Akıllı Telefonlar ile Kullanıcıların Yaşam Tarzı Parametrelerinin Tespiti

Özet: Günümüzün akıllı telefonları içlerine gömülü sensörler sayesinde kullanıcıların günlük yaşamları hakkında birçok bilgiye erişebilmektedirler. Akıllı telefonların hızlı bir şekilde hayatımıza girmesinin en önemli sebeplerinden biri programlanabilir olmaları, mobil uygulama pazarı sayesinde milyonlarca kişiye ulaşabilmeleri ve kullanıcılara sağlık, oyun, sosyal medya, ulaşım vb. alanlarda birçok farklı uygulama sunmaları yer almaktadır. Akıllı telefonların yaygınlaşması, onları gerçek anlamda üstümüzde taşıdığımız giyilebilir bir bilgisayar ve bu sayede temel veri toplama kaynağı haline getirmiştir. Makalemizde, kişilerin akıllı telefonlarından toplanan sensör ve cihaz verileri analiz edilerek kullanıcıların kişisel sağlıklarına ilişkin en temel yaşam tarzı parametrelerinin nasıl tespit edileceği anlatılmıştır. Fiziksel hareketsizlik, düzensiz uyku, az miktarda yapılan sosyal iletişim, stres gibi sağlığı olumsuz yönde etkileyen yaşam tarzı parametrelerinin akıllı telefonlar aracılığı ile nasıl ölçüleceği hakkında bilgi verilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Akıllı Telefonlar, Kullanıcı Davranış Analizi, Sensör Verileri

Assessing Lifestyle Parameters Using Smartphones

Abstract: *Today's smartphones are rapidly becoming the central computer in people's lives. Importantly, since modern mobile phones are embedded with a rich set of sensors, they have the potential to sense many lifestyle and environmental parameters such as physical activity, frequent visited places, time spent in favorite locations, social interaction, or sleep patterns. The pervasiveness of mobile phones has made them a primary source for data collection while providing them to act as truly ubiquitous wearable computer. In this work, we will give the reader a brief overview of the relevant methods that are used to extract the health-related lifestyle parameters of the user.*

Keywords: *Smartphone, User Behavior Modeling, Lifestyle Parameters*

1. Giriş

Yaşam tarzımızın, günlük karar ve kişisel alışkanlıklarımızın sağlığımız üzerinde büyük bir etkisi olduğu bilinmektedir. Örneğin düzensiz uyku, yoğun iş stresi, az miktarda yapılan fiziksel aktivite başta aşırı kilo olmak üzere birçok hastalığı da tetiklemektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2012 yılı verileri 15 ve yukarı yaştaki nüfusun %17,2'sinin obez ve %34,8'inin fazla kilolu olduğunu göstermektedir [1]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre aşırı kilo ve obezite, ölüme sebep olan riskler arasında beşinci sırada yer almaktadır [2]. Aşırı kilo ve obezite kroner kalp hastalığı, yüksek tansiyon, diyabet ve depresyon gibi rahatsızlıkları da beraberinde getirmektedir. Aşırı kilo ve obezitenin başlıca nedenleri beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzı, hareketsizlik, stres ve düzensiz uyku olarak sıralanabilir. Günümüzde artan iş yükü, çoğu mesleğin hareketsiz yapılıyor olması, artan kentleşme, çevre ve ulaşım şekilleri gibi faktörler fiziksel aktivitede düşüşe, stresin artmasına, uyku düzenimizin bozulmasına kısaca sürülen yaşam tarzlarının sağlıksız olmasına ve dolayısıyla da birçok hastalığa neden olmaktadır. Bilinmesi gereken en önemli nokta, bu hastalıkların önüne geçilebilir olmasıdır. Yapılması gerekenlerin en başında kişilerin sağlıksız yaşam tarzları hakkında bilinçlendirilmesi ve yaşam tarzlarının sağlıklı yönde değiştirmelerinin sağlanması yer almaktadır.

Makalemiz, akıllı telefonlar ile kişinin sağlığına ilişkin en önemli yaşam tarzı parametrelerinin nasıl tespit ve takip edileceğini gösterecektir. Günümüzde akıllı telefonlar hızla kişilerin günlük yaşamlarında merkezi bir yere sahip olmaya başlamışlardır. Google'ın yaptığı bir araştırmaya göre kullanıcıların yüzde 80'i akıllı telefonları olmadan evlerinden ayrılmamaktadır [3]. Türkiye'deki verilere bakıldığında 2012 yılında yüzde 15 olan akıllı telefon kullanıcı oranının, 2013 yılında yüzde 32'ye ulaşmış olduğunu ve akıllı telefon sahiplerinin yüzde 61'inin telefonlarını hayatlarındaki en önemli teknoloji unsuru olarak benimsediklerini görmekteyiz [4]. Flurry'nin yaptığı araştırmaya göre Türkiye'deki Android ve iOS işletim sistemine sahip akıllı telefonların aktivasyonu, Ocak 2012 ile Ocak 2013 arasında yüzde 247 büyüme göstermiştir [5]. Bu veriler Türkiye'nin akıllı telefonlar konusunda en hızlı büyüyen ülkeler arasında yer aldığını göstermektedir.

Akıllı telefonların bu kadar hızlı bir şekilde hayatımıza girmesinin en önemli sebepleri, içlerine gömülü GPS, mikrofon, ivmeölçer, jiroskop, kamera gibi gelişmiş sensörler sayesinde günlük hayatımızı kolaylaştıracak farklı bağlamlar hakkında birçok veriye erişimlerinin olması, açık kaynak kodlu yazılım geliştirme araçları sunmaları ve programlanabilir olmaları şeklinde sıralanabilir. Akıllı telefonların günlük hayatımızda yaygınlaşması, onları gerçek anlamda üstümüzde taşıdığımız giyilebilir bir bilgisayar ve bu sayede temel veri toplama kaynağı haline getirmiştir.

Akıllı telefonlar üzerinde yapılan mevcut çalışmalar başta fiziksel aktivite [6-10] olmak üzere çoğunlukla tek bir boyuta yoğunlaşmış olup kişilerin yaşam biçimlerine ait diğer parametreleri aynı anda ölçmemektedirler. Fiziksel aktiviteyi algılayıp kişilere geribildirim veren ve bu sayede kişilerin daha sağlıklı bir yaşam sürmelerini teşvik eden bir çalışma UbiFit uygulamasıdır [11]. Bu yaklaşımı benimseyen birçok uygulama günümüzde mobil uygulama pazarında büyük başarıya ulaşmıştır. Bunların başında Fitbit [12] ve Runtastic [13] yer almaktadır.

Çalışmamızdaki yöntemlerin bir kısmı Lane ve arkadaşlarının çalışmasını temel almakta olup [14], makalemizin amacı, okuyucuya akıllı telefonlar içindeki sensör ve cihaz verilerini kullanarak kişilerin sağlıklarına ilişkin birden fazla yaşam tarzı parametrelerinin nasıl tespit edilebileceğini göstermektir.

2. Mobil Algılama

Şekil 1'de standart bir Apple iPhone içinde yer alan sensörler gösterilmiştir. Telefondaki sensörler; jiroskop, dijital pusula, ivmeölçer, yakınlık sensörü, ortam ışığı sensörü, sıcaklık

sensörü, mikrofon, GPS, WiFi ve Bluetooth olarak sıralanabilir. Bu sensörlerin çoğu günümüzde kullanıcı telefon etkileşimini kolaylaştırmak amaçlı olsa da (örneğin telefonu döndürdüğümüzde resimlerin de otomatik olarak yön değiştirmesi gibi), akıllı telefonlar bu zengin sensör seti sayesinde günümüzde kullanıcıları ve etrafları hakkında mümkün olduğu kadar çok veriyi toplama imkânı sunmaktadırlar. İvmeölçer verileri analiz edilerek telefonu üzerlerinde taşıyan kullanıcıların yaptıkları fiziksel hareketler kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Örneğin, koşu yapmak, yürüyüş yapmak, ayakta durmak veya oturmak gibi aktiviteler ivmeölçer verilerinin analizi sayesinde mümkündür. Kamera ve mikrofon verileri analiz edilerek kişilerin bulundukları restoran, cafe vb. ortamlar hakkında çıkarımda bulunulabilmektedir. Benzer şekilde GPS ve Wifi verileri analiz edilerek kişilerin gün içinde en çok nerelerde vakit geçirdikleri, kısaca mobilite kalıpları çıkarılabilmektedir. Gün geçtikçe gelişen akıllı telefon ve sensör teknolojileri başta sağlık, ulaşım, sosyal medya olmak üzere farklı sektörlerde birçok mobil uygulamanın ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Çalışmamızda kişinin sağlığına ilişkin temel yaşam tarzı parametrelerini belirlemek için akıllı telefonlardan aşağıdaki veriler toplanacaktır:

- İvmeölçer verileri
- GPS verileri
- Kısa mesaj geçmişi
- Arama geçmişi
- Bluetooth taramaları
- Cihaz etkileşimi
- Cihazın pil durumu
- Duygu durum anketi

Sensör ve cihaz verilerinin toplanmasında, Android işletim sistemi için MIT tarafından geliştirilmiş açık kaynak kodlu uygulama çerçevesi olan Funf [14] başlangıç noktası olacaktır.



Şekil 1: Standart bir iPhone ve içine gömülü sensörler: jiroskop, dijital pusula, ivmeölçer, yakınlık sensörü, ortam ışığı sensörü, sıcaklık sensörü, mikrofon, GPS, WiFi ve Bluetooth sensörü.

Funf çerçevesi mobil cihazların içinde gömülü olan sensörlere erişip istenilen sensör verilerinin toplanmasını, aynı zamanda telefon aramaları, kurulu uygulamalar, telefonun pil durumu ve ekran iletişimi gibi birçok bilgiyi de sorgulama olanağı sağlayan program kütüphanesi ve kaynak kodlar sunmaktadır. Çerçeve, uygulama geliştiricilere ve araştırmacılara, telefonun içinde yer alan tüm sensör verileri ve ham sensör verilerinin daha üst dizey çıkarımları da dahil olmak üzere 30'un üzerinde farklı veri türlerini değişik konfigürasyonlarda (örneğin istedikleri örnekleme sıklıklarında) toplamasına olanak sağlar. Ayrıca uygulama geliştiriciler, yeni veri türlerini sisteme ekleyebilirler. Şekil 2'de görüldüğü gibi akıllı telefondan toplanan veriler öncelikle şifrelenmiş bir biçimde yerel olarak saklanır ve belirli aralıklarla güvenli bir sunucuya aktarılır. Şifrelenmiş veriler sunucuya aktarıldıktan sonra şifreleri çözülen veriler, SQLLite formatında bir veri tabanında saklanır. Böylece toplanan veriler detaylı bir şekilde analiz edilebilir ve diğer uygulama veya servislere aktarılabilir hale getirilir.



Şekil 2: Funf uygulama çerçevesi çalışma prensibi: Akıllı telefonlardan toplanan tüm veriler öncelikle şifrelenmiş bir biçimde yerel olarak saklanır ve belirli aralıklarla güvenli bir sunucuya aktarılır. Daha sonra veriler istenildiği şekilde analiz edilebilir, görselleştirilebilir ve diğer uygulama veya servislere aktarılabilir hale getirilir.

Funf çerçevesi kullanılarak daha önce belirttiğimiz sensör ve cihaz verileri toplanacak ve bir sonraki bölümde anlatılacak olan yaşam tarzı parametreleri tespit edilecektir.

3. Yaşam Tarzı Parametrelerinin Çıkarımı

Funf çerçevesi ile toplanacak olan ivmeölçer, GPS verileri, kısa mesaj ve arama geçmişi, Bluetooth taramaları, cihaz etkileşimi, cihazın pil durumu ve duygu durumları ile aşağıda anlatılan yaşam tarzı parametreleri çıkartılacaktır.

Fiziksel Aktivite: Fiziksel aktivite, dünyada ölüme neden olan risk faktörleri sıralamasında dördüncü sırada yer almakta ve hareketsizliğin sebep olduğu hastalıklar yüzünden her yıl 3,2 milyon insan hayatını kaybetmektedir [15]. Bu yüzden kişilerin fiziksel aktivitelerini dinamik olarak takip etmek ve kendilerine geribildirimler sunmak kişilerin sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Fiziksel aktivite tespiti için günümüzde en sık kullanılan sensör türü ivmeölçerdir [6-14]. Mevcut çalışmalar çoğunlukla farklı sayıda aktivite kategorisini sınıflandırmaya çalışmakta ve bu yüzden doğruluk derecesi yüksek, hata payı düşük karmaşık algoritmalar üzerinde çalışmaktadırlar. Giyilebilir ivmeölçer sensörlerinin kullanıldığı yöntemlerin çoğunda sensörler bedenin belirli bölgelerine (örneğin, ayak bileği, kalça kemiği, el bileği vb.) yerleştirilip, sensörlerin konumunun sabit olduğu varsayılarak algoritmalar geliştirilir. Fakat akıllı telefon kullanıcıları telefonlarını farklı şekillerde taşımaktadırlar ve bu sebeple, sabit ve değişmez sensör konumu için geliştirilen algoritmalar mobil telefonlarda birebir uygulanamamaktadır. Kişilerin telefonlarını algoritmaların gerektirdiği gibi değil, istedikleri gibi taşımalarına olanak vermek için, telefonun farklı konumlandırılmalarında çalışan daha az karmaşık fakat daha dirençli yöntemler gerekmektedir.

Çalışmamızın önerdiği yöntem kullanıcılara telefonu nasıl taşımaları gerektiğine dair bir kısıtlama getirmeyen Aharony'un yaklaşımıdır [16-17]. Bu yöntemde ivmeölçer verileri her 2 dakikada bir, istenilen süre kadar okunur. Ardından, belirli aralıklarla toplanan her 3-eksenli ivmeölçer verileri (x,y,z) için ivme verilerinin vektör büyüklüğü (magnitüd değerleri) hesaplanır. Daha sonra vektör büyüklüklerinin varyans değerlerine

eşik fonksiyonu (threshold function) uygulanarak, kişinin "aktif" veya "hareketsiz" olduğu durumlar sınıflandırma yöntemleri kullanılarak hesaplanır. Kullanıcının aktif olduğu durumlara skor değeri olarak "1", hareketsiz olduğu durumlara "0" değeri atanarak seçilen süreler için tüm skor değerleri toplanır ve böylece "aktivite skorları" hesaplanır. Bu yöntemle kullanıcının günlük veya haftalık bazdaki "aktivite skorları" hesaplanabilir. Farklı kullanıcılardan toplanan aktivite skorları hesaplanarak, çalışmamızda "düşük", "orta" ve "yüksek" derecede aktivite seviyesi olmak üzere 3 sınıf tanımlanacaktır. Bu sayede kullanıcılar haftalık aktivite skorlarını rahatça değerlendirebileceklerdir.

Konum: Konum verilerinin toplanmasındaki amaç kişilerin en sık ziyaret ettikleri yerleri ve bu yerlerde ne kadar vakit geçirdiklerini tespit etmektir. Örneğin iş yerinde uzun süre vakit geçirilen dönemler iş yoğunluğu ve stresi göstermektedir. Çalışmamızda konum verilerini analiz ederek kişilerin yaşam tarzlarına ait 3 temel parametre hesaplanacaktır: "çalışma süresi", "evde vakit geçirilen süre" ve "ev ve iş dışında geçirilen süre". Bu sebeple öncelikle 3 temel konum kategorisi hesaplanacaktır: "ev", "iş yeri" ve "diğer". Kullanıcıların en çok vakit geçirdiği yerleri bulmak için konum verilerine "kümeleme (clustering)" yöntemleri uygulanacaktır. Çalışmamızda en çok ziyaret edilen konum kategorileri belirleneceğinden, kümeleme yöntemlerinin uygulanabilmesi için en az bir haftalık veri toplanması gerekmektedir. Yeterli miktarda konum verisi toplandığında, k-merkezli kümeleme yöntemi uygulanır. Üç kategori tanımlanacağı için (ev, iş yeri ve diğer), k = 3 olacak şekilde, başlangıç küme merkezleri rastgele belirlenir ve her GPS verisi kendisine en yakın küme merkezine atanır. Daha sonra kümelere atanan verilerin ortalama değerleri alınarak, yeni küme merkezleri belirlenir. Bu aşamalar nesnelerin yerleri değişmeyene kadar tekrarlanır. Bu şekilde en sık ziyaret edilen üç konumu temsil eden küme merkezleri hesaplanmış olur. En fazla gece toplanan konum verilerine sahip olan küme "ev", en fazla gündüz toplanan konum verilerine sahip olan küme "iş yeri" ve geri kalan küme de "diğer" olarak belirlenir. Daha sonra sisteme yeni gelen her GPS nesnesi, kümeleme yöntemi uygulanarak bu üç kategoriden birine atanır. Son olarak, gün ve hafta bazında kişinin bu konumlarda ne kadar süre geçirdiği hesaplanır.

Sosyal İletişim: Sosyal iletişim miktarı kişilerin psikolojik sağlıklarını etkileyen önemli bir faktör olup, düşük miktarda olan sosyal iletişim depresyon gibi psikolojik rahatsızlıkların göstergesi olabilmektedir. Çalışmamızda kullanıcıların sosyal iletişimlerini analiz etmek için toplanacak veriler şu şekildedir: i) geçmiş aramalar, ii) geçmiş kısa mesaj aktiviteleri, iii) yakınlık verileri. Yakınlık verilerini toplamak için her 5 dakikada bir Bluetooth taraması yapılır ve kullanıcının yakınındaki diğer Bluetooth cihazlarının sayısı belirlenir. Cihaz ID'lerine bakılarak aynı kişi ile gün veya haftalık bazda ne sıklıkla görüşüldüğü yaklaşık olarak belirlenir. Örneğin gündüzleri vakit geçirdiğimiz kişiler genellikle iş arkadaşlarımız, akşam vakit geçirdiğimiz kişiler aile bireyleri ve diğer zamanlarda vakit geçirilen kişiler arkadaşlarımızdır. Arama ve kısa mesaj geçmişleri hakkında her 12 saatte bir istatistik yapılarak "yapılan arama sayısı", "aramaların yapıldığı farklı kişi sayısı" "gönderilen ve alınan kısa mesajların sayısı", "kısa mesajların kaç farklı kişi ile gerçekleştiği", "her kişi ile kullanıcının kaç kez mesajlaştığı" parametreleri belirlenir.

Uyku Süresi: Düzensiz ve az uyku, kalp hastalığı veya hipertansiyon gibi hastalıkları tetiklediğinden, kişilerin uyku düzenlerini takip etmek büyük önem taşımaktadır. Kullanıcılar cihazlarını genellikle gece boyunca şarja koyduklarından uyku hakkındaki çıkarımlar, pil durumu, ekran etkileşimi ve telefondaki çalar saat uygulamasındaki bilgiler sorgulanarak yapılır [14]. Cihazın pil durumu (örneğin %94) ve şarj olma durumu (prize takılı olma durumu) Funf çerçevesinin sunduğu ara yüzler kullanılarak takip edilir. Uygulama her durum değişikliğini (örneğin %94'ten %93'e düşüş

veya prizden çıkarılma) kaydetmektedir. Ekran iletişimi de benzer biçimde cihazın ekranının aktif olup olmadığı durumlar takip edilerek yapılır. Son olarak telefonun ivmeölçer ve mikrofon verileri birlikte analiz edilerek telefonun uzun süre sabit ve sessiz bir ortamda kaldığı süreler ölçülür. Bu bilgiler birlikte analiz edilerek yaklaşık "uyku süresi" belirlenecektir.

Duygu Durumu: Kullanıcılardan gün içinde belirli zamanlarda duygu durumlarını girmeleri istenecektir. Geliştirilecek olan anket kullanıcı dostu olup, duygu durumlarını temsil eden basit imgelerden oluşacaktır. Bu sayede kullanıcılar isteklerine bağlı olarak bu anketi kısa sürede ve rahatça doldurabileceklerdir. Mobil uygulama pazarında benzer uygulamalar mevcut olup, örnek bir uygulama Şekil 3'de gösterilmiştir [18].



Şekil 3: Bettermoodtracker uygulaması sayesinde kullanıcılar içinde bulundukları ruh hallerini temsil eden imgeyi seçebilmektedirler.

Çalışmamızın araştırma sorularından biri de kişilerin fiziksel aktivite, sosyal iletişim, uyku süresi ve konum verileri ile kişilerden günlük bazda topladığımız duygu durumları arasındaki ilişkiyi modellemektir. Bu model sayesinde amacımız kişilerin içinde bulundukları stres, depresif, hoşnutluk, yorgunluk vb. duygu hallerini akıllı telefonlardan toplanan sensör ve cihaz verilerinden otomatik olarak tespit etmektir.

4. Geribildirimin Sunulması

Çalışmamızda kullanıcıların yaşam tarzlarını görselleştiren ve bu sayede kişiye geribildirim sağlayan bir web portalı geliştirilecektir. Web portalı sayesinde kullanıcılar aktivite skoru, uyku süreleri, iletişim miktarı gibi parametreleri takip edebileceklerdir. Geribildirimin amacı kişilere farkındalık sağlayarak sağlıksız yaşam biçimlerinin iyileştirilmesine yönelik, kişileri motive etmektir. Kişileri motive eden bir diğer ölçüt de kullanıcıların kendi yaşam tarzlarını diğer kullanıcıların ortalama değerleri ile karşılaştırabilmeleri olacaktır. Yaşam tarzı parametrelerinin zamansal eğilimi, diğer kullanıcıların ortalama değerleri ile karşılaştırılması, yaşam tarzı veya harcama alışkanlıklarının hesaplanan ortalama değerlere göre yeşil (sağlıklı), turuncu (ortalama) veya kırmızı (riskli) alanlarda gösterilmesi gerçekleşecektir. Geçmiş davranışları yansıtma yöntemi sayesinde kullanıcılar sağlıksız yaşam biçimleri hakkında bilinçlendirilecek ve bu sayede yaşam biçimlerini daha sağlıklı yöne çekebileceklerdir.

2.2 Sonuç

Çalışmamızda akıllı telefonlar içindeki sensör ve cihaz verileri kullanılarak, kişinin sağlığına ilişkin en önemli yaşam tarzı parametrelerinin nasıl tespit ve takip edileceği gösterilmiştir. Akıllı telefondan toplanacak olan ivmeölçer, GPS verileri, kısa mesaj ve arama geçmişi, Bluetooth taramaları, cihaz etkileşimi, cihazın pil durumu ve duygu durumları ile fiziksel aktivite, konum, sosyal iletişim, uyku süresi ve duygu durumlarının nasıl belirleneceği anlatılmıştır.

5. Kaynaklar

[1]http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13490

[2]http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/

[3]http://www.google.com/think/research-studies/our-mobile-planet-united-states.html

[4]http://onedio.com/haber/turkiye-nin-mobil-kullanim-aliskanlikari-aciklandi--136946

[5]http://blog.flurry.com/bid/94352/China-Knocks-Off-U-S-to-Become-Top-Smartphone-Tablet-Market

[6] Bao, Ling, and Stephen S. Intille. "Activity recognition from user-annotated acceleration data." Pervasive Computing. Springer Berlin Heidelberg, 2004. 1-17.

[7] Ravi, Nishkam, et al. "Activity recognition from accelerometer data." AAAI. 2005.

[8] Minnen, David, et al. "Recognizing and discovering human actions from on-body sensor data." Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005. IEEE International Conference on. IEEE, 2005.

[9] Maurer, Uwe, et al. "Activity recognition and monitoring using multiple sensors on different body positions." Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2006. BSN 2006. International Workshop on. IEEE, 2006.

[10] Zappi, Piero, et al. "Activity recognition from on-body sensors by classifier fusion: sensor scalability and robustness." Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information, 2007. ISSNIP 2007. 3rd International Conference on. IEEE, 2007.

[11] Consolvo, Sunny, et al. "Activity sensing in the wild: a field trial of ubifit garden." Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2008.

[12] Fitbit: http://www.fitbit.com/

[13] Runtastic: https://www.runtastic.com/

[14] Lane, Nicholas D., et al. "BeWell: A smartphone application to monitor, model and promote wellbeing." 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth2011). 2011.

[14]Funf Open Sensing Framework: http://www.funf.org/

[15]http://www.who.int/chp/media/news/releases/2011_2_physicalactivity/en/

[16] Aharony, Nadav, et al. "Social fMRI: Investigating and shaping social mechanisms in the real world." Pervasive and Mobile Computing 7.6 (2011): 643-659.

[17] Aharony, Nadav, et al. "The social fMRI: measuring, understanding, and designing social mechanisms in the real world." Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing. ACM, 2011.

[18] http://bettermoodtracker.com/