

Kitle Kaynaklı ve Katılımcı Algılama Konularına Genel Bakış ve Açık Noktalar

Bilgin Koşucu, Özlem Durmaz İncel, Cem Ersoy

NETLAB, Bilgisayar Ağları Araştırma Laboratuvarı, Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul
bilgin.kosucu@boun.edu.tr, ozlem.durmaz@boun.edu.tr, ersoy@boun.edu.tr

Özet: Katılımcı Algılama hem kişisel hem çevresel ölçekte veri toplarken aynı zamanda bu verilerin işlenmesini de hedefler. Algılama sürecinde önemli olan, katılımcıların veri toplama işlemlerinin yapılacağı yer, zaman ve duruma kendilerinin karar verebilmesidir. GPS ve ivmeölçer gibi pek çok algılayıcının üzerlerinde bulunmaları nedeniyle akıllı telefonlar, katılımcı algılama için benzersiz bir veri toplama aracı olarak ortaya çıkmaktadır. Verilerin bu şekilde toplanması sayesinde, çevreye ve gündelik yaşam etkinliklerine ait tüm hareket ve örüntülerin izlenmesinin yanı sıra, insanlar da bu sürecin bir parçası haline gelir ve dolayısı ile daha başarılı çıkarsama olanakları elde edilir. Katılımcı algılama ile, gürültü ve hava kirliliği haritaları çıkarmak gibi pahalı altyapı ya da büyük iş gücü gerektiren işlemler katılımcılar sayesinde dağıtık bir şekilde gerçekleştirilerek zaman ve maliyet gereksinimleri önemli ölçüde azaltılabilir. Bu yazıda, katılımcı algılamanın mevcut durumu ele alınmaktadır. Bu genel bakışın ardından kullanılan algılayıcıların özelliklerinin yanı sıra potansiyel uygulama alanları incelenmiştir. Hâlihazırdaki araştırma ve uygulamaların tanıtılmasından sonra karşılaşılan açık noktalara yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Katılımcı Algılama, Kitle Kaynaklı Algılama, Akıllı Telefon, Mobil Uygulamalar.

An Outlook on Crowd and Participatory Sensing and Open Issues

Abstract: Participatory Sensing aims to collect and process personal and environmental grade data. The important aspect of the data collection is that participants are free to choose the time, location and context of the data sampling procedure. Smartphones, being equipped with many sensors such as GPS and accelerometer, pose a unique data collection medium for participatory sensing. Collecting data in this fashion not only enables the monitoring of the movements and patterns of daily and environmental activities but also the incorporates the involvement of participants, which in turn leads to higher success rates for inference algorithms. By virtue of participatory sensing, tasks requiring expensive infrastructure and large man power, such as mapping cities for sound and air pollution, can be carried out with considerable less cost and completion time. This paper presents the current state of participatory sensing. The sensors' properties and their potential application areas are investigated following this outlook. After presenting the current important applications and research areas the paper concludes with open issues encountered.

Keywords: Participatory Sensing, Crowd Sensing, Smartphone, Mobile Applications.

1. Giriş

İnsanları ve gündelik hayat etkinliklerini algılama ve analiz etme işlemlerine katmayı amaçlayan katılımcı algılama ilk olarak 2006'da isimlendirilmiş olup [1] kökeni kitle kaynaklı hesaplamalara kadar götürülebilir. SETI [2] ve GIMPS [3] örneklerinde olduğu gibi, kitle kaynaklı hesaplamalarda yapılması gereken işlemler büyük sayıdaki bilgisayarlara yaptırılarak sonuçlara dağıtık bir yöntemle ulaşılır. Amazon Mechanical Turk [4] uygulamasında ise şu anda bilgisayarların cevaplayamadığı soruların dünyanın her tarafından insanlara yöneltilerek cevaplanması amaçlanır.

Katılımcı algılamada amaç insanları hem algılama sürecine katmak hem de insan davranışlarını, sosyal etkinliklerini ve çevre ile olan etkileşimlerini bir araya toplamak ve analiz etmektir. Örneğin, şehir

genelindeki gürültü haritasını çıkarmak için akıllı telefon sahiplerinden, telefon üzerinde bulunan mikrofonları kullanarak buldukları yerden ses örnekleri toplayıp göndermeleri istenebilir. Böylelikle, çok geniş alanların, çok hızlıca ve düşük maliyetle anlık durumlarına ulaşılabilir.

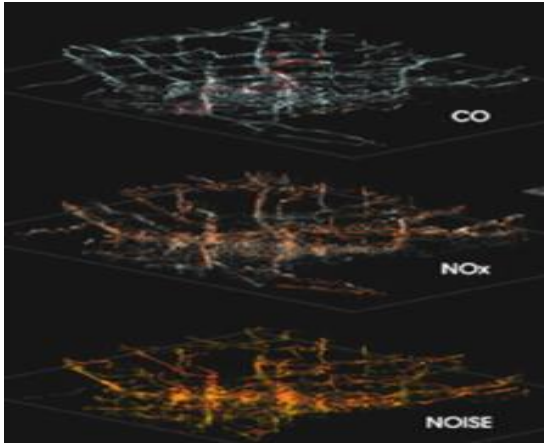
Katılımcı algılamada, uç noktada yer alan bilgisayarların yerini insanlar ve onların kullandığı/taşıdığı algılayıcılar almaktadır. Bu özellik sayesinde uç noktalar, hesaplamaların yanı sıra veri toplama ve bilinçli hareket etme yeteneklerine kavuşmaktadır. Toplanacak olan veriler, büyük oranda akıllı telefonlar tarafından ölçülecek olan, konum bilgisinden başlayarak, ses/gürültü seviyesi, hareket örüntüsü ve fotoğrafa kadar yayılan geniş bir yelpazeyi oluşturmaktadır. Bu veriler akıllı telefonlar tarafından otomatik ve fark edilmeden ya da doğrudan

kullanıcılar tarafından istek üzerine toplanıp gönderilebilir. Kullanıcılar bu işleme gönüllü olarak katılabilir ya da çeşitli ödüllendirme mekanizmaları ile teşvik edilebilir. Katılımcı algılamanın en büyük avantajlarından biri, büyük altyapı ya da iş gücü gerektiren işlemlerin katılımcılar üzerinde dağıtık bir şekilde gerçekleştirilmesi ile zaman ve maliyet gereksinimlerinin önemli ölçüde düşürmesidir. Öte yandan, akıllı telefonların programlanabilir olması uygulama geliştirme açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Geliştirilen uygulamaların çok büyük bir bölümünün Android ve iOS gibi yaygın işletim sistemlerine uyumlu olarak hazırlanmasıyla bu uygulamaların gündelik hayata nüfuzu daha da fazla olmaktadır.

Copenhagen Wheel [5] örnek bir uygulama olarak gösterilebilir. Şekil 1’de verildiği gibi, bisikletlere takılan algılayıcılar ile şehir bazında Şekil 2’deki gibi gerçek zamanlı trafik, gürültü, karbon monoksit haritaları çıkarılabilmekte ve bisiklet kullanımının daha enerji verimli olması için ipuçları toplanabilmektedir.



Şekil 1. Copenhagen Wheel algılayıcısı [5]



Şekil 2. Katılımcı algılama ile oluşturulmuş karbon monoksit, nitrik (di)oksit ve gürültü haritaları [5]

Yazının bundan sonrası şu konuları ele almaktadır: Bölüm 2 algılayıcı türlerini ve işlevlerini, Bölüm 3 ise mevcut uygulamaları ele almaktadır. Henüz açık olan araştırma konuları Bölüm 4’te, ulaşılan sonuçlar da Bölüm 5’te toplanmıştır.

2. Algılayıcı Teknolojileri

Katılımcı algılamada kullanılabilecek araçlar, başta akıllı telefonlar olmak üzere, her tür taşınabilir algılayıcıdan oluşabilmektedir. Algılayıcıların yayılmasında en büyük kısıtlayıcı etken olan hacim ve büyüklüğün mevcut teknoloji ile çok küçük boyutlara ulaşması ile birlikte yalnızca telefonlarla değil kıyafetlerle de bütünleşik hale gelmektedirler. Bu sayede, konum bilgisinden kalp ritmindeki bozukluklara kadar geniş bir yelpazede insan hareket ve örüntüleri takip edilebilir hale gelmektedir. Başlıca algılayıcılar şu şekilde sayılabilir:

GPS: Küresel konumlandırma sistemi sayesinde açık alanlarda 15m’den düşük hata payları ile konumlandırma bilgilerine ulaşılabilir. GPS algılayıcısının dezavantajı ise yüksek batarya kullanım oranı ortaya çıkmakta ve akıllı telefonların batarya ömrünü sürekli kullanımda 2 saate kadar düşürmektedir.

GSM verileri: Kapalı alanlarda konumlandırma bilgilerine ihtiyaç duyulduğunda cep telefonu şebekelerinin kullandığı ve o çevrede yer alan baz istasyonlarının konum bilgileri ile bu amaca ulaşılabilir.

WiFi: WiFi, GSM baz istasyonları gibi, daha çok şehir içi ve kapalı alanlarda konum bilgisi elde etmek için kullanılmaktadır.

Bluetooth: Bluetooth algılayıcıları sayesinde yakın çevredeki diğer kullanıcıların varlığı tespit edilebilir ve bilgi/veri alışverişi gerçekleştirilebilir.

Jiroskop ve İvmölçer: Bu iki algılayıcı ile kullanılan aletin yere göre konumu ve 3 eksenindeki ivmelenmesi takip edilebilir. Basit görünmekle birlikte, bu iki algılayıcı sayesinde gündelik yaşam etkinliklerinin takip ve tespiti son derece kolaylaşmaktadır.

Yakınlık algılayıcı: Bu algılayıcı çok yakın mesafedeki nesnelerin varlığını haber vererek, örneğin bir koltukta oturuyor olma, gündelik yaşam etkinliklerinin tespitinde yardımcı olmaktadır.

Telefon kullanım verileri: Akıllı telefondaki uygulamaların ve algılayıcıların kullanımı hakkında istatistikî ve gerçek zamanlı bilgiler ile gündelik yaşam etkinliklerinin yanı sıra kişilerin duyu durumunu takip etmek mümkün hale gelebilmektedir [6].

Sosyal Medya: Facebook, Twitter, Google Latitude gibi sosyal medya paylaşım ortamlarından elde edilen

veriler de kişisel örüntüleri ve iletişim ağlarını çözümlenmek üzere kullanılabilir.

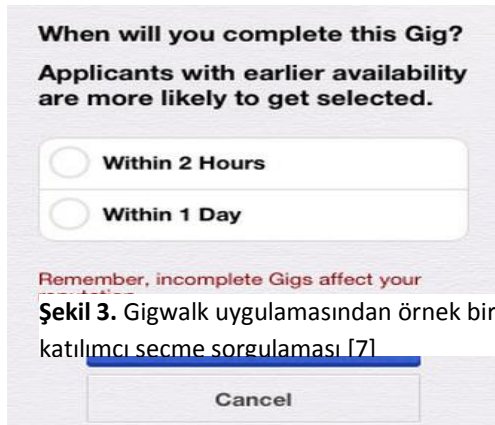
Kamera/Fotoğraf Makinesi: Akıllı telefonlardan elde edilecek gerçek zamanlı görüntüler trafik ve şehir planlama başta olmak üzere pek çok uygulama için hayati bir işlev üstlenebilir. Şehirlerdeki anlık sorunları (trafik sıkışıklığı, yol çalışmaları, toplanmayan çöplerin durumu, kar altında kalan sokakları tespit etme) bu yolla belirlemek maliyet ve tepki süresi açısından oldukça elverişlidir.

Mikrofon: Akıllı telefonlarda bütünlük mikrofonlar ile çok detaylı ses ve gürültü haritaları oluşturulabilir, gündelik hayat etkinlikleri ve çevresel bağlamı (context) tespit eden algoritmaların başarımı artırılabilir.

Çevresel Algılayıcılar: Akıllı telefonlar oldukça güçlü işlemciler ve bataryalar ile çalıştırdıklarından, çevresel algılayıcılar ile takviye edilmeleri mümkündür. Bu, hem fiziki olarak telefonların üstüne monte edilerek doğrudan ya da kablosuz (örneğin Bluetooth bağlantısı ile) iletişim sağlanarak dolaylı olarak gerçekleştirilebilir. Örneğin, hava kirliliği, akıllı telefonlara yerleştirilecek karbon dioksit ya da nitrik oksit algılayıcıları ile şehirlerin genelinde takip edilerek astım hastalarının daha kirli bölgelerden uzak durması sağlanabilir. Sıcaklık, bağıl nem, barometre gibi algılayıcılar da farklı amaçlar için akıllı telefonlara eklenebilir.

Tüm bu özelliklerden yola çıkarak, akıllı telefonların birden fazla yöntem ile haberleşebilmesi, programlanabilmesi ve harici cihazlar ile kolaylıkla bağlanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle katılımcı algılama için en yaygın uygulama ortamı olarak kullanılacakları sonucuna varılabilir.

3. Uygulamalar



Şekil 3. Gigwalk uygulamasından örnek bir katılımcı secme sorulması [7]

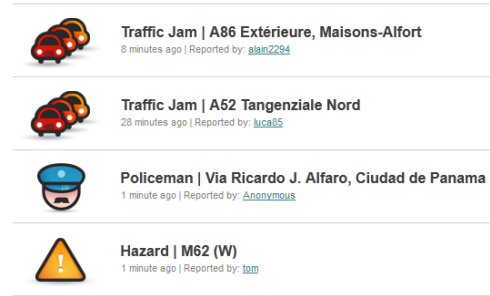
Gigwalk [7] katılımcı algılamayı kullanan en güncel ve kapsamlı uygulamadır. Bu uygulama ile ABD genelinde katılımcılar çok amaçlı ve değişken süreli kampanyalara katılarak para kazanabilmektedir. Saygınlığı (reputation) ve dakikliği daha yüksek olan

kullanıcılar Şekil 3'de görüldüğü gibi uygulama amacına bağlı olarak daha yüksek öncelikte seçilebilmekte ve kullanıcıların saygınlığı istenen görevi yerine getirip getirmediğine göre değiştirilebilmektedir.

Gigwalk'da başlıca katılımcı faaliyetleri (panoramik fotoğraf çekimleri ve anket sorularını cevaplamaktan oluşmaktadır.

Waze [8] katılımcı kaynaklı gerçek zamanlı bir trafik ve yol durum uygulaması olup aynı zamanda ücretsiz bir küresel konumlama sistemi uzantısıdır. Waze ile katılımcılar trafik sıkışıklıklarını, yol kazalarını, yakıt durum ve fiyatlarının yanı sıra daha ekonomik ulaşım alternatiflerini duyurabilmektedir. Şekil 4'de katılımcılardan gelen örnek raporlar yer almaktadır.

Latest user reports



Şekil 4. Waze uygulamasından örnek bir rapor [8]

GarbageWatch [9] ise çöp toplama noktaları için en uygun noktaların tespit edilmesi amacıyla katılımcılarından koordineli olarak çöp kutularının fotoğraflarını göndermesini ister.

PEIR [10] ise katılımcıların çevreye olan etkilerini raporlamayı hedef alır. Toplanan veriler ile katılımcıların ulaşım ve etkinlik durumları belirlenmeye çalışılır. Yapılan çıkarsamalar sonucunda hem oluşturulan hem de alınan çevresel zararlar tahmin edilir.

4. Açık Konular

Enerji verimi/uzun pil ömrü: Katılımcı algılamada kullanılacak olan uygulamaların çalışması planlanan algılayıcılardan en başta gelenin akıllı telefonlar olduğu göz önüne alındığında insanların ve dolayısı ile telefonların hareketli doğası hatırlanmalıdır. Akıllı telefonlar bu uygulamalara ev sahipliği yapmanın yanı sıra pek çok işlevi yerine getirmekle yükümlü olduklarından pillerinin gün içinde tekrar şarj edilme ihtiyacının doğmasının kesinlikle önüne geçilmelidir. Diğer önemli bir etken de haberleşme ve veri işleme için kullanılacak olan enerjinin en uzun pil ömrünü verecek şekilde haberleşme ve veri işleme arasında uygun bir biçimde dağıtılmasıdır. Toplanan verilerin tamamını akıllı telefonun özelliklerini (örneğin, WiFi ya da 3G ile) kullanarak uzaktaki (bulut bilişim)

sunuculara göndermek enerji açısından yüksek maliyetlere ulaştığında, bunun yerine telefon üzerinde koşacak veri işleme algoritmaları bu ihtiyacı önemli oranda azaltarak pil ömrünü korumada yardımcı olabilir.

Pil ömrü açısından haberleşme tüketimi kadar akıllı telefon üzerindeki algılayıcıların türü ve kullanım sıklığı da önemlidir. Örneğin, bataryayı çok çabuk tükettiği bilinen GPS'in yalnızca gerekli durumlarda açılması için bağlam bilinçli (context aware) algoritmalar kullanmak gerekmektedir. Bunu yapmakta amaç, GPS'in zaten verimsiz olacağı durumları bulmak ve bu durumlarda gereksiz enerji sarfiyatı yapmasını engellemektir.

Katılımcı seçme: Katılımcı algılama, gücünü herhangi bir kısıtlama olmayan katılımcı sayısından alıyor gibi gözükse de bazı fiziksel sınırlamalar kendiliğinden ortaya çıkmaktadır: Katılımcıları teşvik etmek için kullanılacak olan teşviklerin miktarının katılımcıların sayısı ile doğru orantılı olarak artması bu iş için ayrılan bütçeyi doğrudan etkileyecektir. Eldeki bütçe ile en büyük faydayı getirecek katılımcıların seçilmesi bu yüzden çok önemlidir ve bu konudaki çalışmalar devam etmektedir [11].

Katılımcı teşvikleri: Literatürde teşvik miktarının istenen sonuçlara ulaşmada belirleyici olduğu gösterilmiştir. Buna göre, teşvik miktarının ayarlanmasının da kendi başına önemli bir araştırma konusu olduğu ortaya çıkmaktadır.[12].

Gizlilik: Katılımcı algılamada dikkat edilmesi gereken en önemli kıstaslardan biri de katılımcıların özel hayatının gizliliğidir: Akıllı telefonlar kişisel veriler açısından eş benzeri bulunmayan bir şekilde veri-konum, telefonda konuşulan, SMS ya da e-posta atılan kişiler, kablosuz ağlar, Bluetooth komşuları-toplar, saklar ve gönderirler. Bu verilerin amaçlarının dışında kullanılması ya da istenmeyen kişilerin eline geçmesi maddi ve manevi pek çok sakıncaya yol açabilmektedir. Bu sebeple, söz konusu verilerin nasıl kullanılacağı, gönderileceği ayrıntılı olarak incelenmelidir. Buna ek olarak, kişisel verilerin akıllı telefondan mümkün olduğunca az gönderilmesi ya da hiç gönderilemeden gerçek zamanlı bir şekilde işlenerek sonuca ulaşmanın yolları da araştırılmalıdır.

Hata tespiti: İrdelenmesi gereken diğer bir konu da veri işleme algoritmalarının başarımıdır. Yapay öğrenme bu algoritmalarda kullanılmakta olan başlıca yöntemlerden biridir ve verilerin kalitesi ve miktarı başarımı önemli ölçüde etkilemektedir. Öte yandan, katılımcı algılama kapsamında toplanan veriler hatalı olmaya çok açıktır: Herhangi bir anda katılımcılardan biri, pek çok değişik nedenden dolayı, kendisinden istenen veriyi (yeterince iyi derecede) toplama ya da gönderme fırsatı bulamayabilir. Bu tür durumlarda algoritmaların eksik ya da hatalı veriler ile de yüksek başarımlarına ulaşması için ek çalışmaların yürütülmesi bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır.

Gerçek zamanlı veri işleme: Haberleşme, katılımcı algılamanın üzerine kurulu olduğu başlıca yapıardan

birisidir ve bu nedenle haberleşmede yaşanan sorunlar geliştirilen uygulamaların başarısını doğrudan etkileyecektir. Katılımcılardan toplanan verilerin çeşitli yöntemlerle (cep telefonu şebekesi, kablosuz internet ya da Bluetooth) aktarılması esnasında yaşanacak olan sorunları göz önüne alarak bu ihtiyacı en aza indirecek ya da mümkün olduğunca az katılımcıdan elde edilecek verilerle en iyi sonuçlara ulaşacak yöntemler bu yüzden rakiplerine oranla çok daha kalıcı olacaktır.

5. Sonuç

Bu yazıda katılımcı algılamaya genel bir bakış sunulmuş ve kullanılan algılayıcıların potansiyel kullanım alanlarına değinilmiştir. Hâlihazırda kullanılan örnekler ele alınmış ve bunlardan yola çıkarak, geniş kitlelere ulaşmaları ve harici algılayıcılar ile kolayca bağlanabilir olmaları nedeniyle akıllı telefonların katılımcı algılamada baskın olarak kullanılacağı gözlemlenmiştir. Katılımcı algılamanın, teknolojiye gelişmeler ve internetin en ücra noktalara kadar yayılması ile birlikte gündelik hayatın etkinliklerini izleme ve tespit etme, şehir ve trafik planlama ve çevre düzenleme işlemlerinde birincil araç olarak kullanılacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 6056 numaralı proje ve Devlet Planlama Teşkilatı tarafından, 2007K120610 numaralı TAM Projesi kapsamında desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

[1] J. Burke, D. Estrin, M. Hansen, A. Parker, N. Ramanathan, S. Reddy, M. B. Srivastava. "Participatory Sensing." World Sensor Web Workshop, ACM Sensys 2006, Boulder, Colorado, 2006

[2] STEIlive, <http://www.setilive.org/>

[3] Mersenne Primes Search, <http://www.mersenne.org>

[4] Amazon Mechanical Turk, <https://www.mturk.com/mturk/welcome>

[5] CopenhagenWheel, <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/>

[6] Anmol Madan, Manuel Cebrian, David Lazer, and Alex Pentland. 2010. "Social sensing for epidemiological behavior change", Ubicomp '10. ACM, New York, NY, USA, 291-300.

[7] Gigwalk, <http://www.gigwalk.com>

[8] WAZE, <http://www.waze.com>

[9] GarbageWatch, <http://urban.cense.ucla.edu/>

[10] Min Mun, Sasank Reddy, Katie Shilton, Nathan Yau, Jeff Burke, Deborah Estrin, Mark Hansen, Eric Howard, Ruth West, and Péter Boda. “PEIR, the personal environmental impact report, as a platform for participatory sensing systems research.” (MobiSys '09)

[11] B. Kosucu, Ö. D. Incel, C. Ersoy, “Kitle Kaynaklı Algılama İçin Katılımcı Seçme Yöntemleri”, 20. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, SIU 2012

[12] Sasank Reddy, Deborah Estrin, Mark Hansen, and Mani Srivastava. “Examining micro-payments for participatory sensing data collections.” UbiComp '10. ACM, New York, NY, USA, 33-36.