

YÜZEY İLİŞKİLERİ TABANLI PARÇA TANIMA YAKLAŞIMI İÇİN BİLGİ TABANI TASARIMI

Adem ÇİÇEK, Mahmut GÜLESİN

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Teknikokullar 06500 / Ankara

Geliş Tarihi : 10.02.2006

ÖZET

Bu çalışmada, parça tanıma algoritmasında kullanılan bir uzman sistem için yeni bir bilgi tabanı tasarlanmıştır. Geliştirilen bilgi tabanındaki kurallarda temsil edilen her bir parçaya ait yüz komşuluk ilişkileri ve nitelikler parçanın STEP dosyasından elde edilen yüz komşuluk ilişkileri ve nitelikleri ile karşılaştırılarak parçalar bilgisayar programı tarafından tanınmaktadır. Ayrıca, sistemde geliştirilen bir otomatik kural yazma modülü ile bilgi tabanında temsil edilen kurallar türetilerek kural yazma işlemi oldukça kolaylaştırılmıştır. Parça tanıma sisteminde kullanılan bilgi tabanı ve otomatik kural yazma modülü ile basit, orta düzey ve karmaşık parçalar bir parça tanıma programı tarafından kolayca tanınabilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Uzman sistem, Bilgi tabanı, Parça tanıma.

THE DESIGN OF KNOWLEDGE BASE FOR SURFACE RELATIONS BASED PART RECOGNITION APPROACH

ABSTRACT

In this study, a new knowledge base for an expert system used in part recognition algorithm has been designed. Parts are recognized by the computer program by comparing face adjacency relations and attributes belonging to each part represented in the rules in the knowledge base developed with face adjacency relations and attributes generated from STEP file of the part. Besides, rule writing process has been quite simplified by generating the rules represented in the knowledge base with an automatic rule writing module developed within the system. With the knowledge base and automatic rule writing module used in the part recognition system, simple, intermediate and complex parts can be recognized by a part recognition program.

Key Words : Expert system, Knowledge base, Part recognition.

1. GİRİŞ

Bilimsel ve teknik alanlarda bilgi ve becerilerin kazanılması uzun zaman gerektirir. Üretimin kalitesi bilgi ve deneyime paralel olarak artmaktadır. İmalat sektöründe yapay zeka uygulamaları daha çok tecrübeye ve bilgiye dayalı kararların alınmasını gerektiren safhalarda oldukça fazla kullanılmaktadır. Yapay zeka son yıllarda dikkatleri üzerine çeken bir alandır. Yapay zeka alanındaki araştırmalar, zeki davranışlara sahip bilgisayar sistemlerini geliştirmeye ağırlık vermektedir. Yapay zeka insanın

zeka gerektiren davranışlarının özelliklerini taklit eden zeki bilgisayar sistemlerini tasarlamak ve geliştirmekle uğraşan bilgisayar biliminin bir dalıdır (Nezis and Vosniakos, 1997; Ding and Yue, 2004). Yapay zeka makine görme yeteneği, konuşmayı tanıma, robotik, ses tanıma, tabii dil işleme, desen tanıma, makinenin öğrenmesi, uzman sistemler, gibi konularla ilgilenir.

Uzman sistemler yapay zeka teknolojisinde en fazla kullanılan uygulama alanlarından biri olup bilgisayar biliminin içinde yer almaktadır. Uzman Sistemlerin amacı, uzman bilgisini daha yaygın kullanıma

sunmaktır. Bu sistemler özellikle organizasyonlar tarafından verimliliği artırmak ve uzman bilgisine ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılmak üzere talep edilmektedirler. Çağdaş uzman sistemler kısmen zor olarak tanımlanan uzmanlık alanlarını kapsamaktadır. Geliştirilen yazılımlarda bir uzmana ihtiyaç duyulmaksızın veya uzmanın çok az bir desteği ile problemlerin çözümüne gidilmeye çalışılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar uzman sistemlerin üretimi artırdığını, kaliteyi yükselttiğini ve en önemlisi de maliyeti azalttığını göstermiştir. Bundan dolayı, uzman sistemler yapay zekanın önemli bir dalı olarak günümüze kadar gelmiştir.

Bu çalışmada, parça tanıma algoritmasında kullanılan bir uzman sistem için yeni bir bilgi tabanı ve bilgi tabanında kullanılan kuralları otomatik olarak türeten bir otomatik kural yazma modülü geliştirilmiştir. Bir Uzman Sistem için geliştirilen bilgi tabanı için Windows tabanlı bir yazım editörü kullanılmıştır. Bilgi tabanında temsil edilen kurallarda her bir parçaya ait komşuluk ilişkileri ve nitelikler tanımlanmıştır. Bu kurallar sayesinde parça tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, otomatik kural yazma modülü ile kural yazma işlemi bilgisayara bırakılarak kullanıcı kural yazma zahmetinden kurtarılmıştır.

2. UZMAN SİSTEMLER

Bir uzman sistem, uzman bir insanın davranışlarını taklit etmeye çalışan bir programdır. Alan ile ilgili özel bilgiyi kullanmaya ve zeki kararlar almaya yeteneklidir. Uzman sistemler, özel bir alandaki uzman bilgi gerektiren problemleri çözebilir ve bu bilgiyi belli bir biçimde temsil edip, saklayabilirler. Bunun için, bu sistemler Bilgiye Dayalı Sistemler (Knowledge Based Systems) diye de adlandırılır. Bir uzman sistem bilgi tabanı (knowledge base), muhakeme ünitesi (inference engine), kullanıcı arabirimi (user interface), bilgiyi alma ünitesi (knowledge acquisition), açıklama ünitesi (neden ve nasıl sorularına cevap verme) gibi birimleri içerir. Her ne kadar çoğu uzman sistem yukarıdaki tüm birimleri içermese de tam bir uzman sistem hepsini kapsamalıdır (Phan, 1988; Gopalakrishan, 1989).

2. 1. Bilgi Tabanı

İlgili alana özel tecrübeye dayalı bilginin saklandığı veri tabanına denir. Kural ve olgulardan meydana gelir. Olgular, nesnel arasındaki ilişki, sınıflandırma ve açıklamalardan ibarettir. Kurallar ise problem alanı ile ilgili kavramlar arasındaki mantıksal ilişkileri tanımlar (Özkan ve Gülesin, 2001).

2. 2. Muhakeme Ünitesi

Kuralları ve olguları okuyarak ne demek istediklerini anlar ve muhakeme fonksiyonunu icra eder.

2. 3. Kullanıcı Ara Birimi

Kullanıcı ile sistem arasındaki iletişimi sağlar. Genellikle Neden ve Nasıl sorularına cevap verebilen bir açıklama ünitesini içerir. Açıklama ünitesi muhakemenin nasıl yapıldığını açıklar. Ayrıca kullanıcı ile iletişim anında bazı sorular sorar ve kullanıcıda neden bu soruyu sorduğunu bilmek isterse açıklama ünitesi gerekli açıklamayı yapar.

2. 4. Bilgiyi Alma Ünitesi

Kullanıcıya, bilgi tabanındaki kurallar veya olguları düzeltme, ekleme veya çıkarma yapma ve bazılarını silme imkanı sağlar (Gulesin and Jones, 1993; Kayır ve Gülesin, 1997).

2. 5. Açıklama Ünitesi

Muhakemenin nasıl yapıldığını açıklar. Ayrıca, kullanıcı ile iletişim anında bazı sorular sorar ve kullanıcı da neden bu soruyu sormak istediğini bilmek isterse açıklama ünitesi gerekli açıklamayı yapar.

2. 6. Muhakeme Yöntemleri

Bilgi tabanına dayalı (uzman sistem) problem çözümünde, bir çözüme ulaşmanın tek ve açık bir yöntemi genellikle yoktur. Böylece her safhada muhtemel çözümü bulmak için birkaç yolun araştırılması gerekir. Problem çözme sisteminin kontrol yapısı çözüm yollarının seçimi için genel bir strateji tanımlar. İki ana muhakeme algoritması vardır. Bunlar:

- Geriye zincirleme (Backward chaining),
- İleri zincirleme (Forward chaining).

2. 7. Geriye Zincirleme

Muhakeme ünitesi, bir kuralın sonuç kısmı olan ÖYLEYSE (THEN) kısmı ile başlar ve bu parçayı ispatlanacak ana amaç olarak alır. Sonra, bu ana amacı sonuç kısmında olan diğer kurallar listesini veya kuralı araştırır. Uyan bir kuralı bulunca, bu kuralı şartların her birini tatmin etmeye çalışır.

2. 8. İleriye Zincirleme

İleriye zincirleme, eldeki bilgilerle başlar ve bir çözüm amacına ulaştırın çözüm yolunu bulmaya

çalışır. Muhakeme ünitesi olguları kontrol eder ve çözüm amacına ulaşmaya çalışır. İleriye zincirleme bir kuralın EĞER (IF) şart kısmından başlar ve kuralın ÖYLEYSE (THEN) kısmını ispatlamak için bu şartları tatmin etmeye çalışır (Gülesin, 1993; 1996).

3. PARÇA TANIMA YAKLAŞIMI İÇİN GELİŞTİRİLEN BİLGİ TABANI

Geliştirilen programda uzman sistem tekniği kullanıldığından uzman sistemin gereği olan bir bilgi tabanı oluşturulmuştur. Bilgi tabanı, Not Defteri

(NotePAD) programında yazılmış Windows tabanlı bir yazı (text) dosyasıdır. Bilgi tabanında her bir parça için bir kural yazılmış ve oluşturulan yazı dosyası bilgisayara kaydedilmiştir. Parçaları tanımak üzere toplam bilgi tabanına 184 kural yazılmıştır. Program, parçaların hem STEP dosyasını hem de bilgi tabanını değerlendirerek buradaki bilgileri komşuluk ilişkilerine ve yüz niteliklerine dönüştürmekte ve elde ettiği bilgileri karşılaştırarak parçaları tanımaktadır. Bilgi tabanında her bir kuralı temsil eden her bir parça, kendisini oluşturan yüzeylerin komşuluk ilişkileri ve her bir yüzeyin nitelikleri tabanlı olarak temsil edilebilmektedir. Kurallarda IF-THEN yapısı kullanılmıştır. Şekil 1’de bilgi tabanının görünümü verilmiştir.

```

bilgi tabanı - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

RULE 1:
IF
  the plane_face has neighbour conical_face AND
  the conical_face has neighbours plane_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours conical_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours cylindrical_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours cylindrical_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours plane_face, bounded_face AND
  the bounded_face has neighbours cylindrical_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours bounded_face, conical_face AND
  the conical_face has neighbours plane_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours conical_face, plane_face AND
  the radius = 14 MM AND
  the plane_face has neighbour cylindrical_face
THEN
  the part is an egzost_supabı

RULE 2:
IF
  the plane_face has neighbour conical_face AND
  the conical_face has neighbours plane_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours conical_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours cylindrical_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours cylindrical_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours plane_face, bounded_face AND
  the bounded_face has neighbours cylindrical_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours bounded_face, conical_face AND
  the conical_face has neighbours plane_face, cylindrical_face AND
  the cylindrical_face has neighbours conical_face, plane_face AND
  the radius = 16 MM AND
  the plane_face has neighbour cylindrical_face
THEN
  the part is an emme_supabı

RULE 3:
IF
  the plane_face has neighbour conical_face AND
  the conical_face has neighbours plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face
  the conical_angle = 60
  the cylindrical_face has neighbours conical_face, plane_face AND
  the radius = 3 MM AND
  the plane_face has neighbours cylindrical_face, cylindrical_face AND
  the plane_face has neighbours conical_face, plane_face, plane_face, plane_face AND
  the plane_face has neighbours cylindrical_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_f
THEN
  
```

Şekil 1. Bilgi tabanının görünümü

Herhangi bir parça için bilgi tabanına kural yazma formatı aşağıdaki gibidir:

“RULE NO :” Kural numarası

“IF”

“the” + yüzey tipi + “has” + “neighbour” veya “neighbours” + komşu yüzey1, komşu yüzey2, komşu yüzey3komşu yüzey N “AND”

“the” + nitelik “=” nitelik değeri “AND”

“THEN”

“the part is” + “a” veya “an” + parça ismi

Kural yazarken ilk önce kural numarası hemen altına IF yapısı tanımlanmaktadır. Bundan sonraki satırlarda parçaya ait her bir yüz için komşuluk ilişkileri ve nitelikleri tabanlı tanımlanabilmektedir. Her bir yüz için kural tanımlanırken ilk satırda yüz komşuluk ilişkileri tanımlanmalıdır. Yukarıdaki formatta verildiği gibi komşuluk ilişkileri tanımlanırken önce ele alınan yüzey hemen yanına o yüze ait komşu yüzeyler yazılmaktadır. Komşu

yüzler yazılırken eksik tanımlama yapmamaya dikkat edilmelidir. Eğer yüze ait nitelikler kuralda temsil edilmek isteniyorsa yüz niteliği yüz komşuluk ilişkilerinin hemen altına, nitelik değeri ise yüz niteliğinin hemen yanına yazılmalıdır. Daha sonra THEN yapısı ve son olarak parça isminin belirlendiği sonuç kısmı tanımlanmaktadır. Bu şekilde bilgi tabanında bir kural tanımlandığında parça tanıma yaklaşımı herhangi bir sınırlama olmaksızın tüm parçaları tanıyabilmektedir. Bu çalışmada ele alınan tüm yüzey tipleri kendine komşu yüzeyler, yön vektörü ve varsa kendine özgü parametreler ile tanımlanmaktadır. Aşağıda düzlem yüzey için kural yazma formatı verilmiştir;

```
the plane_face has neighbours cylindrical_face, cylindrical_face
AND
the direction = (0,-1,0) AND
```

Bir düzlem yüzey bilgi tabanında komşu yüzeyleri ve yüzeyin normali ile temsil edilebilmektedir.

```
the cylindrical_face has neighbours plane_face, conical_face
AND
the radius = 12 MM AND
the direction = (0,-1,0) AND
```

Bir silindirik yüzey bilgi tabanında komşu yüzeyleri, yüzeyin yarıçapı ve ekseninin yönünü gösteren yön ile temsil edilebilmektedir.

```
the conical_face has neighbours plane_face, cylindrical_face
AND
the conical_angle = 45 AND
the radius = 11.75 MM AND
the direction = (0,-1,0) AND
```

Bir konik yüzey bilgi tabanında komşu yüzeyleri ve yüzeyin yarıçapı, koniklik açısı ve ekseninin yönünü gösteren yön ile temsil edilebilmektedir.

```
the spherical_face has neighbours cylindrical_face AND
the radius = 6.25 MM AND
the direction = (0,1,0) AND
```

Bir küresel yüzey bilgi tabanında komşu yüzeyleri ve yüzeyin yarıçapı ve normalini gösteren yön ile temsil edilmektedir.

```
the toroidal_face has neighbours cylindrical_face, conical_face
AND
the max_radius = 14 MM AND
the min_radius = 4 MM AND
the direction = (0,0,-1) AND
```

Bir toroid yüzey bilgi tabanında komşu yüzeyleri ve tüpün döndüğü merkezin yarıçapı (maksimum yarıçap), tüpün yarıçapı (minimum yarıçap), ve yüzeyin ekseninin yönünü gösteren yön ile temsil edilebilmektedir.

```
the bounded_face has neighbours plane_face, cylindrical_face
AND
```

```
the b_spline_face has neighbours cylindrical_face,
cylindrical_face AND
```

Sınırlı ve b_spline yüzeyler bilgi tabanında sadece komşu yüzeyleri ile temsil edilmektedir.

Kural tanımlanırken komşuluk ilişkilerinin tanımlanması zorunludur. Fakat yüz niteliklerinin kurala ilave edilmesi zorunlu değildir. Yüz nitelikleri sadece komşuluk ilişkileri birbirinin aynısı olan parçalarda programın parçaları birbirinden ayırt etmesi amacıyla kurala ilave edilmektedir. Şekil 2'deki segmanın kuralı sadece komşuluk ilişkileri yazılarak bilgi tabanında temsil edilmiş ve segman program tarafından tanınmıştır. Segmanın bilgi tabanında temsil edilen kuralı aşağıda verilmiştir.



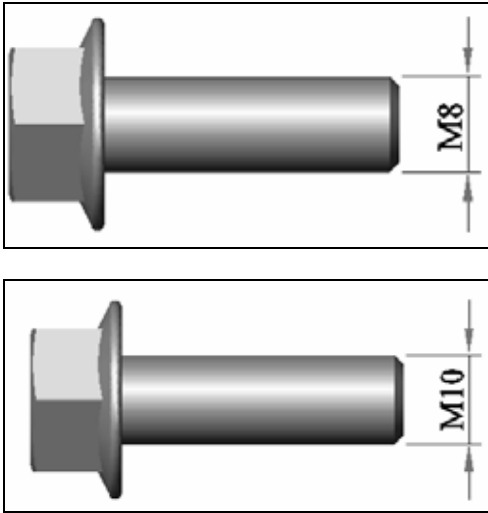
Şekil 2. Segman

RULE 26 :

```
IF
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, cylindrical_face, cylindrical_face,
cylindrical_face, cylindrical_face, cylindrical_face,
cylindrical_face AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, cylindrical_face, cylindrical_face,
cylindrical_face, cylindrical_face, cylindrical_face,
cylindrical_face AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face AND
the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face
THEN
the part is a segman
```

Bilgi tabanında parçaya ait tüm yüzler veya parçayı diğer yüzlerden ayırt edecek yüzler tanımlandığında program benzer parçaları birbirinden ayırt edilebilmektedir. Kural yazarken her zaman ilk satırda yüzeyin komşuluk ilişkileri tanımlanmalıdır. Eğer yüzeyin nitelikleri tanımlanmak isteniyorsa bu bilgiler ilgili yüzeyin hemen alt satırına yazılmalıdır. Eğer nitelik tanımlaması yapılacaksa nitelikler

tanımlanmadan diğer yüz tanımlanmasına geçilmemelidir. Bazı parçaların komşuluk ilişkileri birbiri ile tamamen aynıdır. Bu durum daha çok standart parçalarda görülmektedir. Aynı komşuluk ilişkilerinin olduğu benzer parçalarda niteliklerin kuralda tanımlanması bir zorunluluktur. Örneğin, Şekil 3'deki M8 flanşlı civata ile M10 flanşlı civatanın komşuluk ilişkileri tamamen birbiri ile aynıdır. Bu durumda, programın bu gibi parçaları tanıması için bilgi tabanına bu iki parçayı birbirinden ayırt eden niteliklerinin yazılması zorunludur. Bu iki parçayı birbirinden ayıran en belirgin özellik civataların anma çaplarını temsil eden silindirik yüzeylerin yarıçap nitelik değerleridir. Bundan dolayı, bu parçaların tanınması için anma çapı değerlerinin ilgili silindirik yüzeyin komşuluk ilişkilerinin alt satırına yazılmıştır. M8 flanşlı civatanın bilgi tabanında temsil edilen kuralında anma çapını gösteren silindirik yüzeyin komşuluk ilişkilerinin hemen alt satırına “the radius = 4 MM AND” ve parça ismini veren sonuç kısmına da “the part is a M8 flanşlı civata” ibareleri yazılmış ve bu kural yardımıyla program tarafından M8 flanşlı civata olarak tanınmıştır.

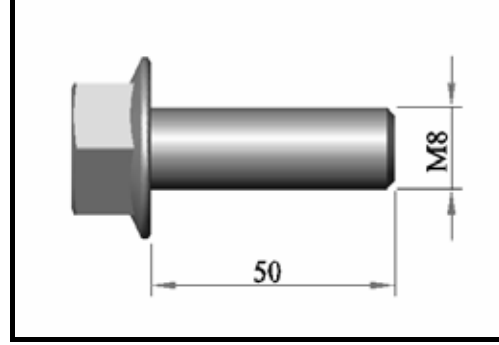


Şekil 3. M8 ve M10 flanşlı civata

Aynı şekilde, M10 flanşlı civatanın bilgi tabanında temsil edilen kuralında anma çapını gösteren silindirik yüzeyin komşuluk ilişkilerinin hemen alt satırına “the radius = 5 MM AND” ve parça ismini veren sonuç kısmına da “the part is a M10 flanşlı civata” ibareleri yazılarak program tarafından M10 flanşlı civata olarak tanınması sağlanmıştır.

Şekil 4'te gösterilen flanşlı civatanın anma çapı 8, civata boyu ise 50 mm'dir. Flanşlı civataya ait bilgi tabanında temsil edilen kuralda anma çapını gösteren silindirik yüzeyin komşuluk ilişkilerinin alt satırına “the radius = 4 MM AND” ve “the

screw_length = 50 MM AND” ibareleri alt alta yazıldığında flanşlı civata program tarafından M8x50 flanşlı civata olarak tanınmaktadır. Şekil 4'teki M8x50 civatanın kuralı aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. M8x50 civata

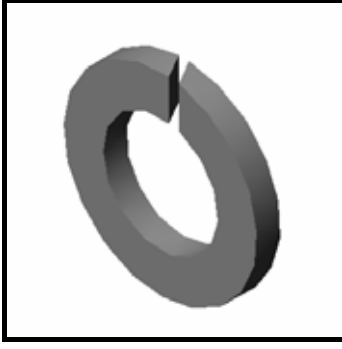
RULE 128 :

IF

the toroidal_face has neighbours plane_face, conical_face AND
 the plane_face has neighbours plane_face, plane_face, conical_face, conical_face AND
 the plane_face has neighbours plane_face, plane_face, conical_face, conical_face AND
 the plane_face has neighbour conical_face AND
 the plane_face has neighbours toroidal_face, cylindrical_face AND
 the plane_face has neighbour conical_face AND
 the conical_face has neighbours toroidal_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face AND
 the cylindrical_face has neighbours plane_face, conical_face AND
 the radius = 4 MM AND
 the screw_length = 50 MM AND
 the conical_face has neighbours plane_face, cylindrical_face AND
 the conical_face has neighbours plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face
 THEN
 the part is a M8x50 flanşlı_civata

Flanşlı civatada nitelik olarak silindirik yüzeylerin yarıçap değerleri kullanılmıştır. Yarıçap tanımlamalarının da yeterli olmadığı durumlarda yüzey tipine bağlı olarak silindirik, konik ve küresel yüzeylerde yarıçap, konik yüzeyler için koniklik açısı, toroid yüzeyler için maksimum yarıçap ve minimum yarıçap ve tüm yüzeyler için yön gibi nitelikler bilgi tabanına kullanıcı tarafından yazılarak benzer parçaların kolayca tanınması sağlanmaktadır.

Şekil 5'te gösterilen yaylı rondelanın bilgi tabanında temsil edilen kuralında yaylı rondelayı oluşturan tüm yüzlerin komşuluk ilişkilerinin yanı sıra bu yüzlere ait tüm nitelikler de temsil edilmiştir. Yaylı rondelanın kuralı aşağıda verilmiştir.



Şekil 5. Yaylı rondela

RULE 174:

IF

```

the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the direction = (-0,86603,-0,5,0) AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the direction = (0,86603,0,5,0) AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the direction = (0,-1,0) AND
the plane_face has neighbours plane_face, plane_face,
cylindrical_face, cylindrical_face AND
the direction = (0,1,0) AND
the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, cylindrical_face AND
the radius = 9.05 MM AND
the direction = (0,-1,0) AND
the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, cylindrical_face AND
the radius = 5.35 MM AND
the direction = (0,-1,0)

```

THEN

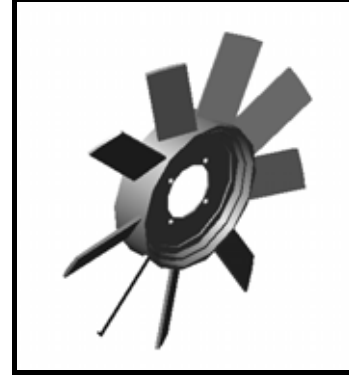
```

the part is a yaylı_rondela

```

Aynı zamanda kullanıcı parçanın yüzeylerini tanımlarken isteğe bağlı olarak tüm yüzeyleri tanımlayabilir yada parçayı ifade edecek sayıda yüzey tanımlaması yapabilir. Kuralı yazılacak parçanın tüm yüzeylerini tanımlama zorunluluğu yoktur. Fakat bilgi tabanında parçaya ait tanımlamalar diğer parça tanımlamalarından farklı olacak şekilde yazılmalıdır. Örnek olarak Şekil 6'da verilen vantilatör için tek bir yüzey tanımlaması yapılarak bilgi tabanına yazılmış ve vantilatöre tek bir yüzü temsil eden kural yazılmasına rağmen program tarafından tanınmıştır. Vantilatörün tüm yüzeyleri için bir tanımlama yapıldığında da program yine vantilatörü tanıyabilecektir. Fakat çok yüzeyli olan parçalarda kural yazma zorluğunu ortadan kaldırmak için böyle bir seçenek kullanıcının isteğine bırakılmıştır. Bu şekilde kullanıcı tarafından gerçekleştirilen kural yazma işlemi basitleştirilmiştir. Yarıçapı 110 mm ve 38 tane komşu düzlem yüzeyi olan bir silindirik yüzey kullanılarak vantilatörün kuralı tanımlanmıştır. Burada programın parçayı tanıması için bir yüzey

tanımlaması yeterli olmuştur. Fakat kullanıcı isterse birden fazla veya tüm yüzeyleri tanımlayabilir. Yani, bilgi tabanına yazılacak diğer kurallar böyle tanımlama içermediği için vantilatör kolaylıkla program tarafından tanınacaktır. Tüm yüzey tanımlamasını yapmak her zaman kullanışlı değildir. Çok karmaşık parçalarda tüm yüzey tanımlamalarını yapmak imkansız hale gelmektedir. Bunun için bazı karmaşık parçalarda kısmi tanımlama kural yazma işlemini kolaylaştırmaktadır.



Şekil 6. Vantilatör

Şekil 6'daki vantilatöre ait tek yüz tanımlaması ile temsil edilen kural aşağıda verilmiştir.

RULE 15:

IF

```

the cylindrical_face has neighbours plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face,
plane_face, plane_face, plane_face, plane_face, plane_face,
plane_face AND
the radius = 110 MM

```

THEN

```

the part is a vantilatör

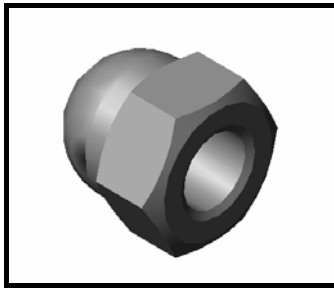
```

4. İSTEĞE BAĞLI KURAL YAZMA MODÜLÜ

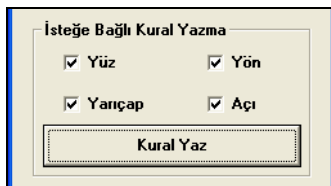
Kullanıcı tarafından yapılan kural yazma işlemi basit ve orta düzey parçalarda mümkün iken karmaşık parçalarda oldukça zordur. Hatta bazı parçalar için imkansızdır. Kullanıcı tarafından Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) ortamında tasarlanan parçaların yüzey tipi ve komşuluk ilişkilerinde sınırlama olmaksızın tanınması amacıyla geliştirilip programa ilave edilen otomatik ve isteğe bağlı kural yazma modülü ile istenen parçalar için kural yazma işlemi geliştirilen bilgisayar programı tarafından yapılabilmektedir. Bu da kullanıcıyı kural yazma

zahmetinden kurtarmaktadır. Bu kural yazma modülü ile kuralı yazılması imkansız olan parçaların kuralları bilgi tabanında temsil edilmiş ve kuralı yazılan bu parçalar parça tanıma algoritması tarafından kolayca tanınmıştır. Program vasıtasıyla otomatik yazılan kural formu üzerine yerleştirilen bir Visual BASIC yazı kutusu (Textbox) kontrolünde temsil edilmiştir. Buradan da bilgi tabanına kopyalanarak kural bilgi tabanında temsil edilerek tanınmıştır. Bu modüle kullanıcının isteğine göre program tarafından kural yazıldığından isteğe bağlı kural yazma modülü olarak isimlendirilmiştir. Yani, kullanıcı yüze ait sadece komşuluk ilişkileri veya komşuluk ilişkilerinin yanında yön, yarıçap ve açı nitelikleri ile birlikte bir kuralı programa yazdırabilmektedir. İsteğe bağlı kural yazma modülünde “Yüz”, “Yarıçap”, “Yön”, “Açı” olarak etiketlenmiş dört tane Visual BASIC kontrol kutusu (Check Box) kontrolü ile “Kural Yaz” etiketli bir tane komut düğmesi (Command Button) kontrolü yerleştirilmiştir. Kullanıcı buradaki kontrol kutularını ve komut düğmesini kullanarak basit, orta düzey veya karmaşık parçalar için istediği gibi kural tanımlayabilmektedir. Kontrol kutuları ise tüm yüzeylere ait nitelik değerlerinin kuralda temsil edilmesini sağlamaktadır.

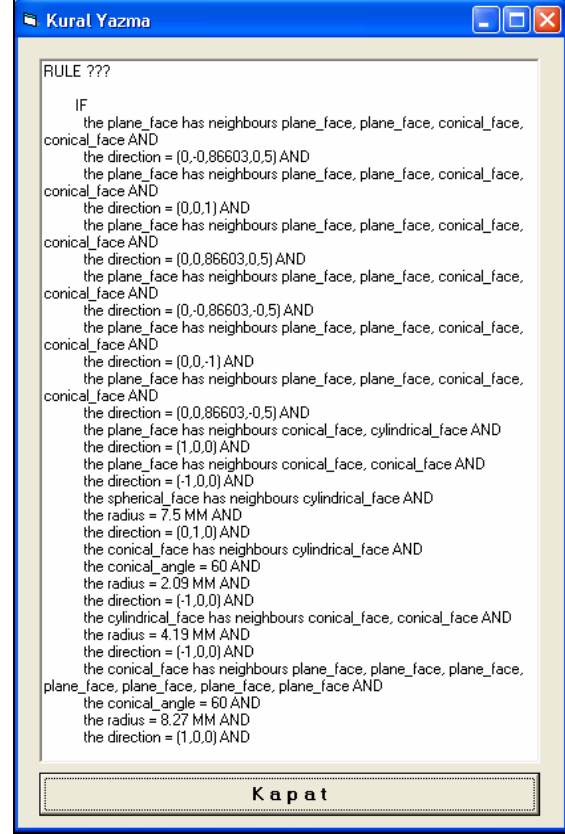
Şekil 7’deki şapkalı somunun Şekil 8’de gösterildiği gibi isteğe bağlı kural yazma modülündeki “Yüz”, “Yarıçap”, “Açı”, “Yön” kontrol kutuları işaretlenip “Kural Yaz” komut düğmesine basıldığında Şekil 9’da gösterilen kural yazma penceresinde şapkalı somunun kuralı temsil edilmektedir. Şekil 9’daki kural yazma penceresinde de görüldüğü gibi şapkalı somuna ait komşuluk ilişkileri tanımlandığı gibi bunun yanı sıra yüzeylere ait tüm niteliklerde tanımlanmıştır.



Şekil 7. Şapkalı somun

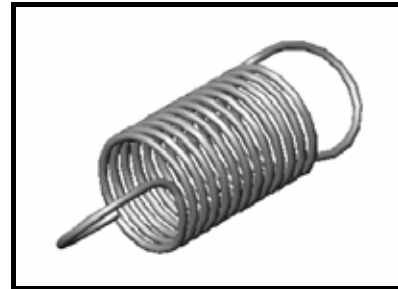


Şekil 8. Yüz, yarıçap, açı ve yön kontrol kutuları işaretlenmiş isteğe bağlı kural yazma modülü



Şekil 9. Şapkalı somunun isteğe bağlı kural yazma modülü ile elde edilen kural penceresi

İsteğe bağlı kural yazma modülü özellikle kuralı tanımlanamayacak kadar karmaşık olan parçalar için geliştirilmiştir. Bu modülle kural yazma işlemi tamamen bilgisayara bırakılarak kural yazma ve parça tanıma işlemleri oldukça basitleştirilmiştir. Otomatik kural yazma işlemi ile yüzey tipi ve yüzey komşuluk ilişkilerinde sınırlama olmaksızın kurallar bilgisayar tarafından yazılabilmektedir. Şekil 10’deki çekme yayı bu karmaşık parçalara iyi bir örnek teşkil etmektedir. Kullanıcı tarafından kural tanımlaması yapmak mümkün değildir. Fakat geliştirilen program tarafından yazılan kuralı sayesinde çekme yayı bilgisayar programı tarafından tanınmıştır.

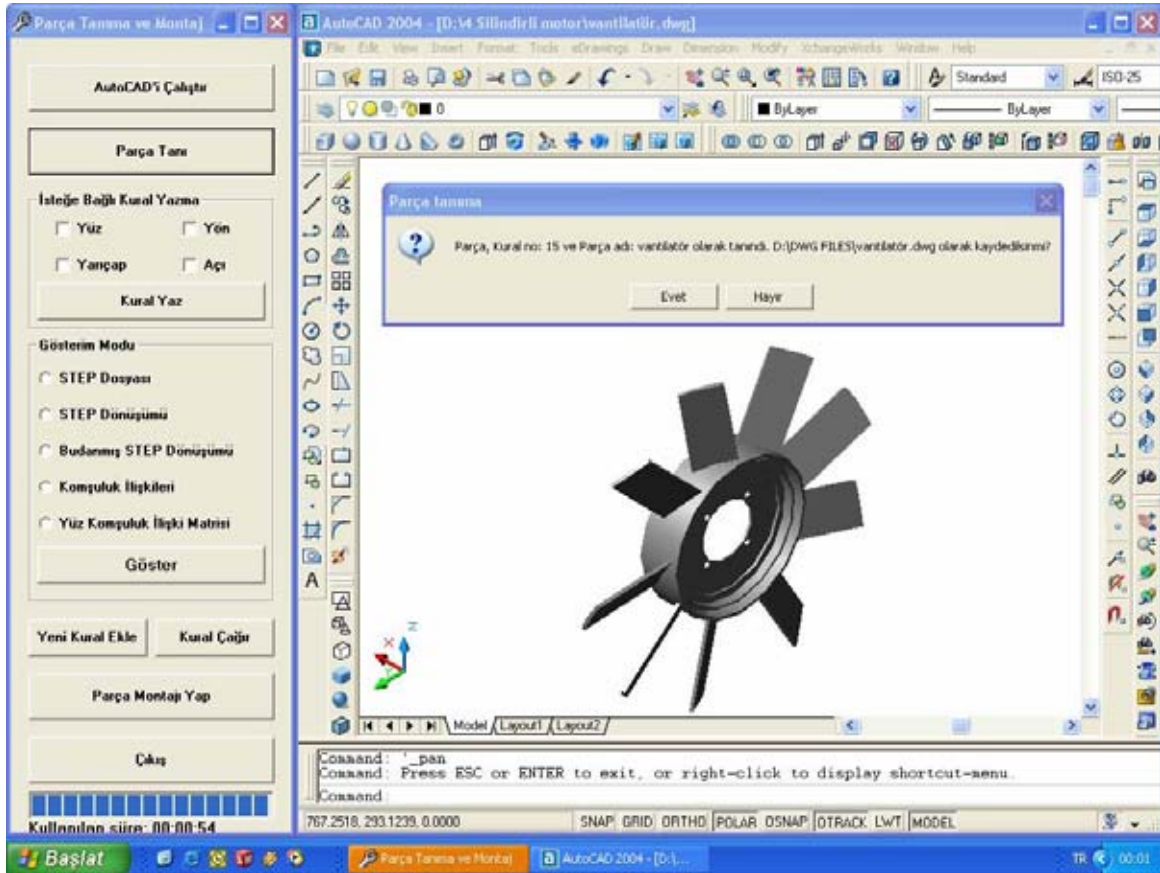


Şekil 10. Çekme yayı

5. PARÇA TANIMA

Parça tanıma aşamasında, BDT ortamında tasarlanan parçanın geliştirilen program tarafından STEP formatı dönüşümü otomatik olarak yapılmakta ve oluşturulan STEP dosyası bilgisayara kaydedilmektedir. Daha sonra, program STEP dosyasını açıp STEP dosyasındaki bilgileri yorumlayarak parça üzerindeki her bir yüze ait komşuluk ilişkilerini ve nitelikleri tespit etmekte ve bu bilgileri veritabanında saklamaktadır. Parçaya ait STEP formatından ve bilgi tabanındaki kurallardan elde edilen bilgilerin karşılaştırılması sonucu parça tanıma işlemi gerçekleştirilmektedir. Tanınacak parçanın komşuluk ilişkileri ve nitelikleri ile bilgi tabanında temsil edilen tüm kuralları değerlendirerek buradaki her bir kurala ait komşuluk ilişkilerini ve niteliklerini karşılaştırarak parçalar tanınmaktadır. Eğer bir kurala ait komşuluk ilişkileri ve nitelikler parçaya ait komşuluk ilişkileri ve nitelikler ile eşleşmez ise program o kuralı atlayarak diğer kuralın komşuluk ilişkileri ve nitelikler ile karşılaştırmaktadır. Bu şekilde program bilgi tabanındaki tüm kurallara ait komşuluk ilişkileri ve nitelikleri değerlendirerek parçaya ait komşuluk ilişkileri ve niteliklere uygun kuralı tespit eder ve

parça tanınır. Parça tanıma işlemi uzman sistemin bir parçası olan muhakeme ünitesinde icra edilmiştir. Uzman sistem muhakeme yöntemlerinden ise ileriye zincirleme yöntemi kullanılmıştır. İleriye zincirleme bir kuralın IF şart kısmından başlamakta ve kuralın THEN kısmını ispatlamak için bu şartları tatmin etmeye çalışmaktadır. Bu çalışmada da IF şart kısmında tanımlanan şartlar parçaya ait bilgileri tam olarak sağladığında THEN kısmı ispatlanmış yani parça tanınmış olacaktır. Bu şekilde program kullanıcı tarafından BDT ortamında tasarlanmış her bir parça için bilgi tabanında her bir kuralı tarayarak ve parçaya ait komşuluk ilişkileri ve niteliklere uyan kuralı bularak parça ismini ve kural numarasını bilgi tabanında temsil edilen kuralın sonuç kısmından almaktadır. Parça tanındıktan sonra bir mesaj kutusu ekranda belirerek kullanıcının parça ismini ve kural numarasını teyit etmesi beklenmektedir. Kullanıcı onayladığı takdirde program tasarlanan parçayı elde edilen parça ismi ile sabit diskin "D" bölümünde "DWG Files" olarak isimlendirilen bir klasörün içine kaydetmektedir. Parça tanıma algoritması ile bir dizel motora ve standart makine parçalarına ait 184 parça tanınmıştır. Şekil 11'de vantilatörün geliştirilen program tarafından tanınması gösterilmiştir.



Şekil 11. Vantilatörün tanınması

6. SONUÇ

Bu çalışmada, parça tanıma algoritmasında kullanılan bir uzman sistem için yeni bir bilgi tabanı ve bilgi tabanında temsil edilen kuralları otomatik olarak türeten bir otomatik kural yazma modülü geliştirilmiştir. Uzman sistem için geliştirilen bilgi tabanı için Windows tabanlı bir yazım editörü kullanılmıştır. Bilgi tabanında temsil edilen kurallarda her bir parçaya ait komşuluk ilişkileri ve nitelikler tanımlanmıştır. Bu kurallar sayesinde parça tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, otomatik kural yazma modülü ile kural yazma işlemi bilgisayara bırakılarak kullanıcı kural yazma zahmetinden kurtarılmıştır. Parça tanıma sisteminde kullanılan bilgi tabanı ve otomatik kural yazma modülü ile basit, orta düzey ve karmaşık parçalar bilgisayar tarafından kolayca tanınabilmektedir. Geliştirilen uzman sistemle tanınan parça tanıma prosedürü grup teknolojisi ve işlem planlama gibi farklı Bilgisayar Destekli İmalat (BDİ) uygulamalarına adapte edilmeye elverişlidir. Geliştirilen bilgi tabanına toplam 184 kural gerek kullanıcı gerekse otomatik kural yazma modülü tarafından yazılmış ve kuralı bilgi tabanında temsil edilen bu 184 parça bilgisayar tarafından tanınmıştır.

7. KAYNAKLAR

Ding, L., Yue, Y. 2004. Novel ANN-Based Feature Recognition Incorporating Design by Features, Computers in Industry. 55, 197-222.

Nezis, K., Vosniakos, G. 1997. Recognizing 2½D Shape Features Using a Neural Network and

Heuristics, Computer Aided Design. 29 (7), 523-539.

Gopalakrishan, B. 1989. Computer Integrated Machining Parameter Selection in a Job Shop Using Expert Systems, Journal of Mechanical Working Technology. 20, 163-170.

Phan, D. P. 1988. Expert System in Mechanical and Manufacturing Engineering, International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 3, 3-21.

Özkan, M. T., Gülesin, M. 2001. Uzman Sistem Yaklaşımı ile Cıvata ve Dişli Çark Seçimi, Turkish Journal of Engineering and Environmental Science. 25, 169-177.

Gulesin, M., Jones, R. M. 1993. "Knowledge Representation and Expert System Based Operation Selection in a Process Planning and Fixturing System", **Eighth International Conference on Applications of Artificial Intelligence in Engineering**, France.

Kayır, Y., Gülesin, M. 1997. "Uzman Sistem Yaklaşımı ile Delik Delme İşlemleri için Operasyon ve Kesici Seçimi", **MATİK'97-Makine Tasarım Teorisi ve Modern İmalat Yöntemleri Konferansı**, Ankara.

Gülesin, M. 1996. Sanayide Uzman Sistem Uygulamaları, Yüksek Lisans Ders Notları. Ankara.

Gulesin, M. 1993. An Intelligent, Knowledge Based Process Planning and Fixturing System Using the STEP Standard, Doktora Tezi, Coventry University, UK.