

Matris Temas Sensör Dizinleri Kullanarak Ayak-Basınç Profilinin Çıkartılması

Construction of Foot-Pressure Profile Based on Matrix Tactile Sensor Arrays

Osman Çelen¹, Mahmut Özer²

¹Endüstriyel Otomasyon Programı, Alaplı Meslek Yüksek Okulu, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
osman_celen@hotmail.com

²Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
mahmutozer2002@yahoo.com

Özet

Temas sensörleri son yıllarda önemli oranda ilgi çekmiş olup robotik uygulamalardan medikal teşhis uygulamalarına kadar uzanan farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu bağlamda, temas sensörleri kullanılarak ayak-basınç profilinin çıkartılması, özellikle nöropatinin ve diyabetik ayak ülserindeki yüksek ayak basıncının belirlenmesinde klinik uygulamaların konusu olmuştur. Ayak-basınç profilinin elde edilmesi, sporcuların ayak performanslarını iyileştirmek üzere spor alanlarında da potansiyel uygulamalara sahip olmaktadır. Bu çalışmada, matris temas sensör dizinleri kullanılarak ayak-basınç profilinin çıkartılmasına yönelik gerçekleştirilen bir sistem tanıtılmaktadır. Bu sistemin mekanizmaları ve uygulanması tanıtılmakta, ve sınırlamaları potansiyel iyileştirmeleri ile birlikte tartışılmaktadır.

Abstract

Tactile sensors have received considerable attention in recent years and have been used in different fields ranging from robotic applications to medical diagnostic applications. In this context, construction of foot-pressure profile with tactile sensors has been subject of clinical uses especially to determine neuropathy and high foot pressure in diabetic foot ulceration. It also possesses potential applications in sport activities to improve the foot performance of sportsmen. In this study, we introduce a system implemented to construct foot-pressure profile based on matrix tactile sensor arrays. We present its mechanisms and application, and discuss its limitations along with the potential improvements.

1. Giriş

Canlıların veya robot organlarının dış nesnelere yaptıkları basınçların veya temas etkileri alana yaptıkları etki ve izin ölçülmesi çok sayıda teknolojik ve tıbbi uygulama alanına sahiptir. Bu bağlamda temas sensörleri (tactile sensors), özellikle robotik uygulamalarda kullanılmak üzere yoğun araştırmaların yapıldığı bir alanı oluşturmaktadır olup robot el becerilerini iyileştirilmesine yönelik olarak temas etkileri

nesne geometrisinin belirlenmesinde, nesnelere yakalamaları için gerekli kuvvetlerin belirlenmesinde ve kaymayı önlemede yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2]. Temas sensörleri robotik uygulamaların ötesinde araç lastiklerinin basınç profillerinin çıkartılması gibi çok değişik endüstriyel ve dış hekimliğinde dişlerin temas basınç profillerinin çıkartılması gibi farklı tıbbi uygulama alanlarına sahip olup bu alanlar teknolojiye gerçekleşen gelişmelere paralel olarak her geçen gün genişlemektedir. Bu yeni uygulama alanlarından birisi de teşhis ve tedavi amaçlı olarak ayak-basınç haritasının çıkartılmasıdır.

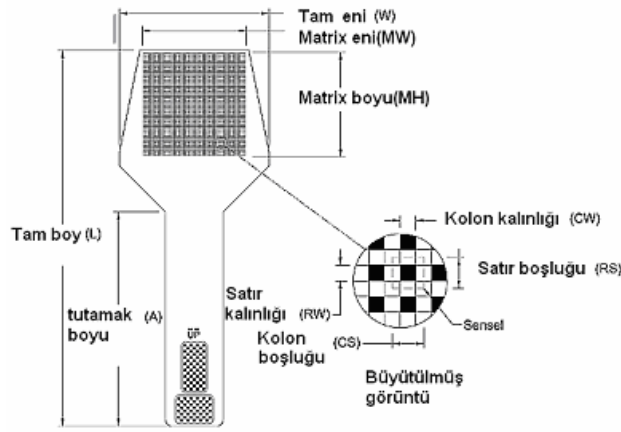
Ayak tabanı basınç ölçümleri 1980'li yıllardan itibaren yoğunlaşmış olup klinik kullanımı ve avantajları çok sayıda çalışmaya konu olmuştur [3,4]. Dinamik ayak tabanı basınç ölçümleri nöropatik ve diyabetik ayak problemlerinin kendilerine özgü basınç dağılım profiline sahip olduğunu göstermektedir [5]. Bu nedenle gelişmiş ayak tabanı basınç dağılım ölçüm cihazlarının üretilmesi nöropatik yada diyabetik ayak basınç dağılımlarının hem daha hassas teşhisine hem de standart tedavilere ek olarak ayakta oluşan yüksek basınç alanlarının tespit edilip uygun ayakkabı yada tabanlı seçimi ile ayağa binen bu yükün dengelenmesinde önemli bir gereklilik arz etmektedir. Ayrıca söz konusu ölçümler sporcuların performanslarını artırmaya yönelik olarak farklı spor alanlarında da yaygın uygulama alanlarına sahiptir.

Bu çalışmada ayak tabanı basınç haritasının çıkartılmasına yönelik olarak gerçekleştirilen bir sistem tanıtılmaktadır. Gerçeklenen sistem Matris Temas Sensör Dizinlerinden (Matrix Tactile Sensor Arrays, MTSA), PIC18F4550 entegresi ile oluşturulan arayüz ve Delphi yazılımı ile oluşturulan kullanıcı panelinden oluşmaktadır. Ayrıca oluşturulan sistemin sınırlamaları ele alınacak ve iyileştirilmesine yönelik öneriler tartışılacaktır.

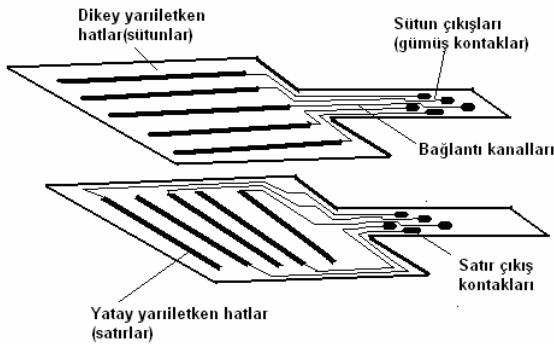
2. Matris Temas Sensör Dizinleri (MTSA)

Sensör teknolojisindeki gelişmeler sensör yapılarını küçültmüş, böylece çözünürlüğü artırmaya yönelik olarak birim alanda çok miktarda sensör kullanabilmeyi olanaklı hale

getirmiştir. Bu bağlamda MTSA genellikle robotik uygulamalarda, robot el becerilerini geliştirmeye yönelik olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Tekscan firmasına ait MTSA kullanılmıştır. Şekil 1’de Tekscan firmasına ait MTSA görülmekte olup sensörün matris yapısı 44x44 tür ve boyutu maksimum 55,9mm x 55,9mm ölçülerindedir. Bu da bir ayak alanının yaklaşık 100mm x 300 mm boyutlarında olduğu göz önüne alındığında ölçümde kullanılacak taban pedinin boyutlarının bir ayak için 450mm x 450mm karesel boyutlarda olmasını gerektirmektedir. Şekil 1’deki sensörlerden 5051 model sensör için bir santimetre kare alanda 62 sensör ifade edildiğine göre ayak pedi için 125550 sensör kullanımını olanaklı kılmaktadır. Bu da yaklaşık her satırda ve sütunda 354 çıkışın olmasına neden olmaktadır.



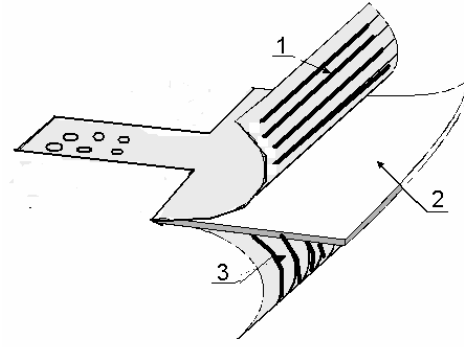
(a)



(b)

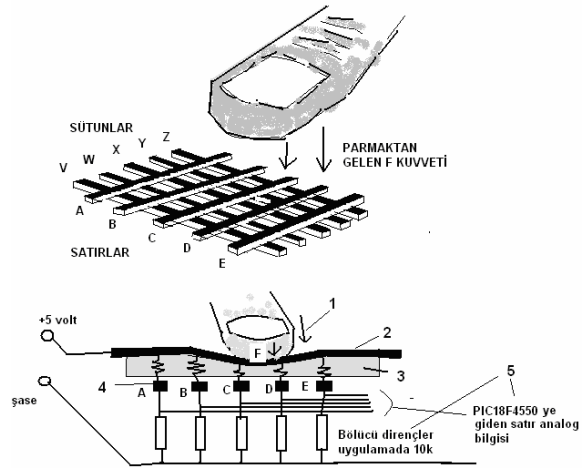
Şekil 1: Tekscan firmasına ait I-SCAN tipi sensör pedi: (a) Sensör pedinin parçaları, (b) Sensör pedinin yapısı

MTSA mekanik kısmı, satır ve sütunlar, ve satır ve sütunların kesiştiği noktadaki algılama elemanlarından oluşmaktadır. Satır ve sütunlar, birbirlerine dik bakır iletken çizgileri ifade etmekte olup aralarında piezorezistive tabaka kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: Elektrodlar arası piezorezistif tabaka ile oluşturulmuş MTSA yapısı (1. Yatay yapılandırılmış üst elektrot tabakası, 2. Piezorezistif malzeme tabakası, 3. Dikey yapılandırılmış alt elektrot tabakası)

Söz konusu yapıda elektrodlar, piezorezistif tabakanın her iki tarafına yerleştirilmektedir. Örnek olarak 20 satır ve 20 sütundan oluşan bir MTSA’da satır ve sütunlar 400 noktada kesişmekte, bu kesişim noktalarında algılama hücreleri oluşmakta, ve böylece 400 noktadan ölçüm yapılabilmektedir. Şekil 2’de gösterilen alt ve üst elektrot tabakaları arasındaki basınca bağlı olarak piezorezistif tabakalı hücrenin direnci değişmektedir. Böylece algılama hücreleri, bu direnç değişimine bağlı olarak bir gerilim bölücü gibi çalışmaktadır (Şekil 3).

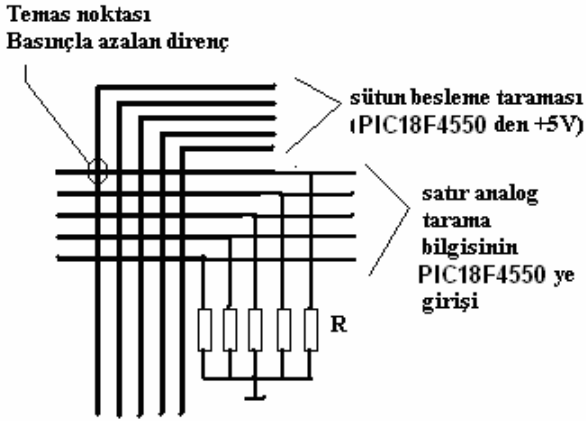


Şekil 3: MTSA’da basınç ölçümünün elektriksel eşdeğer yapısı (1. Uygulanan kuvvet, 2. Üst elektrot tabakası, 3. Piezorezistif tabaka, 4. Alt elektrot tabakası, 5. Ölçme aygıtları)

3. Örnek Bir Uygulama

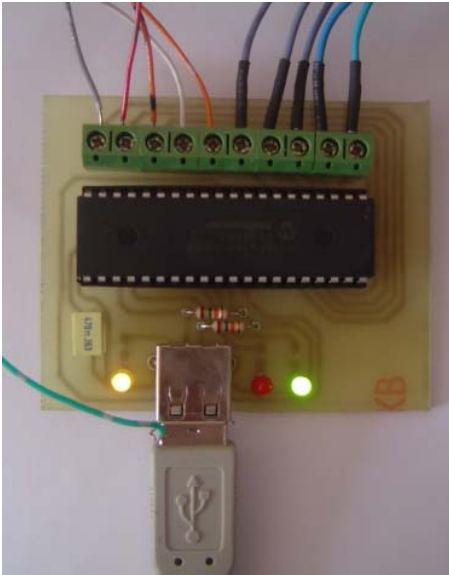
Bu çalışmada ayak-basınç profilini çıkartmaya yönelik olarak gerçekleştirilen basit bir uygulama tanıtılmaktadır. Bu amaçla Tekscan firmasından elde edilen 40x40 MTSA pedi kullanılmıştır. Uygulamanın basitliği için bu sensör dizininin 5x5 matris dizini uygulamaya katılmıştır. MTSA elektronik kısmı, giriş olarak matris sütunlarını ve çıkış olarak matris satırlarını göz önüne almaktadır. Sütunlardaki elektrotlara sıra ile gerilim uygulanmakta ve yatay tarama yapılarak

satırlardaki her bir kesişim noktasından okuma yapılarak elde edilen datalar PIC18F4550'ye aktarılmaktadır (Şekil 4).



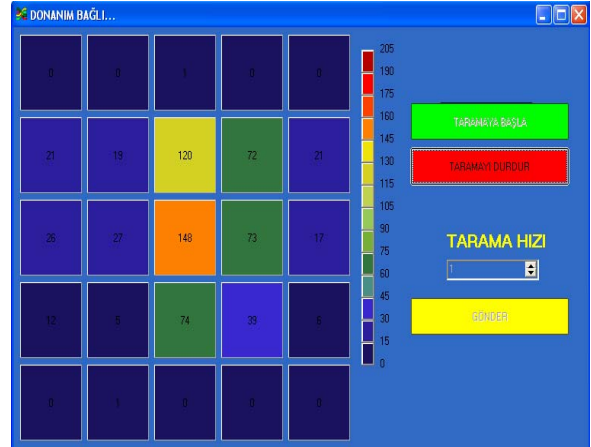
Şekil 4: MTSA'da data okuma yapısı

PIC18F4550 programlanabilir denetleyicide yüklenmiş olan yazılım kullanılarak taramalar sonucu elde edilen datalar değerlendirilmekte ve USB portu kanalıyla bilgisayara aktarılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: Gerçeklenen sistemde kullanılan PIC18F4550 programlanabilir denetleyicisi ve USB portu

USB portundan alınan datalar Şekil 6'da gösterilen, Delphi yazılımı kullanılarak oluşturulmuş 5x5 matris 25 hücreli bir panelle görsel olarak izlenebilmektedir. Bu panel kullanılarak basınç profili çıkartılması için tarama başlatılabilmekte, tarama durdurulabilmekte ve tarama hızı ayarlanabilmektedir. Ayrıca tarama donanımının bilgisayara bağlı olup olmadığı da kontrol edilebilmektedir. Panelde bulunan 25 hücre içinde ölçülen basınç değerleri izlenebilmekte, hem de ölçülen basınç değerlerinin basınç aralıkları renk barı ile panelde takip edilebilmektedir.



Şekil 6: Delphi yazılımı ile oluşturulan kullanıcı paneli

4. Sonuçlar

Bu çalışmada ayak-basınç profilini çıkartmaya yönelik gerçekleştirilen bir sistem tanıtılmıştır. Gerçeklenen sistem basit uygulamalarda kullanılabilir. Sistemin sensör pedi matris dizininin tamamını kullanması için çalışmalar devam etmektedir. Ayak-basınç profilinin çıkartılmasında hem statik hem de dinamik ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümlerde arka ayak, orta ayak, ön ayağın iç-orta-yan tarafı ve parmaklar olmak üzere altı farklı bölgeden maksimum basınç ölçümleri ve ayak tabanı temas alanı kayıt edilmektedir [4]. Sistemin söz konusu ölçümleri yapmasına yönelik çalışmalar laboratuvarımızda devam etmektedir.

Teşekkür

40x40 MTSA pedini temin eden Tekscan firması Medikal Satış ve Pazarlama yetkilisi Sayın Patrick CROWE'ye, ayak tabanı basınç haritası uygulamalarına Osman Çelen'in katılımını sağlayan Sayın Feride TEMEROĞLU'na, Sayın Doç.Dr. Muharrem İNAN'a, yazılım ve donanım çalışmalarına yaptığı katkıdan dolayı Sayın Kamil AYKIN'a teşekkür ederiz.,

5. Kaynaklar

- [1] Dario, P. and de Rossi, D., "Tactile sensors and the gripping challenge", *IEEE Spectrum*, 46-52, 1985.
- [2] Papakostas, T.V., Lima, J. and Lowe, M., "A large area force sensor for skin applications", *IEEE Sensors Conference*, 2002, 1620-1624.
- [3] Orlin, M.N. and McPoil, T.G. "Plantar pressure measurement", *Phys. Ther.*, 80, 399-409, 2000.
- [4] Tuna, H. "Ayak hastalıklarında pedobarografik değerlendirme", *Türk Fiz. Tıp Rehab. Derg.*, 51, B51-B54, 2005.
- [5] Frykberg, R.G., Lavery, L.A., Pham, H., Harvey, C., Harkless, L. and Veves, A., "Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration", *Diab. Care.*, 2, 1714-1719, 1998.
- [6] <http://www.tekscan.com/industrial/catalog/5051-5076-5101.html>
- [7] Tima, J., "Tactile sensor array signal and data processing", *Workshop Metrological Aspects of the Quality Assurance*, 2001, 137-145.