

İNSAN DUYGUSAL PATERNLERİNİN CİHAZLAR TARAFINDAN ALGILANMASI – KULLANICI TESTLERİ SONUÇLARI

Ömer Fatih SAYAN¹

Mahmut ÜN²

^{1,2}Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı
Fen Bilimleri Enstitüsü
İstanbul Üniversitesi, Avcılar, İstanbul

¹e-posta: sayan@istanbul.edu.tr

²e-posta: unmahmut@istanbul.edu.tr

Anahtar sözcükler: Duygu, davranış, multimodel, özellikler, sınıflandırma, insan-makine etkileşimi, insan hatası

ABSTRACT

Many systems are capable of evaluating speech and even gestures besides the classical tactile input paradigms so far, but recognizing and evaluating emotional patterns in human behavior is still one of the great goals in human-machine interaction. The study described in this contribution represents the first stage towards a new integral approach in which multimodal (i.e. visual and acoustical) information is used for classifying and evaluating emotional patterns in the error management of the human-machine-interaction. The first step how to effectively use these information streams for recognizing and evaluating emotional patterns is to understand, how a human being does. One aim is to collect data material of real user emotions provoked on reproducible scenarios. Subjects had to evaluate emotional patterns provided by still pictures, sound tracks and audiovisual clips. For classification, they had to use a three-dimensional scheme. Our study showed how natural emotions significantly differ from the acted ones regarding to the parameters of the voice (f0, amplitude,) and visual features (eye movement, blink frequency, gaze retention periods). As a further result we obtained that the multimodal combination of both sources showed the highest rate of emotional patterns.

1. GİRİŞ

Birçok sistem şu anda ses tanıma, hatta bazı jestlerle verilen komutları algılamaya ve hatta klasik dokunma ile yapılan girişleri algılayabilmektedir, fakat kullanıcı davranışındaki duygusal paternlerin yüksek güvenilirlikte tam otomatik olarak algılanılması ve bunun değerlendirilmesi, insan- makine

etkileşimindeki en büyük hedeflerden biri olmaya devam etmektedir.

Duygusal bilginin anlaşılması birçok alanda faydalı olabilmektedir. Örnek olarak sürücünün araba kullanırken ses ve haberleşme araçları ile etkileşimde olduğu düşünülürse, içinde bulunduğu duygusal durumun anlaşılması önemlidir. Eğer sürücünün negatif bir duygusal duruma sahip olduğu anlaşılırsa , sistemin kullanıcıya cevap verme süresi değiştirilebilir, örneğin kısaltılır. Böylece sürücünün üstünde bulunan iş yükü azaltılmış olur, ve sistemin yapısal kararlılığı artar[1]. Yüksek güvenlik gerektiren sistemlerde(örneğin: elektrik dağıtım üniteleri, nükleer tesisler ve petrol rafinelerinde), kullanıcının negatif duygusal durumu tehlikeli durumlara yol açabileceğinden, anlaşılması önemlidir. Duygular aynı zamanda sanal ticarete satış stratejileri geliştirebilmede bir temel oluşturabilirler[2]. Sağlık alanında, hastaların veya yaşlı insanların duygusal durumlarının tanınması, acı ve ağrının izlenebilmesi açısından önemlidir. Daha ileri düzeydeki uygulamalarda ise duygular kullanıcılar ile etkileşim içinde bulunan etkileşim etmen animasyonlarında kullanılabilir[3]. Örneğin, dokunma ekranı veya fare bilgisayar faresi gibi bazı dokunsal giriş cihazlarında duygusal paternler (frekans ve tuşa basma şiddeti gibi bazı özellikler)değerlendirilir[4].

2. DUYGUSAL SINIFLANDIRMA

Bizim yapmış olduğumuz bu temel çalışmada, duygusal paternlerin sınıflandırılması ve değerlendirilmesi ile ilgili şu ana kadar yapılan sayısız teori ve araştırmalardan yararlanılmıştır.

2.1 Genel Bakış ve Sınıflandırma

Duyguları tanıma ve değerlendirme yaklaşımları temelde iki şekilde sınıflandırılabilir. Bunlar uyarılmalı ve uyarılmasız teknikler olarak adlandırılabilir. Uyarılmalı araştırmalarda kullanıcıya az miktarda uyarıcı madde(Örn.: adrenalin) verilir(Schlachter ve Singer'in deneylerinde, 1962). Diğer araştırmalarda ise insan vücuduna çeşitli algılayıcı ve detektörler iliştilir, Örn. Elektrokardiyografi (kan basıncı), veya elektromiyografik değerlendirmeler (Galvanik deri tepkisi ölçümleri ile ilgili). Fakat birçok hedef uygulama alanında , bazı algılayıcıları kullanıcının vücuduna iliştmek otomobil örneğinde olduğu gibi mümkün olmayabilir. Bunun içinde bizim çalışmamız, uyarılmasız modelin kapsadığı yüzsel ifadeler, ses tonasyonu, jestler ve vücut sıcaklığı(kızılötesi algılama) gibi ölçümlerine dayanır. Bu alandaki çoğu yaklaşım bu bilgi kaynaklarından yalnızca birini kullanır ve monomodel olarak tanımlanır. Tomkins'in (1962) gözlemlerine dayanarak, Ekman ve Friesen yüzsel geri besleme teorisini geliştirdiler. Bu teori Facial Action Coding System(FACS)'yi de içerir. FACS kolay anlaşılabilir ve her yüzdeki her anatomik değişimin ölçülmesine dayanır[5]. FACS her biri görsel olarak ayırt edilebilen mimiklerden oluşan 44 ayrıklı aksiyon birimi(AUs) ve kafa ve göz hareketlerinin tanımlanmasından oluşur. Sese dayalı metotlarda ise genelde sesin karakteristik özelliği olarak temel frekans analizi yapılır[6]. Ses sinyali bir doğal duruma göre nötralize edilir. Yeni adaptif sistemlerde ise bu nötral durum, değişik bilgi kaynaklarına göre oluşturulan(Örneğin: bir diyalog sistemi geçmişine dayanan) kullanıcı modeline göre öğrenilir ve güncellenir.

2.1.1 Doğal ve taklit edilen duygular

Şu ana kadar yapılan araştırmalar genelde yapay olarak taklit edilmiş duygusal durumlar üzerine yapılmıştır. Aktörler ne kadar iyi rol yaparlarsa yapınlar ancak belirli bir yaklaşımda bulunabilirler. Bu çalışmanın bir amacı da tekrarlanabilen senaryolar oluşturarak , spontane duygusal paternlerin ortaya çıkmasını sağlamaktır. Bu çalışma kapsamında Ekman, Friesen ve Ellsworth[7] tarafından önerilen altı basit duygusal durumdan mutlu olma, kızgınlık, korkma, üzüntü, ve sürpriz incelendi. Test sonucunda elde edilen veri malzemesi ile duygusal özelliklerin efektif ve nicel bir analizi yapılabilmektedir.

2.1.2 Birincil ve İkincil duygular

Leventhal'e göre[8], duygular oluşum aşamalarına göre genel anlamda birincil ve ikincil duygulara ayrılırlar. Birincil duygular bir durum karşısında spontane olarak verilen tepkilerdir(Örneğin refleksler). Daha uzun düşünsel zaman gerektiren duygular ise ikincil duygular olarak adlandırılırlar. İnsan makine etkileşiminde genelde kullanıcılar düşünme

sürelerinde sözlü bir şey ifade etmezler. Bulunulan duruma göre ses işleme veya görüntü işleme dayalı sistemler daha etkili olmaktadır. Böylelikle görsellik, ses ve dokunsal öğelerden oluşan multimodal bir sistem konfigürasyonu sistemin duygusal sınıflandırma ile ilgili güvenilirliğinin artmasını sağlayacak ve değişik senaryolara daha esnek bir şekilde uyum sağlamasını sağlayacaktır.

2.1.3 Duygusal Paternlerin Multimodal Sınıflandırılması

İnsanlar hem görme hem de duyma duyularını aynı anda kullandıkları için , diğer bir araştırma konusu da bu iki duyunun duygusal sınıflandırmada beraberce nasıl çalıştığını incelemektir. Diğer bir amacımız da en önemli görsel ve akustik özelliklerin anlaşılması ve bunların analizinin yapılarak bunun duygusal sınıflandırmada nasıl kullanılacağına belirlenmesiydi. Geçmişte birçok sınıflandırma sistemi yaklaşımları olmuştur. R.Woodworth(1938) yılında bir boyutlu sınıflandırma[9], P. Lang'da(1995) yılında buna benzer bir denemeyi iki boyutlu bir sınıflandırma sistemi kullanarak yapmıştır[10]. Duygusal paternler kişiye ve kültürlere göre değiştiği için duygusal durumlara basmakalıp örnekler verilemez. Biz bunun için çalışmamızda yeni bir sınıflandırma yöntemi öneriyoruz. Test katılımcıları duygusal durumları üç özel boyutu kullanarak(değerlendirme, potansiyel, aktivite) sınıflandırdılar. Model devamlı bir anlamsal ölçek içermekte[11], böylece duygusal durum için uygun olan derece bir boyut boyunca sayısal bir değer seçilerek yapılır. Boyutun ölçekleri aşağıdaki gibidir: negatif- pozitif(değer), zayıf-güçlü(potansiyel), ve sakin- heyecanlı(aktivite).

2.2 Kullanıcı Testleri- Deneysel Düzenek

Bu konuda ilk aşama duygusal paternlerin etkili bir şekilde tanınması ve sınıflandırılması için çeşitli kaynaklardan gelen bilgilerin insanlar tarafından nasıl yapıldığı ile ilgili özel metot ve stratejilerin belirlenmesidir. Bu çalışmada akustik ve görsel özelliklere odaklanıldı. Kullanıcı testinin sonuçları da temel olarak alındı ve buna uygun olarak duygusal paternlerin tanınması ve sınıflandırılması ile bir model geliştirildi.

2.2.1 Deney Yeri

Kullanıcı testleri İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik- Elektronik Mühendisliği bölümü bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirildi. Kullanıcılar bir deneysel düzeneğin karşısında teste katıldılar. Önlerinde bir bilgisayar ekranı ve etkileşim için bir klavye ve farenin bulunduğu masaya oturdular. Bu cihazlar ve bir bilgisayar kullanılarak bir sonraki aşamada neler yapılacağını belirten özel bir düzenek

hazırlandı. Bu düzeneğin bağlı bulunduğu bilgisayar test yöneticisinin önünde bulunuyordu, ve test yöneticisi bilgisayara bağlı bulunan ilave monitör, fare ve klavye ile bu bilgisayarı kontrol edebilmekte idi. Kullanıcıların sesleri daha sonra değerlendirilmek üzere sürekli olarak kayıt edildi. Test operatörü ayrıca kullanıcıları test boyunca izledi. Yarı otomatik olan test düzeneğinde gerekli durumlarda kullanıcılara bazı sorular sordu ve gerekli durumlarda katılımcılara anlamadıkları konularda yardımcı oldu.

2.2.2 Kullanıcı Testleri Uygulaması

Testler toplam üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci bölümde spontane olarak duyguların uyarılmasını sağlayacak tekrar edilebilir senaryolar oluşturuldu. Sonuçların olumlu veya olumsuz yönde etkilenmemesi için katılımcılara testin amacı tam olarak açıklanmadı, yani katılımcılar teste başlarken testin duygu tanınması ve sınıflandırması ile ilgili olduğunu bilmiyorlardı. Kullanıcılara her bir senaryo için ayrı hedefler belirlenmişti ve kullanıcılar bu hedeflere ulaşmaya çalışıyorlardı. Daha önceden belirlenmiş bir akış şemasına göre , test operatörü kullanıcıların davranışlarını daha da provoke ediyordu.

Test içerisinde seçilen duyguları kapsayacak şekilde üç senaryo oluşturuldu.

Senaryo 1: Online Soru formu: Bu aşamada kullanıcının elektronik olarak bilgisayar ortamında oluşturulan bir soru formunu doldurması gerekiyordu. Kullanıcı soru formunu doldururken , operatör bu cevaplara önündeki ek klavye aracılığı ile ek karakterler yazıyor, bazı karakterleri veya bazı durumlarda da tüm satırı siliyordu.

Senaryo 2: Basit Matematiksel Test :

Bu bölümde katılımcı sözlü olarak on adet basit matematiksel ifadeyi(Tam sayıların basit toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri.). Katılımcılar soruları en kısa sürede cevaplamak zorundaydı. Senaryo sonunda katılımcılara verdikleri doğru cevap sayısı ne olursa olsun yalnızca üç soruyu doğru olarak cevapladıkları söyleniyordu. Bunun yanısıra test operatörü bazı konuşmaları ile de katılımcıları provoke ediyordu.

Senaryo 3: Bilgisayar oyunu

Son olarak katılımcılar bir bilgisayar oyunu oynadılar(Tetris benzeri bir oyun oynandı). Kullanıcıları motive edebilmek için bu oyunda en iyi puanı alan katılımcının testi en başarılı şekilde tamamlayacağı bildirildi. Kullanıcılar bu oyunu oynarken test operatörü bir kez daha onların girişlerini manipule etmekteydi. Daha doğrusu test operatörü ilk başta bazı hareketlerle oyun düzenini bozuyor ancak en sonunda her katılımcının en iyi puanı sağlıyordu.

Bu bölümün sonunda katılımcılara testin asıl amacı anlatılıyor, ve ilk bölüm boyunca hareketlerinin sabote edildiği kendilerine anlatılıyordu. Bölüm sonunda katılımcılar ilk bölümdeki çeşitli senaryolar sonundaki duygusal durumlarının sorulduğu birer soru formu doldurdular.

Testin ikinci kısmında görsel ve akustik özelliklerin duygusal sınıflandırmaya katkısı araştırıldı. Öncelikle on adet resim rastgele bir şekilde beşer saniye süre ile kullanıcıya gösterildi. Her resim belirli bir duygusal ifadeyi içeren yüz şekillerinden oluşmaktaydı. Buna ek olarak akustik özelliklerin katkısı da incelendi. Kullanıcılar çeşitli duygusal durumları temsil eden beş adet video senaryosunun sesini dinlediler. Bu kliplerin kullanıldığı dil Almanca idi. Daha sonra aynı klipler rastgele olarak sesi kesilmiş bir biçimde sadece video görüntüsü olarak izletildi. En son olarak da tüm video klip hem ses hem de görüntüsü açık olacak biçimde çapraz değerlendirme yapmak için tekrar izletildi. Katılımcı resimlerdeki, seslerdeki, ve video kliplerindeki duygusal durumları üç boyutlu modelleme kullanarak tanımladı ve sınıflandırdı.

Üçüncü bölümde kullanıcıların doğal ve rol yaparak uyguladıkları durumların anlaşılmasına yönelik çapraz test geliştirildi. Bu bölümde test operatörü katılımcının ilk bölümde kullandığı bazı duygusal ifadeleri seçiyor, ve bu duygusal ifadeleri kendilerine dinleterek kendilerine o anda hangi duygusal durumda oldukları soruluyor. Katılımcılardan bu duygusal durumları öncelikle tanımlamaları, daha sonra da üç boyutlu modeli kullanarak sınıflandırmaları istendi.

Bu bölümde basit bir karşılaştırma yapabilmek amacı ile, kullanıcıdan kendisine gösterilen duygusal durumları tekrarlaması istendi. Öncelikle doğal durum için gösterilen ifade sadece normal şekilde okutuldu. Sonrasında ise katılımcı bütün bu ifadeleri çeşitli duygusal durumlarda tekrarladı.

2.2.3 Test Sonuçları

Toplam 10 kişi kullanıcı testlerine katıldı. İlk bölümde yukarıda anlatılan senaryolar sonucunda kullanıcılar birçok duygusal durumda uyarıldılar ve doğal tepkileri ortaya çıkarıldı.

Online soru formu doldurulurken (senaryo 1), katılımcıların %70'ini formu doldururken bir yanlışlık yaptıklarını düşündüler. Kullanıcıların %50'si ise soru formunu doldururken kendilerinin doğal duygusal durumda olduklarını belirttiler. Kullanıcıların 5'i formu doldururken hataların artması üzerine duygusal durumlarının hızlıca değiştiğini, duygusal durumlarının önce sürpriz daha sonra da kızgın olduğunu belirttiler.

Katılımcılar matematiksel teste(senaryo 2) düşük bir performans sergiledikleri konusunda bilgilendirildiklerinde, 6 katılımcı bu durumu kabul etmediler ve test operatörü ile tartışmaya başladılar. 4 katılımcı ise durumu kabullendiler, ve herhangi bir tartışma yapmadılar, ancak her biri sürpriz ve sinir belirten yüzsel ifadeler sergilediler. FACS' ye göre bu senaryo sonucunda, 4, 5 ve 9 numaralı aksiyon birimleri ile 25 ve 27 numaralı aksiyon birimlerinin çeşitli kombinasyonları ortaya çıktı. Bununla beraber katılımcılar yüzsel ifadeleri ve sözlü olarak tepki gösterdiler 5 adet katılımcı ancak 7 saniyeyi bulan zihinsel düşünme sürecinden sonra sözlü olarak tepki gösterdiler. Bu da göstermektedir ki, duyguların yüzsel ifadelerden algılanabilmesi sestem olan algılamaya göre daha önce başlamalıdır.

Bilgisayar oyununda(senaryo 3), kullanıcılar sözlü olarak ("Aa", "Allah Allah", "Haydaa") şeklinde sözlü ifadeler ve bunlara uygun yüzsel ifadeler kullandılar. Bu bölümde yüzsel ifadeler ve sözlü olarak ifade edilen tepki verme süresi neredeyse eşzamanlıydı, ve zihinsel düşünme süresi 1 saniyeden daha kısaydı.

Resimlerin duygusal sınıflandırılmasını içeren ikinci bölümde, katılımcılar resimlerde belirtilen duygusal durumu kesin olarak tanımlamakta zorluk çektiler. Katılımcılara gösterilen on adet resimden 4 tanesi aşağıda gösterilmektedir.



Resim 1a: Resim 1

Resim 1b: Resim 2



Resim 1a: Resim 3

Resim 1b: Resim 4

Sınıflandırma sonuçlarına göre Resim 3 ve Resim 4'ün tanınma oranlarında büyük oranda değişim gözlemlendi (Tablo 1'e bakınız, * seçilen duygusal durumdur).

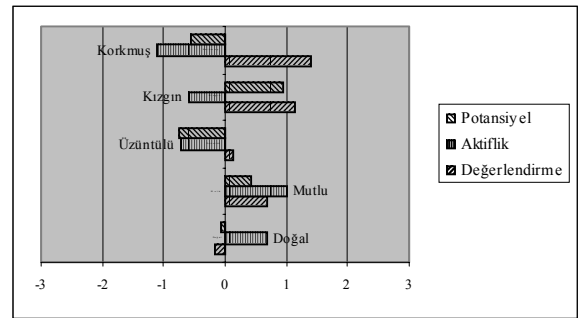
	Resim1	Resim2	Resim3	Resim4
Doğal	9*		1	
Mutlu				5*
Üzüntülü	1	6*		1
Kızgın		1	5	
Korkmuş		2		1
Sürpriz		1	4*	2

Tablo 1: 1-4 Resimlerin Kullanıcılara göre değerlendirilmesi.

Testin bu kısmında görsel ve akustik bilginin duygusal sınıflandırmada nasıl kullanıldığını araştırdık. Genel bir sonuç olarak akustik bilginin daha çok(%80) kızgın olma durumu gibi dışa dönük olan birincil duygularda kullanıldığını, diğer taraftan da görsel bilginin daha çok zihinsel bir süreç gerektiren durumlarda kullanıldığını belirledik. Bununla beraber katılımcıların %70'i yüzsel ifadeyi bir ön sınıflandırıcı olarak kullandıklarını, son kararın ise ses özelliklerine de bakarak verdiklerini ifade ettiler. Ses ve görüntünün beraber olarak gösterildiği tüm durumlarda, duygusal tanınma oranı en fazla oldu.

Sonuçlar insanların duygusal sınıflandırma yaparken hem görsel hem de ses bilgisini kullandıklarını açık olarak göstermektedir. Buna bağlı olarak multimodel bilgi kaynağı kullanarak güvenilirliği ve yapısal kararlılığı yüksek duygusal sınıflandırma yapmak mümkün olacaktır.

Yapılan tüm değerlendirmelere ve tüm kullanıcılara göre duygusal paternlere göre elde edilen 3 boyutlu modellemeye göre yapılan duyguların sınıflandırılması şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2: Üç boyutlu modellemeye göre duyguların sınıflandırılması

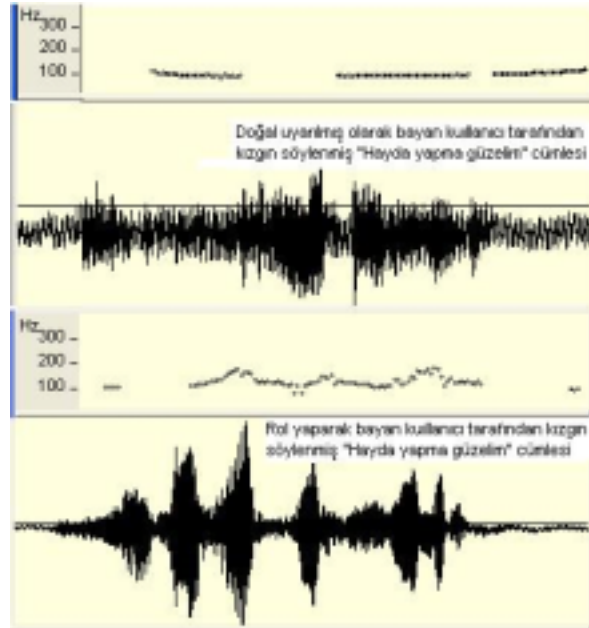
Doğal durumun orijin noktasından sapmasının nedeni birçok katılımcının bu duygusal durumu güçlü bir dinlenme süreci olarak görmelerindedir. Diğer durumlar doğal duruma göre normalize edildikleri takdirde, bu üç boyutlu model çeşitli duygusal durumlar arasında yararlı bir ayrım yapabilmeye yarar.

Katılımcıların doldurdukları soru formlarına göre en önemli görsel ve akustik özellikler tablo 2'de sunulmaktadır.

	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler
Değerlendirme	F ₀ değişimi	Gözün hareketleri Ağız ve kaşlar
Potansiyel	Ses perdesi değişimi	Yüzsüz ifadenin süresi
Aktivite	Sözün değeri	Göz tansiyonu periyodu

Tablo 2: Çeşitli değerlendirme boyutlarında duygusal sınıflandırma için önemli özellikler

Testin üçüncü bölümünde doğal olarak yapılan duygusal tepki ve rol yapılmış duygusal tepki arasında karşılaştırma yapıldı. Bütün katılımcılar göz önüne alındığında ve referans değer olarak doğal durum alınarak normalizasyon yapıldığında, sesin fiziksel özelliklerinden temel frekans değeri %32, ses şiddeti %52, konuşma oranı %42 oranlarında maksimum değişim gösterdi. Şekil 3'de temel frekans, ses şiddeti değişimleri örnek olarak bir katılımcı için sunulmaktadır. Kullanıcılar duygusal durumları rol yaparak canlandırmaya çalıştıkları bu bölümde, %70'inde benzer aksiyon birimlerinin doğal duruma göre daha az belirgin olduğu gözlemlendi.



Şekil 3: Doğal ve rol yapılmış durumlara ait temel frekans ve ses eğrileri (bayan katılımcı).

3. SONUÇ

Bu çalışma duygusal paternlerin tanınması ve sınıflandırılmasında multimodel bir sistem kullanmanın umut verdiğini göstermiştir. Katılımcılar görsel ve ses kaynaklarından aldıkları bilgiyi birbirini tamamlayıcı veya gereksiz olacak şekilde kullanmış, bu da tek modellenmiş bir sınıflandırmaya göre daha iyi bir sonuç vermiştir. Duygusal durumları değerlendirme stratejileri doğal durum baz alınarak yapılacaktır. Önerilen üç boyutlu modelleme de deterministik olmayan yararlı bir model olarak görülmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, şu anda varolan bir

sistem mimarisine de uyum sağlayacak bir otomatik multimodel duygusal tanıma sistemi geliştirilmektedir. Bu çalışmada monomodel duygu tanıma modüllerinin sonuçları birleştirilecek ve çeşitli durumlar için belirli katsayılar ile çarpılacaktır. Sınıflandırma süreci ayrıca içerik parametreleri, diyalog hafızası ve çeşitli statü değişkenlerini de içeren bir kullanıcı modelini içermektedir. Kullanıcı duygularının tanıma yüzdesini arttırabilmek için gereksiz ve tamamlayıcı kombinasyonlar etkili bir şekilde değerlendirilir. Bu sistem tıp teknolojisi uygulamalarında, görsel gerçeklik uygulamalarında ve otomobil uygulamalarında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Sayan, Ö. Fatih, "İnsan Duygularının Ses İşleme ve Hata Yönetiminde Kullanılması, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, Ağustos, 2002
- [2] F.N. Egger: "Affective Design of E-Commerce User Interfaces: How to maximize Perceived Trustworthiness", Proceedings of the International Conference on Affective Human Factors Design, Asian Academic Press, Londra, 2001
- [3] E. Andre et al.: "Exploiting Models of Personality and Emotions to Control the Behavior of Animated Interactive Agents", Proceedings of the Workshop on "Achieving Human-Like Behavior in Interactive Animated Agents" in conjunction with the Fourth International Conference on Autonomous Agents, Barcelona, 2000
- [4] Project Blue Eyes: "The Emotion Mouse," IBM Almaden Computer Science Research, Website: www.almaden.ibm.com/cs/blueeyes
- [5] P. Ekman et al.: Final Report to NSF of the Planning Workshop on Facial Expression Understanding, National Science Foundation, Human Interaction Lab, UCSF, CA 94143, 1993
- [6] B. Schuller et al: "Automatic Emotion Recognition by the Speech Signal," Proceedings of the SCI 2002, 6th world Multi-conference on Systemics, Cybernetics, and Informatics, Orlando 2002
- [7] P. Ekman et al. "Emotions in the Human Face," Cambridge University Press, Londra, 1982
- [8] H. Leventhal: "Perceptual-motor procession model of emotion", in "Perception of Emotion in self and others," Plenum Press, New York, 1979
- [9] R. Woodworth: "Experimental Psychology," Henry Holt, New York, 1938
- [10] P. Lang: "The Emotion Probe: Studies of Motivation and Attention," American Psychologist, 1995 pp.372-385
- [11] Jakob Nielsen, Usability Engineering, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Fransisko, Kaliforniya, 1999, pp. 93-11

