

Semester Project: Hiyerarşik Yapay Zeka ile Akıllı Labirent Kaşifi

Progress Demo Raporu

Elif Yılmaz - 25435004004
<https://github.com/elifyilmaz/2D-Maze-Game>

1 Giriş ve Proje Kapsamı

Bu rapor, "Artificial Intelligence in Computer Games" dersi kapsamında geliştirilen, hiyerarşik yapay zeka mimarisine sahip labirent navigasyon simülasyonunun teknik altyapısını ve mevcut ilerleme durumunu belgelemektedir.

1.1 Proje Bileşenleri ve Durum Özeti

Projenin temel yapı taşları ve 8. hafta itibarıyla tamamlanma durumları aşağıda özetlenmiştir:

- **Oyun Konsepti:** Labirent keşif ve hayatta kalma simülasyonu. (Tamamlandı)
- **Simülasyon Varlıkları (Entities):**
 - **Ajan (Agent):** 1 adet (Hiyerarşik AI kontrollü).
 - **Düşman (Enemy):** 2-4 adet (Hareketli ve random gezen).
 - **Çevresel Unsurlar:** 20 adet sabit ödül (Coin), Duvarlar, Çıkış Noktası (Exit).
- **Çalışma Ortamı:** Unity 2D Grid sistemi, fizik motoru entegrasyonu ve dinamik etkileşimler. (Tamamlandı)
- **AI Bileşenleri:** A* Pathfinding ve Perceptron Refleks Sistemi (Tamamlandı), Q-Learning (Eğitim Sürecinde).

2 Gerçekleştirilen Teknik Çalışmalar

Proje doğrultusunda simülasyon ortamı tamamen işlevsel hale getirilmiş, hedeflenen hibrit yapay zeka mimarisinin kodlama aşaması devam etmektedir.

2.1 Simülasyon Ortamı (Environment Architecture)

Ajanın öğrenme ve karar verme süreçlerini destekleyecek fiziksel ve mantıksal altyapı oluşturulmuştur:

- **Grid Topolojisi:** 20x11 boyutunda, geçilebilir ve geçilemez (duvar) alanları tanımlayan "Node" tabanlı veri yapısı entegre edildi.
- **Dinamik Düşman:** Belirlenen sınırlar içerisinde oluşur ve hareket eder.
- **Etkileşim Mekanizması:** Ödül toplama, çarpışma tespiti ve hedefe ulaşma mekanizmaları doğrulandı.
- **Debug ve Görselleştirme:** Ajanın algı sensörleri (Raycast çizgileri) ve hesaplanan optimal yolların (Gizmos) gerçek zamanlı görselleştirilmesi sağlandı.

2.2 Entegre Edilen Yapay Zeka Modelleri

Önerilen hibrit mimari kapsamında üç farklı AI tekniği sisteme dahil edilmiştir. Mevcut demo sürümünde A* ve Perceptron modülleri tam kapasiteyle çalışmaktadır.

2.2.1 A* Pathfinding (Stratejik Katman)

Uzun vadeli yol planlaması için Manhattan Heuristiği kullanan A* algoritması sisteme entegre edilmiştir.

- Algoritma, dinamik olarak (belirli periyotlarda veya yol tıkanığında) rotayı yeniden hesaplayabilmektedir.
- **Mevcut Durum:** Ajan, statik engellerin etrafından dolaşarak hedefe giden optimal yolu belirlemekte ve takip etmektedir.

2.2.2 Perceptron Refleks Sistemi (Reaktif Katman)

Acil durum ve tehdit algılama mekanizması olarak tasarlanmıştır.

- Ajan, 1.2 birim yarıçapındaki alanda düşman varlığını sensörler aracılığıyla tespit eder.
- Tek katmanlı algılayıcı mantığıyla, tehdit vektörünün tersi yönünde anlık kaçış kuvveti uygular.
- **Mevcut Durum:** Düşman yaklaşması durumunda ajan, mevcut A* rotasını baskılayarak hayatta kalma manevrasını devreye sokmaktadır.

2.2.3 Q-Learning (Taktiksel Katman)

Orta vadeli taktiksel kararlar için tasarlanan Reinforcement Learning modülüdür.

- Durum (State) ve Aksiyon (Action) uzayları tanımlanmış, Q-Table kayıt/yükleme (JSON) alt-yapısı kurulmuştur.
- **Mevcut Durum:** Eğitim algoritması aktiftir. Harita topolojisinde yapılan son güncellemeler nedeniyle, ajanın optimum politikayı (policy) öğrenmesi adına yeniden eğitim (retraining) süreci devam etmektedir.

3 Sistem Mimarisi ve Kontrol Hiyerarşisi

Sistemin karar verme mekanizması, HierarchicalBrain adlı merkezi bir denetleyici tarafından yönetilmektedir. Bu yapı, farklı AI tekniklerinin çatışmadan çalışmasını sağlar.

Karar Öncelik Matrisi:

1. **Mıknatıs Modu (Deterministik):** Çıkış noktasına çok yakınsa (<0.8 birim) doğrudan hedefe yönelir.
2. **Perceptron (Reaktif):** Sensör alanında tehdit algılanırsa kaçınma manevrası uygular.
3. **Q-Learning (Öğrenmeli):** Ortam güvenli ise öğrenilmiş tecrübelerle dayalı taktiksel hareket eder.
4. **A* Pathfinding (Planlamacı):** Diğer modüller aktif değilse en kısa yolu takip eder.

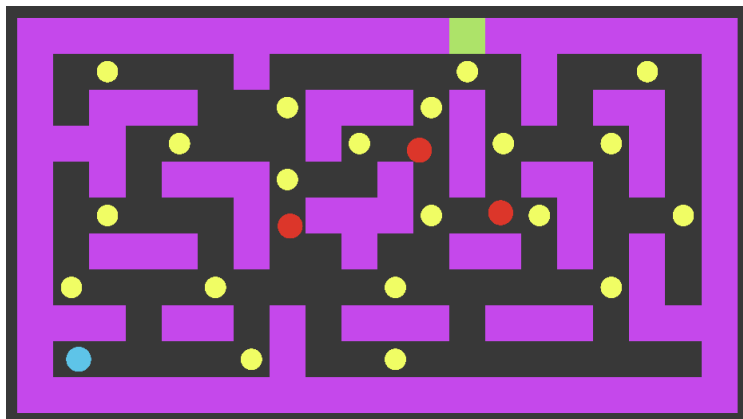
4 Gelecek Çalışmalar

Final teslimine kadar tamamlanması planlanan iş paketleri şunlardır:

- **Model Optimizasyonu:** Güncel harita üzerinde Q-Learning algoritmasının 150-400 episode boyunca eğitilerek Q-Tablosunun optimize edilmesi.
- **Veri Görselleştirme:** Qlearning için Ajanın öğrenme eğrisini ve performans metriklerinin (Skor/Zaman grafikleri) oluşturulması.

5 Sonuç

Projenin mevcut aşamasında, temel oyun döngüsü ve hibrit yapay zeka altyapısı başarıyla kurulmuştur. A* ve Perceptron algoritmaları entegre bir şekilde çalışarak ajanın hem stratejik planlama yapmasını hem de anlık refleksler göstermesini sağlamaktadır. Q-Learning modülünün eğitim sürecinin tamamlanmasıyla birlikte sistem tamamlanmış olacaktır. Proje, hedeflenen teknik kriterleri karşılayacak şekilde ilerlemektedir.



Şekil 1: Oyun Ortamı: Mavi (Ajan), Kırmızı (Düşmanlar), Sarı (Ödüller), Yeşil (Çıkış).