

PEKİŞTİRMELİ ÖĞRENME ALGORİTMASI  
İLE TAKIM OYUNU OYNAYABİLEN YAPAY  
ZEKA GELİŞTİRME



BİTİRME PROJESİ 1

Furkan Kaya

191216002

DANIŞMAN

Öğr. Gör. Ezgi Özer

20 Kasım 2020

## ÖZET

Bu projede; çoğu oyunda karşılaşılan, yeterince gerçekçi olamayan, yeri geldiğinde çok zor yeri geldiğinde ise oldukça basit olan oyun karakteri yerine pekiştirmeli öğrenme algoritmasını kullanarak zorluk seviyesi, öğrenim sürecinin kısaltılıp arttırılmasıyla ya da öğrenme tarzına bağlı olarak değişkenlik gösterecek bir yapay zeka geliştirilmesi amaçlanmıştır. Üzerinde çalışılacak olan oyun ise plaj voleybolu olarak seçilmiştir. Bu seçimin ardındaki sebep ise oyunun 2-2 takımlar halinde oynanmasıdır. Bu sayede geliştirilen yapay zekanın takım oyunundaki davranışları da rahatlıkla gözlemlenebilecektir. Bu gözlemler de sonraki hedeflerimizde bize katkı sağlayacaktır.

## Seçilen Problem

Video oyun sektöründe geliştirilmiş olan oyunların birçoğunda bilgisayar tarafından kontrol edilen oyun aktörleri -*gerek takım arkadaşı gerekse rakip*- oyuncuya ayak uyduramayarak ya çok üstün ya da çok amatörce hamleler yapmaktadır. Bu durum oyun karakterlerinin gerçekçilik hissini yok ettiği gibi oyunu ya çok zor ya da çok kolay kıldığından oyuncunun oyundan aldığı zevki de düşürmektedir.

İlk başta bu problem üzerine düşünülse de oyuncu için kendi zorluk seviyesini kendi başına kararlaştırıp ona göre hareket edebilen bir yapay zekanın mevcut bilgi birikimi ve bütçe eksikliğinden kaynaklı yapımının bizi oldukça zorlayacağı kararlaştırılmıştır.

Bu sebeple atılacak ilk adım olarak takım oyunlarından biri olan **plaj voleybolu** seçilerek pekiştirmeli öğrenme algoritması ile bu oyunu öğrenebilen bir yapay zeka geliştirilmesinin mevcut durumumuza daha uygun olacağı ve sonraki hedefler için de güzel bir başlangıç noktası olacağına karar verilmiştir.

## Planlanılan Çözüm Yöntemi

İlk aşamadaki hedefimiz olan takım halinde plaj voleybolu oynayabilen birbirine rakip yapay zekalar yaratmak için Unity oyun motoru tercih edilecektir. Bu oyun motorunu tercih etmemizdeki başlıca neden ise Unity'nin son dönemdeki yapay zeka gelişmelerini oldukça yakından takip etmesi ve bunlara bağlı kalmak adına sıkça geliştirip güncellediği [ML-Agents](#)<sup>1</sup> eklentisidir.

Bu eklenti sayesinde birçok eğitim algoritması zorlanmadan kullanılıp yapay zekaya istenilen eğitim verilebilmektedir.<sup>2</sup> Bizim bu algoritmaların arasından kullanacağımız algoritma ise multi-agent reinforcement learning yani çok ajanlı pekiştirmeli öğrenme algoritmasıdır.

Bu algoritmada aynı simülasyon ortamındaki birçok eğitim alanında eş zamanlı olarak çalışan yapay oyun karakterleri, tek bir beyni besleyerek beynin olabildiğince fazla deneyim yaşamasını dolayısıyla da hatalarından ders çıkarıp kendini geliştirmesini sağlamaktadır.

---

<sup>1</sup> <https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents/>

<sup>2</sup> [arXiv:1809.02627](https://arxiv.org/abs/1809.02627)

## Literatür Taraması

### Proje 1:

**İsim:** Deep Reinforcement Learning for Navigation in AAA Video Games

**Amaçları:** Video oyunlarındaki NPC'lerin navigasyon sistemlerini pekiştirmeli öğrenme ile güçlendirerek oyun geliştirme sırasında yaygın olarak kullanılan navmesh sisteminin getirdiği sınırlandırmaları ortadan kaldırıp daha gerçekçi bir NPC deneyimi sunup oyun deneyimini artırmak amaçlanmıştır.

**Eğitimde Kullanılan Ortam:** Unity Oyun Motoru, ML-Agents Toolkit

**Eğitim İçin Kullanılan Veriler:**

- Ajanın bulunduğu mekanın 3D doluluk haritası
- Ajanın bulunduğu mekanın derinlik haritası (grayscale)
- Global olarak ajan ve hedef pozisyonu
- Göreceli olarak hedef pozisyonu
- Ajanın hızı, ivmesi vb. özellikleri

**Sonuç:** Pekiştirmeli öğrenme algoritmasıyla geliştirilen “ajanlar”, Ubisoft AAA oyunundan modellenen haritada test edildiğinde en az %90 başarı elde edilmiştir. Ayrıca “Toy” haritada ise %100 başarı oranı sağlanmıştır. Bunlara ek olarak yaptıkları testlerde ajanların eğitim sürecinde global pozisyon ile eğitmeyi kestiklerinde negatif bir etki yerine ajanların ortalamaya göre daha iyi bir performans sunduğu gözlemlenmiştir. Derinlik ve doluluk haritalarını vermeyi kestiklerinde ise ajanlar hedeflere ulaşamamıştır.

**Kaynak:** Alonso, E., Peter, M., Goumard, D., & Romoff, J. Deep. Reinforcement Learning for Navigation in AAA Video Games (2020). [arXiv:2011.04764](https://arxiv.org/abs/2011.04764)

## Proje 2:

**İsim:** Realistic Physics Based Character Controller

**Demo:** <http://marathonenvs.joebooth.com/>

**Amaçları:** Hareket yakalama yöntemiyle eğitilen yapay zeka sayesinde yakaladıkları görüntüleri taklit eden maksimum gerçeklikte fizik bazlı bir karakter kontrolcü oluşturmak hedeflenmiştir.

**Eğitimde Kullanılan Ortam:** Unity Oyun Motoru, ML-Agents Toolkit

**Eğitim İçin Kullanılan Veriler:**

- Hareket yakalama görüntülerini simüle etmek için oluşturulan unity animasyonu ile oynatılan karakter.
- Yapay zekanın kontrol ettiği karakterin o anki durumu

**Ödül/Ceza :**

- Simüle edilmiş karakter ve animasyon karakteri arasındaki fark.
- Simüle edilmiş karakter ve kullanıcı girişi arasındaki fark.

**Sonuç:** Yukarıda değinilen hedef doğrultusunda ortalama bir bilgisayarda gerçekleştirilen 24 saatlik eğitim sürecinde kontrolcü yapay zekanın hazır hale geldiği belirtilmiştir. Ek olarak yapay zeka, Tensorflow kütüphanesini kullanarak GPU ile eğitildiğinde bu sürenin daha da kısaldığı gözlemlenmiştir.

**Kaynak:** Joe Booth, Vladimir Ivanov. Realistic Physics Based Character Controller (2020). [arXiv:2006.07508](https://arxiv.org/abs/2006.07508)

### Proje 3:

**İsim:** Deep reinforcement learning for drone navigation using sensor data

**Amaçları:** İnsansız hava araçları, günümüz teknolojisiyle yaşanan sorunları önceden tespit edip bu sorunlara çözüm geliştirmelidir. Bu araçların kendi başına hareket ederek topladığı verileri birleştirip karar alması amaçlanmıştır.

**Eğitimde Kullanılan Ortam:** Unity Oyun Motoru, ML-Agents Toolkit

**Eğitim İçin Kullanılan Veriler:**

- Küresel konumu (gps)
- X, Y uzaklığı
- Kuzey, güney, doğu, batı yönlerindeki objeler (varsa)

**Ödül/Ceza Puan Sistemi:**

- Doğru yöndeki her adım için +1
- Herhangi bir engele çarpması ya da istenilen yönde gitmemesi için -1

**Sonuç:** Kendi başına hareket edebilen, istenilen konuma ulaşabilen, insan pilot kontrolünde dahi yol öneren navigasyon sistemi olarak çalışabilen bir yapay zeka geliştirilmiştir. Bu sayede de tehlikeli durumlarda insana olan ihtiyaç minimize edilmiş hatta sıfırlanmıştır.

**Kaynak:** Hodge, V.J., Hawkins, R. & Alexander, R. Deep reinforcement learning for drone navigation using sensor data. Neural Comput & Applic (2020). <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05097-x>

#### Proje 4:

**İsim:** Training an Agent for Third-person Shooter Game Using Unity ML-Agents

**Amaçları:** Oyun karakterlerinin durum bazlı kodlanış şeklini yeterli bulmayan araştırmacılar, pekiştirmeli öğrenme algoritması ile yapay zeka geliştirerek savaş oyunlarındaki oyun karakterlerinin daha iyi hale getirmek istemişlerdir.

**Eğitimde Kullanılan Ortam:** Unity Oyun Motoru, ML-Agents Toolkit

**Eğitim İçin Kullanılan Veriler:**

- Ray perception adı verilen ajanın çevresini algılayabileceği çeşitli reseptörler
- Yine bu reseptörler ile algılayabildiği kendi hızı

**Ödül/Ceza Puan Sistemi:**

- Mermisi yokken mermi toplaması +1
- Yaralanmışken sağlık kiti araması +1
- Düşman öldürmesi +1
- Hasar alması -0.1
- Ölmesi -2
- Duvara dokunması -0.001
- Adım başına aldığı ceza -0.0001

**Sonuç:** Projenin sonunda şu sonuca ulaşılmıştır ki geliştirilen yapay zeka, durum bazlı bir kodlanıştan çok daha verimli çalışmaktadır. Hem daha az kod satırına sahiptir hem de mermisi bittiğinde mermi toplama, hiç görmediği alanlarda düşman arama, canı azaldığında sağlık kiti arama gibi konularda durum bazlı kodlanışı geride bırakmıştır.

**Kaynak:** Jun LAI, Xi-liang CHEN, Xue-zhen ZHANG. Training An Agent For Third-person Shooter Game Using Unity ML-agents (2019).  
<https://doi.org/10.12783/dtcse/icaic2019/29442>



## Proje 5:

**İsim:** Human-level performance in 3D multiplayer games with population based reinforcement learning

**Amaçları:** Bu çalışmada; bir yapay zekanın da gerekli eğitim verildiğinde 3 boyutlu 1. şahıs bakış açılı çok oyunculu bir oyunda insan seviyesinde bir başarı sağlayabileceğini göstermek amaçlanmıştır.

### Eğitim İçin Kullanılan Veriler:

- Ekran görüntüleri
- Oyun içi puanlar

### Ödül/Ceza:

- Bu olay, özel geliştirilmiş bir yapay zekanın oyun puanlarını analiz ederek çıkardığı başarı puanı ile gerçekleştirilmektedir. Bu puan ile oyun oynayan yapay zeka ödüllendirilip cezalandırılmaktadır.

**Sonuç:** Bu çalışmada veri olarak yalnızca pixelleri ve oyun puanlarını kullanan bir yapay zekanın, zengin ve çok oyunculu bir ortamda son derece rekabetçi bir şekilde oynamayı öğrenebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Kaynak:** Max Jaderberg, Wojciech M. Czarnecki, Iain Dunning, Luke Marris, Guy Lever, Antonio Garcia Castaneda, Charles Beattie, Neil C. Rabinowitz, Ari S. Morcos, Avraham Ruderman, Nicolas Sonnerat, Tim Green, Louise Deason, Joel Z. Leibo, David Silver, Demis Hassabis, Koray Kavukcuoglu, Thore Graepel. Human-level performance in 3D multiplayer games with population based reinforcement learning (2018). [arXiv:1807.01281](https://arxiv.org/abs/1807.01281)