

Kitle Kaynaklı Algılama ile WiFi Ağı Değerlendirmesi

Serdar Kuzucu, Hüseyin Anıl Özmen, Bilgin Koşucu, Bert Arnrich, Cem Ersoy

Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul

[serdar.kuzucu, anil.ozmen, bilgin.kosucu, bert.arnrich, ersoy}@boun.edu.tr](mailto:{serdar.kuzucu, anil.ozmen, bilgin.kosucu, bert.arnrich, ersoy}@boun.edu.tr)

Özet: Kitle Kaynaklı Algılama (KKA) geniş coğrafik alanlarda anlık ve uzun vadeli gözlem ve ölçümler yapmak üzere, katılımcılarından veri toplamayı öngörür. Veriler, katılımcıların doğrudan ve fiili bir müdahalesi olmadan arka planda akıllı telefonlar veya çevresel algılayıcılar tarafından toplanabilir ya da katılımcıların doğrudan katkıda bulunması istenebilir. Bu çalışmada her iki yöntemden de faydalanan ve Boğaziçi Üniversitesi kampüslerinde kablosuz internet (WiFi) ağıının kalitesini ve kapsamını ölçen bir KKA sistemini ele alınmış ve ilk test sonuçlarına yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Kitle Kaynaklı Algılama, Teşvik Yöntemleri.

Incentive Mechanisms for Participatory Sensing

Abstract: Crowd-sensing envisages collecting data dynamically from the largely distributed crowds, possibly over long periods of time. The data can be either collected without the direct intervention of the participants by means of smartphones or ambient sensors, or with the explicit participant interaction. In this paper, we address a crowd-sensed system that benefits from the both data collection method types to construct a Wi-Fi map throughout Boğaziçi University Campus and present the initial results.

Keywords: Participatory Sensing, Incentive Mechanisms.

1. Giriş

Katılımcılı algılama, insanları algılama sürecine katarken aynı zamanda insanların davranışlarını, yönelimlerini, kişilerle ya da çevre ile etkileşimlerini analiz etmeye olanak sağlar. Akıllı telefonların yaygınlaşması ile birlikte, anlık olarak kullanıcıdan veri alabilmek ve sonrasında toplanan verinin analizi işlemi oldukça kolaylaşmıştır. Örnek olarak, kullanıcıdan anlık olarak konum bilgisi alan ve veriyi işledikten sonra şehrin trafik durumunu harita üzerinde kullanıcılarına gösteren uygulamalar verilebilir. Örnekte de görüldüğü üzere, katılımcılı algılamada çift taraflı bir kazanç durumu düşük maliyetle yapılabilir.

Katılımcılı algılama, taşınabilir cihazların işleme kapasitesi ve üzerinde bulunan

algılayıcıların gün geçtikçe gelişmesi nedeniyle kullanıcılardan veri toplamak için en önemli kaynaktır. Akıllı telefonlar üzerine geliştirilen yazılımlar, otomatik ve kullanıcının fark etmeyeceği biçimde veri toplamayı olanaklı kılar. Kullanıcılar gönüllülük esasına dayalı olarak sisteme katılabilir veya ödüllendirme yoluyla sisteme eklenebilir. Bunun yanında, toplanan verinin analizinden sonra kullanıcıya fayda sağlayacak sonuçlar bir uygulama içerisinde kullanıcıya sunulabilir.

Bu çalışmada sunulan Crowi uygulaması[1] Android işletim sistemine sahip telefonlar için geliştirilmiştir. Crowi uygulaması, Boğaziçi Üniversitesi sınırları içerisinde WiFi kalitesini konum temelli olarak ölçmeyi ve uygulama

kullanıcılarından toplanan verinin zaman aralıklarına bölünmüş bir biçimde grafiksel olarak raporlanmasını temel alır. Kullanıcıların konumlarını belirleyip bu konumdaki anlık WiFi bağlantı hızlarını ölçmek, sonrasında da toplanan veriyi belirli periyotlar halinde sunucuya iletmek bu projenin temel noktalarıdır. Crowi uygulaması katılımcılı algılama esasına dayanır. Kullanıcıyı teşvik etmek için ödüllendirme sistemini kullanır. Ayrıca, kullanıcıya sunucudan konumuna bağlı olarak gelecek mevcut alternatif WiFi ağları o ana kadar toplanmış verilerle birlikte ilerleyen aşamalarda sunulacaktır. Böylelikle kullanıcıların ilgilerini çekmek ve uygulamaya katılımlarını artırmak amaçlanmıştır.

2. Crowi ve Benzer Yapılar

Crowi uygulaması özellikle GPS sisteminin zayıf veya tamamıyla kullanılamaz olduğu iç-mekarlardan katılımcılı algılama yoluyla veri toplar ve bunları grafiksel olarak ağ planlamacılarına iletir. Burada ne kadar çok kullanıcının katılımı olursa sistem o derece iyi çalışacaktır. Benzer bir yapı olarak bilinirliği çok yaygın olan Swarm [2] uygulaması verilebilir ancak bu uygulamanın ağır WiFi kalitesini ölçmek gibi bir amacı yoktur. Kullanıcıların konumlarını bildirmesi ve kullanıcılara olası en yakın konumları göstermesi Crowi uygulamasıyla benzerlik gösterir. Yaptığımız araştırmalara göre üniversite kampüslerindeki WiFi hız kalitesini ölçmeyi amaçlayan bir uygulama şu an için mevcut değildir. Crowi uygulaması dinamik yapısı dolayısıyla sadece kampüsler için değil, geniş alana yayılmış herhangi bir kuruluş için raporlama ve WiFi kalite artırımını sağlama adına işlevselliğe sahiptir.

3. Crowi'nin Yapısı ve İşleyişi

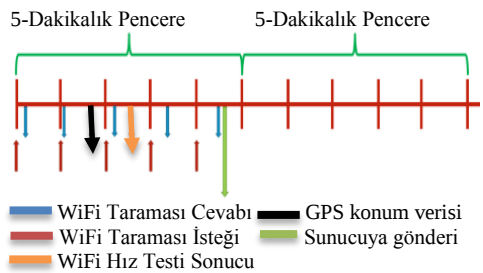
Crowi iki parçadan oluşur: Kullanıcılardan veri toplayan Android uygulaması ve

kullanıcılardan gelen veriyi işleyip onlara sonuç gönderen, raporlar oluşturan sunucu uygulaması.

3.1.1 Android Uygulamasının İşleyişi

Crowi Android uygulamasında kullanıcının konumunu doğru şekilde belirlemek projenin temel taşıdır. GPS sisteminin bina içerisinde çok büyük oranda mevcut olmayışı ve batarya tüketiminin fazla oluşu farklı bir mekanizma geliştirilmesini gerekli kılmıştır. [3] Crowi'de geliştirilen konum belirleme algoritması hem iç-mekan(binalar) hem dış-mekan konumlarında aynı prensiple çalışmaktadır. Kullanıcının konumunu belirlemek için geliştirilen sistem şu şekilde çalışmaktadır:

Uygulama açılış ya da açılmaşın, kullanıcıların çevresinde bulunan WiFi erişim noktalarının (AP-Access Point) her birisinin birbirinden farklı olan MAC adresleri (fingerprint), belirli aralıklarla (1 dakika) taranır. Bu işlem kullanıcının farkında olmadığı ve arkaplanda yapılan bir işlemdir. Bulunan MAC adres seti telefonda saklanır. Bu taramaların sayısı 5'e ulaşınca ölçüm başarılı şekilde tamamlanmış sayılır ve kullanıcının telefonu sunucuya bu ölçümün datalarını göndermeye hazır hale gelmiş olur. 5 dakikalık pencere sisteminin bir örneği Şekil 1'de görülebilir.



Şekil 1. Veri Toplama ve Pencere Sistemi

MAC adresleri dışında yine arkaplanda yapılan WiFi hız testi sonucunda elde

edilen değer ve bağlı olunan ağ da -eğer mevcut ise- bu pencereye dahildir. WiFi hız testi (arkaplanda) <http://www.google.com.tr> sayfasını telefona indirip, dosyanın boyutunu(yaklaşık 50 KB) geçen süreye bölmek suretiyle ölçülür. Bir konumun WiFi kalitesi bu şekilde belirlenmiş olur.

WiFi hız testi periyodu uygulamanın ayarlar sayfasından değiştirilebilir ancak değiştirilmezse 5 dakika olarak kullanılır. Bunun dışında eğer GPS konum datası bu 5 dakikalık periyotta mevcutsa o da sunucuya gönderilecek olan ölçüm penceresine dahil edilir. GPS servisinin çalışma periyodu pil ömrünü fazla tüketmemek için 30 dakika olarak belirlenmiştir. Yine ayarlar sayfasından bu değer değiştirilebilmektedir.

5 dakikalık pencere sisteminin kullanılmasının sebebi her dakika sunucuya kesin olmayan ölçümler göndermek yerine 5 defa yapılan ölçümler sonucunda elde edilen ortalama değerlerin topluca gönderilmesi ve sonucu tarafından yükün azaltılmasıdır. Bunun yanında, bir noktada nadir gözlemlenen zayıf sinyalleri önlemek adına, eğer bir WiFi erişim noktası bu pencerede(toplam 5 ölçüm) 2 ve aşağı sayıda yer alıyorsa bu MAC adresi o konumu belirlemek için uygun bir veri değildir sonucuna varılmaktadır. Geriye kalan (bu pencerede 3 ve üzeri sayıda görülmüş) WiFi erişim noktalarının MAC adresleri bulunan konumu/odayı belirlemek için pencere verilerine eklenir.

Crowi konum tabanlı olarak WiFi analizi yapmak için geliştirilmiş olduğundan kullanıcının 5 dakikalık ölçüm içerisinde başka bir odaya veya konuma gitmemiş olması beklenmektedir. Kullanıcı eğer konumunu değiştirmişse uygulama bunu yine WiFi erişim noktalarının MAC adreslerinden fark ederek, 5 dakika sürmesi beklenen pencerenin datasını sunucuya göndermemektedir ve dolayısı ile o aralıkta toplanan veri işlevsiz hale gelmektedir. Sonrasında yeni pencere

yaratılır ve yine periyodik ölçümler başlatılır. Son olarak, eğer kullanıcı periyot içerisinde yer değişmemişse yukarıda anlatılan ölçümleri içeren pencere verileri sunucuya gönderilmektedir.

Uygulamada her veri tipi için farklı servisler arkaplanda çalıştırılır ve bunlar belirli periyotlarda yapılır. En düşük periyot, 1 dakika ile WiFi tarama servisi. Değerleri çok küçük tutmama yoluyla bataryayı daha etkili şekilde kullanmak amaçlandı. Yaptığımız gözlemlere göre, ayarlar değiştirilmemişse uygulamanın batarya tüketimi %5'i aşmamaktadır ancak kullanıcı isterse ayarlar yoluyla bu değeri daha da aşağılara çekme şansına sahiptir. Bu vesileyle batarya dostu ve kullanımı kolay bir uygulamanın tasarlanması amaçlanmıştır.

3.2.2 Sunucunun İşleyişi ve Raporlama

Yukarıda anlatılan 5 dakikalık periyot verisi sunucuya ulaştığında kullanıcının gelen MAC adresi kümesi, veritabanında bulunan konumların MAC adres kümeleri ile Tanimoto Benzerlik algoritmasına [4] göre karşılaştırılır ve kullanıcıya olası konum sonuçları gönderilir. Tanimoto benzerlik algoritmasının bir örneği Şekil 2'de açıklanmıştır.

Konum1 MAC ad.	Konum2 MAC ad.	Kullanıcıdan gelen MAC adresleri
MAC.01	MAC.02	MAC.01
MAC.02	MAC.07	MAC.07
MAC.05	MAC.11	MAC.05
MAC.10	MAC.20	MAC.18
MAC.18		

Şekil 2. Tanimoto Benzerliği Çalışma Prensipleri

$$\text{Tanimoto Benzerliği}(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Yukarıdaki şekilde Konum1 ve Konum2 daha önceden sunucuda bulunan datalar ve 3. Sütun da kullanıcıdan gelen ölçüm olarak düşünülecek olursa:

1. Konum benzerliği: $3/6 = \%50$,

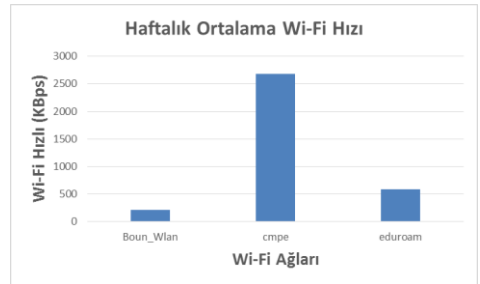
2. Konum benzerliği: $1/7 = \%14$ olacaktır.

Sunucudan mobil cihaza dönen benzerlik sonuçları eşik değerleri ile karşılaştırılarak kullanıcının o konumda olup olmadığına karar verilir. Bu eşik değerleri, yapılan iki test sonucu bulunmuştur. (Fizibilite çalışmaları bölümünden bu eşik değeri değerleriyle ilgili sonuçlara ulaşılabilir) Eğer sunucudan gönderilen en olası konum benzerlik değeri ilk eşik değerinin altındaysa yine Android bildirimi yoluyla kullanıcıya nerede olduğu sorulur. Eğer en olası konum değeri 1. ve 2. eşik değeri (0,44 ve 0,6) arasındaysa kullanıcıyı rahatsız etmeyen açılır pencere bildirimleri, telefonda en olası konum'un adı yazacak şekilde gösterilir. Açılır pencere bildirimleri uygulama açık değilken kullanıcıya gösterilebildiğinden ve sadece sürükleyip bırakarak yok edilebildiğinden kullanıcı dostu ve etkili bir veri toplama aracıdır.

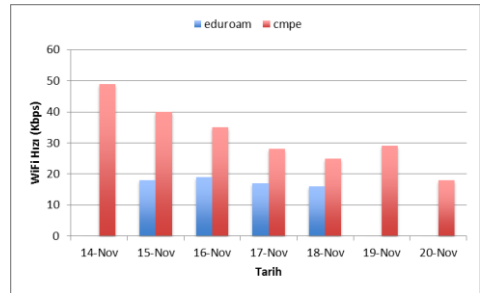
Eğer en olası konum değeri 0,6'nın üzerindeyse, kullanıcının sunucudan gönderilen en olası konumda olduğu kabul edilir (bkz: Fizibilite Çalışmaları bölümü). Bu durumda uygulama kullanıcıya sormadan kullanıcının veri toplayacak ve en iyi senaryo gerçekleşmiş olacaktır. Daha az kullanıcı etkileşimi sağlamak için, daha fazla kullanıcı sayısına ulaşılmalı, sunucudaki konum değerlerinin sayısı ve çeşitliliği artırılmalıdır. Bunun için katılımcılı algılama metodu, sistemin kendi kendine öğrenebilmesi, kullanıcı etkileşimsiz şekilde konum bazlı veri toplaması ve daha otomatik hale gelmesi açısından çok önemlidir.

Toplanan konum bazlı WiFi hız verileri, sunucu tarafından kategorize edilip bir panel üzerinden görüntülenebilmektedir. Bu panel, kampüsteki internet kalitesinin nerelerde iyi nerelerde kötü olduğunu tespit edip gerekli iyileştirmeleri yapmak için Bilgi İşlem Merkezi tarafından kullanılabilir. Ayrıca, aynı konum birçok kez kaydedilmişse, panel üzerinden bu kayıtlar tek tuşla bir kayıta toplanabilir. Bu projenin temel amacı

üniversite kampüsünün WiFi kalitesini ölçmek ve grafiksel olarak bunu raporlamaktır. Bu yüzden kullanıcı sadece kampüs içerisindeyse veri toplanmaktadır. Panele bu amaç için bir özellik mevcuttur. Panele erişimi olan kişi harita üzerinden veri toplanmasını istediği alanı seçebilmektedir. Uygulama 30 dakikalık bir periyotla kullanıcının ağ konumunu sorgular ve eğer kullanıcı bu seçilen alan içerisinde değilse, kullanıcının telefonundan veri toplanmaz. Bu sayede batarya kullanımı azaltılmış olur. Kampüs içerisindeki bir binanın bir odasının verileri Şekil 3'de görsel olarak sunulmuştur.



Şekil 3. Bir odanın haftalık WiFi hız raporu



Şekil 4. Bir odanın günlük hız raporu

3.2 Teşvik Mekanizmaları

Crowi uygulamasında daha önceden hiç kaydedilmemiş konumların (oda, alan) sisteme eklenmesi büyük önem taşır. Aynı konumdan ne kadar fazla veri alınmışsa sistem o alanı tanımada o kadar başarılı olur. Bu yüzden kullanıcıların konum belirlemeye katılımları sistemin öğrenebilmesi açısından önemlidir. Bu

yüzden katılımcı sayısını ve aktif uygulama kullanımını artırmak için kullanıcılara hediyeler verilmektedir. Uygulamayı kullanan kişilere düzenlenen yarışmalar, Android push bildirimleri yoluyla gönderilmektedir. Buna örnek olarak: “New Hall Binası 102 no’lu odaya giden ilk kişi ol ve Boğaziçili logolu şemsiyeyi kazan” mesajı verilebilir.

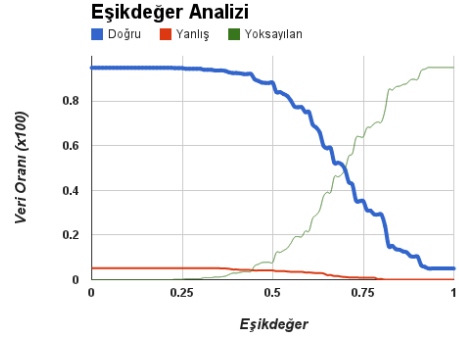
Anlık yarışmalar dışında, veri toplama döneminin sonunda (2 hafta sürecek) kullanıcıların yaptıkları yer bildirimleri, yeni konum kaydetme gibi katılımlarının sonucu kazandıkları puanlara göre bir çekiliş yapılacaktır. Kullanıcıların hediye kazanma şansları aldıkları puanlar ile doğru orantılı artmaktadır. Bu iki farklı ödüllendirme metoduyla kullanıcıların ilgisinin çekilmesi hedeflenmektedir.

Kullanılan teşvik mekanizmaları sayesinde Crowi uygulamasının sadece Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü gibi kısıtlı bir kitleye duyurulduğu ilk 5 günlük süreçte 93 yeni cihaza yüklenmesi sağlanmış ve kullanıcılar bu süre içerisinde 106 yeni mekan(oda, sınıf, bina) etiketlemişlerdir.

3.3 Fizibilite Çalışmaları

Sistemin kullanıcıların konumlarını doğru şekilde tahmin etmesi ve kullanıcıya nerede olduğunu sormadan veri toplanması en iyi senaryodur. Ancak yaptığımız testlerde görülmüştür ki sunucudan Tanimoto Benzerlik algoritmasına göre gelen benzerlik değeri dinamik olarak değişebilmektedir. Kullanıcı verisini yanlış konumlandırmamak ve aynı zamanda kullanıcıya konumunu daha az sorup kullanıcıyı rahatsız etmemek için Tanimoto Benzerliği sonuçlarının belirli eşik değerleri ile karşılaştırılarak kullanılması gerekmektedir. İdeal eşik değerlerinin bulunması için iki farklı test yapıldı. İlk test Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar mühendisliği bölüm binasında yapıldı. 4 farklı test cihazı etiketlenerek

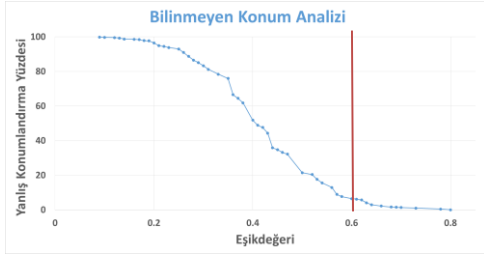
sırasıyla birbirine yakın konumlardaki odalara 1 saatliğine bırakıldı. 4 saat sonrasında elde edilen sonuçlarda, cihaza ulaşan en olası konum sonucunun değerine ve konumun doğru olup olmadığı kontrol edildi. Bulunan sonuçlar grafiksel olarak Şekil 5’de görülebilir.



Şekil 5. Önceden kayıtlı konumlara göre eşik değeri analizi

Turuncu çizgi sistemin doğru konumlandığı verilerin oranını, yeşil çizgi o threshold değerinde kullanıcıya “Neredesin” diye sorulan durumları ve sarı çizgi kullanıcının konumunun yanlış belirlendiği durumları temsil eder. Yanlış konumlama oranı genel olarak yüzde 5 seviyesindedir. Burada önemli olan kullanıcıya daha az nerede olduğunun sorulup, aynı zamanda doğru konumlama yapmaktır. Bu yüzden 0,44 en ideal değer olarak bulundu.

İkinci test için, birinci testte toplamış olan veriler tekrar kullanıldı. Telefonun o anda bulunduğu odanın kaydı algoritmadan çıkarılarak yanlış konumlandırmalardaki Tanimoto Benzerliğinin ne seviyede olduğunun ölçülmesi amaçlandı. Bu sayede daha önceden kaydedilmemiş konumlarda sistemin nasıl işlediği analiz edildi. Yanlış konumlandırma en aza indirilirken, aynı zamanda kullanıcıya en az sayıda “Neredesin?” bildiriminin gönderilmesi amaçlandı.



Şekil 6. Bilinmeyen konumlarda yanlış konumlandırma analizi

Bu analizin sonunda %5'lik bir hata payı göz önünde bulundurularak 0,6 değeri bu analiz için ideal eşik değeri olarak kabul edilmiştir.

Her iki analizin sonunda çıkan değerlerin (0,44 ve 0,6) ikisi de sisteme entegre edildi. Eğer sunucudan o konum için benzerlik değeri 0,44'ün altında gelirse, sistem kullanıcının konumundan emin değildir ve kullanıcıya nerede olduğunu Android Push bildirimleri yoluyla sorar. Eğer bu değer 0,44 ile 0,6 arasındaysa açılır pencere mesajları en olası konumun adını da göstererek “Burada mısınız?” diye sorar ve kullanıcıdan o konumunu onaylaması ya da yanlışlığını bildirmesini bekler. Eğer en olası konum değeri 0,6 üzerinde gelmişse kullanıcıya herhangi bir soru sorulmaz ve kullanıcının o konumda olduğu sistem tarafından kabul edilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Crowi uygulaması ile Boğaziçi Üniversitesi'nde yer alan konumların WiFi hızlarının raporlanması amaçlandı. WiFi kalitesinin toplanması için katılımcılı algılama metodu seçildi. Kullanıcıların uygulamayı etkin şekilde kullanması için anlık kampanyalar Android bildirimleri şeklinde kullanıcılara iletildi. Bunun

haricinde 2 haftalık süreç boyunca kullanıcıların topladıkları puanlara göre şanslarının arttığı bir çekiliş sonucunda, hediyeler verilmesi planlandı. Bunun haricinde, şu ana kadar 3 adet anlık kampanya düzenlendi ve sosyal medya ve e-posta yoluyla uygulamadan haberdar olan ve kampanyadaki görevleri yerine getiren 3 kişiye hediyeleri teslim edildi. Onlardan gelen geri-bildirimler yoluyla, teşvik mekanizmasının düzgün şekilde çalıştığı gözlemlendi. Kullanıcılar daha fazla puan kazanmak için o anki konumlarını sisteme bildirdiler veya sunucudaki en olası konum mekanizmasını kullanarak sisteme katkı sağladılar. Projenin, özellikle üniversite kampüsleri gibi büyük bir alana yayılmış çevrelerde WiFi kalitesini ölçmek ve bunları günlük, haftalık olarak raporlayarak gerekli iyileştirmelerin yapılması amacıyla kullanılabileceği gösterilmiştir.

5. Referanslar

- [1] Crowi uygulaması - <https://play.google.com/store/apps/details?id=tr.edu.boun.cmpe.crowi>
- [2] Jiang, Y., Pan, X., Li, K., Lv, Q., Dick, R. P., Hannigan, M., & Shang, L. (2012, September). Ariel: Automatic wi-fi based room fingerprinting for indoor localization. In Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing (pp. 441-450). ACM.
- [3] Swarm uygulaması - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.foursquare.robin>
- [4] Tanimoto Similarity and Distance - http://en.wikipedia.org/wiki/Jaccard_index#Tanimoto_similarity_and_distance