İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PALETDİZER, ENDÜSTRİYEL PALETLEME ROBOTLARINDA GENETİK ALGORİTMALAR YARDIMI İLE DİZME YÖNTEMİ ENİYİLEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uzay. Müh. M. Ağan ŞİMŞEK

(511961108)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27 Şubat 2002

Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Haziran 2002

Tez Danışmanı :	**Yrd.Doç.Dr. Turgut Berat KARYOT**
Diğer Jüri Üyeleri	**Prof.Dr. Serhat ŞEKER**
	Doç.Dr. Ramazan TAŞALTIN

Aralık 2005

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **iv**
ŞEKİL LİSTESİ **v**
ÖZET **vı**
SUMMARY **vıı**

1. ENDÜSTRİYEL UYGULAMA OLARAK "PALETDİZER" **1**
1.1 Paletleme İşleminde Robotların Rolü 2
1.1.1 Kartezyen paletleme robotları 3
1.1.2 SCARA tipinde paletleme robotları 3
1.1.3 Paletleme robotları 4
1.1.4 6 Eksenli robotlar 4
1.2 Paletleme İşlemi 5
1.3 Programın Yapısı 6

2. YAPAY ZEKAYA GİRİŞ **7**
2.1 Tanım 7
2.1.1 Yapay zekanın doğuşu 8
2.1.2 Yapay zekanın gelişiminin önemli evreleri 8
2.2 Yapay Zeka'nın Temel Özellikleri 9
2.3 Yapay Zeka'nın Alanları 10
2.3.1 Otomatik teorem kanıtlanması 10
2.3.2 Yazılı anadilin işlenmesi 11
2.3.3 Sözün otomatik olarak işlenmesi 11
2.3.4 Görüntülerin yorumlanması ve bilgisayar tarafından görme 11
2.3.5 Robotbilimi 12
2.3.6 Oyunlar 12
2.3.7 Uzman sistemler 12

3. PROBLEMLERİN ÇÖZÜMLENMESİ **14**
3.1 Yapay Zeka'da Problemlerin Çözümlenmesinin Yeri 14
3.1.1 İncelenen klasik problem türleri 14
3.1.2 Problem örnekleri 15
3.1.3 GPS, bir "genel problem çözücü" 17

3.1.4 Bir problem üstünde nasıl düşünülür? 17
3.1.5 Bir problemin çözümlenmesinin gelişimini gösterme yolları 18
3.2 Problem Durumları Aralığı (Espace) 19
3.2.1 Gösterme 19
3.2.2 Örnekler 20
3.2.3 Çözümleme ağacının sistemli geliştirme teknikleri 24

4. ROBOT BİLİM 27
4.1 Giriş 27
4.2 Planların Üretilmesi 29
4.2.1 Giriş 29
4.2.2 Uygulamalar 29
4.2.3 Plan üreticisinin yapısı 29
4.2.4 Plan üreticisinin işleyişi 32
4.3 Görme 34
4.3.1 Giriş 34
4.3.2 Temel özellikler 35
4.3.3 Metodolojik yönler 37
4.3.4 Yorumlama aşaması 38
4.3.5 Pratik uygulamalar 39

5. GENETİK ALGORİTMALAR 41
5.1 Tanım 41

6. PALETDİZER 44
6.1 Programın Çalışma Mantığı 44
6.2 Programın Kullanım Mantığı 45
6.2.1 Programın örnek bir işleyişi 47

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR 48

KAYNAKLAR 49

ÖZGEÇMİŞ 50

KISALTMALAR

GA : Genetik Algoritma
SCARA : Selective Compliance Articulated Robot Arm

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Palet ve kutu yerleşimi örneği..... 1
Şekil 1.2: Paletleme işlemi yapan 6 eksenli bir robot..... 2
Şekil 1.3: Kartezyen paletleme robotu..... 3
Şekil 1.4: 4 Eksenli paletleme robotu ve hücresi..... 4
Şekil 1.5: Programın kullanıldığı "Pakmaya" uygulaması..... 5
Şekil 3.1: Küp sıralama problemi..... 16
Şekil 3.2: Ve-Veya problem indirgeme grafiği..... 18
Şekil 3.3: Çiftçi probleminin durumlar aralığı..... 21
Şekil 3.4: Seyyar satıcı problemi..... 22
Şekil 3.5: Seyyar satıcı problemi durumlar grafiği..... 23
Şekil 3.6: 3x3 oyununun enlemesine çözümlenmesi..... 25
Şekil 3.7: 3x3 oyunu derinlemesine çözümü..... 26
Şekil 4.1: Yeni kuşak bir robotun yapısı..... 28
Şekil 4.2: Bir plan üreticisinin yapısı..... 30
Şekil 4.3: Bilgisayarla görme sisteminin genel yapısı..... 36
Şekil 5.1: Örnek gen zincirleri..... 41
Şekil 5.2: Basit bir genetik algoritma akış şeması..... 42
Şekil 6.1: Palet ve kutu resimleri..... 44
Şekil 6.2: Ana ekran..... 45
Şekil 6.3: Dosya Menüsü ve Özellik Menüsü..... 46
Şekil 6.4: Örnek bir sonuç..... 47

PALETDİZER, ENDÜSTRİYEL PALETLEME ROBOTLARINDA GENETİK ALGORİTMALAR YARDIMI İLE DİZME YÖNTEMİ ENİYİLEMESİ

ÖZET

Paletdizer endüstriyel paletleme robotları için oluşturulmuştur. Kullanıcıya palet yerleşimlerinde yardımcı olması amacı ile yaratılmış bir programdır. Eniyilemenin gerçekleşmesi için, yerleştirme işleminde kullanıcı yardımı veya genetik algoritma kullanılır.

Genetik algoritma evrimin bilgisayarda gerçekleşen bir şeklidir. Genetik algoritmalar hem problem çözümü hem de evrim sistemlerinin modellenmesi için kullanılan bir arama yöntemidir.Özellikle sıralama işlemlerini çözmede yetkin olan GAlar bu projede palet üzerine dizilecek kutuların eniyilenmiş dizilişini bulunması için kullanılmıştır.

Rasgele gen dizisi oluşturulması ve bunların mutasyon operatörüne uğratılmaları sonucunda uygunluk fonksiyonunda bulunan değerlerden baskın olan yarısı ayrılır ve ebeveynlerin seçiminde kullanılır.Bu genetik çevrim sonucunda gen dizilerinden biri belirli bir uygunluk değerine ulaştığında, eniyilenmiş çözüm olarak kullanıcıya sunulur.

OPTIMIZATION OF PALLETIZING PROCESS BY USAGE OF GENETIC ALGORITHMS FOR THE INDUSTRIAL PALLETIZING ROBOTS

SUMMARY

"Paletdizer" is created for industrial palletizing robots. It is a programme created for helping users to palletize. To optimize, the operation of palletizing is made by the help of users or genetic algorithms.

Genetic algorithms is the evolution realized in the computer. Genetic algorithms is a searching method not only to solve the problem but also representing the evolution systems. The GA's, that are especially professional in ordering, are used for finding the optimum pattern of the boxes, which are string on a pallet.

As a result of random generated genetic string with the mutation operators, half of the dominant values are selected by fitness function and are used in the selection of the new generation. It is presented to the user as an optimum solution when one of the genetic string has reached to a fitness value as a result of this genetic cycle

.

1. ENDÜSTRİYEL UYGULAMA OLARAK "PALETDİZER"

Bu çalışma, belirli hacme en çok ürün miktarının sığdırılması sorunu ile ilgili çözüm önerisinde bulunmak maksadı ile yapılmıştır. Spesifik olarak, endüstriyel robotik uygulamalarında yoğun bir kullanım alanı ve talebi bulunan paletleme robotlarının, hareket sırası eniyilemesi ve karar verme kabiliyetlerinin iyileştirilmesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Halihazırda, pek çok depolama, nakliye, sıralama ve benzeri uygulamalar paletleme düzenekleri aracılığı ile otomatize edilmişlerdir. Şekil 1.1'de otomasyon sonrasında çıkan paletler gözükmektedir. Gelişmiş ülkelerin sürdürmekte oldukları uzay çalışmalarında da, belirli boyuttaki parçaların en çok adedinin sınırlı hacim içinde nakledilerek uzay istasyonuna aktarılması gibi talep ve uygulamalar söz konusu olabilmektedir. Yurdumuzda en sık karşılaşılan talep, gıda, cam, seramik sektörlerinde üretilmiş olan çeşitli ürünlerin paketlenmiş oldukları kutuların, gerek yurt içi ve gerekse yurt dışı sevkıyatı esnasında standart boyuttaki paletler üzerine sağlıklı ve verimli bir şekilde dizilmesi tarzındadır. Bu paletler genellikle 1200 mm x1000 mm boyutlarında olmaktadır. Ancak ilgili firma veya ülkenin standardına göre de değişiklik arz edebilmektedir. Paletler üzerine dizilecek kutu boyutları, uygulamadan uygulamaya değişken olabileceği gibi aynı uygulama farklı boyutları olan birden fazla kutu tipinin işlenmesini de gerektirebilir.



Şekil 1.1: Palet ve kutu yerleşimi örneği

Ürünlerin palet üzerine yerleştirilme sebebi, nakliyat sırasında zarar görmelerini engellemek ve yükleme boşaltma işlemlerinin hızlı ve ekonomik bir şekilde yerine

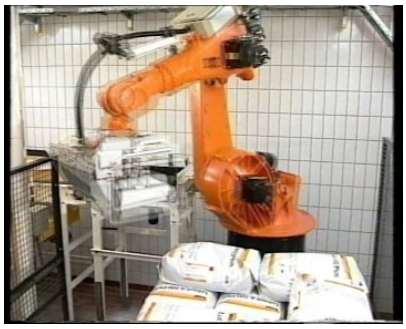
getirilmesini sağlamaktır. Paletler aynı zamanda ürünleri belirli bir yükseklikte tutarak, depolandıkları mekanlarda birikmiş yağmur suları gibi istenmeyen çevresel etkilerden zarar görmesini önlerler. Ayrıca taşıyıcı araçlara yüklenme işlemlerini hızlandırmak amacı ile paletler ve forkliftler birbirleri için uygun yapıda yapılmaktadır. Ürünlerin ihracatı söz konusu olunca, genelde Avrupa ülkelerinin aradığı EUR palet standartlarında bir palet üzerinde olması gibi koşullar karşılanmalıdır.

Bu sebeplerden dolayı, üreticiler ürünlerini paletler üzerinde sevk etme zorunlulukları duymaktadırlar.

Ürün kutularının ağırlıklarının, insanın rahat çalışabileceği (kaldırabileceği) ağırlıkları aşması veya yüksek üretilme hızlarından dolayı oluşan paletleme zorlukları bu tür işlerde robotların kullanılmasını kaçınılmaz hale getirmiştir.

1.1 Paletleme İşleminde Robotların Rolü

Yüksek üretim hızı ve ağırlık sınırlarının artmasından dolayı paletleme işlerinde robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Günümüz robotların büyük çoğunluğu "playback" öğrenme yapısına sahiptir. Bunun anlamı, tanımlı bir yörüngede tekrar tekrar aynı işi yapan bir robotun daha önce öğretilmiş noktalara belirli şartlar gerçekleştiğinde uç organını götürmesi ve öğretilmiş komutları uygulamaya geçirmesidir. Şekil 1.2'de 6 eksenli paletleme robotu gözükmektedir.



Şekil 1.2: Paletleme işlemi yapan 6 eksenli bir robot

Kartezyen ve 4 eksenli paletleme robotları bu tür görevleri icra eden en yaygın iki tür yapıdır. Bunların yanı sıra diğer robotik yapılar da avantaj ve dezavantajları bakımından aşağıda listelenmiştir.

1.1.1 Kartezyen paletleme robotları

Bu tür robotlar Şekli 1.3'de görüldüğü gibi XYZ düzlemlerinde doğrusal hareket yapabilen, gerektiğinde ikişer ikişer veya 3 eksende birden interpolasyon yapabilme yeteneklerine sahiptirler. Kat ettikleri yolları azaltmak amacı ile bazı dönüş noktaları belirlenerek eğrisel yörüngeler izlemeleri sağlanabilir.



Şekil 1.3: Kartezyen paletleme robotu

Avantajları geniş çalışma alanlarıdır. Eksen boyutları 2-3 metreye kadar çıkarak birden fazla palete aynı robotun ulaşması sağlanabilir. Maliyetleri en az olan sistemlerdir. Bakımları kolaydır.

Dezavantajları ise hızlarıdır. Doğrusal eksen boyunca hareket etme zorunluluklarından ötürü bir ürünü alıp yerine götürüp bırakmaları diğer türlere oranla daha uzun zaman almaktadır.

1.1.2 SCARA tipinde paletleme robotları

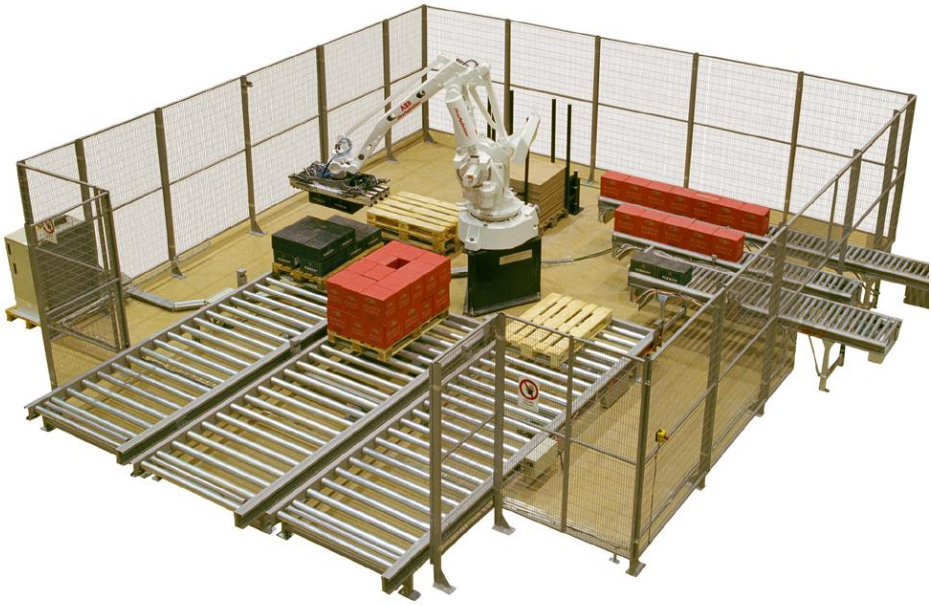
Bu tür robotlar "selective compliance articulated robot arm" olarak adlandırılırlar. İki dönel eksene ve bir doğrusal (Z yönünde) eksene sahiptirler. Eksenler arasında interpolasyon yapabilme yetenekleri vardır.

Avantajları kartezyen robotlara göre çok daha hızlı olmalarıdır. Maliyet açısından kartezyen robotlara göre biraz daha maliyetlidirler.

Dezavantajları erişim alanlarının doğrusal eksenden dolayı sınırlı olmasıdır. Dönel eksenlerden dolayı bakım zorlukları kartezyen robotlara göre biraz daha fazladır.

1.1.3 Paletleme robotları

Özel olarak paletleme işlemi için geliştirilmişlerdir. 4 adet dönel eksenden oluşur. Mekanik eksen bağlantıları sayesinde sürekli yer düzlemine paralel kalacak şekilde çalışırlar.



Şekil 1.4: 4 Eksenli paletleme robotu ve hücresi

En büyük avantajı süratidir. 4 eksen olmasından dolayı daha önce bahsi geçen kartezyen ve scara tip robotlara göre maliyetleri biraz daha yüksek olmaktadır. Ancak erişim bölgesinin kendi çevresinde 360^{o} den fazla olması yeteneği göz önüne alındığında, bu maliyet farkının çokta önemli olmadığı düşünülebilir.

Dezavantajları olarak bakım zorlukları söylenebilir. Şekil 1.4'de 4 eksenli bir paletleme robotu ve güvenlik sebebi ile oluşturulmuş bir robotik hücre gözükmektedir.

1.1.4 6 Eksenli robotlar

Bu robotlar antropomorfik robot olarak ta adlandırılırlar. İsimlerinin de çağrıştırdığı gibi insan kol yapısının becerilerine haiz bir kol yapısındadırlar ve genel amaçlı robotlardır. Paletleme işleminde kullanılması lüks olarak nitelendirilebilir.

Yüksek hıza sahiptirler. Eğer ürün alma ve bırakma noktalarına ulaşmakta zorluk çekiliyorsa yukarıda bahsi geçen robotlardan biri yerine bu tip robot kullanmak çözümü kolaylaştırır.

Dezavantajları olarak maliyeti ve bakım zorluğu söylenebilir.

1.2 Paletleme İşlemi

Robota paletleme işlemi yaptırılmak isteniyorsa, kutuların bırakılacağı noktalar büyük bir hassasiyetle öğretilmelidir. Şekil 1.5'de kutuların diziliş örneği gözükmektedir. Bu öğretilme işlemi kullanıcı tarafından bıkmadan usanmadan palet üzerine yerleştirilecek bütün kutuların yerleri için tekrarlanmalıdır. Kat sayısı da göz önüne alındığında öğretilmesi gereken noktalar yüksek sayılara ulaşmaktadır. Robotun farklı ürünlere hizmet vermesi durumunda her yeni tip kutu için bu noktaların yeniden öğretilmesi gündeme gelecektir.



Şekil 1.5: Programın kullanıldığı Pakmaya uygulaması

Yardımcı programlar aracılığı ile bu noktalar önceden hesaplanarak öğretme işleminde kolaylık sağlanabilir. Bu çalışmada geliştirilmiş olan Paletdizer de bu amaç doğrultusunda oluşturulmuş bir yardımcı programdır. İki kat şeklinde kutu yerleşimleri oluşturulabilir ve uygun formatta nokta çıktıları alınarak paletleme robotları için referans oluşturulabilir. Yardımcı programlar öğretme zamanını azaltacaktır. Hedefimiz bu tip bir yardımcı programın endüstri ortamına kazandırılmasını sağlamaktır.

1.3 Programın Yapısı

Öncelikle insan makine arabağ programının kullanıcı açısından kolay anlaşılır ve yorucu takip gerektirmeyen özelliklerde olmasına özen gösterilmiştir. Palet ve kutu boyutları kullanıcı klavyesinden veya fare aracılığı ile girilerek kullanıcı ekranında kutuların nasıl palet üzerine yerleştirileceği insan tarafından düzenlenebilmektedir. Bu düzenleme işlemi sırasında kutuların yerleştirilme sıraları da belirlenebilmektedir.

Yerleştirme işlemi bittikten sonra palet sabit noktasının robot koordinat sistemine göre değeri girilir. Robot uç organının yapısı, kutu yüksekliği ve kaç kat kutu istifleneceği belirtilerek robot koordinatları cinsinden noktalar çevrimdışı (offline) olarak hesaplanır.

Daha sonra bu noktalar robot denetleyicisine transfer edilerek palet yapısı kısa bir süre içinde robota öğretilmiş olur.

Klasik metotlara göre daha az zaman alan işlemi biraz daha kısaltmak için palet üzerindeki örgü yapısının otomatik olarak belirlenmesi sağlanabilir. Bu tezin konusu bu ihtiyaç ve talep noktasından çıkmıştır. Genetik algoritma kullanarak palet üzerindeki örgü yapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece oluşturulan program, sınırlı da olsa yapay zekan biliminin temel kavramlarından yararlanmaktadır.

2. YAPAY ZEKAYA GİRİŞ

Yapay Zeka (YZ) tartışmalı bir terim olmasından dolayı birçok karışıklığa ve yanlış yorumlara yol açmaktadır. Zeka kavramının karışık ve göreceli olması nedeniyle YZ'nin bilimsel yönteminin ne olduğunu tanımlamak kolay değildir.

2.1 Tanım

YZ iki bakış açısına göre tanımı şu şekilde verilebilir:

-Bilgisayarın, aracı olarak bir model veya teoriyi test etmek için kullanıldığı, zekanın çalışma biçimlerinin incelenmesini kapsar; bu bakış acısı tanımaya dair bir tür yöntem ortaya koyar.

-Bilgisayarı, genellikle insan zekasına özgü kapasitelerle donatmak üzere sarf edilen çabalarla ilgilidir; bilgilerin edinilmesi, algılama (görme, işitme, dokunma), düşünme, karar verme vs. **(Bonnet, 1984)**

Daha sık rastlanılan yaklaşım yada tanım bu ikinci bakış açısıdır. Bu bakış bir bilgisayar programı aracılığı ile zekice tutumları yarıştırmaktan oluşur.

İnsana özgü mekanizmalar hakkında daha iyi bir bilgi, bilgi işlem sistemlerinin performanslarını arttırmaya elverdiği ölçüde söz konusu iki yaklaşım birbirini tamamlayıcı özelliktedir. YZ bir çok bilim ve tekniğin kesişme noktasıdır.

YZ, 80'li yıllarda bu alanda uzmanlaşmış kuruluşların ve geniş kapsamlı araştırma-geliştirme projelerinin yürüttüğü uygulamalar sayesinde ekonomik planda olduğu kadar, dünyadaki binlerce araştırmacı ve öğretim görevlisi aracılığı ile akademik planda da yerini almıştır.

2.1.1 Yapay zekanın doğuşu

YZ Birleşik Devletler Dartmouth'da düzenlenen ve bir grup bilim adamını bir araya getiren konferansın tarihi olan 1956'da doğmuştur. Bu konferansta J. McCarthy, M. Minsky, C. Shannon, A. Newell ve H. Simon zeka ile donatılmış bilgisayar programlarını gerçekleştirme olasılığını araştırmayı önermişlerdir. Bu konferansta *Artificial Intelligence* terimi ortaya çıkmış bazı bilim adamlarının karşı çıkmalarına rağmen bugüne kadar süregelmiştir.

İlk YZ programları (bir Mantık teoremleri uygulayıcısı, *Logic Theorist* ve bir satranç oyunu programı; her ikisi de Newell ve Simon'ındır) ve LISP (YZ'nin kılavuz dili) de bu dönemde ortaya çıkmıştır **(Rich, 1983)**.

2.1.2 Yapay zekanın gelişiminin önemli evreleri

Şematik olarak dört evreye bölünebilir.

-Karşılaşılan sorunlardaki büyük güçlükleri henüz tam olarak tartamamış olan araştırmacıların abartılı bir iyimserliği ile geçen 1950'li yıllar, YZ'nin doğuşuna tanık olmuştur.

-Sonraki on yıl çok sayıdaki proje ve sağlanan bazı önemli sonuçlarla disiplinde gerçek bir hareketliliğe tanık olmuştur: Buluşsal araştırma algoritmaları, genel problem çözümleme "General Problem Solving - GPS" sistemi, matematikte formel işlem sistemi MACSYMA burada sayıla bilinecek örneklerdir.

-1970'li yıllar bilgilerin temsil edilmesi ve usavurmada, uzman sistemler, anadilin anlaşılması ve de ileri robot bilimi konularında YZ'nin temellerinin ortaya konmasına yol açan çalışmalarda, bir patlamaya tanık olmuştur.

-1980'li yıllarda adı geçen alanlarda çok çarpıcı pratik uygulamalar ve buna paralel olarak sanayileşmiş ülkelerin büyük bir bölümünde oldukça iddialı olan projeler tarafından araştırmaya yönelik çabalarda kayda değer bir artış sayesinde, YZ'nin ekonomik hayata girişi ve uygulanışı doğmuştur.

2.2 Yapay Zeka'nın Temel Özellikleri

YZ'nin ulaştığı alanlara her gün bir yenisi eklenebilmektedir. Bununla birlikte, bütün YZ sistemleri arasında bu disiplinin temel özelliklerini daha iyi sınırlandırma olanağı sağlayan bir ortak noktalar bütünü vardır.

Bir YZ programının özelliği her şeyden önce, klasik bilgi işlem yöntemlerinde de olduğu gibi, sayılardan çok *sembolik enformasyonları* kullanmasıdır. Bu enformasyonlar yada veriler, kavramları, kuralları, nesneleri düşünürken bir insanın göz önünde bulundurduğu olguların aynılarını temsil ederler. Bu, sayısal işlem yöntemlerinin kullanılmasını dışlamaz, ancak sonuçların işlenmesi genellikle sembole dayalı olarak yapılır. Buna göre örneğin tıbbi teşhise yarayan her sistem 38.2 ^{o}C sayısal değerinden hastanın hafif ateşli olduğu sonucunu çıkaracaktır.

YZ'de bulunan ikinci bir kavram da klasik algoritma metotlarının tersine buluşsal metotlar kavramıdır. Program yapmak için belli bir programlama dilinde kodlanmış olan bir algoritma, verilmiş bir problemi çözmeye yönelik işlemler dizisinin eksiksiz betimlemesinden oluşur. Buluşsal yöntemler, determinist olmayan yolları izleyen ve başarının garantili olmadığı ancak "çalıştığı" zaman genellikle işlem süresinde büyük tasarruf sağlayan bir çözüm metodudur. Başarısızlık durumunda tekrar geriye dönmek ve bir başka çözüm yolunu denemek gerekmektedir. Formel integral türünde bir problemin insan tarafından çözümlenmesi genellikle şöyle bir yol ile gerçekleştirilir: İntegralin tipine göre bir değişken değişikliği denenir, sonra gerekirse bir başkası veya ilk deneme, problemin sadeleşmesini sağlamadı ise bölümler halinde bir başka integrasyon denenir. Bir problemin çözümünün buluşsal araştırması genellikle sadece en çok umut vaadenleri göz önünde bulundurmak üzere çözüm yollarının tamamının kısaltılmasından ibarettir.

YZ'de çözümünün buluşsal yöntemlerin kullanımı çok sık görülür. Geleneksel algoritma metotları ile çözülemeyen aşağıda belirtilen iki problem sınıfını da ele alma olanağı verir:

-İnsanın çeşitli etkinlik alanlarında çok yaygın olan ve bilinen algoritmik çözümü olmayan problemler: algılama, karar verme, anlayış;

- Eldeki enformatik olanaklar için algoritmik çözümü büyük karmaşıklık yaratan problemler. Tipik örnekleri satranç, reversi gibi oyunlardır.

YZ'nin bir başka özelliği de işlenen verilerin ve bilgilerin *eksik, yanlış* ve hatta *çelişkili* olduğu durumlarla yetinmesidir. Bir insan için örneğin tıpta, iş idaresinde, bankacılık sektöründe vb.'de böyle gündelik durumların söz konusu olduğunu belirtmek gerekir. YZ çok çetin olan bu problemi tamamen çözmese de, özellikle yaklaşık veya monoton olmayan işlem vb. gibi özel işlem teknikleri biçiminde etkili metotlar geliştirir.

Önemli bir YZ kavramı da bilgidir. Başlangıçta araştırmacıların problemlerin çözümlemesi için genel metotlar bulmaya çalışmalarına karşın, günümüzün YZ' sı az sayıda ve iyice sınırlanmış alanlara özgü, çok miktardaki bilgiye dayanarak, problemleri çözebilen sistemleri anlamakla yetinmektedir. Yapay zekanın aslı olan biyolojik zekanın da kullandığı bu yöntemin bir kere daha kesinlikle insanda var olduğunu belirtmek gerekmektedir; kendi etkinlik alanında çok fazla bilgi ve deneyime sahip gerçek bir uzman. Bu bilgiler bir programlama dilinde prosedürler biçiminde kodlandıkları zaman, doğal biçimlerine daha yakın olarak, YZ sistemine deklaratif biçimde katkıda bulunurlar. Bilgi tabanlı sistemler, özellikle de uzman sistemler, günümüzde YZ yapısının önemli bir parçasını oluştururlar.

Son olarak, YZ özü bakımından *çokdisiplinli*'dir. Bir yapay zeka sisteminin gerçekleştirilmesi gelişmiş bilgi işlem tekniklerine geniş ölçüde başvurur ve bunları kullanır. Ancak YZ köklerini başka disiplinlerden de alır: mantık ve bilişsel psikoloji, dilbilim, ergonomi, felsefe ve biyoloji.

2.3 Yapay Zeka'nın Alanları

Kısaca YZ'nin uygulama alanları kümesine değinirsek;

2.3.1 Otomatik teorem kanıtlanması

Bu etkinlik YZ'nın ilk ortaya çıktığı yıllardan beri vardır. Özellikle geometri veya cebirde, şimdilik hiçbir makine kanıtlamamış olsa da, henüz bilinmeyen teoremler alanında kayda değer başarılar elde edilmiştir. Bu çalışmalar ortaya koydukları genel işlem ve çıkarsama metotları açısından önemlidirler.

2.3.2 Yazılı anadilin işlenmesi

Bir makineye anadilinde başvurabilmek özellikle bilgi işlem uzmanı olmayan kişilere önemli bir yarar sağlayacaktır. Anadilin işlenmesi alanı aslında değişik etkinlikleri kapsar: insan-makine diyalogu bağlamında cümlelerin açıklanması ve üretilmesi, veri tabanlarına ya da servislere giriş, yardımla çeviri vb.

Bir dilden diğer bir dile yapılan otomatik çeviride ilk başarısızlıklar, ne "sözcüğü sözcüğüne" çevirinin, ne cümle yapısının dilbilim-gramer çözümlemesinin anadili anlamada yeterli olmadığını ortaya koymuştur. Aslında dil, bağlam, ara okuyucular vb. üzerine verileri ve çeşitli çok sayıdaki bilgiyi (sözcük dağarcığı, söz dizimi, anlambilim, pragmatik) etkili bir usavurmada işin içine katmak gerekmektedir.

2.3.3 Sözün otomatik olarak işlenmesi

Bu alan ise iki görünümden oluşur: Tanıma ve sentez. Yazılı anadilin işlenmesi ile benzerlikler sunar. Bu makine tarafından bir cümlenin anlaşılması, birçok bilgiyi devreye sokan bir süreçtir. Fakat, benzeşen sinyali bozan gürültüler ve büyük akustik değişkenliği işleme zorluğunu çoğaltırlar.

Deneysel insan-makine diyalogu sistemleri laboratuarda çalışırlar Bununla birlikte, problemin olağanüstü zorluğu nedeniyle, ticari aletler, öğrenimden sonra bir yada birkaç okuyucu tarafından telaffuz edilen özel kelimelerle sınırlı bir sözcük dağarcığını bilmekle yetinirler. Akustik biçimlerin bu karşılaştırması, biçimlerin tanınması tekniğini ortaya çıkarır.

2.3.4 Görüntülerin yorumlanması ve bilgisayar tarafından görme

Görme bir makinenin çevresini fark etmeye yönelik başka bir olanaktır. Aynen işitsel algılama durumunda olduğu gibi görme probleminin basitleştirilmesi, basit görsel formların algoritmik form tanıma metotları yardımıyla tanımlanmasından ibarettir: örneğin bir metnin baskı karakterleri, bir sahnenin yerleri iyi saptanmış eşyaları, mikroskop altında sitolojik bir resmin üzerindeki hücreler yada kromozomlar, bir uydu resmi üzerindeki özel bölgeler vs. Bununla birlikte, bir sahnenin yada bir görüntünün gerçekten anlaşılması, bağlamsal bir işlemi yürütmek için düşünülen alana özgü bir bilgi bütününe dayanarak bu metotların ötesine gitmeyi gerektirir: tıbbi teşhis amacı ile

radyolojik görüntülerin açıklanması, üretim zinciri üzerindeki bir nesnenin kontrolü, kendi kendine güdümlü bir aracın kılavuzluğu vb.' de olduğu gibi. Görüntülerin işlenmesi YZ'nin endüstriyel alanlardaki ilk uygulamalarından biridir.

2.3.5 Robotbilimi

Robotbiliminin oldukça geniş alanı, özellikle sanayide, iş otomatizasyonu etkinliklerini kapsar. Varolan robotların büyük bir bölümü (örneğin bir montaj hattındaki kaynakçı yada boyacı robotlar), işleri sırayla durmadan tekrarlarlar ve zekaları yoktur. Buna karşılık yeni kuşak robotlar, giderek çevrelerini algılamaya (özellikle görüntü ile) ve hareketlerini planlamaya yönelik zeka yeteneği ile donatılmışlardır (bir görevi sonuca ulaştırmak için, bir stratejinin yada bir eylem planının oluşturulması, bir görevin tamamlanması sırasında ortaya çıkan bir durum yada zorluk karşısında dinamik olarak yeniden plan yapmak). Böylece YZ, yarının sanayisinin önemli bileşeni olan robotbiliminde sürekli artan bir rol oynar.

2.3.6 Oyunlar

Oyunlar (satranç, dama, go, tavla), araştırmacılar için YZ'nin en baştan beri tercih edilen bir alanını oluşturmuştur. Bu çalışmaların amacı oyunla ilgili olmaktan öteye gitmiştir, çünkü buluşsal yöntemler ve stratejileri kullanarak genel çözüm arama kavramlarına bir kere daha dokunulmuştur.Henüz hiçbir program, büyük bir satranç yada go ustasının düzeyine erişmeyi başaramamış olsa da, sistemler genellikle olumlu başarılara ulaşmıştır. Bu alana yönelik çalışmalardaki gelişmeler, YZ'nin evrimini yeterince açıklamaktadır: ilk sistemler bilgisayarın en belirgin kabiliyeti olan kısıtlı bir zamanda çok sayıdaki çözüm yolunu göz önünde bulundurma becerisi üzerine kurulmuştur. Daha sonra amaca ulaşmak için geliştirilmiş hareketler planı kavramı devreye sokulmuştur. Bu son gelişme bir kez daha incelenen oyuna özgü bilgilere başvurmaktadır.

2.3.7 Uzman sistemler

Yapay zeka etkinliklerinin büyük bir bölümünün işlenen alan hakkındaki bilgilere başvurduğunu gördük. Uzman sistemler bilgi tabanlı sistemlerin en çarpıcı örneklerinden birini oluştururlar. Göreceli olarak son zamanlarda (1970'li yılların başı) ortaya çıkmış olan bu sistemler kısıtlı alanlarda farklı iş türlerindeki (teşhis, tavsiye,

planlama, anlama) uzman kişilerin performanslarına ulaşma yeteneğine sahiptirler. Usa vurumu sırasında uzman bir sistem tarafından kullanılan bilgiler önce uzmanların yanında elde edilip şekillendirilirler ve bir bilgi tabanına geçirilirler.

3. PROBLEMLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

Yapak Zeka problemlerinin çözümleri konusunda probleme nasıl yaklaşıldığı konusunu inceleyecek olursak. İlk olarak karşımıza nerde çözümlendiği sorusu çıkacaktır.

3.1 Yapay Zeka'da Problemlerin Çözümlenmesinin Yeri

İlk kez bir bilgisayara çözdürülmeye çalışılan problemler arasında, çeşitli oyunlar ve teoremlerin kanıtlanması önemli bir yer tutar. Bu iki alanda da insanın bilinen zihinsel performansına karşın makinelerin bellek kapasiteleri ve hesaplama çabukluklarının, onlara daha çabuk ve en azından aynı düzeyde başarılı olma olanağı vereceği düşünülmüştür.

Bu problemler incelendiğinde gerçekte şu sonuçlar çıkmaktadır: Bir çözüme ulaşmak için araştırılacak yolların sayısı o kadar çoktur ki, makinenin bu basit "yapı" özellikleri geçerli performanslara ulaşmak için son derece yetersizdir.

3.1.1 İncelenen klasik problem türleri

Burada satranç örneği açıklayıcı olmaktadır. Taşların tek yönlü oynama kuralları ile yetinerek yapılacak çarpıcı sayıdaki hamlenin aranması oyunun belli bir anında çarpıcı sayıdaki hamle, olası karışık, karışıklığa verilecek karşılığın gözden geçirilmesini gerektirecektir; bu olasılıklar bugünkü herhangi bir makine ve büyük bir olasılıkla geleceğin makineleri içinde çok fazladır. Buna karşılık, becerikli oyuncunun gözlemlendiğinde, yöntemin hesabın kuvvetine kuralların çok daha zekice kullanılmasına dayandığı görülür: oyunun durumunun taşların sayısı ve posizyonuna göre değerlendirilmesi, kurallara uygun olası hamlelerin saptanması, merkezi konumların kontrolünün aranması, taşların elverişli takası vb. gibi saldırı veya savunma stratejilerinin ortaya konması. Makineye satrançta düzeyli oynama olanağı sağlamak, onu böylesi stratejik kapasitelerle donatmaktan geçmektetir.

Aynı şekilde yukarıda söz edilen problemlerin otomatik çözümü, zekice yöntemlere dayalı özgül yapay zeka tekniklerinin devreye sokulmasını zorunlu kılmaktadır.

Planlama problemleri (yada hareket planlarının geliştirilmesi) programlama ve anlama sentezleri de aynı kategoriye dahil edilebilir. Genellikler insanın kolaylıkla yada uygun bir sürede çözemediği problemlerle uğraşılır, ancak özelliklerin tamamen belirtilebilmeleri koşuluyla. Usavurma sırasında insan müdahalesi olmadan, özellikleri kötü belirtilmiş bir problemi çözmeye kalkışmak başarısızlığa yol açacaktır.

3.1.2 Problem örnekleri

a) Çiftçi, Kurt, Keçi ve Lahana - Dördü birden bir ırmağın sol yakasındadırlar. Sadece çiftçinin çalıştırdığı bir tekne onu ve muhtemelen elemanlardan birini bir kıyıdan diğerine taşıyabiliyor. Çiftçinin yokluğunda kurt keçiyi, keçi de lahanayı yiyecektir. Hepsi kazasız belasız sağ kıyıya nasıl geçirilecektir?

b) Kaplar - Su ile dolu 5 litrelik bir kabımız ve 2 litrelik boş bir kabımız var. Su bir kaptan diğerine aktarılabilmekte yada bir kaptan dışarıya boşaltılabilmektedir. 2 litrelik kapta 1 litre su nasıl elde edilebilir?

c) 3x3 oyunu - Burada söz konusu oyun, üzerinde 1'den 8'e kadar numaralanmış 8 kare pulun olduğu 9 haneli bir tablodur. Bir pul, varsa bitişiğindeki boş haneye (9. haneye) kaydırılabilir. Belirli bir başlangıç şeklinden yola çıkarak nasıl verilen sonuç şekline ulaşılabilir? Eğer mümkünse...

d) Sahte para – Görüntüleri aynı olan oniki tane bozuk paramız var. İçlerinden birinin ağırlığı farklıdır. " Sahte parayı" ayırt etmek için iki kefeli terazi kullanarak yapılacak asgari tartma sayısı kaçtır?

e) Formel integral hesabı – Analiz tabanı fonksiyonlarının integralleri bilinmektedir.Aşağıdaki örneği hesaplayınız:

$$\int 2\sin(x)\cos(x)dx$$

f) "Küpler Dünyası"nda istifler – Soldaki görüntüden başlayarak sağdaki istifi elde etmek için küplerin yerini değiştirin. Şekil 3.1'de problem örneği bulunmaktadır.



Şekil 3.1: Küp sıralama problemi

g) Seyyar satıcı – A şehrinden yola çıkan bir seyyar satıcı, bir şehirden iki kere geçmeden ve sonunda A'ya dönmek koşuluyla B,C, ...H şehirlerine sırayla gitmek istiyor. Şehirler arasındaki uzaklıklar biliniyor. Kat edilen mesafeyi en aza indirecek şekilde hangi güzergahı izlemelidir?

h) Sekiz vezir – Sekiz tane veziri satranç kurallarına göre alınmayacakları bir şekilde satranç tahtasına yerleştiriniz.

i) Hanoi Kuleleri – Üç tane disk (bir büyük, bir orta ve bir küçük) 1 numaralı çubuğa sırayla geçirilir. Çubuktaki disklerin en üstündekini alarak ve bir başka çubuktaki yığının en üstündeki diskin (yada disk bulunmayan tek çubuğun üzerine) üzerine yerleştirerek bu diskleri 2 numaralı çubuğa geçiriniz. Yığın halinde iken bir disk ancak daha büyük bir diskin üzerinde bulunabilmektedir. 3 numaralı bir ara çubuk kullanılabilir.

j) Maymunlar ve muzlar – Aç bir maymun ancak bir kasanın üzerine çıkarak erişebileceği bir salkım muzu ele geçirmek istiyor. Maymunun uygulayabileceği hareketler şunlardır: tek başına hareket etmek, kasayı iterek hareket etmek, tırmanmak, muzları yakalamak.

3.1.3 GPS, bir "genel problem çözücü"

GPS sistemi, General Problem Solver, 1959'da A. Newell ve W.Simon tarafından tasarlanmış olup, problemlerin çözümünde insan etkinliğinin daha iyi anlaşılmasına yönelik ilk çalışma çerçevelerinden birisidir.

Başlangıçta bu etkinliğin çeşitli alanlarda uygulanması istemişse de pratikte uygulama alanı, bilmecelerin çözümü ve sembolik integrasyon ile sınırlı kalmıştır. Bu sınırlılık, çalışmaların başlangıcındaki yaratıcılardan daha az iyimser olan güncel görüş ile uyuşmaktadır: Güncel sistemler (buluşsal kavramı) genel olarak sınırlı bir işe yöneliktirler ve özel konularla ilgilenirler. Bu noktada problemlerin "geniş çözücü" düşüncesinden tamamen uzaklaşırlar.

Bununla beraber YZ araştırmalarında GPS sisteminin etkisi çok büyük olmuştur. Öte yandan GPS temelli düşünceler (içinde bulunulan durum ile ulaşılacak hedef arasındaki değişikliklerin azaltılmasına yönelik araştırma ve çabalar) bazı hareket planı yaratıcılarının kaynağıdırlar.

3.1.4 Bir problem üstünde nasıl düşünülür?

Bir problemin çözülmesinin değişik aşamalarının gösterilme teknikleri ve işlem metodu belli sayıdaki belirticiye bağlı olacaktır. Örneğin şunlar sorulabilir:

a) Çözümleme ile yükümlü sistem (yani program) problemle ilgili bildiklerinde başlayarak bir çözüm bulmak zorunda mı yada kullanıcı ile etkileşim veya harici enformasyonlara girme söz konusu olabilir mi? Sorun, bu harici enformasyonlara giden yolları en elverişli hale getirme tarzının araştırılmasında uygun bir dizi bulmak olacaktır. Bu sorun özellikle etkileşimli bilgi tabanlı sistemler konusundan tekrar görülecektir.

b) En uygun olmayan ancak daha kolayca ve hızlıca elde edilen bir çözümle yetinilebilir mi? Seyyar satıcı örneğinde en kısa olmayan ancak "yeterince" kısa olan bir güzergah tatmin edici olabilir.

c) Düşünme sırasında karar verilen bir hareket bir kez gerçekleştirildikten sonra iptal edilebilir mi? 3X3 oyunu örneğinde her zaman bir pulun yer değiştirmesinin, yerine bir başkasının gelmesi ile dengelenebileceği açıktır. Buna

karşılık dolu olmayan bir kabın içindekini önceden sıvı içeren daha büyük bir kaba boşaltmak olgusunun aksi mümkün değildir.

d) Bir hareketin, problemin o anki durumu üzerindeki etkisini tam olarak öngörmek mümkün müdür? Verili bir görünümden yola çıkarak bir küpün yerini değiştirmek bilinen bir görünümün oluşması ile sonuçlanır. Bunun tersine yere kağıt açmak gereken bir kağıt oyununda rakiplerin oyununun en azından, bir kağıt oyununda rakiplerin oyununun en azından, bir kısmı spekülasyonlar yapılabilir.

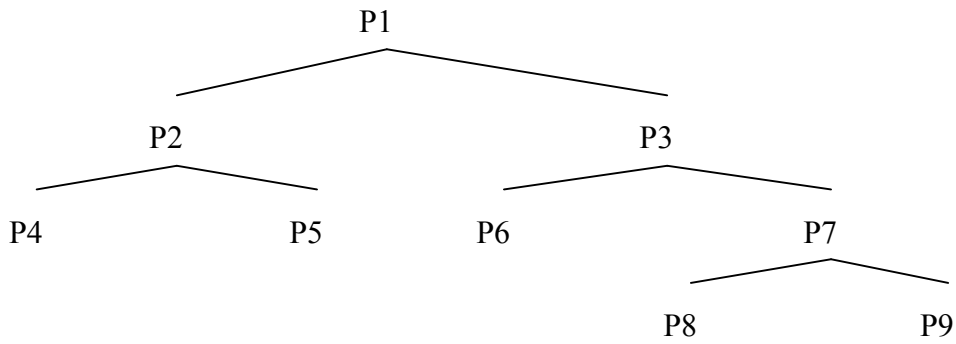
e) Problem, çözümü daha kolay "alt-problemlere" ayrıştırılabilir mi ve bu alt problemler bağımsız mıdır, değil midir? Temel fonksiyonları bilinen integrallere indirgenmeye çalışılan bir integral hesabı bu duruma örnektir.

Özellikle bir problemin çözümüne ulaşmak için gereken asgari bilgiler hakkında daha başka sorular da sorulabilir.

3.1.5 Bir problemin çözümlenmesinin gelişimini gösterme yolları

a) *Durumların Grafiği* – Çözüm sırasında bir problemin birbirini takip eden durumlarının aralığı (espace), her bağın bir durumu gösterdiği ve her çubuğun bir durumdan diğerine değişimi sağlayan bir geçişi gösterdiği grafik biçiminde ortaya konur. Devir olmazsa grafik ağaç biçimini alır.

b) Ve-Veya Problem İndirgeme Grafiği – Şekil 3.2'de ki grafiği ele alalım (burada ağaç şeklindedir):



Şekil 3.2: Ve-Veya problem indirgeme grafiği

Bu ağaç P1 başlangıç probleminin, kendileri de P4 ve P5'in yada P6 VEYA P7'nin çözümlenmesiyle çözümlenebileceği gerçeğini gösteriyor. Son olarak P7, P8 VE P9'un çözülmesiyle çözümlenebilir.

P1 ağacın kök-bağıdır. P4, P5, P6, P8 ve P9, bu alandaki sistem bilgileri göz önüne alındığında çözümün çabuk olduğu yaprak-bağlarıdır.

Yukarıda görülen iki gösterme türünde anahtar yapı grafiktir (yada ağaç). Bir problemi çözmek bu yapıda ilerleyerek mümkün olacaktır.

3.2 Problem Durumları Aralığı (Espace)

Problem durumları aralığının nasıl gösterildiği aşağıdaki örnekle birlikte ele alalım.

3.2.1 Gösterme

Bir problem, içinde aşağıdakilerin yer aldığı bir üçleme (I, O, B) gibi görülebilir.

"I", ilk durumların tamamını gösterir (tekse ilk durumu);

"O", sistemin bilinen ve bir durumu bir diğeriyle değiştirme olanağı veren operatörlerinin tamamını gösterir;

"B", hedef-durumların tamamını gösterir.

Bir durum (yada bir "konum"), ele alınan probleme bağlı verileri birbirine bağlayan bir nesneler bütününü ve ilişkileri yansıtan, bir veriler yapısı olarak görülecek. Satrançta bu yapı satranç tahtasını gösteren bir tabloya yada bir çiftler listesini (hane numarası, taş ismi) kapsayabilir. Küpler ve bir robota yaptırılacak işler alanında:

SURTABLE(A),

SURTABLE(B),

SUR(C,A)

gibi bir yüklem listesi örneğin başlangıç durumunu tanımlayacaktır.

Problemin bir çözümü, O'ya ait olan I'nın bir elemanından B'nin bir elemanına gitmeyi sağlayan tamamlanmış Ok operatörleri dizisinden oluşacaktır.

O halde problem çözümü aralığı (espace) bir durumlar grafiği ile gösterilmiş olacak ve problemin çözümü bir çıkış bağından bir sonuç bağına götüren bir yoldan oluşacaktır.

Çözümleme sistemi şunları kapsar:

- bir grafikle düzenlenmiş veriler yapısı bütünü;
- uygulama koşulları ve hareketleri ile biçimlendirilmiş operatörler bütünü;
- çözümleme stratejisini ortaya koyan kontrol yapısı.

Grafik grubunun çözümleme sırasında kullanılan, sistematik hafızalaması, elde bulunan hafızanın hızla doymasına yol açabilir. Aslında çoğunlukla bir durumu hafızaya almak sadece birkaç değişiklikle sağlanan durumun yeniden kopya edilmesi anlamına gelir. Bu problem *çerçeve problem* adıyla bilinir.

Bu zorluğun çözümü başlangıç durumunu tam olarak tanımlamak, sonra da uygulanmış olan operatörlere bağlı değişiklikleri vermektir (yada operatörlerin kendilerinin takip sırasını). Bu şekilde yer ve "tekrar kopyalama" zamanı sorunu çözümlenmektedir. Durumlar grafiğinin güzergahında geriye dönüş (*back traking*) örneğinde olduğu gibi operatörün hareketi iptal edilmeyecekse bu uygun bir çözümdür. Bu son durumda, etkileri yok edilmek istenilen bir önceki operatör uygulamasını tekrar bulmak için özel metotlara başvurmak gereklidir.

3.2.2 Örnekler

Çiftçi Problemi -

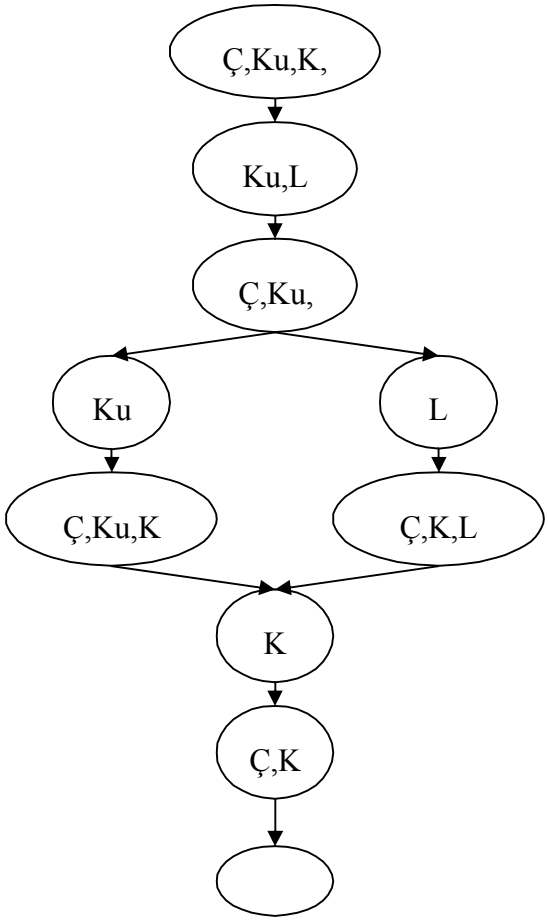
Sol yakada olmayanın sağ yakada olacağı varsayılarak, sadece sol kıyıda bulunanın bilinmesi ile problemin bir durumu karakterize edilebilir. Bu, doğru olduğu açıkça bilinmeyen her şeyin yanlış kabul edildiği kapalı alan denilen varsayıma tekabül eder. Bu varsayım, daha gerçekçi olan uygulama alanları bilgisinin bütünsel olmadığı açık alan varsayımı ile çelişir.

İki operatör şunlardır:

- ya çiftçiyi sol yakadan sağ yakaya yalnız veya sol yakadaki oyunculardan biri ile geçirmek
- yada tam tersi.

Aslında farklı varlıklara uygulanabildikleri ölçüde " operatör şemaları"ndan bahsedilmektedir.

İncelenen problemin durum aralıklarının (espace) tamamı çok fazla değildir ve Şekil 3.3'de gösterildiği gibi çizilebilir. (kısaltılmış olarak K ve L keçi ve lahanayı gösteriyor):



Şekil 3.3: Çiftçi probleminin durumlar aralığı

Bağların operatörler ile etiketlenmesi gerekmektedir.

Tehlike durumları (çözümdeki çıkmazlar) gösterilmemiştir.

Çözüm yedi hareket ile elde edilmiştir.

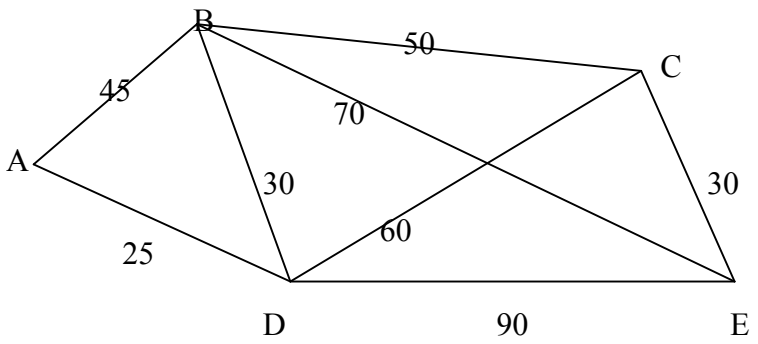
Bu şemada olduğu gibi etkileri geçersizleşen operatörlerin sıralı uygulamasından kaçınılırsa şemada devir olmaz. Bu özel örnekte teorik olarak yönlendirilmiş olan şemanın iki yönde gelişebileceği saptanmaktadır; problemin simetrisinden dolayı karşıt parkurda başlangıç kıyısındaki bütün oyuncuları karşıya geçirir. Bu genelleştirilemez.

Burada araştırma aralığı göreceli olarak sınırlıdır. Buna karşılık örneklerin çoğunluğunda, tam aralığın sadece potansiyel bir varlığı vardır. Çözümleme aşaması bu aralığın sadece çözümü kapsadığı sanılan bir parçanın açıkça belirtilmesinden ibarettir ve bu en iyi aralık ve olası hesap zamanı koşullarıdır.

Seyyar Satıcı Problemi –

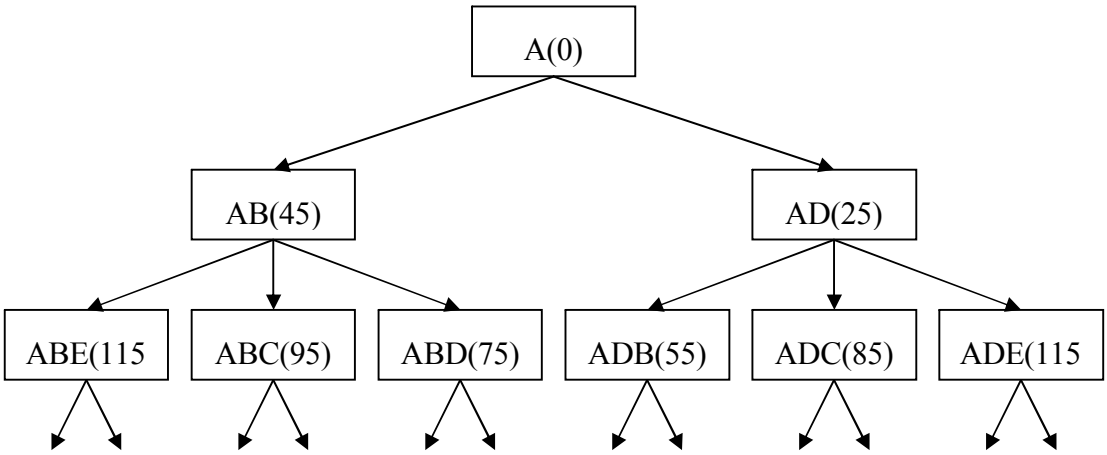
Bu problem bir öncekinden şu olgu ile ayrılır; Grafiğin her aşamasına başlangıç-bağından itibaren kat edilen kilometre sayısını gösteren sayısal bir değerli grafik denir. Çözüm-bağı her şehirden geçişi ve asgari değerlendirme ile A'ya dönüşü gösterir.

Sayıların şehirlerarası uzaklıkları gösterdiği Şekil 3.4'de ki örneği ele alalım:



Şekil 3.4: Seyyar satıcı problemi

Potansiyel durumlar grafiği Şekil 3.5'de ki gibi başlar:



Şekil 3.5: Seyyar satıcı problemi durumlar grafiği

Yaprak-bağlar üzerinde şu şekilde son bulur: ABCEDA(240).

Grafikte derinlemesine ilerlendiğinde bağ sayısında "katışımsal patlama" gözlenir (her şehir bütün diğerlerine doğrudan bağlı olsaydı bu patlama daha çarpıcı olacaktı).

Burada sadece grafiğin tamamının açım sanması asgari kilometre ölçüsüne karşılık veren çözümün ne olduğunu söyleme olanağı verir.

Bu arada genellikle, böyle bir araştırmadaki zaman ve hafıza-aralığının sınırlı olma özelliği nedeniyle "optimum-altı" bir çözümle yetiniliyor.

3 X 3 Oyunu Problemi

Durum grafiği oyun üzerinde gösterilmiş özel niteliklere sahip olabilir:

- "Monoton Olmama": Grafik, etkileri iptal olan operatörlerin sıralı uygulamasına tekabül eden devirlerden oluşur. Burada bir pulun bir devir ile yansıtılacak olan

gidiş ve gelişi işaretlenmeli ve hesaba katılmamalıdır. Aksi halde çözümün algoritması sonsuz bir kıvrım haline dönüşebilir.

- "İlgili Olmama": Oyunun sökülebilir olduğu ve iki pulun yerlerinin değiştirilebileceği varsayılırsa verili bir durumun Uo başlangıç durumundan yada Uo'nun iki pulunun yer değiştirmesinden elde edilen Uo durumundan türeyebileceğini doğrulamak kolaylaşır. Eğer çözüm-durumu Uo ile aynı ilgili bileşende bulunmuyorsa Uo'dan başlayarak sonuca gidilmez.

3.2.3 Çözümleme ağacının sistemli geliştirme teknikleri

Bir ağaca uygulanabilen bütün grafikler, burada basitçe gözden geçirilecek olan ağaç yolları tekniklerdir.

O kümesi operatörlerinin tamamı yada bir kısmının uygulanması ile tüm olası ardıllarını doğuran operasyona "bağ-geliştirilmesi" adı verilir.

a) Enlemesine araştırma (*breadth-first search*):

Bu araştırma metodu aynı derinlik seviyesindeki bağların sırayla geliştirilmesinden ve çözümün bulunamaması halinde bir sonraki derinlik seviyesinde sürecin yinelenmesinden ibarettir. Bu nedenle alternatifler p derinlik seviyesinde hafızaya alınmış bağlardan en eskisinin, p+1 seviyesindeki bağları doğurmak için öncelikle geliştirildiği veriler yapısında bir diziye (FIFO, *first-in first-out*) yerleştirilmiştir. Başlangıç durumu geleneksel olarak sıfır derinlik seviyesine yerleştirilir.

Enlemesine araştırma algoritmik olarak nitelendirilir, çünkü ağacın belli bir sayıda bitmiş dalı olduğu sürece bir sonuç varsa bu sonucu bulmayı garanti eder.

Bu metot çok hafıza-aralığı (belli bir seviyede aynı anda hafızalanması gereken bağ sayısı üslü bir şekilde artar) ve fazla hesap çabası sarf etme sakıncasına sahiptir. Sonuç olarak bu metot bir çözüme bir çok yolla ulaşılan ve yolların özellikle uzun olduğu problemlere uygulanmamıştır.

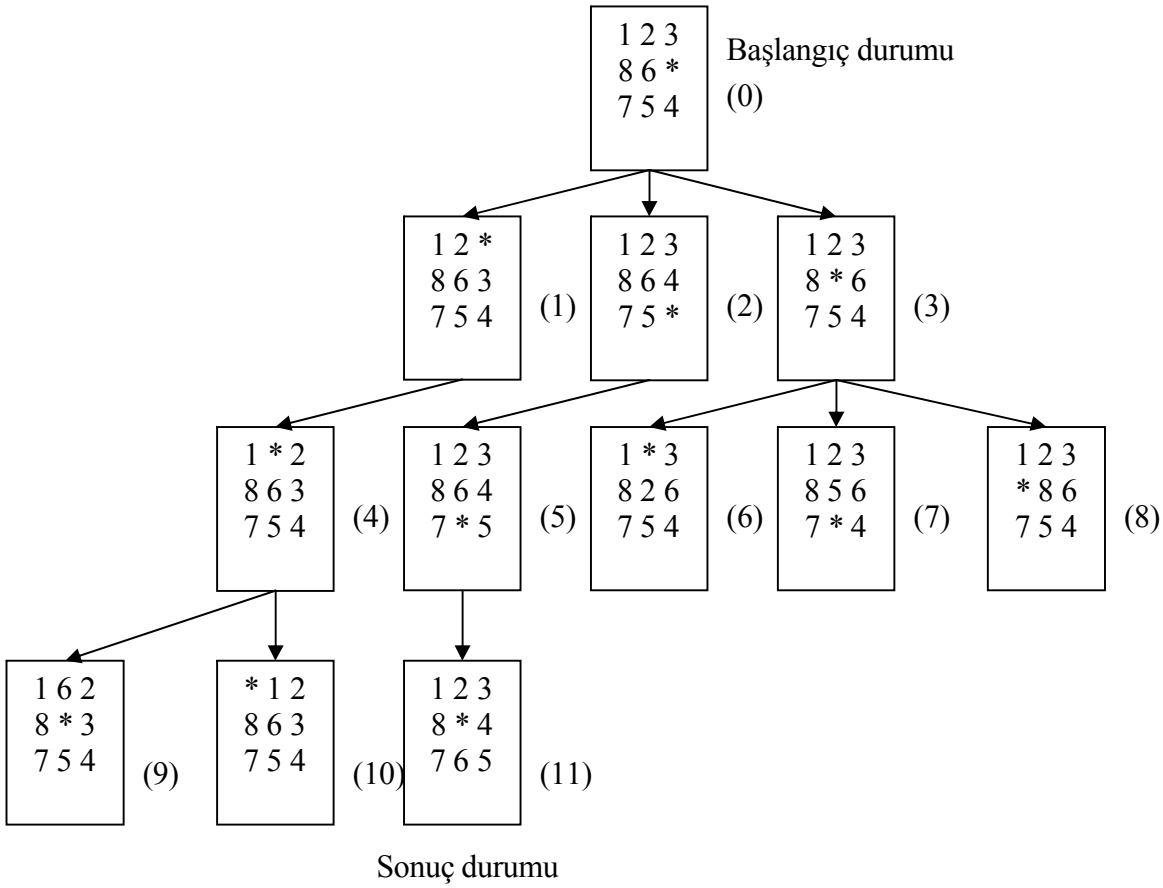
Şekil 3.6 3 X 3 oyununda enlemesine araştırmayı gösteriyor.

Operatörlerin uygulanma düzeni yani yer olduğunda pulların yer değiştirme düzeni şöyledir: aşağıya doğru, yukarıya doğru, sağa doğru ve sola doğru. Bağlardaki sayılar geliştikleri sırayı gösterirler.

b) Derinlemesine araştırma (*depth-first search*):

Burada yöntem giderek artan derinlik seviyelerine doğru giden yolun araştırmasından ibarettir. Başarısızlık durumunda (çıkmazla sonuçlanan kol) başlangıç-bağına geri dönülür, mümkünse ardıllarından bir başkası araştırılır ve yeniden derinlemesine yol alınır. Yarıda bırakılan bağları hafızaya kaydeden verilerin yapısı bu defa, en son hafızalanan bağın öncelikle işleneceği bir yığındır (LIFO, *last-in first-out*).

Bu araştırma metodu, sonuçta başarının olmadığı sonsuza dek uzayan yollara götürebilir: Bu nedenle algoritmik olmadığı söylenir.

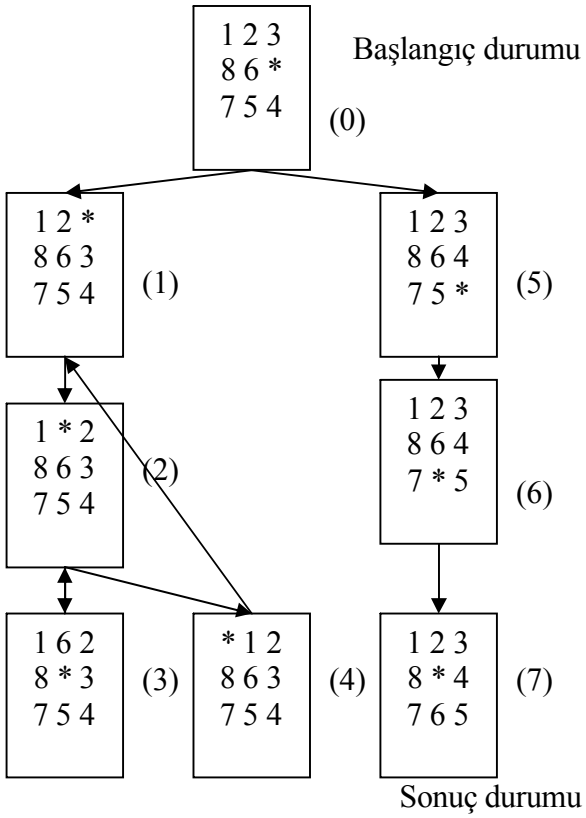


Şekil 3.6: 3x3 oyununun enlemesine çözümlenmesi

Limit derinliği kavramı sayesinde algoritmik hale getirilir. Araştırma Pe olarak belirtilen maksimum bir limite kadar derinlemesine yapılır. Başarısızlık halinde Pe'nin değeri arttırılır ve süreç yinelenir. Geriye dönüşlü derinliği söz konusu olduğu söylenir.

Şekil 3.7 3 x 3 oyununda Pe=3 ile bu metodu gösteriyor (eğer Pe=2 seçilseydi 2 seviyesinde gelişmenin tamamlanacağı, çözümde başarısız olunacağı, sonra da 3 seviyesine geçileceği belirtilmelidir).

Klasik olarak kullanılan belli sayıdaki başka metotlar bu kör metotlar kategorisine aittirler. Özellikle bir sonuca götürüp göstermediğini görmek ve başarısızlık durumunda tekrar başlamak üzere, sonu belli olmayan bir yolun tamamını kat eden metottan bahsedilebilir. Bu metot bir sonuç bulmayı garanti etmez. Bu, sonuca götürmeyecek gibi duran yolları bırakarak daha az sistematik hale getirilebilir. Brüt formüllerinden ve ağırlık spektrumlarından yola çıkarak organik moleküllerin yapılarının aydınlatılmasına yönelik olan ilk "uzman sistem" DENDRAL, bu yöntemi kullanıyordu.



Şekil 3.7: 3x3 oyunu derinlemesine çözümü

4. ROBOT BİLİM

Robotbilim çok biçimlidir. Basit manipülatörlerden kendi kendine karar alabilen özerk yapıdaki akıllı sayılabilecek robotlara kadar muhtelif düzeydeki sistemlerle ilgilidir. YZ, ancak ileri sistemlerin kavranışında devreye girer, ama üçüncü nesil yada yeni kuşak robotlardaki rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

4.1 Giriş

Burada, dünya içinde ve üzerinde etkili bir *robot, zeki bir makine* yapmak için yürütülen çalışmalarla ilgilenilmektedir. Örneğin çok iyi belirlenmiş tekrara dayalı görevleri yerine getirmek üzere hareketleri "programlanmış" bir sanayi robotu değil, önüne konulan hedefi gerçekleştirmek için yapılacak hareketlere karar vermek üzere çevresini yorumlaması gereken özerk bir robot söz konusudur.

Üstesinden gelinmesi gereken çok sayıda problem vardır. Bunu anlamak için basit bir çevrede, fonksiyonu eşyaların yerini değiştirmek olan ve verili bir anda bir eşyanın yerini değiştirme görevi verilmiş bir robot düşünelim.

Gerçekleştirilecek işlemlerin sırası şöyledir:

- Eşyayı bulmak: Bu, robota yardımcı olarak veri sağlayacak olan kameranın yönelmesinin saptamasını, algılanan görüntünün analiz edilmesini, ve tekrar kameranın yönelmesinin düzeltilmesini gerektirir... Robot eşyayı tanıyana ve yerini belirleyene kadar bu tekrar ve devam eder.
- Uç organı hareket ettirmek: Robotun tutma organı hareketli eklemler sayesinde çeşitli derecelerde özgürlüğe, maharete (olası yer değiştirmelere ve döndürmelere uygun olarak) sahip olabilen bir organdır. Hangi tür maharetin kullanılacağı buradaki en önemli husustur.

- Eşyayı yakalamak: Robot temasın niteliğini değerlendirebilmelidir. Bu, algılayıcılar sayesinde yapılır. Örneğin bir kağıt parçası ile teması değerlendirmeyi ve onu yumuşak bir şekilde havada yakalamayı becerebilen "yapay deriler" yapılabilir.
- Eşyanın yerini değiştirmek: Bu işlem robotun boş bir yol bulmasını ve karşılaştığı güçlüklerin üstesinden gelmesini (engeller, eşyanın konumunun sapması vb.) gerektirir.

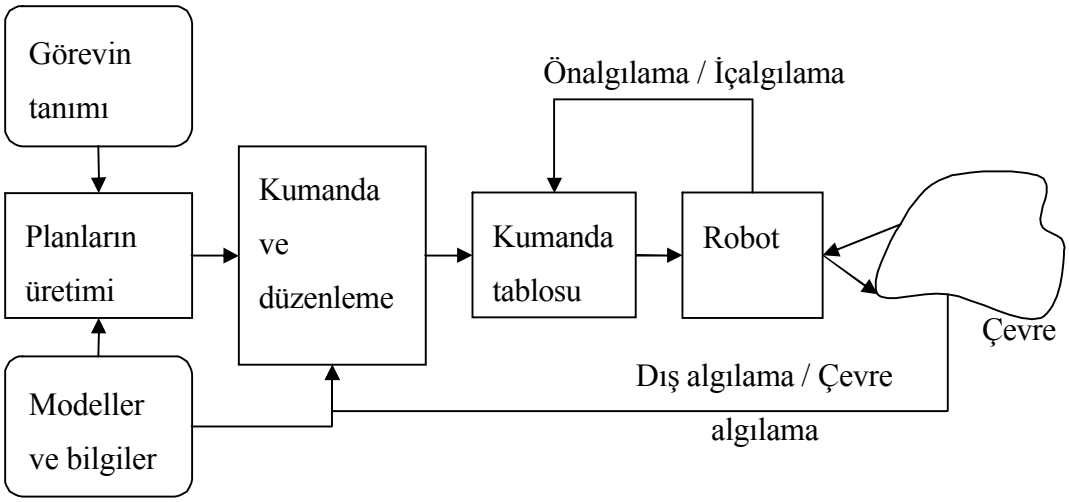
Dolayısıyla kendimizi,

- algılama
- yapılacak hareketlerin planlanması
- yerine getirme

fonksiyonlarına denk düşen bir işleyiş çevrimi karşısında buluruz; ayrıca zorunlu olarak her fonksiyonun diğer ikisi üzerinde karşı tepkisi söz konusudur.

YZ'nin robotbilimindeki rolü bu sistemlerin becerikliğini arttırmaktır. YZ'nin katkılarına aşağıda özellikle planlama ve görme konularında değinilecektir.

Şekil 4.1'de *üçüncü kuşak* olarak adlandırılan bir robotun şemasını verilmektedir.



Şekil 4.1: Yeni kuşak bir robotun yapısı

4.2 Planların Üretilmesi

Algılama işlemi gerçekleştikten sonra hedefe ulaşmak için bir planlama yapma zorunluluğu doğar.

4.2.1 Giriş

Planlama konusunda sık sık aktarılan maymun ve muz problemi daha önceki bölümlerde incelenmişti. İstenilen özerklik, maymunun (ya da genel olarak sistemin) dış bir müdahale olmaksızın, kendi eylem planını, yani bir başlangıç durumundan kalkıp bir hedefe ulaşma olanağı veren temel işlemlerin ardışıklığı belirlemeyi başarmasını gerektirir. Bu görevi üstlenen programa *eylem planları üreticisi* ya da *planlamacı* denir.

4.2.2 Uygulamalar

Planlama tekniği, robotbilim problemleri dışında, çeşitli alanlarda uygulanır:

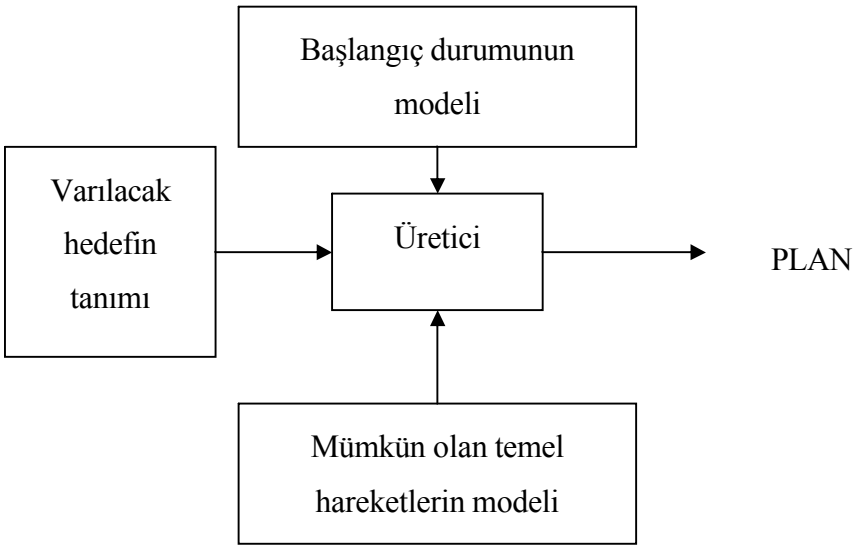
- bir stratejinin kullanılmasını gerektiren oyunlar;
- üretim yönetimi: örneğin kumanda aletinin yönetimi (işlemlerin zaman çizelgesi, gerekli kaynaklar), bir atölyenin ya da bir işletmenin bütün işleyişinin planlanması, imalat dizilerinin kavranması ya da moleküler genetik ya da organik sentez deneylerinin planlanması vb..)
- görevin planlanması (örneğin uzay mekiklerinin yeniden biçimlendirilmesi, bakım işlerinin planlanması, imalat dizilerinin kavranması ya da moleküler genetik ya da organik sentez deneylerinin planlanması vb...)

4.2.3 Plan üreticisinin yapısı

Bir plan üreticisi ortaya konulan problemi çözümlemek için belirli türde bilgileri hesaba katan bir YZ sisteminin yapısına sahiptir. Şekil 4.2 bir plan üreticisinin temel bileşenlerini göstermektedir.

Üreticinin işleyişi, bir durumlar alanının gelişim tabanı ilkelerine yada problemin alt problemlere indirgenmesine başvuran çeşitli yöntemler kullanarak gerçekleşir.

Örneğin, tıpalı yada tıpasız şarap şişeleri, bardaklar ve içki testilerinin bulunduğu ve eylemlerin kapları boşaltmak yada doldurmaktan ibaret olduğu bir ortamda olduğumuzu düşünelim. Bununla birlikte gerçekliğin hiç bir zaman bu kadar basit olmadığını ve algılama organlarının sınırlı karar gücü, gerçek dünyanın nesnelerinin tam bir tanım verilmesine olanak tanımayan karmaşıklığı ve robotun eylemlerindeki kusurlar gibi çok sayıda faktörün planlama işini karmaşıklaştırdığını belirtmek gerekir.



Şekil 4.2: Bir plan üreticisinin yapısı

Olası temel operatörlerin üç yüklem listesiyle tanımlandığı mantıksal bir formülü benimsenmektedir.

- operatörün titizlikle çalışabilmesi için doğrulanması gereken önkoşulların listesi (p)
- operatörün uygulamasıyla gerçek yüklemlerin listesine eklenen yüklemleri kapsayan eklenti listeleri (a)

Operatörler şöyle betimlenebilir:

- boş bir bardağı (y), tıpası çıkarılmış ve n birim şarap içeren (0 < n <9) bir şişe (x) yardımıyla doldurmaktan ibaret olan bardak-doldurma(x,y)

p: şişe (x) ve tıpası çıkarılmış (x) ve seviye (x, n) ve büyük (n, 0) ve küçük (n, 9) ve bardak (y) ve boş (y)

a: dolu (y), seviye (x, n-1)

r: boş (y), seviye (x, n)

- boş bir içki testisini (y), tıpası çıkarılmış ve n birim şarap içeren (1 < n <9) bir şişenin yardımıyla içki testisini doldurma:

p: şişe (x) ve tıpası çıkarılmış (x) ve seviye (x, n) ve büyük (n, 1) ve küçük (n, 9) ve içki testisi (y) ve boş (y)

a: dolu (y), seviye (x, n-2)

r: boş (y), seviye (x, n)

- bir şişenin (x) tıpasını çıkarmaktan ibaret olan tıpa çıkarma (x)

p: şişe (x) ve tıpalı (x)

a: tıpası çıkarılmış (x)

r: tıpalı (x)

Bardak doldurma (x, y) gibi bir operatörün uygulanabilir "monoton olmayan" bir kural gibi anlaşılabileceğini belirtelim.

İleri doğru :

x, n birim şarap içeren (0 < n <9) tıpası çıkarılmış bir şişe ise ve y boş bir bardak ise, bardak doldurulabilir. Bu eylem belli sayıdaki başlangıç olgusunu ortadan kaldırır ve bardağın dolu olmasına ve şişenin n-1 birim içermesine yol açar.

Yada *geriye doğru* :

B şişesinin boşaltılması, yani (B, 0) seviyesinin elde edilmesi isteniyorsa, bir y bardağı, 1 birim şarap içeren B ile doldurulmaya çalışılabilir. Fakat bunun için önümüzde ulaşılacak iki alt hedef vardır: tıpası çıkarılmış (B), seviye (B, 1), bardak (y) ve boş (y).

Böylelikle bir eylem planı belirli bir hedefe ulaşmaya izin veren işlemlerin birbiri ardı sıra gelmesinden oluşur.

4.2.4 Plan üreticisinin işleyişi

Birçok yöntem plan üretimi probleminin çözülmesine yardım eder.

a) Durumlar aralığının gelişimi

Bu yöntem aşağıdakilerden birinden oluşabilir:

- başlangıç durumunun tanımından yola çıkarak uygulanabilir operatörlerin araştırılması, onların uygulamaya konması ve yavaş yavaş çözüm ağacının geliştirilmesi;
- durum-hedeften yola çıkarak ona götüren operatörlerin araştırılması ve ağacın aynı şekilde geliştirilmesi;
- iki yönlü bir araştırma yapılması.

Daha öncede görüldüğü gibi çeşitli problemler kendilerini dayatmaktadırlar.

- katışımsal patlama riski: Karmaşık problemler için buluşsal yöntemler tarafından yönlendirilen iyi bir çözüm araştırma stratejisinin kullanılması gerekir.
- teorik olarak grafik durumlarının saklanmasını gerektiren hafıza-kapasitesinin önemi: Sadece başlangıç durumunun ve operatörün her uygulanışındaki ekleme ve eksiltme listelerinin tanımını koruyarak çözümlenen çerçeve -problem'dir. Verili bir durumda doğru ve yanlış yüklemleri bulmak için başlangıç durumundan bu özel duruma götüren yolu izleyen bir algoritmayı izlemek yeterlidir.

b) Amaçların ve araçların analizi: Bu yöntem yinelemeli olarak aşağıdakilere döner:

- uygulamanın spesifik bir değerlendirme fonksiyonu sayesinde içinde bulunan durum ile taşınan amaç (bir amaçlar yığınının tepesine yerleştirilmiş) arasındaki farkları hesaplanması;
- bu farkı azaltabilecek bir operatörün seçilmesi;

- bu operatörün önkoşullarını yeni alt-amaçlar olarak alması ve onları amaçlar yığını içinde saklaması;
- alt-amaçlar doğrulanır ise ve üzerinde çalışan operatör uygulanabilir hale gelirse, onu içinde bulunulan duruma uygulanması ve sürecin izlenmesi.

Bu algoritma daha önce belirtilmiş olan GPS sistemine aittir. İçinde bulunulan bir durum ile taşınan hedef arasındaki farkların, amacı betimleyen ve içinde bulunulan durum içinde doğrulanmayan yüklemlerle belirlendiği STRIPS (Fikes ve Nilsson) sistemlerde uygulama olanağı bulmuştur.

Amaçların ve araçların analizi, bir çözüm varsa bile her zaman bu çözümün bulunmasını sağlamaz. Gerçekten, kedimizi içinde bulunulan durumda gerçekleşmiş olmayan ve hiçbir operatörün gerçekleştirilmesine olanak tanımadığı bir alt-amaç karşısında bulabiliriz. Yada belirli bir alt-amacın gerçekleştirilmesi olgusu önceden gerçekleştirilmiş bir amacı iptal eder ve bu amacın yeniden kurulması birinciyi iptal eder: Burada karşılıklı olarak birbirine bağlı alt amaçlardan söz edilmektedir. Örneğin küplerin manipülasyonu durumda bir istiflemeyi yerine getirmek için, önceden yapılmış bir istiflemeyi bozmak ve bunun tersini yapmak gerekir.

Seçim noktaları üzerinden geriye dönüşler yoluyla işin içinden sıyrılmaya çalışılabilir: Verili bir anda birçok operatör aday olduğu zaman yada bir önkoşulun alt-amaçlara ayrıldığı noktada geriye dönüşler kullanılabilir. Bu girişimler bazen problemin çözümlenmesini sağlarlar.

Böyle bir amaç, bir çözüm sağladığında, katışımsal patlamayı azaltma avantajına sahiptir. Kusuru, Durumlar aralığının gelişimi yönteminde olduğu gibi "aşırı zorlama" karakteridir: Nihai planda ortaya çıktığı şekliyle olayların kronolojisini akılda tutarak problem çözülmeye çalışılır.

c) Diğer yöntemler, işlerin yerine getirilme sırasını belirleme anını geciktirerek, bu zorlama kusurundan kaçınırlar. Bunlar arasında özellikle STRIPS düzenlemelerinden doğanlar yada hiyerarşik plan üreticilerinde kullanılanlar sayılabilir.

Örneğin NOAH (Sacerdoti) sisteminde, başlangıçta planın gevşek terimlerle tanımlandığı yüksek bir soyutlama düzeyine yerleşilir. Daha sonra genel bir eylemin daha ayrıntılı bir eylemler şebekesine ayrıştırılmasına çalışırlar ve gereksiz eylemler araştırılarak ve alt eylemlerin olası kronolojisi hesaba katılarak, elde edilen plan eleştirilir. Bu, çizgisel bir plan elde edilene kadar sürdürülür.

d) Planlama konusundaki güncel eğilimler şunlarla ilgilidir:

- "zaman" parametresinin hesaba katılması;
- daha etkili bir kontrol amacıyla insani planlama etkinliği üzerinde düşünme;
- plan bölümlerinin planlamacı tarafından öğrenilmesi; (bu onun usavurmada kısaltmalar yapmasına olanak sağlar)
- zor planlama durumunda bir uzmanla ilişki kurulması;
- sapma olduğu durumda uygulama süresince planın dinamik bir şekilde yeniden ortaya konması.

4.3 Görme

Bilgisayar tarafından görmenin amacı bir görüntünün yada bir olayın yorumlanması ve bu yorumun çevre üzerindeki bir eylemle (eşyaların kullanılması, bir taşıtın yerinin değiştirilmesi, vb.) ilişkinin kurulmasıdır. Bir görme sistemi her zaman, başta görüntülerin işlenmesi ve şekillerin tanınması olmak üzere, başka tekniklere başvuran modüller içerir.

4.3.1 Giriş

Görüntü işlemi, görüntüleri çok boyutlu sinyaller olarak görür ve onları daha uygun yada görselleştirme, iletme yada analize daha iyi uyarlanmış özellikler sergileyen başka görüntülere dönüştürür.

Şekillerin tanınması, daha önce görüldüğü gibi, nesneleri, bu nesneler üzerinde uygulanan ölçümlerden kalkarak tanımlamaktan ibarettir. Bu, görmede bir taban etkinliğidir ve özellikle üç boyutlu işlemde, bir nesnenin algılayıcılara gösterebileceği çeşitli yönler olgusundan kaynaklanan büyük güçlükler getirir.

Numaralandırılmış görüntüler analizi 1950li yılların sonuna doğru başladı ve öncelikle çokyüzlü nesnelerden oluşan basit üç boyutlu sahnelerin (kısaca 3D) yorumlanması ile ilgilendi. 1970'li yıllarda, özellikle "düşük seviyeli" algoritmaların (görüntünün) etkililik eksikliğini telafi etmek üzere, yorumlanacak sahneye ilişkin sembolik bilgilerin kullanımını vurgulayan YZ teknikleri ortaya konmaya başlandı. Bölümlenme paradigmasından yola çıkan bir dizi deney gerçekleştirildi; bu paradigmaya göre görme süreci görüntünün düşük seviyedeki bölümlenmesi ile bölümlenmenin sonuçlarının üst seviyede bir sembolik yorumu arasındaki karşılıklı etkileşimden ibarettir. Ancak bu bakış açısı beklenen sonuçları vermemiştir **(Bonnet, 1984)**.

Modern bilgisayarla görme iki anahtar düşünceye dayanır:

- paralel hesap için yeni yapıların gerekliliği;
- fiziksel sinyallerden bilişsel yorumlara kadar bir tanıtım hiyerarşisinin varlığı.

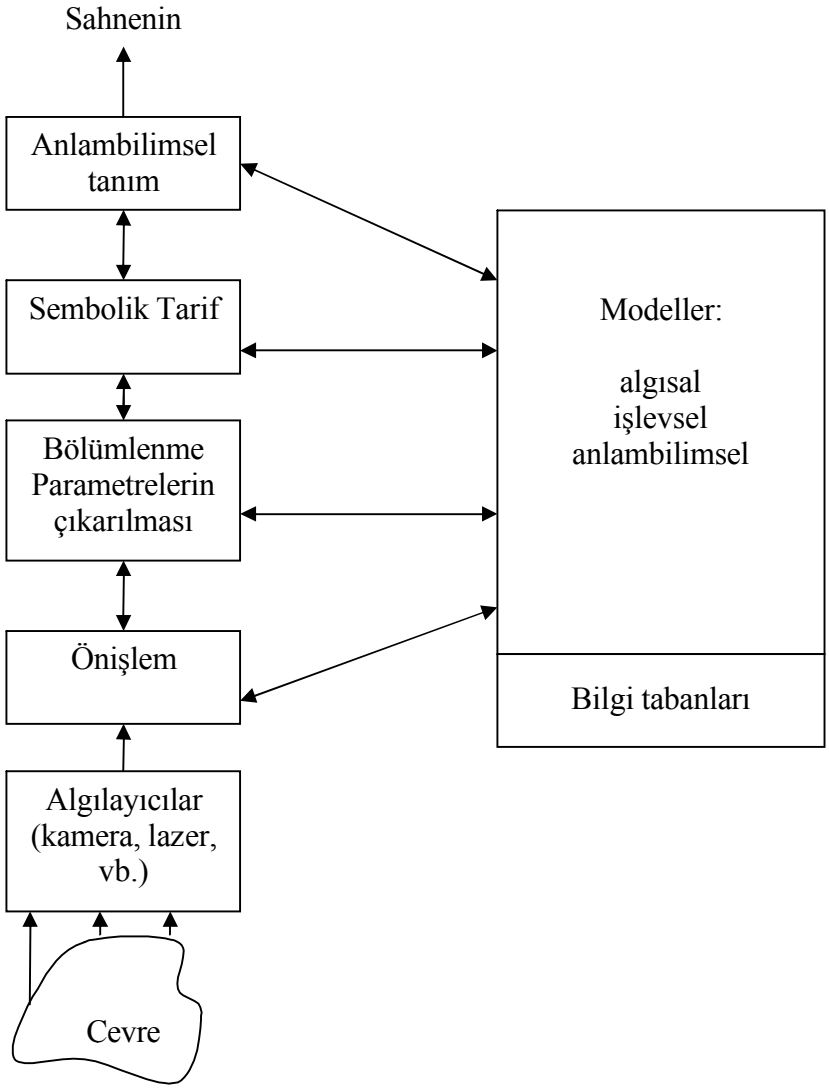
Bilgisayarla görme sanayi alanında YZ'nın ilk kullanımlarına dahil olmuştur ve sistemlerin görme kapasitesinde uzak olduğu halde, bu alandaki sistemlerin sayısı giderek artmaktadır. Temel uygulamalar otomatik denetim ve sistemlerin otomatik yönetimiyle ilgilidir.

4.3.2 Temel özellikler

Bilgisayarla görme sistemlerinin kurulması çeşitli basitleştirmeleri gerekli kılar. Şekil 4.3 bir görme sisteminin genel yapısını verilmektedir.

Görme sürecinin çeşitli aşamaları vardır.

- görüntünün önişlemi ve parametrelerin çıkarılması, nesnelerin sınırlarının yapısının, dokuların (çevre ile sınırlanmış alanlar içinde, lokal yoğunluk yada renk değişimlerini belirler), mesafelerin (bir nesnenin gerçek şeklini hesaplamak için önemlidir) ve nihayet nesneler ile sahneyi gözlemleyen arasındaki (hareketli robotların gelişimi çerçevesinde) hareketlerin ve dinamik etkileşimlerin belirlenmesine hizmet eden konturlar üzerine bilgiler sağlar (hızlı değişimler ve belirtici ışık yoğunlukları).



Şekil 4.3: Bilgisayarla görme sisteminin genel yapısı

- birbirini izleyen soyutlama seviyelerinde anlambilimsel bir tanım hazırlanması.

Bu etkinliklerin bütünü çok sayıda ve çeşitli (nesne, sahne modelleri, fiziksel bilimler, vb.) bilgiye başvurur.

Yorumlama süreci doğrusal bir biçimde gelişmez. Çeşitli işlem seviyeleri arasındaki karmaşık etkileşimler YZ'da iki genel klasik şemaya aittir:

- Giriş verilerinden varsayımlar türetmekten ibaret olan aşağıdan yukarıya (ascendante) ya da verilerle yönlendirilen bir strateji. Sadece işlemden geçen görüntülerin türü üzerindeki zorlamalar ve uygulama ortamı üzerindeki önemli sınırlamalar bu şekilde sahnenin bir yorumuna ulaşmaya izin verir;
- Önceden belirlenmiş modellere başvurarak sahne üzerindeki *a priori* varsayımları doğuran, yukarıdan aşağıya (descendante) ya da bir sahne modeliyle yönlendirilen bir strateji. Bu varsayımlar düşük seviyelerden gelen enformasyonla ya da aşağıdan yukarıya görüntüden çıkarılan varsayımlarla karşılaştırılabilir.

Genellikle il iki strateji birlikte kullanılmalıdır. Alt seviyeler ile üst seviyeler arasındaki etkileşimler de önemli bir araştırma alanı oluşturur.

4.3.3 Metodolojik yönler

İşlemin farklı seviyeleri farklı tekniklere başvurur:

a) Görüntünün elde edilmesi: Görüntü farklı türlerde alıcılarla (video kameralar ya da CCD, laser tarama vb.) sayısallaştırılır. Böylelikle, görüntünün her noktası için gri seviyesini ve gerektiğinde rengi kapsayan ve *pixel* denilen bir elemanlar matrisi tarafından temsil edilir.

b) Görüntünün ikili (binary) forma sokulması: Bugünkü bilgisayarla görme uygulamaları her *pixel*'in siyah ya da beyaz olduğu ikili görüntüleri işler. Böyle bir görüntü, görüntünün gri seviyesinde eşiklenmesiyle elde edilir. İstenilen hesap gücü ve hafıza kapasitesi büyük ölçüde indirgenilir; bu, özellikle aydınlatma koşulları sağlanabildiğinde (örneğin denetimi yapılacak nesneler aynı oranda aydınlatılmış bir zemin üzerine yerleştirildiğinde), ikili görüntülerin görsel denetim gibi basit uygulamalar için yaygın kullanımını açıklar;

c) Çevre izlerinin, konturların bulunması: Uygun bir ekle birleştirme yoluyla, nesnelerin yerini belirleme ve onları tanıma için önemli olan konturları bulma olanağı verir. Son yıllarda bu konu üzerinde önemli çalışmalar yürütülmüştür.

d) Görüntünün bölgelere ayrılması: Bir bölge, belli türdeşlik, gri seviyesi, doku, form, renk, vb. kriterleri sergileyen bir alana denk düşer. Bir görüntüyü bölgelere

ayırmak için iki yaklaşım önerilmiştir: Bunlardan biri konturlara dayanmaktadır; diğeri ise bir türdeşlik kriterini karşılayan *pixel*'leri yeniden gruplamaya çalışır. Bu, ya bazı *pixel*'lerden başlayarak ve benzer *pixel*'leri biraraya getirerek yükselen biçimde ya da büyük bölgelerden başlayarak ve onları daha küçük bölgelere ayırarak azalan biçimde yapılabilir. Bu iki strateji birbirini tamamlayıcıdır ve sonuçların doğruluğunu sağlamak için birleştirilebilirler. Gerçeklikte, konturlar için olduğu gibi, verilerin gürültülü olması ve determinist olmaması olgusu, görüntü, bağlam, uygulama vb. üzerine buluşsal bilgilerin hesaba katılmasını gerekli kılar. Bilgi tabanlı sistemlerin problem içinde bir rolü olduğu açıktır. Örneğin uzman sistemler bu düzeyde başarıyla denenmiştir.

e) Nesnelerin tanınması: Bir nesnenin bir sahne içinde tanımlanması bir sahnenin yorumlanmasının önemli bir aşamasıdır ve sürekli konuşmanın anlaşılmasında sözcüklerin tanınması süreciyle karşılastırılabilir. Nesnelerin (ya da nesne sınıflarının) önceden kaydedilmiş modellerinin görüntüden çıkarılan parametrelerle uyum içine sokulmasından ibarettir. Modelin tanımı genellikle görüntü içinde kullanılabilen enformasyondan daha eksiksizdir, çünkü nesneler yorumlama sisteminin bakış açısından ancak kısmi olarak görülebilirler (görüntünün 2 boyutlu gerçekleştirilmesinde 3 boyutlu bir modelin gizli yönü, başka nesnelerle kısmen gizlenen yönler, nesnelerin çerçeve dışında kalan kısımları, formların çıkarılması sürecindeki hatalar vb.). Bundan dolayı, bir nesnenin tanınması ender olarak deterministtir, bunun de genel yorumlama süreci üzerinde etkisi vardır.

Nesne modelleri grafikler ve hipergrafikler gibi ilişkili veri yapıları ile tanımlanabilirler. Bu durumda, bir nesnenin tanınması iki grafik arasındaki en iyi uyumun bulunmasına gelir. Nesnelerin jenerik sınıflarını tanımlamak üzere başka tanıtımlar da kullanılabilir. Örneğin çerçeveler.

f) Yorumlama teknikleri: Bunlar bir sonraki başlık altında anlatılmaktadır.

4.3.4 Yorumlama aşaması

Bu bilgisayar tarafından görmenin son aşamasıdır ve bu aşamada bir görüntü yada bir sahnenin anlambilimsel yorumu türetilir.

Katışımsal patlamadan kaçınmak için etkili araştırma stratejileri uygulamak gereklidir. Sözün anlaşılması da olduğu gibi en popüler buluşsal metotlar, yorumlamanın her aşamasında sadece en iyi kısmi çözümü kapsamaktan ibaret olan *ilk önce en iyinin araştırılması*, sadece en çok umut vaat eden n çözümleri geliştirmekten ibaret olan *demet halinde araştırma* yada usavurmanın güvenilir bir yada birçok nokta üzerine dayandığı güven kümeleri tarafından yürütülen stratejidir (örneğin görüntüde iyi tanınan nesneler).

Tahmin-doğrulama (yada varsayım-ve-test) paradigması aynı şekilde devreye sokulmuştur: Görüntüde özel nesnelerin bulunup ortaya çıkarılması, yani araştırmanın, nesnelerin bulunma şansının en yüksek olduğu sınırlı alanlar üzerinde odaklaştırılması söz konusudur. Bu teknik, yukarıdan aşağı yada aşağıdan yukarı yorumlama metotlarına bağlanabilir.

Görüntünün yorumlanması ancak eldeki bütün bilgilerin, başlangıç verilerinden çıkarılan bilgiler olduğu kadar uygulama alanı üzerindeki *a priori* bilginin de hesaba katılmasıyla başarılabilir. Örneğin bir hava fotoğrafında küçük bir kare bir araba olarak yorumlanabileceği gibi bir ev olarak da yorumlanabilir. Alan hakkındaki iyi bir bilgi, dar bir alanda yer alan bir küçük dikdörtgenin araba olma şansının daha yüksek olduğunu çıkarsama olanağı sağlar.

Kilit birçok alıcıdan gelen verileri (ki bazılarının görüntüyle bir bağlantısı olmayabilir, temas algılayıcılarında olduğu gibi) entegre eden bilgi tabanlı mimariler kavramıdır ve bütün kullanılabilir bilgi kaynaklarından yaralanmaktır. *Blackboard* mimarisi burada da çok sayıdaki algılayıcıdan gelen verilerin kaynaşması ve *çok bilgi tabanlı* usavurma için ilginç bir çerçeve doğurur.

4.3.5 Pratik uygulamalar

Tam görme sistemleri şu anda sadece laboratuar maketleri durumundadır. Bu arada, görüntü işlemi ve bilgisayar tarafından görme, endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ticarileştirilmiş sistemlerin görme kapasiteleri henüz çok basittir ama alan gelişme halindedir ve yerleşik sistem sayısı düzenli olarak artmaktadır.

İki temel uygulama alanı şunlardır:

- Denetleme, güncel sistemlerin yüzde 90'ına denk gelmektedir. Gelecek on yıl içinde ürün denetiminin yarısının otomatik olarak yapılacağını düşünülebilir. Bu problemin en basit envanter işlerinden kalite kontrolü için nesnelerin yada nesne bölümlerinin incelenmesine dek uzanan değişken bir karmaşıklığı vardır: nicel denetleme (yada görsel metroloji) ve nitel denetleme (yada kalite kontrolü).
- Rehberlik, aynı şekilde değişik karmaşık görevleri kapsar: Montaj hatları üzerindeki nesnelerin tutulma ve yerleştirme yada kaynak işlemleri, hareketli robotlara komuta ve güdüm. Bu sektör gelecek yıllarda giderek artan bir önem kazanacaktır.

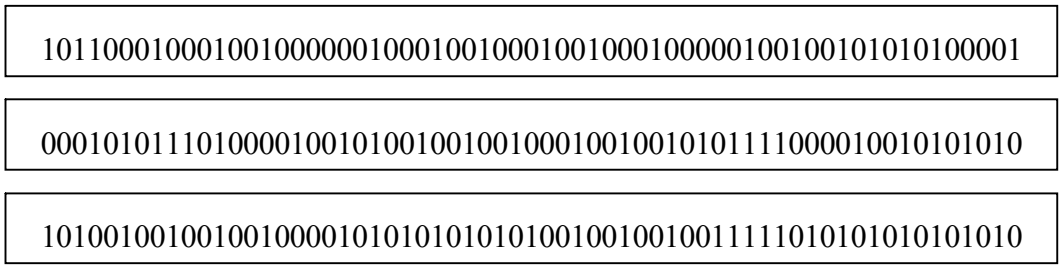
Birçok güncel sanayi sistemi ikili görüntüleri kullanır. Bu süreç, özellikle aydınlatma koşulları kontrol altına alınabildiğinde, bazı basit operasyonlar için yeterlidir. Gri düzeyde görüntü işleme, entegre devre maliyetlerinin azaltılması ve yöntemsel gelişmeler sayesinde, endüstri dünyasına girmektedir. Karmaşık durumlarda nesnelerin tutulması yada bir robotun bütün rehberliği gibi görevler için kaçınılmaz olan üç boyutlu görme de (gerek lazerli detektörler gibi etkili alıcılar aracılığı ile gerekse iki kameralı görme sayesinde) buna katılmıştır.

5. GENETİK ALGORİTMALAR

Modern bilimin önemli temalarından birisi doğal eleme ile evrimleşmedir. Evrimleşme bildiğimiz biyolojik sistemlerin gelişmesidir. Bu evrimleşmenin başka bir şeklide bir genetik algoritmadır.

5.1 Tanım

Genetik algoritma, bir bilgisayarın hafızasında bulunan ikilik sisteme ait zincirlerle işlem yapan bir seçimdir. Zaman içerisinde bu zincirlerin evrimi canlıların nüfusuna ait evrimle aynı fonksiyonları göstermektedir. Bilgisayardaki örnek her ne kadar gerçek durumdan çok daha basit olmasına rağmen genetik algoritma beklenmedik biçimde karmaşık ve ilginç yapıları evrimleştirme özelliğine sahiptir. Bu yapılar, sorunlara çözümler önerebilir, oyun oynarken strateji geliştirebilir, basit programlara yol gösterebilirler **(Holland, 1992).** Şekil 5.1'de örnek gen zincirleri görülebilir.

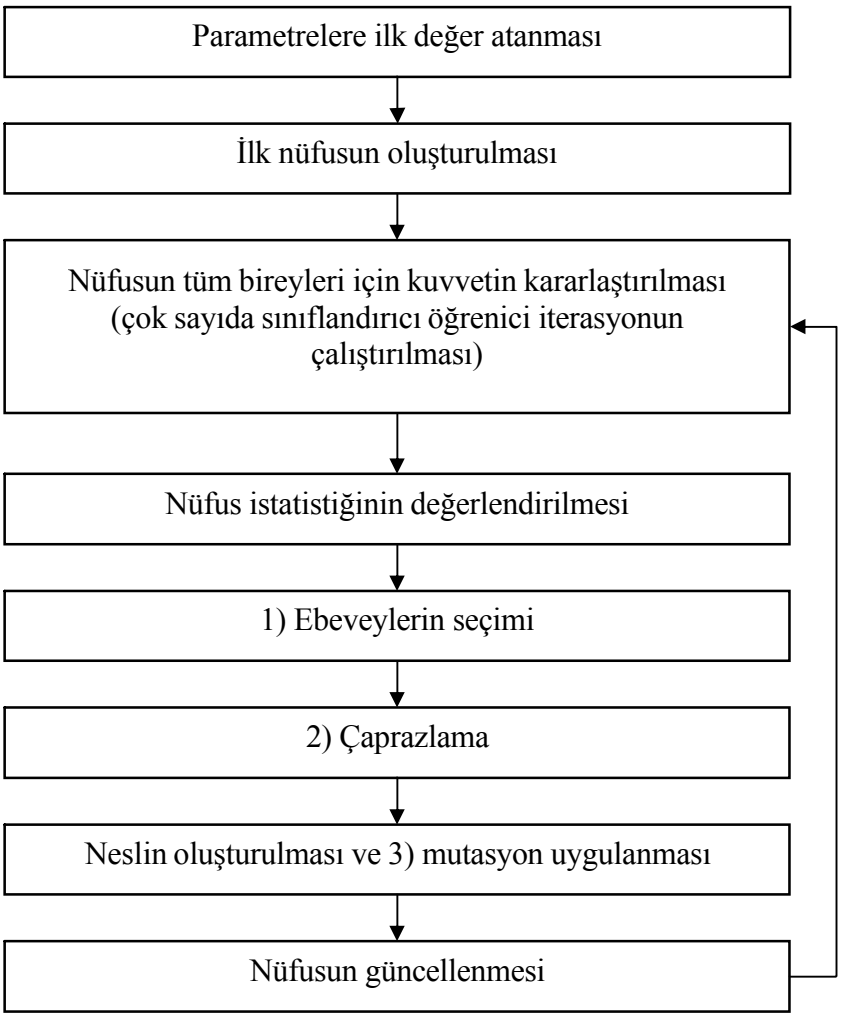


Şekil 5.1: Örnek gen zincirleri

Darwin'in evrim teorisinde olduğu gibi genler zaman içerisinde değişerek çevre koşullarına uyum sağlarlar. Bu değişimler doğal hayatta olduğu gibi çaprazlama ve

başkalaşım geçirme (mutasyon) gibi yollarla meydana gelir **(Forrest, 1993).** Şekil 5.2 Genetil algoritmaların akış mantığını göstermektedir.

Genetik algoritmalar sıralama problemi çözümlerinde sıklıkla kullanılırlar. Seyyar satıcı ve bir kutunun içine paketleri yerleştirme problemleri bunlara örnektir.



Şekil 5.2: Basit bir genetik algoritma akış şeması

Genel olarak işleyiş mantığına bakacak olursak. Gen zincirlerinden oluşan nüfus, genetik operatörler yardımı ile türetilerek yeni gen zincirleri içeren bir nüfusa dönüşür. Yeni oluşan nüfus uygunluk fonksiyonu yardımı ile kontrol edilir ve ne kadar güçlü (çözüme yönelik) gen taşıdıkları göz önünde bulundurularak aynı operatörler yardımı ile yeniden türetilirler. Bu bir birini izleyen operasyonlara istediğimiz sonucu veren gen zincirine ulaşılana kadar devam edilir.

6. PALETDİZER

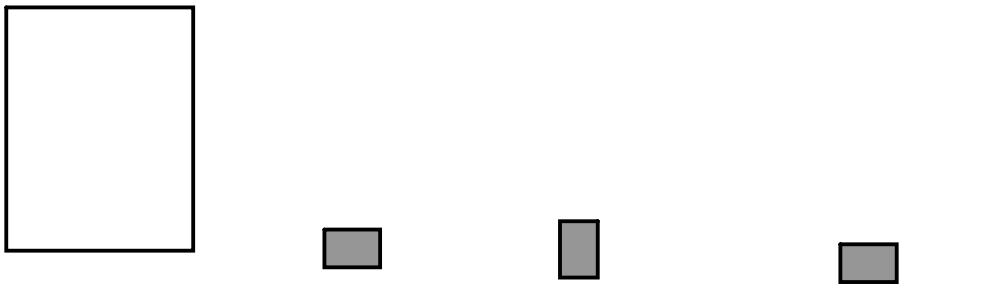
Bir yazılım olarak paletdizerin nasıl bir problem ile karşı karşıya olduğunu ve nasıl sonuca ulaştığına bakalım.

6.1 Programın Çalışma Mantığı

Problem bir optimizasyon problemi olduğu için GA ile sonuca ulaşılması uygundur. Problem şöyle ifade edilebilir:

Boyutları belirli bir dikdörtgen düzlem üzerine maksimun sayıda, boyutları belirli ve tümü için aynı olan dikdörtgen şekillerin yerleştirilmesidir.

Düzleme konulabilecek maksimum şekil sayısının bulunması için düzlemin alanı birim kutu alanına bölünür. Ancak bu hesap kutuların deforme olabileceği düşünülerek yapılan bir işlemdir. Şekil 6.1'de palet ve yerleştirilecek kutu örnekleri bulunmaktadır.



Şekil 6.1: Palet ve kutu resimleri

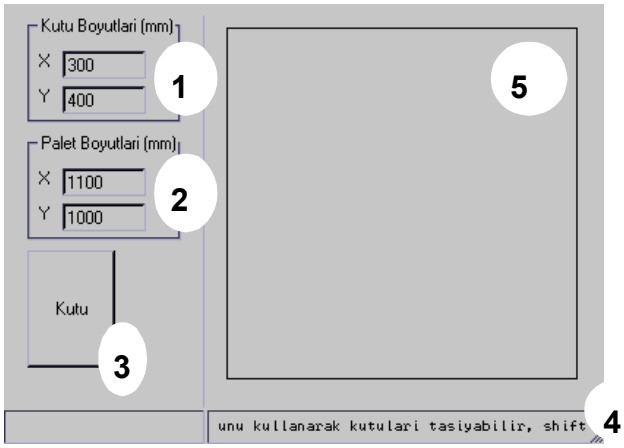
Kutuların dik konumu için "1" yatay konumu için "0" değerleri kullanılarak yerleşimi sağlayacak rastgele 30 adet gen dizisi oluşturulur. Daha sonra bu diziler uygunluk fonksiyonundan geçirilerek kaç kutunun dışarı taştığı ve kaç kutunun yerleştirildiği hesaplanır. En iyi sonuç veren diziler mutasyona (iki bitinin değeri değiştirilmiştir)

uğratılarak yeni gen dizinleri elde edilir. Bu işlem zincirine en iyi uygunluk fonksiyonu değerine ulaşılıncıya kadar devam edilir.

Her bir yerleşim hesaplandıkça ekrana çizilir, sonuca ulaşıldığında kullanıcı durumdan haberdar edilir.

6.2 Programın Kullanım Mantığı

Program çalıştırıldığında Şekil 6.2'de ki ana ekran ile karşılaşılır.



Şekil 6.2: Ana ekran

Ana Ekran şu bölümlerden oluşur:

Kutu Boyutları: Palet üzerine yerleştirilecek olan kutunun yatay düzlemdeki boyutlarının girilmesi içindir.

Palet Boyutları: Kutuların yerleştirileceği paletin yatay düzlemdeki boyutlarının girilmesi içindir.

Kutunun temsili resmi

Mesaj penceresi: Kullanıcıya iletilmek istenen mesajların görüntülenmesi içindir.

Palete yerleşim alanı: Kutular buradaki temsili palet resminin içine hesaplanmış oryantasyonları ile yerleştirilir.

Programda iki adet menü vardır:



Dosya Menüsü Özellik Menüsü

Şekil 6.3: Dosya Menüsü ve Özellik Menüsü

Şekil 6.3 de görülen Dosya Menüsü:

Yeni: Yeni ve boş bir palet düzeni açmak içindir.

Aç: Önceden kaydedilmiş bir palet düzenini açmak içindir.

Kaydet: Mevcut palet düzenini kaydetmek içindir.

Nokta Üret: Kimi robotlar için kutuların merkez noktasını hesaplayıp kutuların oryantasyonu ile birlikte bu verileri robotun gerçek çalışma uzayındaki ofsete göre paketleyen rutin.

Çıkış: Programı terketmek içindir.

Özellik Menüsü:

GenoBul: Verilen kutu ve palet boyutlarına göre GA kullanarak en iyi dizilimi bulmaya çalışan rutin.

GenoCancel: GenoBul rutini takıldığında rutini durdurmak içindir.

Yaklaşınca Tut: Manuel yerleştirmede belirli bir piksel mesafede otomatik yapışma (snap işlevi) içindir

Palet Sabit: Manuel yerleştirmede kutuları ya da paleti oynatmak içindir.

Kat Biri Göster: Manuel yerleştirmede birinci katın paternini gösterir.

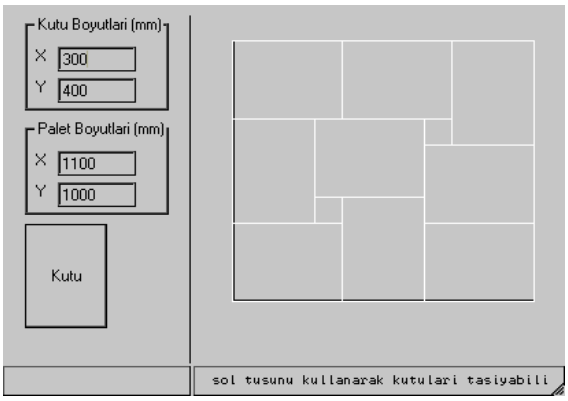
Kat İkiyi Göster: Manuel yerleştirmede ikinci katın paternini gösterir.

Bir Kattaki Kutu Sayısı: Manuel yerleştirmede bir kattaki kutu sayısını gösterir.

6.2.1 Programın örnek bir işleyişi

Dosya menüsünden yeni palet açılarak işleme başlanır

Şekil 6.3 de 1 ile numaralanmış bölgede kutu boyutları belirlenir.2 ile numaralanmış bölgede palet boyutları belirlenir. **Özellik*GenoBul** kullanılarak mevcut palete yapılabilecek optimum yerleşim hesaplanır. Eğer programda bir takılma sözkonusu olursa **Özellik*GenoCancel** kullanılarak rutinin işleyişi kesilir. Şekil 6.4'de 1100x1000'lik palete 300x400'lük kutu yerleşimi örneği görülmektedir.



Şekil 6.4: Örnek bir sonuç

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Gen zincirlerinin oluşturduğu nüfus sabit olarak seçildi. Bu sayının optimum sayı olup olmadığı başka bir inceleme konusu olarak ele alınılabilir. Farklı nüfus miktarları ile problemin çözüme ulaşma zamanları karşılaştırılabilir. Ayrıca kullanan genetik algoritma yöntemleri farklılaştırabilir hatta birkaç yöntem bir arada denenebilir.

Problemin üçüncü boyuta taşıması yapılabilir. Bunun için kullanılan gen zinciri yapısı tekrar belirlenmeli kutu yükseklikleri gen zinciri içinde ifade edilir halde olması gerekir.

Bununla birlikte kutu boyutları sabit olarak seçilmişti. Farklı boyutlarda farklı adetlerde kutuların optimum yerleştirilmesi problemine dönüşebilir. Aynı zamanda bu problem büyük bir parçadan küçük istenilen boyutta parçaların en az fire verilecek şekilde kesilmesi problemi ile ortak çözümü içerir.

KAYNAKLAR

Bonnet, A., 1984. L'intelligence artificielle. Promesses et réalités, Paris, Inter-Editions.

Forrest, S., 1993 Genetic Algorithms: Principles of Natural Selection Applied to Computation, Science Magazine, Cilt 261.

Holland, J. H.,1992. Genetic Algorithms, Scientific American.

Rich, E.,1983 Artificial Intelligence, New York, McGraw-Hill.

Richards, R. A.,1995 Zeroth-Order Shape Optimization Utilizing A Learning Classifier System.

ÖZGEÇMİŞ

02.07.1972 Samsun'da doğdu. 1989 yılında Samsun 19 Mayıs Lisesinden mezun olarak. İTÜ Uzay Bilimleri ve Teknolojisi bölümünün de okumaya hak kazandı. 1994 yılında otomasyon sektöründe programlama işleri ağırlıklı olarak çalışmaya başladı. 1996 yılında mühendis olarak mezun oldu. 1996 yılında evlendi ve halen çalışmakta olduğu KaleAltınay Robotik ve Otomasyon firmasında çalışmaya başladı. 2000 Temmuz ayında kısa dönem olarak vatani görevimi tamamladı. 1992-2005 arasında İTÜ Amerikan Futbol takımında aktif olarak oynadı ve oynamaya devam etmektedir.