

# XI

## İÇİNDEKİLER

|   | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| ÖZET.....   | V            |
| ABSTRACT.....   | VII          |
| TEŞEKKÜR.....   | IX           |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....  | XIV          |
| SÖZLÜK.....   | XIX          |
| <br>  |              |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>   | <b>1</b>     |
| <b>2. PLANLAMANIN TARİHÇESİ.....</b>                            | <b>7</b>     |
| 2.1 Literatürdeki Planlayıcılar ve Kullandıkları Problem .....  |              |
| Gösterimi ve Çözümü Metodları.....                              | 7            |
| 2.2 Makine Öğrenme: Tarihçesi ve Tanımı.....                    | 27           |
| 2.2.1 Eğitim tecrübesinin seçilmesi.....                        | 29           |
| 2.2.2 Hedef fonksiyon için bir gösterim seçilmesi.....          | 33           |
| 2.3 Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning – RL).....        | 35           |
| 2.3.1 Karar verici uzayına karşılık değer fonksiyonu uzayı..... | 38           |
| 2.3.2 Takviyeli öğrenme için geçici fark algoritması.....       | 39           |
| 2.3.3 Takviyeli öğrenme için evrimsel algoritmalar .....        | 41           |
| <b>3. ALAN BAĞIMSIZ (DOMAIN INDEPENDENT) PLANLAYICI</b>         |              |
| <b>SEVİYESİ.....</b>  | <b>44</b>    |
| 3.1 Görme Destekli Planlama (VGP) Sisteminin Genel Yapısı.....  | 44           |
| 3.2 Planlama Metodu ve Algoritması.....                         | 49           |

## İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

|  |            |
|--|------------|
| 3.3 İşletim Mimarisi ve Planlayıcının Mimarideki Yeri.....         | 55         |
| 3.4 Yeniden Planlama.....  | 62         |
| 3.5 Alan Bağımsız Planlama Seviyesi ile Alan Bağımlı Seviye .....  |            |
| Arasındaki Arayüz.....   | 71         |
| <b>4. ALAN BAĞIMLI SEVİYE.....</b>                                 | <b>74</b>  |
| 4.1 VGP Mimarisinin İşletilebildiği Örnek Çalışma Uzayları .....   |            |
| (Alanlar) .....  | 74         |
| 4.2 Alana Özel Arama Control Kuralları (Search Control Rules)..... | 80         |
| 4.3 Plan Üretilmesi ve İşletilmesi Örneği.....                     | 87         |
| 4.4 Beklenmedik Olay Örneği .....                                  | 90         |
| 4.5 Eşik Düzenleme Çalışması Örneği .....                          | 93         |
| 4.6 Karışmış Taşlar Problemi için “En Yakın Taş” Sezgisine .....   |            |
| Alternatif Çözüm: Dijkstra’nın En Kısa Yol Çözümünün Uyarlaması99  |            |
| <b>5. GÖRME SİSTEMİ .....</b>                                      | <b>106</b> |
| 5.1. Görme Sistemi Olarak Kullanılan Metodlar.....                 | 106        |
| 5.2. Kullanılan Yapay Sinir Ağı Mimarisi .....                     | 109        |
| 5.2.1 Yapay sinir ağı eğitme.....                                  | 110        |
| 5.2.2 Yapay sinir ağı ile tanıma.....                              | 113        |
| 5.3 Nesne Ayırma (Object Segmentation).....                        | 114        |
| <b>6. SONUÇ VE TARTIŞMA.....</b>                                   | <b>119</b> |
| <b>YARARLANILAN KAYNAKLAR.....</b>                                 | <b>122</b> |

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

|                |     |
|----------------|-----|
| EKLER.....     | 130 |
| Ek 1- .....    | 131 |
| Ek 2- .....    | 139 |
| Ek 3- .....    | 140 |
| Ek 4- .....    | 141 |
| Ek 5- .....    | 146 |
| Ek 6- .....    | 148 |
| Ek 7- .....    | 149 |
| ÖZGEÇMİŞ ..... | 150 |

## XIV

### ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Şekil</u>  | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 2.1 Bir Açık Döngü Robot Kontrol Sistemi.....   | 18           |
| 2.2 “Subsumption” Mimarisinde Kullanılan bir Sonlu Durum Makinası<br>.....            | 19           |
| 2.3 “Subsumption” Tabanlı Nesne Arayan Robot için Uyarım-Cevap<br>Şeması.....         | 20           |
| 2.4 “Subsumption” Türünde bir Mimariye Gösterimin Dahil Edilmesi..<br>.....           | 21           |
| 2.5 İç Planlar Kullanarak Davranışsal Kontrol.....                                    | 22           |
| 2.6 Hareket Seçme Kontrollü Mimari.....   | 23           |
| 2.7 Xavier Mobil Robotu .....   | 24           |
| 3.1 Nesne Veri Yapısı.....  | 45           |
| 3.2 Geri Besleme Bilgisinin İş Seviyesine İletildiği Bir Kapalı Döngü<br>Sistemi..... | 48           |
| 3.3 Planlayıcı Algoritması .....  | 54           |

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Şekil</u>  | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 3.4 Önerilen Mimari .....   | 57           |
| 3.5 İş İzleme Algoritması.....                                    | 58           |
| 3.6 Plan İşletim Algoritması .....                                | 60           |
| 3.7 Yeniden Planlama Algoritması.....                             | 65           |
| 3.8 Maliyet Tablosunun Görünümü.....                              | 66           |
| 3.9 Sütun Ortalamaları Eğrisi .....                               | 68           |
| 3.10 Eşik Düzenleme Algoritması.....                              | 69           |
| 4.1 Karışmış Taşlar İçin Örnek bir Başlangıç Pozisyonu.....       | 76           |
| 4.2 Karışmış Taşlar İçin Örnek bir Hedef Pozisyonu.....           | 76           |
| 4.3 En Yakın Blok Sezgisel Kullanan İş Planlama Algoritması ..... | 78           |
| 4.4 Örnek Bir Konteyner Uzayı.....                                | 79           |
| 4.5 Karışmış Taşlar Uzayı Kontrol Kuralı.....                     | 83           |

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u>  | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 4.6 Konteyner Yerleştirme Uzayı Kontrol Kuralı.....   | 84           |
| 4.7 Üstü Dolu Bloğun (konteyner) Üstündeki Blokları Kaldırma .....<br>Algoritması .....                               | 85           |
| 4.8 Konteyner Uzayı İçin En Yakın Boş Hücre Bulma Algoritması...  | 86           |
| 4.9 Örnek bir Plan Kütüğü.....  | 87           |
| 4.10 Rasgele Üretilmiş Başlangıç ve Bitiş Durumları .....   | 88           |
| 4.11 Planlamadan Sonra Dünya Modeli .....   | 89           |
| 4.12 Kol Hareket Ettikten Sonra Beklenen Dünya Modeli.....<br>( <i>Expected_World_Model</i> ).....                    | 89           |
| 4.13 Plan Kütüğündeki Sonraki Adım İşletildikten Sonra Beklenen<br>Dünya Modeli ( <i>Expected_World_Model</i> ) ..... | 90           |
| 4.14 Plan Tarafından Üretilmiş Başlangıç ve Bitiş Durumları .....   | 91           |
| 4.15 Karıştırmadan Sonra Tahtanın Durumu. (Gözlenen Dünya Modeli –<br>( <i>Observed_World_Model</i> ).....            | 92           |
| 4.16 Yeni Başlangıç ve Hedef Durumu .....   | 93           |

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Şekil</u>   | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 4.17 Her Çeşit Taştan Kaçar Adet Olduğunu Gösteren Tablo .....   | 94           |
| 4.18 Eşik Kolonu Öncesi Kolondan Eşik Kolonuna Olan Değişimler..   | 95           |
| 4.19 Eşik 5 için maliyet tablosu ortalamaları .....  | 98           |
| 4.20 Eşik 15 için maliyet tablosu ortalamaları .....   | 98           |
| 4.21 Eşik 25 için maliyet tablosu ortalamaları .....   | 98           |
| 4.22 Eşik 35 için maliyet tablosu ortalamaları .....   | 98           |
| 4.23 Eşik 45 için maliyet tablosu ortalamaları .....   | 98           |
| 4.24 Şekil 4.23’de tüm eşik değerleri için alternatif 2 kullanılması sonucu elde edilen maliyet tablosu sütun ortalamaları ..... | 98           |
| 4.25 Örnek bir Başlangıç ve Hedef Durum Arasında Oluşması Muhtemel Yolların Tümü.....  | 100          |
| 4.26 Hedef Koordinatlarına Yerleştirilebilecek Taşlar ve Başlangıç ve Hedef Koordinatları.....                                   | 101          |
| 4.27 Sabit Hareketler .....  | 102          |

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Şekil</u>   | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 4.28 Örnek bir Başlangıç ve Hedef Durumu .....   | 102          |
| 4.29 Hedef Koordinatlarına Yerleştirilebilecek Taşlar ve Başlangıç -<br>Hedef Koordinatları..... | 103          |
| 4.30 Arama Ağacı .....   | 103          |
| 5.1 Görme Sistemi Blok Diyagramı.....  | 107          |
| 5.2 Kullanılan Yapay Sinir Ağı Mimarisi ve Soldaki Görüntü İle<br>Beslenmesi.....                | 109          |
| 5.3 Hücre Tip Kodları .....  | 111          |
| 5.4 Bir Eğitim Kütüğünün İçeriği .....   | 112          |
| 5.5 Karışmış Taşlar Çalışma Uzayına Ait Bir Kamera Görüntüsü ...                                 | 115          |
| 5.6 Kamera ile Alınmış $4 \times 4$ Boyutlarındaki Bir Tahtanın Görüntüsü ...<br>.....           | 117          |
| 5.7 Önceki Resime ait Görüntünün Nesnelere Ayrılmış Hali .....                                   | 118          |
| 5.8 Gözlenen Dünya Modeli ( <i>Observed_World_Model</i> ) .....                                  | 118          |



## SÖZLÜK

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Agent :                   | aracı  |
| Component :               | bileşen  |
| Propositional calculus :  | önermeler hesabı   |
| Action :                  | eylem  |
| Literal :                 | hazır bilgi  |
| Constraint satisfaction : | kısıt sağlama  |
| Optimal :                 | optimal, en iyi  |
| Precondition :            | ön koşul   |
| Conjunctive :             | birleşik   |
| Intractability :          | takip edilemezlik  |
| Contingency :             | dış aracı tarafından meydana getirilen<br>beklenmedik olay |
| Actuator :                | eyleyici   |
| Recursive :               | özyineli   |
| Allocate :                | ayırarak   |
| Cost :                    | maliyet  |
| Distance metric :         | yol metriği  |
| Syntax :                  | söz dizimsel   |
| Operatör :                | işleç  |
| Policy :                  | karar verici   |
| Supervised :              | denetimli  |
| Reinforcement :           | takviyeli  |
| Backpropagate :           | geri besleme   |
| Successor :               | halef  |
| Enkoder :                 | kodlayıcı  |
| Component :               | bileşen  |
| Propositional calculus :  | önermeler hesabı   |
| Action :                  | eylem  |
| Literal :                 | hazır bilgi  |
| Constraint satisfaction : | kısıt sağlama  |
| Optimal :                 | optimal, en iyi  |
| Precondition :            | ön koşul   |
| Conjunctive :             | birleşik   |
| Intractability :          | takip edilemezlik  |
| Operatör :                | işleç  |