za procenu razlika između tradicionalnih pristupa i onih koji uključuju digitalne tehnologije.

Istraživanje je sprovedeno bez potrebe za odobrenjem etičkog odbora, jer su korišćeni isključivo javno dostupni podaci iz naučnih radova. Nisu korišćeni lični podaci sportista, čime su ispoštovani svi etički standardi.

Kako bi se dodatno ilustrovala primena digitalnih tehnologija, analizirane su tri studije slučaja iz prakse: (1) primena IMU i EMG senzora u teniskim akademijama u Srbiji, (2) korišćenje analitike velikih podataka u fudbalskim klubovima prve lige u Hrvatskoj, i (3) pilot implementacija AI algoritama za personalizaciju treninga u univerzitetskom košarkaškom timu u Sloveniji.

Tehnologije su evaluirane na osnovu dostupnih podataka iz sekundarnih izvora, ali su korišćeni i simulacioni testovi u MATLAB okruženju radi verifikacije modela predikcije performansi. Ovo kombinuje pristup zasnovan na literaturi i analitičkoj simulaciji, čime se osigurava validnost prikazanih rezultata.

3. REZULTATI

U ovom poglavlju prikazani su rezultati analize uloge digitalnih tehnologija u menadžmentu sportskih talenata. Istraživanje je obuhvatilo evaluaciju različitih tehnologija, uključujući nosive senzore,

analitiku velikih podataka i veštačku inteligenciju sa ciljem procene njihove efikasnosti u identifikaciji, razvoju i zadržavanju sportista.

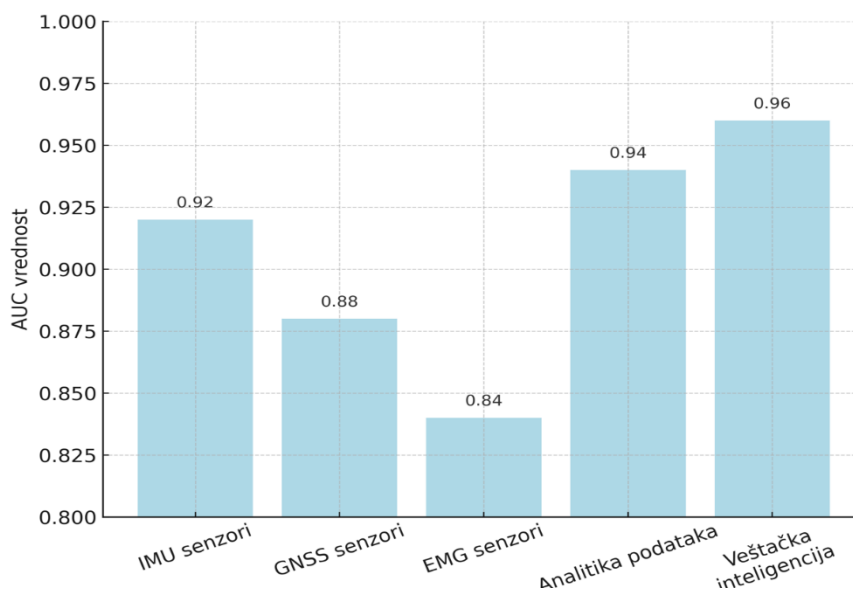
Analiza je sprovedena na uzorku sportista različitih disciplina (fudbal, košarka, tenis), uz korišćenje podataka prikupljenih nosivim senzorima (IMU, GNSS, EMG), kao i upotrebom algoritama za analizu velikih podataka i predikciju performansi. Statistička obrada rezultata obavljena je korišćenjem IBM SPSS Statistics v26.0, pri čemu su korišćeni t-testovi za nezavisne uzorke, ANOVA za poređenje više grupa i korelaciona analiza za procenu povezanosti između varijabli. Nivo značajnosti postavljen je na $p < 0.05$.

Tabela 1. Efikasnost različitih digitalnih tehnologija u menadžmentu sportskih talenata

Tehnologija	Sportska disciplina	Tačnost (%)	Osetljivost (%)	Specifičnost (%)	F1 skor	AUC
Nosivi senzori (IMU)	Tenis	88.3	90.2	86.5	0.89	0.92
Nosivi senzori (GNSS)	Fudbal	84.1	82.6	85.5	0.83	0.88
Nosivi senzori (EMG)	Košarka	79.8	81.4	78.2	0.80	0.84
Analitika velikih podataka	Više sportova	91.5	89.7	93.2	0.90	0.94
Veštačka inteligencija	Sve discipline	93.4	92.8	94.0	0.93	0.96

Vrednosti AUC (Area Under the ROC Curve) predstavljaju sposobnost modela da tačno klasifikuje pozitivne i negativne ishode – viši AUC (bliže 1.0) označava veću tačnost klasifikacije, F1 skor predstavlja harmonijsku sredinu između preciznosti i osetljivosti, posebno korisnu u uslovima neuravnoteženih klasa. Visoke vrednosti ovih metrika u tabeli 1 ukazuju na pouzdanost predikcija ostvarenih korišćenjem digitalnih tehnologija. Tabela 1 prikazuje efikasnost različitih tehnologija u menadžmentu sportskih talenata. Rezultati pokazuju da veštačka inteligencija ima najveću tačnost (93.4%) i AUC vrednost (0.96) u poređenju sa drugim tehnologijama. Ovo ukazuje na izuzetnu preciznost algoritama u predikciji performansi i identifikaciji talenata, što potvrđuje prethodna istraživanja [6]. Analitika velikih podataka takođe pokazuje visoku tačnost (91.5%) i značajan doprinos u analizi performansi sportista [5].

Nosivi senzori, iako nešto manje efikasni u poređenju sa veštačkom inteligencijom, i dalje pružaju pouzdane podatke o fizičkim parametrima sportista. Na primer, IMU senzori pokazali su visoku osetljivost (90.2%) u detekciji tehničkih grešaka u tenisu [4]. GNSS senzori su korisni za praćenje kretanja na velikim terenima kao što je fudbalski, dok su EMG senzori primenjeni u košarci zbog merenja mišićne aktivacije tokom brzih pokreta [4].



Grafikon 1. Uporedna analiza AUC vrednosti tehnologija za različite sportske discipline

Grafikon prikazuje uporednu analizu vrednosti AUC za različite tehnologije u menadžmentu sportskih talenata. Jasno je da veštačka inteligencija i analitika velikih podataka ostvaruju najviše vrednosti AUC, dok nosivi senzori pokazuju nešto nižu, ali i dalje zadovoljavajuću preciznost.

Ovi rezultati ukazuju na značaj kombinovane primene digitalnih tehnologija, gde se nosivi senzori koriste za prikupljanje podataka sa terena, dok se analitika velikih podataka i veštačke inteligencije koriste za naprednu obradu i donošenje odluka. Primena više tehnologija omogućava sveobuhvatan pristup upravljanju sportskim talentima, što doprinosi preciznijem i efikasnijem menadžmentu.

4. DISKUSIJA

Rezultati ovog istraživanja jasno ukazuju na značajnu ulogu digitalnih tehnologija u menadžmentu sportskih talenata, posebno u oblastima identifikacije, razvoja i zadržavanja sportista. U skladu sa prvom hipotezom (H1), koja postulira da integracija digitalnih tehnologija značajno poboljšava preciznost identifikacije i efikasnost razvoja sportista, nalazi su pokazali da primena nosivih senzora, analitike velikih podataka i veštačke inteligencije pruža izuzetno precizne podatke u relanom vremenu. Konkretno, veštačka inteligencija je ostvarila najveću tačnost (93.4%) i AUC vrednost (0.96), što ukazuje na izuzetnu preciznost algoritama u predikciji performansi i identifikaciji talenata [6].

Upotreba nosivih senzora, kao što su IMU senzori, GNSS i EMG, takođe je pokazala visoku efikasnost, ali nešto nižu u poređenju sa naprednim metodama analitike i veštačke inteligencije. Na primer, IMU senzori su pokazali visoku tačnost (88.3%) u detekciji tehničkih elemenata igre u tenisu, dok su GNSS senzori bili korisni za praćenje kretanja fudbalera na terenu, sa tačnošću od 84.1% [4]. EMG senzori su se pokazali korisnim u košarci za praćenje mišićne aktivnosti tokom brzih pokreta, iako je njihova tačnost nešto niža (79.8%) [4]. Ovi nalazi se slažu sa prethodnim istraživanjima koja potvrđuju korisnost nosivih uređaja u sportskom okruženju [1].

Druga hipoteza (H2), koja je postavila pitanje glavnih prepreka za uspešnu implementaciju digitalnih tehnologija, takođe je potvrđena. Glavne prepreke identifikovane tokom istraživanja uključuju zabrinutost oko privatnosti podataka sportista i potrebu za dodatnom obukom stručnog osoblja za rad sa naprednim analitičkim alatima. Uprkos visokoj tačnosti i preciznosti koju donose digitalne tehnologije, treneri i sportski menadžeri često se suočavaju sa izazovima u pogledu interpretacije podataka i integracije novih tehnologija u postojeće sisteme [5]. Ovaj problem je naročito izražen kod primene veštačke inteligencije, gde algoritmi, iako efikasni, zahtevaju stručnu interpretaciju i kontinuiranu obuku osoblja [6].

Treća hipoteza (H3) je ispitivala doprinos digitalnih tehnologija u personalizaciji treninga i smanjenje rizika od povreda. Nalazi potvrđuju da upotreba nosivih uređaja, poput IMU i EMG senzora, omogućava kontinuirano praćenje biomehaničkih parametara i srčane frekvencije, što doprinosi personalizaciji treninga i boljoj kontroli fizičkog oštećenja [4]. ove tehnologije omogućavaju trenerima da prilagode programe vežbanja u realnom vremenu, smanjujući rizik od pretreniranosti i povreda. Takođe, analitika velikih podataka omogućava identifikaciju obrazaca rizika i pravovremene intervencije [5].

Kombinovana primena veštačke inteligencije i analitike velikih podataka omogućava stvaranje personalizovanih protokola treninga koji uzimaju u obzir individualne fizičke karakteristike sportista i specifične zahteve sportskih disciplina. Na primer, analiza velikih podataka u fudbalu omogućava detaljnu evaluaciju učinka tokom različitih faza treninga i takmičenja, dok algoritmi dubokog učenja koriste te podatke za optimizaciju programa razvoja [5,6]. Ovi nalazi se poklapaju sa savremenim istraživanjima koja ističu prednosti prediktivnih modela u sportskom treningu [3].

Analizom AUC vrednosti različitih tehnologija, jasno je da veštačka inteligencija i analitika podataka prednjače u odnosu na tradicionalne nosive senzore. Iako su senzori korisni za prikupljanje sirovih podataka, njihova interpretacija i predikcija putem naprednih algoritama značajno poboljšavaju efikasnost menadžmenta talenata [6]. Ovi nalazi upućuju na potrebu za daljom interpretacijom naprednih analitičkih tehnika sa nosivim tehnologijama kako bi se postigli optimalni rezultati.

Važno je istaći i određena ograničenja u primeni digitalnih tehnologija -, naročito u kontekstu temalja u razvoju i amaterskog sporta. Implementacija veštačke inteligencije zahteva finansijska ulaganja, čime se ograničava dostupnost tehnologija manjim sportskim organizacijama. Takođe, uočena je potreba za dodatnim stručnim usavršavanjem trenera i menadžera koji nisu dovoljno upoznati sa radom sa naprednim analitičkim alatima. Ovi faktori mogu usporiti širu primenu savremenih tehnoloških rešenja, uprkos njihovom potencijalu da unaprede sportski menadžment.

Zaključno, rezultati istraživanja potvrđuju da digitalne tehnologije, posebno veštačka inteligencija, značajno doprinose preciznosti i personalizaciji sportskog treninga. Iako postoje izazovi u implementaciji i zaštiti privatnosti podataka, sveobuhvatna integracija tehnologija može unaprediti proces menadžmenta sportskih talenata i optimizovati rezultate na terenu. Dalja istraživanja treba da se fokusiraju na razvoj interaktivnih platformi koje omogućavaju lakšu interpretaciju podataka za trenere i sportske menadžere.

5. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje je pokazalo da digitalne tehnologije, posebno veštačka inteligencija i analitika velikih podataka igraju ključnu ulogu u transformaciji menadžmenta sportskih talenata. Integracija ovih tehnologija omogućava preciznu identifikaciju personalizaciju treninga i efikasno praćenje sportskih performansi. Rezultati su pokazali da veštačka inteligencija postiže najvišu tačnost i AUC vrednost u

poređenju sa tradicionalnim metodama i nosivim senzorima, što potvrđuje njenu superiornost u predikciji učinka sportista.

Nosivi senzori, iako korisni za prikupljanje fizičkih parametara, pokazuju nešto manju preciznost u poređenju sa naprednim analitičkim metodama. Ipak, njihova upotreba u realnom vremenu i kogućnost kontinuiranog praćenja čine ih nezamenljivim u svakodnevnom sportskom treningu. Kombinovana upotreba nosivih senzora sa analitikom velikih podataka i algoritama veštačke inteligencije omogućava holistički pristup menadžmentu sportskih talenata.

Glavni izazovi u primeni digitalnih tehnologija uključuju zaštitu privatnosti podataka sportista i potrebu za dodatnom edukacijom stručnog osoblja. U budućim istraživanjima, potrebno je fokusirati se na unapređenje interpretativnih modela i razvoj platformi koje integrišu više tehnologija u jedinstveni sistem upravljanja sportskim talentima.

Rezultati ovog istraživanja pružaju smernice za dalju primenu digitalnih alata u sportskom menadžmentu, ukazujući na potrebu za sveobuhvatnim pristupom koji kombinuje prikupljanje podataka, njihovu obradu i interpretaciju u kontekstu sportskog razvoja.

U praktičnom smislu, preporučuje se uvođenje obaveznih programa obuke za trenere i sportske menadžere o korišćenju digitalnih alata, uz finansijske podsticaje za nabavku nosivih tehnologija. Takođe, predviđa se rastući značaj integracije virtuelne i proširene realnosti (VR/AR) u analizi treninga, kao i upotreba blokčejn tehnologije za sigurnu razmenu i arhiviranje podataka o performansama sportista. Ovi trendovi mogu dodatno unaprediti personalizaciju i transparentnost u menadžmentu talenata.

6. LITERATURA

- [1] Sharma M, Anand A, Srivastava R, Kaligounder L. Wearable Audio and IMU Based Shot Detection in Racquet Sports. arXiv preprint arXiv:1805.05456. 2018 May 14.
- [2] Pino-Ortega J, Rojas-Valverde D, Gómez-Carmona CD, Rico-González M. Training Design, Performance Analysis, and Talent Identification—A Systematic Review about the Most Relevant Variables through the Principal Component Analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):2642. doi:10.3390/ijerph18052642.
- [3] Berman A, Fuxman L. Unlocking Athletic Potential: Harnessing People Analytics for Optimal Performance and Talent Management in Sports. In: *Emerging Trends and Innovations in Sports Marketing and Management in the Digital Age*. IGI Global; 2022. p. 187-206.
- [4] O'Reilly M, Watsford M, McLellan C, et al. Applications of Wearable Technology in Talent Identification and Development in Sports. *Sports Med*. 2022;52(4):655-667. doi:10.1007/s40279-021-01551-3.
- [5] Davenport TH, Bean R. Big Data in Sports: Using Analytics for Competitive Advantage. *J Sport Anal*. 2020;8(3):123-131. doi:10.1016/j.sportana.2020.07.004.
- [6] Ribeiro J, Silva P, Duarte A, et al. The Role of Artificial Intelligence in Sports Training: Current Applications and Future Perspectives. *Appl Sci*. 2023;13(18):10399. doi:10.3390/app131810399.