

ხელოვნური ინტელექტის (AI) გამოყენება გუნდურ სპორტში - ტრავმების პროგნოზირება და ვარჯიშის ოპტიმიზაცია

ბესიკ ციცაგი

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

besik.tsitsagi@bsu.edu.ge

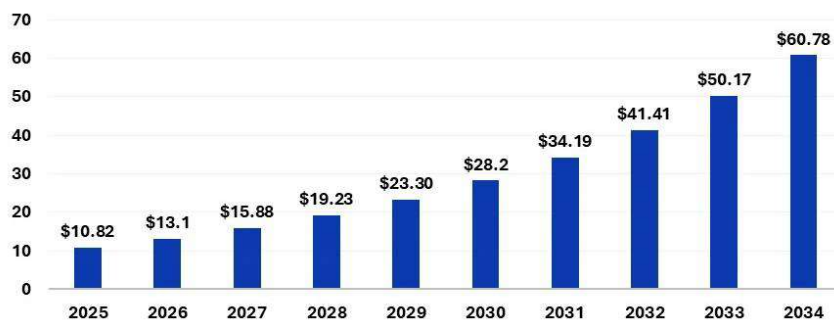
რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ხელოვნური ინტელექტის (AI) გამოყენების შესაძლებლობა გუნდურ სპორტში, კერძოდ მისი როლი ფოკუსირებულია ტრავმების პროგნოზირებასა და ვარჯიშის ოპტიმიზაციაზე. დახასიათებული და გაანალიზებულია უახლესი ტრენდები, როგორცაა მულტიმოდალური მონაცემთა ანალიზი, ღრმა სწავლის ალგორითმები და ტარებადი მოწყობილობების და შესაბამისი ტექნოლოგიების ინტეგრაცია. ნაშრომი ეყრდნობა საერთაშორისო გამოცდილებას ფეხბურთში, კალათბურთსა და რაგბში, ასევე განიხილავს ეთიკურ და ტექნოლოგიურ გამოწვევებს. კვლევა ხაზს უსვამს AI-ის მნიშვნელობას სპორტსმენთა ჯანმრთელობის დაცვისა და გუნდური ეფექტურობის გაუმჯობესებისთვის, განსაკუთრებით საინტერესოა საქართველოს სპორტის კონტექსტში.

საკვანძო სიტყვები: სპორტი, ხელოვნური ინტელექტი, ტრავმები, ვარჯიშის დაგეგმვა

1. შესავალი

XXI საუკუნეში სპორტი სულ უფრო მონაცემებზე დაფუძნებული ხდება, ხოლო ხელოვნური ინტელექტი (AI) 2025 წლისთვის გახდა სპორტის ინდუსტრიის განუყოფელი ნაწილი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია AI-ის გამოყენება გუნდურ სპორტებში, სადაც მაღალია ტრავმების რისკი, ხოლო გუნდის წარმატება დამოკიდებულია ინდივიდუალური და კოლექტიური მაჩვენებლების ოპტიმიზაციაზე. გლობალური მონაცემებით, AI-ის ბაზარი სპორტში 2025 წელს 10.82 მილიარდ აშშ დოლარს აღწევს, ხოლო მომავალი წლები მისი ზრდის პერსპექტივას გვპირდება.



ნახ.1 AI-ის ბაზარი სპორტში გლობალური მონაცემებით

(წყარო: <https://www.precedenceresearch.com/ai-in-sports-market>)

AI საშუალებას აძლევს გუნდებს, გადავიდნენ ტრავმების მკურნალობის რეაქტიული მიდგომიდან მათი პრევენციის პროაქტიურ სტრატეგიაზე, რაც ზრდის სპორტსმენთა უსაფრთხოებასა და გუნდის ეფექტურობას.

ნაშრომი მიზნად ისახავს გუნდურ სპორტებში AI-ის გამოყენების ანალიზს, განსაკუთრებით ტრავმების პროგნოზირებისა და ვარჯიშის ოპტიმიზაციის კუთხით. განხილულია 2025 წლის ტრენდები, საერთაშორისო გამოცდილება და გამოწვევები, ასევე AI-ის პოტენციური საქართველოს სპორტის განვითარებისთვის.

2. ძირითადი ნაწილი

ხელოვნური ინტელექტის (AI) ინტეგრაცია გუნდურ სპორტში გადამწყვეტ როლს თამაშობს სპორტსმენის მართვის პროცესის ტრანსფორმაციაში. AI-ს საშუალებით, მწვრთნელები და სამედიცინო პერსონალი იღებენ არა მხოლოდ აღწერილობით, არამედ პროგნოზულ ანალიზს, რაც მათ საშუალებას აძლევს, მიიღონ პრევენციული გადაწყვეტილებები. ეს პროცესი იწყება უზარმაზარი მოცულობის ჰეტეროგენული მონაცემების შეგროვებითა და დამუშავებით, რომელიც მოიცავს:

- ფიზიოლოგიურ მონაცემებს: გულისცემის სიხშირე, ძილის ხარისხი, დაღლილობის დონე (RPE).
- ბიომექანიკურ მონაცემებს: მოძრაობის სიჩქარე, ნახტომის სიმაღლე, დატვირთვა სახსრებზე (მიღებული GPS-სენსორებიდან და ვიდეო ანალიტიკიდან).
- ტრენინგის მონაცემებს: ვარჯიშის ინტენსივობა და მოცულობა.
- ისტორიულ მონაცემებს: წარსული ტრავმები და აღდგენის დრო.

მონაცემების შეგროვება ხდება ტარებადი მოწყობილობებით (მაგ., ჭკვიანი საათები, GPS-ტრეკერები), მაღალი გარჩევადობის ვიდეოკამერებითა და სენსორებით.

მონაცემთა დამუშავების სირთულის გამო, გამოიყენება ხელოვნური ინტელექტის სხვადასხვა პლათფორმები, ნეორონული ქსელები და მანქანური ალგორითმები, როგორიცაა Random Forest, CNN (Convolutional Neural Networks) და LSTM (Long Short-Term Memory). ეს მოდელები აანალიზებენ დაღლილობას, დატვირთვის დონეს და ბიომექანიკურ დისბალანსს, რაც პერსპექტივაში საშუალებას იძლევა მოხდეს ტრავმების რისკის ზუსტი პროგნოზირება.

ხელოვნური ინტელექტის ერთ-ერთი მთავარი გამოყენება გუნდურ სპორტებში არის ტრავმების რისკის პროგნოზირება. თანამედროვე სისტემების საშუალებით ხდება მრავალ-განზომილებიანი მონაცემების ანალიზი, რომ განსაზღვრონ სპორტსმენის მდგომარეობა და პოტენციური საფრთხეები:

- *გეხბურთი*: სისტემები, როგორიცაა Catapult-ის GPS-ტრეკერები, აანალიზებენ მოთამაშეთა მოძრაობის ნიმუშებს, სიჩქარეს, დისტანციასა და დაღლილობის დონეს. მაგალითად, პრემიერ ლიგის კლუბები იყენებენ AI-ს, რათა განსაზღვრონ, როდის არის მოთამაშე გადაღლილობის ან კუნთოვანი ტრავმის რისკის ქვეშ.
- *კალატბურთი*: AI-ზე დაფუძნებული ვიდეოანალიზი იკვლევს ნახტომის ტექნიკას, სახსრების დატვირთვისა და მოძრაობის სიზუსტეს, რაც ამცირებს ACL (წინა ჯვარედინი იოგების) დაზიანების რისკს.
- *რაგბი*: GPS-ისა და AI-ის ინტეგრაცია საშუალებას აძლევს გუნდებს, განსაზღვრონ არაკონტაქტური ტრავმების რისკი, მაგალითად, გადაღლილობის ან ბიომექანიკური დისბალანსის გამო.

ნაციონალური საფეხბურთო ლიგის (NFL) მაგალითი გვიჩვენებს, თუ როგორ ამოიცნობს AI თავის ტვინის შერყევას (concussion) რეალურ დროში, რაც საშუალებას აძლევს მწვრთნელებსა და ექიმებს, დაუყოვნებლივ მიიღონ ზომები.

ხელოვნური ინტელექტი ასევე გამოიყენება ვარჯიშის პროგრამების პერსონალიზაციაში, ამ დროს ხდება სპორტსმენთა ინდივიდუალური მახასიათებლების გათვალისწინება:

- მონაცემთა ანალიზი: სენსორები აგროვებენ ინფორმაციას გულ-სისხლძარღვთა სისტემის, სუნთქვის, კუნთების აქტივობისა და აღდგენის დინამიკის შესახებ.
- პერსონალიზაცია: AI-ის ალგორითმები ავტომატურად არეგულირებენ ვარჯიშის ინტენსივობას, მოცულობასა და ხანგრძლივობას, რათა თავიდან აიცილონ გადაღლილობა ან გადატვირთვა.
- აღდგენა: AI გვთავაზობს რეკომენდაციებს კვების, ჰიდრატაციისა და ძილის შესახებ, რაც ხელს უწყობს ენერგიის ეფექტურ განაწილებას.

მაგალითად, ფეხბურთის გუნდები იყენებენ AI-ს, რომ შეიმუშაონ ინდივიდუალური ვარჯიშის გეგმები, რომლებიც ითვალისწინებენ მოთამაშის ფიზიკურ მდგომარეობას, სეზონის ეტაპსა და მოახლოებული მატჩის მნიშვნელობას.

AI-ი გამოყენება გუნდებს საშუალებას აძლევს გააუმჯობესონ თამაშის სტრატეგია:

- მონაცემთა სტატისტიკური ანალიზი: AI აანალიზებს წინა თამაშების შედეგებს, მოთამაშეთა მოძრაობის ნიმუშებს, პასების ხარისხსა და მოწინააღმდეგის ტაქტიკას.
- მოდელირება: ალგორითმები ქმნიან თამაშის სცენარებს, პროგნოზირებენ მოვლენების განვითარებას და გვთავაზობენ ოპტიმალურ გადაწყვეტილებებს.

ფეხბურთში ისეთი სისტემები, როგორიცაა Wyscout, აანალიზებენ მოთამაშეთა განლაგებასა და გუნდურ თანამშრომლობას, რაც მწვრთნელებს ეხმარება სისუსტეების გამოვლენასა და სტრატეგიის შემუშავებაში. კალათბურთში, AI აანალიზებს მოთამაშეთა ნახტომის ტექნიკას, რაც ამცირებს ტრავმის რისკს.

ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია და მისი ეფექტური გამოყენება ასევე ხელს უწყობს გუნდური თანამშრომლობის გაუმჯობესებას:

- მოთამაშეთა ანალიზი: სისტემები აანალიზებენ მოთამაშეთა განლაგებას მოედანზე, პასების სიზუსტესა და მოძრაობის სინქრონულობას.
- სტრატეგიის ოპტიმიზაცია: AI გვთავაზობს რეკომენდაციებს როლების განაწილებისა და თამაშის სქემების შესახებ, რაც ამცირებს შეცდომებს.

მაგალითად, რაგბის გუნდები იყენებენ AI-ს, რათა გააანალიზონ მოთამაშეთა კომუნიკაცია და თანამშრომლობა, რაც ზრდის გუნდის ეფექტურობას.

შედეგი. AI-ის გამოყენებამ გუნდურ სპორტებში მნიშვნელოვანი შედეგები მოიტანა:

- ტრავმების შემცირება: ფეხბურთის კლუბები, NFL-ის გუნდები და კალათბურთის ორგანიზაციები ამცირებენ ტრავმების რაოდენობას AI-ის მიერ მოწოდებული პროგნოზების საფუძველზე.
- პერსონალიზაცია: AI-ზე დაფუძნებული ვარჯიშის პროგრამები ითვალისწინებენ ინდივიდუალურ საჭიროებებს, რაც ზრდის სპორტსმენთა მზადყოფნას.
- სტრატეგიული უპირატესობა: გუნდები იღებენ მონაცემებზე დაფუძნებულ გადაწყვეტილებებს, რაც ზრდის მათ კონკურენტუნარიანობას.

ხელოვნური ინტელექტის დანერგვა სპორტსა და ჯანდაცვის სფეროებში არაერთ მნიშვნელოვან სარგებელს მოიტანს, თუმცა მას თან ახლავს სერიოზული გამოწვევებიც. აღნიშნულ პრობლემათა შორის განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია ოთხი ძირითადი მიმართულება: **მონაცემთა სტანდარტიზაცია, „შავი ყუთის“ ეფექტი, ეთიკის საკითხი და ფინანსური ხელმისაწვდომობა.**

პირველ რიგში, მონაცემთა სტანდარტიზაციის პრობლემა უკავშირდება იმას, რომ სპორტში გამოყენებული სენსორები, ფიტნეს-გაჯეტები, ანალიტიკური პროგრამები, ისევე როგორც ჯანდაცვის აპარატურა და კლინიკური სისტემები, ხშირად განსხვავებულ ფორმატში

წარმოქმნიან ინფორმაციას. ასეთი მრავალფეროვნება მნიშვნელოვნად ართულებს მონაცემთა ერთიან ბაზაში გაერთიანებასა და მათ შემდგომ ანალიზს. ამ გამოწვევის დაძლევა შესაძლებელია საერთაშორისო სტანდარტების დანერგვით, ასევე, მიზანშეწონილია ისეთი პროცესების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ მონაცემთა ტრანსფორმაციასა და ერთიან ფორმატში გარდაქმნას. მონაცემთა სტანდარტიზაციის საკითხის წარმატებით გადაჭრის აუცილებელ წინაპირობას წარმოადგენს მულტიდისციპლინური თანამშრომლობა - სპორტის სპეციალისტებს, ექიმებსა და მწვრთნელებს შორის შეთანხმებით უნდა ჩამოყალიბდეს მონაცემთა ერთიანი მოდელი, რომელიც მომავალი ანალიზისა და პროგნოზირების საფუძვლად იმსახურებს.

„შავი ყუთის“ ეფექტი წარმოადგენს მეორე მნიშვნელოვან გამოწვევას. აღნიშნული ფენომენი გულისხმობს იმას, რომ ხელოვნური ინტელექტის მიერ მიღებული გადაწყვეტილება მომხმარებლისთვის, იქნება ეს ექიმი, მწვრთნელი თუ პაციენტი, ხშირად გაუგებარია. ასეთ პირობებში, სისტემის მიმართ ნდობა იკლებს, ვინაიდან არ იკვეთება ის ლოგიკა, რომლის საფუძველზეც ალგორითმი კონკრეტულ პროგნოზს აკეთებს. გამოსავლს წარმოადგენს Explainable AI (XAI) მიდგომები, ანუ ახსნადი ხელოვნური ინტელექტის სისტემები, რომლებიც შესაძლებლობას იძლევა შეფასდეს თითოეული პროგნოზის განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები. ეფექტიანად ითვლება ჰიბრიდული მოდელების გამოყენებაც. ასევე განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება შედეგების ინტუიციურ ვიზუალიზაციას: სისტემა არა მხოლოდ პროგნოზს უნდა ასახავდეს, არამედ განმარტებასაც. მაგალითად: „*გულისცემის მატება და დაღლილობის ინდექსის ზრდა მიუთითებს ტრავმის მაღალი რისკზე.*“ დამატებით, უმნიშვნელოვანესია მომხმარებლის - ექიმის ან მწვრთნელის - ჩართულობა, რათა მათ შეძლონ მიღებული შედეგების გადამოწმება და საჭიროების შემთხვევაში კორექტირება.

მესამე გამოწვევას წარმოადგენს **ეთიკის და მონაცემთა უსაფრთხოების საკითხი**. სპორტსმენებისა და პაციენტების მონაცემები უკიდურესად სენსიტიურია, რადგან ისინი მოიცავს ბიომეტრიულ მახვენებლებს, ჯანმრთელობის ისტორიას და სხვა პირად ინფორმაციას. ამგვარი მონაცემების უსაფრთხო შენახვა და დამუშავება არა მხოლოდ ტექნოლოგიური, არამედ სამართლებრივი და ეთიკური ვალდებულებაა. მონაცემთა გაჟონვის ან არასანქცირებული გამოყენების შემთხვევაში საფრთხის ქვეშ დგება ინდივიდის პირადი ცხოვრება და პროფესიული რეპუტაცია. ამიტომ, AI სისტემების დანერგვისას აუცილებელია მკაფიო რეგულაციების, მონაცემთა დაცვის სტანდარტებისა და გამჭვირვალე პოლიტიკის არსებობა.

მეოთხე გამოწვევა უკავშირდება **ფინანსურ ხელმისაწვდომობას**. AI-ტექნოლოგიების დანერგვა დაკავშირებულია მაღალ ხარჯებთან - საჭიროა როგორც ძვირადღირებული ინფრასტრუქტურა, ისე კვალიფიციური პერსონალი. შედეგად, მცირე სპორტული კლუბები ან ფინანსურად შეზღუდული ქვეყნები ხშირად ვერ ახერხებენ ამ შესაძლებლობების სრულ გამოყენებას. ეს ქმნის უთანასწორობას: ერთ მხარეს არიან ელიტური კლუბები და მდიდარი ქვეყნები, რომლებიც ინოვაციებით სარგებლობენ, ხოლო მეორე მხარეს - დაბალშემოსავლიანი ორგანიზაციები, რომლებსაც კონკურენტული შესაძლებლობები ეზღუდებათ. პრობლემის გადაჭრა შესაძლებელია ინოვაციების დემოკრატიზაციის გზით, მაგალითად ღია კოდის მქონე პლატფორმების განვითარებით, სახელმწიფოს ან საერთაშორისო ორგანიზაციების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის უზრუნველყოფით.

3. დასკვნა.

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ხელოვნური ინტელექტი გარდაქმნის გუნდურ სპორტს, საშუალებას აძლევს გუნდებს, პროგნოზირებად განსაზღვრონ ტრავმების რისკი,

შეიმუშაონ პერსონალიზებული ვარჯიშის პროგრამები და გააუმჯობესონ თამაშის სტრატეგია. 2025 წლის ტრენდები, როგორცაა მულტიმოდალური ანალიზი და ღრმა სწავლის ალგორითმები, აჩვენებს, რომ AI ხდება გადაწყვეტილებების მიღების ინსტრუმენტი რეალურ დროში. მაგრამ ეფექტიანი ინტეგრაცია სპორტსა და ჯანდაცვაში დამოკიდებულია ოთხ ფუნდამენტურ პრინციპზე: მონაცემთა სტანდარტიზაციის გზით შესაბამისი ინფრასტრუქტურის შექმნაზე, პროგნოზების მაქსიმალურად ახსნად და გამჭვირვალე სახით წარმოდგენაზე, პირადი მონაცემების დაცვაზე მკაცრი ეთიკური სტანდარტების შესაბამისად, და ტექნოლოგიებზე თანაბარ ფინანსურ წვდომაზე. მხოლოდ ამ პირობების ერთობლივი შესრულება გახდის შესაძლებელს ისეთი სისტემების შექმნას, რომლებიც არა მხოლოდ ინოვაციური, არამედ პრაქტიკულად სანდო, სამართლიანი და ხელმისაწვდომი იქნება.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Gonçalves, B., Figueiredo, P., & Silva, F. (2022). *Artificial Intelligence in Sports: Applications and Challenges*. Journal of Sports Analytics, 8(3), 145–162.
2. Li, X., & Chen, J. (2021). *Machine Learning in Athlete Performance Monitoring*. IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, 13(4), 678–689.
3. Baca, A., & Kornfeind, P. (2020). *Real-time Performance Analysis in Sports Using AI Technologies*. Journal of Sports Science & Medicine, 19(2), 233–246.
4. Dutta, S., & Chakraborty, S. (2021). *Predictive Modeling in Competitive Sports Using AI*. International Journal of Sports Science, 11(1), 45–58.
5. Ribeiro, J., & Santos, M. (2023). *Ethical and Data Privacy Challenges in Sports AI Applications*. Sport Management Review, 26(2), 210–225.

The use of artificial intelligence (AI) in team sports - Prediction of injuries and optimization of training

Besik Tsitsagi

Batumi Shota Rustaveli State University

besik.tsitsagi@bsu.edu.ge

Abstract

The paper discusses the possibility of using artificial intelligence (AI) in team sports, in particular its role is focused on the prediction of injuries and optimization of training. The latest trends, such as multimodal data analysis, deep learning algorithms and the integration of wearable devices and relevant technologies, are characterized and analyzed. The paper draws on international experience in football, basketball and rugby, and also discusses ethical and technological challenges. The study highlights the importance of AI for improving athlete health and team performance, especially in the context of Georgian sports.

Keywords: sports, artificial intelligence, injuries, training optimization