

# **Primena Reinforcement Learning-a za AI protiv AI fudbalsku simulaciju u 2D okruženju (4v4)**

## **Definicija Problema**

Problem koji se rešava ovim projektom je dizajn i implementacija AI agenata koji igraju fudbalsku utakmicu u 2D simuliranom okruženju, u 4v4 formatu (Jedan golman + 3 field igrača). Svaki igrač je modelovan kao poseban reinforcement learning agent. Simulacija se odvija u zatvorenom 2D prostoru bez aut linija, gde se lopta odbija od zidova, čime se eliminišu prekidi igre.

Cilj je razviti agente sposobne da kroz reinforcement learning uče optimalne strategije, tj. da samostalno otkrivaju načine kako da postižu golove, brane sopstveni gol i sarađuju sa saigračima. Sistem omogućava igranje AI vs AI mečeva, što daje prostor za evaluaciju i poređenje različitih taktika i sposobnosti agenata. Takođe igrači će imati sopstvene statistike (pace, shooting, dribbling, defending), što AI agenti moraju uzimati u obzir.

Predviđena je i mogućnost simulacija fudbalskog turnira u formatu 16 najboljih reprezentacija sveta (15 najboljih prema FIFA rang listi + reprezentacija Srbije). U svakom timu bi se koristili najbolji igrači na svojim prirodnim pozicijama, što bi dodatno povećalo realizam simulacije i omogućilo poređenje taktičkih pristupa na reprezentativnom nivou.

## **Motivacija**

Na višem nivou, ovakvi sistemi mogu biti korisni profesionalnim fudbalskim klubovima kao alat za simulaciju ponašanja protivničkih timova i analizu potencijalnih taktičkih scenarija. Kroz AI vs AI utakmice moguće je testirati različite stilove igre, predvideti kako bi se određene postavke igrača ponašale u praksi i identifikovati optimalne strategije za različite situacije na terenu.

## **Skup podataka**

S obzirom da se radi reinforcement learning treba nam samo dataset sa statistikama igrača. Za to će se koristiti dataset sa Kaggle:

<https://www.kaggle.com/datasets/crxxom/fifa2023-all-cards>. Dataset ima nekoliko bitnih kolona, a to su ime, država, PAC(brzina), SHO(šutiranje), PAS(pas), DRI(dribling), DEF(odbrana). Ove statistike će biti korišćene za simulaciju takmičenja.

Za FIFA rang listu koristiće se dataset:

<https://www.kaggle.com/datasets/cashncarry/fifaworldranking>. Bitne kolone su rank\_date, rank, country\_abrv.

## Način pretprocesiranja podataka

- FIFA 2023 Cards Dataset:
  - Uklanjanje nepotrebnih kolona koje nisu relevantne za simulaciju
  - Kasnije uklanjanje nepotrebnih redova (igrača) koji ne učestvuju na turniru
- FIFA Rank list Dataset:
  - Uklanjanje nepotrebnih kolona koje nisu relevantne za simulaciju
  - Filtriranje najboljih 15 reprezentacija u 2023. godini

## Metodologija

1. Izrada okruženja u PyGame
  - Implementacija dvodimenzionalnog prostora zatvorenog zidovima (bez aut-a).
  - Definisanje fizike igre: kretanje lopte, odbijanje lopte od zidova, kretanje igrača, kolizije.
  - Implementacija osnovnih pravila igre (golovi, trajanje meča, vođenje rezultata).
2. Definisanje agenata
  - Kreiranje 8 AI agenata igrača (4v4) sa različitim ulogama (napadači, odbrana, golman).
  - Kreiranje 2 AI trenera (coaching agents) koji donose strateške odluke o taktici.
3. Treniranje agenata (Reinforcement learning)
  - Postavljanje nagradnih funkcija za igrače (npr. uspešan pas, gol, uspešna odbrana).
  - Treniranje igrača kroz simulirane utakmice dok ne nauče optimalne akcije za svoju ulogu.
  - Paralelno treniranje trenera da prilagođavaju strategije zavisno od toka meča i statistika protivničke ekipe.
  - Samostalna implementacija Q-learning algoritma sa aproksimacijom
  - Implementacija jednostavnih i sofisticiranih *reward* funkcija koje utiču na brzinu obučavanja algoritma
4. Integracija statistika igrača
  - Dodavanje realnih statistika (pace, shooting, dribbling, defending, passing) u okruženje.
  - Usklađivanje ponašanja agenata na osnovu tih atributa (npr. igrač sa većim PAC ima brže kretanje, igrač sa većim SHO ima veću preciznost šuta).
5. Simulacija turnira

## **Način evaluacije**

Evaluacija će se vršiti kroz simulirane mečeve koje agenti nisu direktno iskusili tokom treninga. Metrike uključuju broj postignutih golova, broj primljenih golova i win/loss statistiku po meču.

## **Tehnologije**

Pygame – za kreiranje 2D simulacije i vizuelizaciju igre.

PyTorch – za implementaciju i treniranje RL agenata.

Gymnasium – za definisanje RL okruženja i interakciju agenata sa simulacijom.

NumPy – za numeričke operacije i obradu podataka.

Matplotlib / Seaborn – za vizualizaciju statistika i rezultata.

## **Literature**

<https://github.com/google-research/football>

<https://openai.com/index/neural-mmo/> - Open AI istraživanje o multi agent reinforcement learning u istom okruženju

<https://openai.com/index/emergent-tool-use/> - Slično istraživanje gde nekoliko agenta igraju hide and seek u istom okruženju