

## NESNE KAYNAŞTIRMA İŞLEMİ İÇİN SİNİRSEL-BULANIK TEKNİĞİ TABANLI BİR YÖNTEM

**Ahmet ÇINAR<sup>1</sup> ve Ahmet ARSLAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Fırat Üniversitesi, 23119, Elazığ, [acinar@firat.edu.tr](mailto:acinar@firat.edu.tr)

<sup>2</sup> Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya

### ÖZET

Bu makalede, bilgisayar ortamında nesne kaynaştırma işlemi için sinirsel-bulanık mantık tekniğini kullanan bir yöntem sunulmuştur. Klasik nesne kaynaştırma yöntemlerinde, kaynaştırma işlemi yapılırken birleşim bölgesi ve birleşim yüzeyi şeklinin belli olması gerekir. Yapılan çalışmada kaynaştırma işleminde geçiş yüzeyi yapay sinir ağları kullanılarak üretilmiş ve üretilen geçiş yüzeyi üzerindeki kontrol, bulanık mantık tekniği yardımıyla sağlanmıştır. Bu şekilde tamamen kontrollü bir geçiş yüzeyi elde edilmiştir. İleri beslemeli, eğitici yapay sinir ağı modeli kullanılmış ve ağıın ağırlık değişimi ayarlamasında bulanık mantık tekniği kullanılmıştır. Uygulama olarak yöntem çeşitli nesnelere uygulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Nesne kaynaştırma, ileri beslemeli eğitici yapay sinir ağı modeli, bulanık mantık tekniği.

### A NEURO-FUZZY METHOD ON BLENDING OF MATERIALS

#### ABSTRACT

In this paper, a neuro-fuzzy technique for blending on the computer environment is proposed. In the classical blending process, while making the blending, the blend region has to know. In this study, blend surfaces are generated by means of neural networks and its control is achieved by fuzzy logic technique. Thus, the full-control blending surface is obtained. A feed forward, unsupervised artificial neural network is employed for computing blend surface. Firstly, the weights on the artificial neural networks is randomly selected and then weight adjustment on the networks is done by fuzzy logic technique. The proposed method is applied to distinct objects as application.

**Keywords:** Blending, feed forward unsupervised artificial neural network model, fuzzy logic technique.

## 1. GİRİŞ

Bilgisayar ortamında katı nesnelere modellemek için çalışılan konulardan biri nesne kaynaştırma işlemidir. Nesne kaynaştırma, yüzeylerin veya nesnelerin kesişim bölgelerinde keskin köşe veya kenar bırakmaksızın materyalleri birbirleri ile kaynaştırma işlemidir [2]. Diğer tanıma göre, kesişen veya kesişmeyen nesnelere yumuşak geçişlere sahip eğri veya yüzeylerle kaynaştırma işlemidir [8].

Katı nesnelere modelleme içinde kaynaştırma yüzeyler, örneğin; sabit yarıçaplı nesne kaynaştırma tekniği Rossignac ve Requicha [13] ve Choi ve Jhu [3] tarafından çalışılmıştır. Kapalı formda tanımlanmış nesnelerin kaynaştırma işlemi için Hartman [7] tarafından bir yöntem verilmiştir. Yuvarlanan top tekniği Pegna [12]'de önerilmiştir. Varyasyonel yüzey tekniği ile kaynaştırma işlemi Grenier [6]'da sunulmuştur. Non-uniform rasyonel B-Spline yüzeyleri kullanarak eğrilik sürekliliğine sahip nesnelerin kaynaştırma işlemi için yaklaşım algoritması Filkins ve Patrikalakis'de [4] verilmiştir. Koparkar [10] tarafından iki yüzeyi kaynaştırmak için eğri modülasyon tekniğine olarak adlandırılan yöntem verilmiştir. Parametrik forma sahip nesnelere eğrilik şartlarına göre geçiş yüzeyleri ile kaynaştırmak için bir yöntem [7]'de sunulmuş ve bulanık mantık tekniği ile ilgili nesne kaynaştırma işlemi Çınar'da verilmiştir [1].

Yapay sinir ağları yardımıyla bilgisayarlı grafik alanında yapılan çalışmalar özellikle son yıllarda gelişme göstermiştir. Gao (1995) tarafından yapılan ve serbest şekilli nesnelerin modellenmesi için kullanılan yöntemde iki katmanlı sayıcı-yayımlı (counter-propagation) ağ modeli kullanılmıştır [5]. Sinir ağın çıkışını optimize etmek için bilinen eşik değerlerinden farklı olarak;

$$g(w, x, q) = \begin{cases} (w, x)^q & w \cdot x > 0 \\ 0 & w \cdot x \leq 0 \end{cases} \quad q \geq 1 \quad (1)$$

şeklinde bir eşik değeri fonksiyonundan faydalanılmıştır. Nesnelerin ağa tanıtılması işleminde iki boyutlu topolojilerden faydalanılmıştır. Ağın çıkışında serbest şekilli nesnelere üretilmiştir.

Hwang ve Tseng tarafından yapılan çalışmada, nesnelerin tanınmasında üç boyutlu uzaklık dönüşümü için iki katmanlı algılayıcı yapay sinir ağ modelini geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmada üç boyuttan iki boyuta nesnelere dönüştürülürken, dönüştürülen nokta o nesnenin tanınmasında bir faydası yoksa yapay sinir ağında sıfır ile değerlendirilmekte, değilse pozitif bir değer

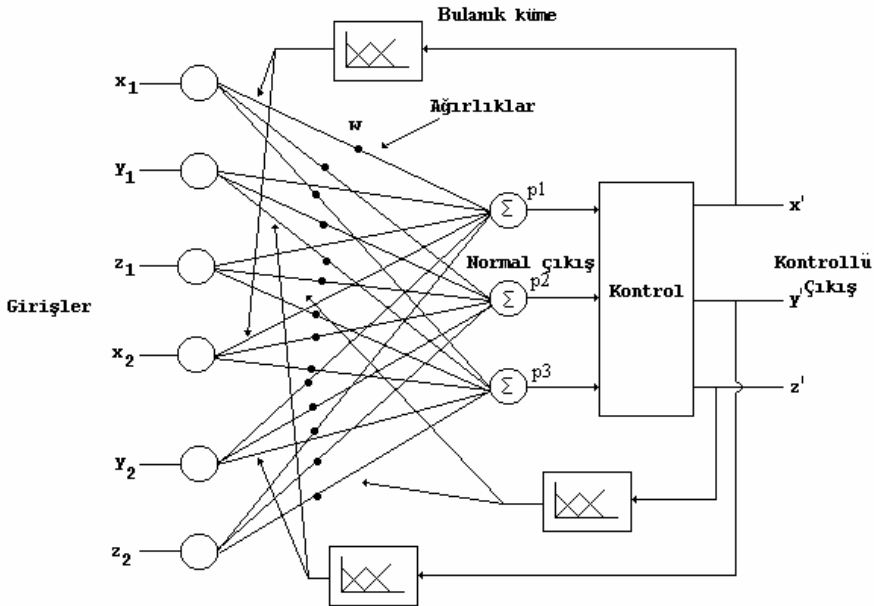
verilmektedir. Eşik değeri fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu ve öğrenme için eğitici bir yapı kullanılmıştır [9].

Nesne kaynaştırma ile ilgili yapılmış olan çalışmalar ise verilen nesnelere üzerinde denge yüzeyleri kullanarak kesişim eğrisini ayrıntılı noktalar şeklinde bulmak ve bu noktalardan hareketle ara noktalar hesaplamak şeklindedir. Hesaplanan noktalara göre üretilen eğriler yardımıyla yüzey oluşturulur. Yapılan çalışmada nesne kaynaştırma için sinirsel-bulanık tekniğini kullanan bir yöntem kullanılmıştır. Sunulan yöntemde üç ara nokta sinirsel-bulanık tekniği ile hesaplanmış ve bu noktalar üzerindeki kontrol için ise Zadeh [14] tarafından ortaya konan bulanık mantık tekniği ile gerçekleştirilmiştir.

Makalenin yapısı aşağıdaki gibidir: ikinci kısımda kullanılan tekniğe değinilmiş ve son kısımda ise gerçekleştirilen örnekler sunulmuş ve sonuç kısmı verilmiştir.

## 2. NESNE KAYNAŞTIRMA İŞLEMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN SİNİRSEL-BULANIK MODEL

Bu çalışmada nesne kaynaştırma işlemi için ileri beslemeli, eğitici, yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Yapay sinir ağı modelinde ağırlıkların ayarlanmasında bulanık mantık tekniği kullanılarak uyarlamalı bir yapı geliştirilmiştir. Şekil 1'de kullanılan sinirsel-bulanık modelin blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 1. Tek ara nokta için kullanılan sinirsel-bulanık model

Ağa giriş bilgisi olarak üç boyutlu uzayda iki noktanın koordinatları verilmektedir. Ağın ilk ağırlık ayarlaması rasgele bir şekilde yapılmaktadır. Ağın ürettiği normal çıkış kısmından elde edilen üçüncü noktanın koordinatı Kontrol bloğunda değerlendirilerek gerekirse bulanık kümeler yardımıyla ağırlıklar tekrar düzenlenip yeni nokta elde edilmektedir. Bu şekilde bulunan nokta istenen değerler arasında ise o zaman normal çıkış kullanılmaktadır.

Bu noktalar yardımıyla üç ara nokta bilinmek üzere, bu noktalardan hareketle eğri oluşturmak için (2) denklemi kullanılabilir.  $p_1$ ,  $p_2$  ve  $p_3$  üç ara nokta olmak üzere ;

$$C_o(t) = A *(1-t)^4 + p_1*4*(1-t)^3*t + p_2*6*(1-t)^2*t^2 + p_3*4*t^3*(1-t) + B*t^4 \quad (2)$$

şeklinde verilebilir.  $C_o(t)$  eğrisi bir yaklaşım eğrisidir. (2) denkleminde dikkat edilirse üç noktanın da bilinmesi gerekir. Yapılan çalışmada kaynaştırma işlemi için uygun olacak şekilde ara noktaların bulunması, geliştirilen yöntemle sağlanmıştır.

Aşağıdaki kısımda geliştirilen sinirsel yöntemle kaynaştırma işleminin nasıl yapıldığı açıklanmıştır.

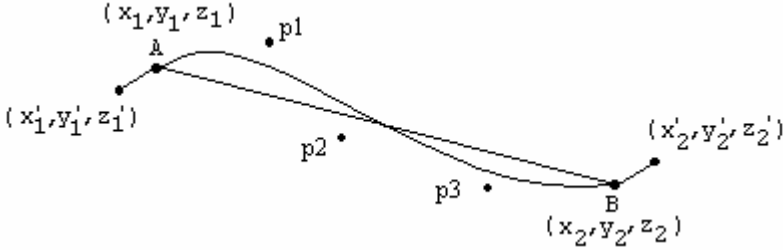
**1.Adım:** Birleştirilecek nesnelere üzerinde kesişim eğrilerinin bulunmasıdır. Kesişim eğrileri oluşturulurken (3) denkleminde yararlanılmıştır.  $f(u,v)$  birinci yüzey ve  $g(u,v)$  ikinci yüzey olmak üzere;  $f'(u,v)$  ve  $g'(u,v)$  bu iki yüzeyin yüzey normali doğrultusunda olan denge yüzeyleri olsun. Bu iki denge yüzey, birleşecek bölge hakkında bilgi verecek şekilde düzenlenmiştir.

$$\begin{aligned} f(u,v) - g(u,v) &= 0 \\ f'(u,v) - g'(u,v) &= 0 \\ f(u,v) - g(u,v) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Denklemlerin Newton-Raphson yöntemi ile çözümünden elde edilen kesişim eğrileri birleştirilecek bölgeyi tayin etmek için kullanılır. Birleşecek nesnelere arasında belli bir uzaklık varsa, orijinal yüzeyler birbirlerine doğru ötelenerek kesişimleri bulunur. Eğer herhangi bir uzaklık söz konusu değilse o zaman denklem (3) doğrudan kullanılarak kesişim eğrileri bulunur. Bu kesişim değerlerinin yüzeyin şekli hakkında bilgi vermesi önemlidir. Bunun için denge yüzeyler çok küçük bir miktarda ötelenerek her iki yüzey üzerinde ayrı bir kesişim değeri bulunur. Bu değer oluşturulacak geçiş yüzeyinin şeklini belirleyecek ve birleştirme işleminin düzgün olmasını sağlayacaktır. Bunun için  $f(u,v)$  yüzeyi ile  $g(u,v)$  yüzeyinin bir miktar ötelenmiş hali olan  $g'(u,v)$  yüzeylerinin kesişimi bulunur. Aynı şekilde  $f(u,v)$  yüzeyinin bir miktar ötelenmiş hali olan  $f'(u,v)$  yüzeyi ile  $g(u,v)$  yüzeyinin kesişimi hesaplanır.

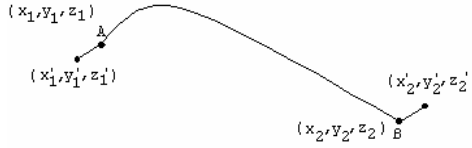
**2.Adım:** Bulunan ayrık kesişim noktaları ikiyeşerli gruplar halinde yapay sinir ağının girişine verilip bu noktalar yardımıyla, ara noktaların bulunması adımıdır. Aşağıda

sadece üçüncü noktanın bulunması için gerekli prosedür açıklanmıştır.  $x_1, y_1, z_1$  ve  $x'_1, y'_1, z'_1$  noktaları kesişimden dolayı bulunan ve birleşecek bir nesne üzerindeki noktalar olsun.  $x_2, y_2, z_2$  ve  $x'_2, y'_2, z'_2$  noktası da diğer nesne üzerindeki noktalar olsun (Şekil 2).



Şekil 2. Kullanılan yönteme göre noktaların durumu

Elde edilecek eğrinin düzgün olması için A ve B noktasında eğrinin birinci türev sürekliliğinin ( $C_1$  süreklilik şartı) olması gerekir. Bu şekilde oluşturulan eğrinin sınır noktalarında birleşecek nesnelerin şeklinin korunduğundan bahsedilebilir. Şekil 3'de bu sürekliliğin önemi vurgulanmaktadır.



Şekil 3.a. Sınırlarda sürekli olmayan eğri



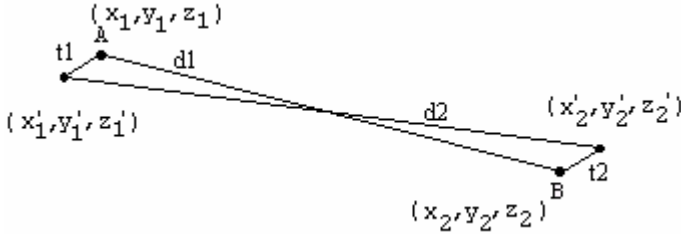
Şekil 3.b. Sınırlarda sürekli olan eğri

Sürekli bir eğrinin elde edilmesinde ana etken, bulunacak olan ara noktalar p1, p2 ve p3 noktasının pozisyonlarıdır. Bu çalışmada bu noktalar yapay sinir ağının çıkışından elde edilen değerlerdir. Bu değerlerin değişimi ise yapay sinir ağının ağırlık değişimini ayarlayan bulanık mantık üyelik fonksiyonlarıdır.

**3. Adım:** Ağırlık değerlerine göre yapay sinir ağının çıkışında bulunan p1, p2 ve p3 noktalarına göre oluşturulan yaklaşım eğrisinin birleştirme için uygun olup olmadığının bulunmasıdır. Bu işlem için denklem (2) ile bulunan eğrinin A ve B noktalarındaki birinci türevleri hesaplanır. Süreklilik sağlanmışsa o zaman eğriyi

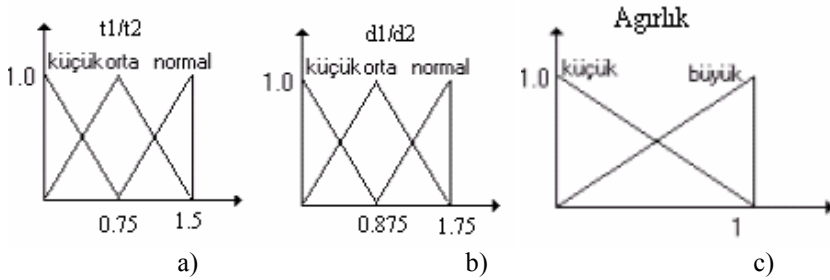
oluşturmak için bulunan  $p_1$ ,  $p_2$  ve  $p_3$  noktaları yeterlidir. Eğer süreklilik sağlanmamışsa o zaman 4. adıma geçilir.

**4. Adım:** Bu adım ağın ağırlık değişiminin bulanık mantık kümelerle değiştirilmesidir. Bulanık mantık tekniği için kullanılan giriş üyelik değerleri, Şekil 4'ten görüleceği gibi  $t_1/t_2$  oranı ve  $d_1/d_2$  oranıdır.



Şekil 4. Üyelik giriş için kullanılan değişkenlerin durumu

Bu çalışmada,  $t_1/t_2$  oranının maksimum değeri 1.5 ve  $d_1/d_2$  oranının da maksimum değeri 1.75 olarak seçilmiştir. Bu değerlerin çok büyük seçilmemesinin nedeni,  $t_1$  ve  $t_2$  değerlerinin çok küçük olmasıdır. Çünkü bu değerler, sadece birleşecek nesnelerin birleşim yüzeyi hakkında bilgi verir. Şekil 5'de giriş ve çıkış için kullanılan üyelik fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 5. a,b. Giriş üyelik fonksiyonları, c. Çıkış üyelik fonksiyonu

Durulaştırma işlemi için denklem 3'de verilen maksimumların ortalaması alınarak işlem yapılmıştır.

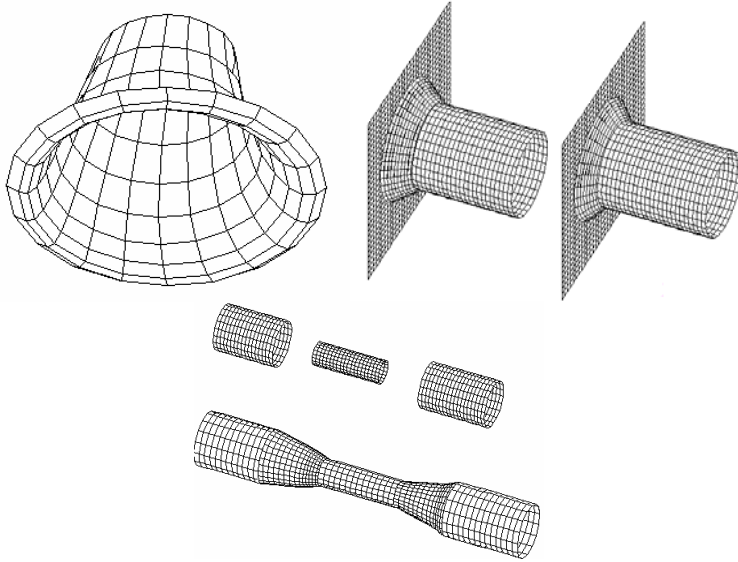
$$u^* = \frac{\sum_{i=1}^l \mu(u_i) \cdot u_i}{\sum_{i=1}^l \mu(u_i)} \quad (3)$$

**Tablo 1.** Kullanılan kural tablosu

Girişler		Çıkış	Girişler		Çıkış
$t1/t2$	$d1/d2$	<i>Ağırlık</i>	$t1/t2$	$d1/d2$	<i>Ağırlık</i>
küçük	küçük	küçük	orta	orta	orta
küçük	küçük	orta	orta	büyük	küçük
küçük	küçük	küçük	orta	büyük	orta
küçük	Orta	orta	büyük	küçük	küçük
küçük	büyük	küçük	büyük	küçük	orta
küçük	büyük	orta	büyük	orta	küçük
orta	küçük	küçük	büyük	orta	orta
orta	küçük	orta	büyük	büyük	küçük
orta	Orta	küçük	büyük	büyük	orta

**5.Adım:** Bulunan ara noktalara göre yaklaşım eğrisinin oluşturulmasıdır. Bu işlem için (2) denklemi kullanılarak yaklaşım eğrisi oluşturulur. Bu işleme kesişim eğrilerindeki noktalar bitene kadar devam edilir. Bu noktalar yardımıyla kaynaştırma yüzeyini ayrı noktalar şeklinde elde edilir ve yüzey ızgara şeklinde görüntülenir.

Şekil 6'da geliştirilen yöntem yardımıyla elde edilmiş kaynaştırılmış bazı nesnelere görülmektedir.



**Şekil 6.** Belirtilen yöntem ile elde edilmiş geçiş yüzeyi ve nesne kaynaştırma örnekleri

### 3. SONUÇ

Bu çalışmada, sinirsel -bulanık tekniğini kullanan kontrollü nesne kaynaştırma işlemi için yeni bir yöntem önerilmiştir. Yöntem kaynaşacak bölgenin bulunmasında ve kaynaştırma yüzeyinin şeklinin değişiminin sağlanmasında esneklik sağlamaktadır. Yapay sinir ağı ağırlık değişimi bulanık mantık tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ağırlık değişimi, oluşturulacak kaynaştırma yüzeyinin şeklini belirlemede ve mümkün olduğu kadar yumuşak geçişe sahip ( $C_0$  ve  $C_1$  süreklilik şartı) bir yüzey elde edilmesini sağlamaktadır.

### KAYNAKLAR

1. Ahmet Çınar, Ahmet Arslan, "Bulanık Mantık Tabanlı Yüzey Modelleme ve Üç Boyutta Nesne Birleştirme İşlemine Uygulaması", **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, Cilt 17, No:4, 23-36, 2002.
2. Bloor M. I. G., Wilson M. J., "Generating blend surfaces using partial differential equations", **Computer Aided Design**, Vol:21, No:3, 1989.
3. Choi K.B., Ju Y. S., "Constant-Radius blending in surface modelling", **Computer Aided Design**, Vol. 21, No:4, 1989.
4. Filkins P.C., Tuohy S.T., Patrikalakis M. N., "Computational methods for blending approximations", **Engineering With Computers**, 9, pp:49-62, 1993.
5. Gao Lun Shan, Kawarada Hideo, "Applications of fuzzy average to curve and surfaces fitting", **2<sup>nd</sup> Fuzzy Eng. Sym.IEEE Inter. Con. on Fuzzy systems**, Vol:2, pp:971-978, 1995.
6. Greiner Günther, "Blending techniques based on variational principles", **SPIE Curves And Surfaces In Computer Vision Graphics**, Vol:1830, 1992.
7. Hartman E. "Blending of implicit surfaces with functional splines", **Computer Aided Design**, Vol:22, No:8, 1990.
8. Hoffman Christoph, Hopcroft John, "The geometry of projective blending surfaces", **Artificial Intelligence**, 37, pp: 357-376, 1988.
9. Hwang Jeng-Neng, Tseng Yen-Hao, "Neural network representation of continuous 3-D distance transform for invariant object recognition", **2<sup>nd</sup> Fuzzy Eng. Sym.IEEE Inter. Con. on Fuzzy systems**, 1995.
10. Koparkar Pramod, "Designing parametric blends; surface model and geometric correspondence", **The Visual Computer**, 7, pp:39-58, 1991.
11. Ntoko Mesape Nzumbe., "Alternative blending functions for Bezier quintic curves", **Computer In Industry**, 9, pp: 219-222, 1987.
12. Pegna J., Wilde J. D., "Spherical and circular blending of functional surfaces", **J Offshore Mechanics and Arctic Engineering**, (OMAE), **Trans. Amer. Soc. Mechanical Engineering (ASME)**, Vol: 112, No:2, pp:134-142, 1990.
13. Rossignac J. R., Requicha A. G. "Constant radius blending in solid modeling", **Comput. Mech. Eng. July**, pp:65-73, 1984.
14. Zadeh L., "Fuzzy sets", **Inf. Control**, Vol:8, pp:338-353, 1965.