Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Birörnek Olmayan Yerleştirmeler ve Algılama Boşluk Problemi

Rabun KOŞAR, Ertan ONUR, Cem ERSOY
Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul
{kosarrab, onur, ersoy}@boun.edu.tr

Özet: Kablosuz algılayıcı ağların ilk yerleştirilmeleri sırasında, fiziksel sorunlar ve dağılımsal dengesizlikler sonucunda algılama boşlukları oluşmaktadır. Bu tür boşlukların varlığı algılayıcı ağ ömrünü kısaltmakta ve ağın algılama kalitesinde azalmalara sebep olmaktadır. Ağ ömrü uzadıkça boşluk oluşumu kaçınılmaz olsa da, başlarda oluşan boşluklar ağ parametlerini çok daha yüksek oranda etkileyecektir. Bu problemin oluşum basamaklarında yapılacak işlemler ile boşluk oluşumunu ileri basamaklara ertelemek ve etkilerini azaltmak mümkündür.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 106E082 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Algılayıcı Ağlar, Algılama Boşluğu ,Yeniden Yerleştirme, Görüntü İşleme.

Nonuniform Deployments In Wıreless Sensor Networks And Sensing Hole Problem

Abstract: Physical constraints, asymmetric load distribution and environmental factors will lead to formation of sensing holes in the wireless sensor networks. Sensing holes further hinder the sensing and lifetime metrics of the network, where earlier formations have relatively higher impact. To alleviate such a problem, an method for hole identification and redeployment at the earliest steps of the active network life can be incorporated.

Keywords: Wireless Sensor Networks, Sensing Hole, Redeployment, Image Processing

1. Giriş

Mikro-elektronik teknolojisinin giderek gelişmesinin sağladığı imkanlar sayesinde kablosuz algılayıcı ağlar (KAA) özellikle geniş alanlarda oluşan durumları takip etmek açısından gittikçe yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu tür ağlar temel olarak algılayıcılar ve bu algılayıcılardan gelen verileri toparlayan düğüm istasyonlarından oluşmaktadırlar. Algılayıcılar pil ile çalışan ve kısıtlı ömre sahip olan kablosuz iletişim cihazlarıdır. Kablosuz iletişimin sebep olduğu pil enerjisi kaybını dengelemek için kablosuz iletişimin enerji eniyilemesi yapacak bir yapıda kullanılması zorunludur. Benzer şekilde ağ tarafından sağlanması zorunlu olan bir servis kalitesi gereksinimi de bulunmaktadır. Örneğin sınır bölgelerinde sızma takibi yapan bir ağda algılayıcıların kapsanan alanın tümünü belli bir kalite seviyesi üzerinde algılayabilmesi ve bu seviyeyi zaman içinde koruması beklenmektedir.

Fakat KAA'nın alana yerleştirilmesi sırasında, alan yüzeyinde bulunan fiziksel engeller ve yüzey şekilleri yüzünden ağ düğümleri birbiçimsiz bir dağılım oluşturmaktadır. Bu dağılımın sonucu olarak, yüzey üzerinde algılama açısından ulaşılamayan boşluklar oluşacak, ağın algılama kalitesi ve ömrü keskin bir biçimde düşecektir [1],[8]. Özellikle sızma takibi görevini yerine getirmeye calışan KAA için

boşlukların oluşması ve bunun sonucunda azalan servis kalitesi kesinlikle kabul edilemez bir sorundur. Boşluklar, sızma yollarının oluşması ve davetsiz misafirlerin bu yolları kullanması anlamına gelmektedir. Her ne yoldan olursa olsun, bir sızma yolu bile ağın işlevsiz kalmasına sebep olabilmektedir. KAA oluşturma, yerleştirme ve işletme masrafları göz önüne alındığında, bu tür bir durumun oluşmasına mutlak bir şekilde engel olunması bir zorunluluk olarak görünmektedir. Yine benzer bir şekilde, KAA oluşturulmasından haberdar olan davetsiz misafirler bomba gibi yollar ile ağ içerisinde belli bölgelere zarar vererek içeride sızma yolları açmayı da deneyebilirler.

KAA içerisinde oluşan boşlukların etkilerini anlamak ve analiz edebilmek için bir kalite değeri ölçüm modeli tanımlanmalıdır. Bu model aracılığı ile KAA yerleştirmesine bir değer verme ve boşluklar sonucunda değer değişimlerini takip etme şansı oluşmaktadır. Takip edilen değer azalmalarını çözmek için, yerleştirme işlemi tek bir basamak yerine, tekrarlayan basamaklara bölünerek daha uzun ömürlü yerleştirme sağlamak mümkündür. İlk basamak için düğümlerin belirlenen oranda miktarı kenara ayrılır. Geri kalan kısmı alana atılır ve üzerinde kalite değerleri ölçülüp, boşluklar bulunur ve elde tutulan düğümler bu alanlara atılarak boşluk oluşumdan dolayı oluşan sorunların etkisi azaltılabilir. Sunulan yöntemde kullanılan kalite değeri ölçüm modeli Onur ve ekibi tarafından önerilen yöntemdir [6].

KAA içerisinde oluşan boşlukları bulmak için farklı yöntemler kullanılmaktadır, özel görevli düğümler kullanmak [3], cebirsel topoloji temelli yordamlar [4], boşlukların sınırlarını bulan dağıtık yordamlar [3] gibi, analitik çalışmalar da bulunmaktadır [7]. Bu calışmalarda genel amaç boşlukları bulup, bu boşlukların etrafından dolanmak yöntemidir. Bu makalede sunulacak olan yöntem ise boşlukların üzerine yeniden düğümler atarak etkilerini azaltmak temellidir.

2. Yöntem ve Bulgular

Boşluk bulma ve yeniden yerleştirme yordamının ana basamakları Tablo 1 içerisinde verilmektedir.

1	N algılayıcı düğümü
2	N * p algılayıcı ayrılır, p yeniden atma oranı
3	N * (1 - p) düğüm alana yerleştirilir (xi; yi), i = 1..(N * (1 - p)) biliniyor
4	S Eş–sezme grafiği oluşturulur
5	I = H(S), ikilik görüntü oluşturulur
6	I' = w(I), bağlılık filtresi uygulanır
7	I'' = w2(I'), küçük boyutlu alanlar filtresi uygulanır Gi iyi algılanan büyük çaplı bölgeler biliniyor
8	Rk = Poly(Gi, Gj) \ (Gi, Gj), iyi algılanan bölgeler arasında kalan boşluk alanlar bulunur
9	N * p algılayıcı düğümü Rk alana yerleştirilir

Tablo 1. Yordam Basamakları

İlk olarak daha önce anlatılan şekilde algılayıcı düğümlerin ilk yerleştirmesi yapılır. Çalışma içerisinde algılama kalites ölçümü için, düğümlerde varsayılan algılama modeli Elfes modelidir. Modele göre her düğümün alan üzerindeki noktalarda beklenen algılama olasılığı değerlerinin derlenmesi ile Eş-sezme grafiği oluşturulur. Bu grafik temel olarak alan üzerindeki noktalarda beklenen toplam algılama olasılıklarının ve alan koordinatlarının oluşturduğu (x, y, S(x,y)) üçlüsü kullanılarak oluşturulan 3 boyutlu bir yüzey şeklidir. Bu şekilde oluşturulan grafik bir ikilik görüntüye dönüştürülür. Ikilik görüntü, x ve y koordinatları ve bu koordinatlara denk gelen S(x,y) değerlerinden elde edilen gri renk yoğunluğu kullanılarak oluşturulan bir sayısal görüntüdür. Daha sonra öncelikle ikilik görüntü üzerinde belirlenen bir eşik değerinden düşük yoğunluklu pikseller temizlenir ve geri kalan yüksek yoğunluklu pikseller bir araya getiri-

lip, birbirine bağlı guruplar oluşturulur. Yapılan testler ile görülmüştür ki, guruplardan belli bir alan boyutundan daha küçük olanların sebep olduğu işlem yoğunluğu ile sonuca etkisi aynı oranda olmamaktadır. Bu sebeple küçük boyutlu alanlar bir filtre ile temizlenir ve geriye yüksek yoğunluklu ve büyük alana sahip görüntü parçaları kalır. Bu alanların arasında kalan kısımlar artık yeniden düğüm yerleştirmesi için aday bölgelerdir ve ikincil yerleştirme işlemi ile bu alanlara algılayıcı düğümler atılarak, boşlukların etkisi azaltılır.

Yordamın performasını görmek için, birbiçimsiz yerleştirme ile oluşan ağlarda sunulan yordamın ve tüm algılayıcıların birden atıldığı bir diğer yaklaşımın algılama değerleri karşılaştırılmıştır. Birbiçimsiz yerleştirme sağlamak için alan içerisinde yarı çapı 20 ve 50 metre arasında değişen 10 adet dairesel alan oluşturulmuştur. Patlama alanı olarak düşünülen bu alana yerleştirilen düğümlerin sağlam kalma şansı alanın merkezine olan yakınlığa ters şekilde azalan bir olasılık ile modellenmiştir. Bu yaklaşımda temel alınan nokta, bu alana atılan bombaların etrafındaki algılayıcılara zarar verme olasılığını göstermektir. Zarar oluşma olasılığı Gaussian dağılım ile modellenmiştir ve merkezde bulunan bir algılayıcının kurtulma şansı yoktur. Anlatılan yordam kullanılarak 300×600 boyutlarında bir alana ilk yerleştirme ve son yerleştirme yapılmış örnek ağlar, Şekil 1 ve 2 içerisinde gösterilmiştir. Sonuçları görmek için farklı sayıda sensor atılmalarında ve farklı oranda düğümle yapılan ikincil yerleştirmedeki sonuçlar şekil olarak sunulmuştur. Test ortamında kullanılan parametreler Tablo 2 içerisinde listelenmiştir.

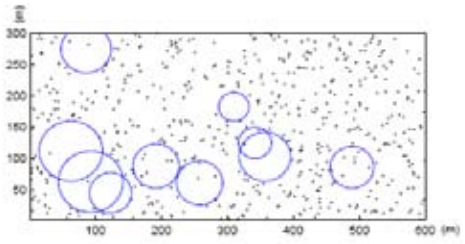
Azami blgılama mesafesi	20 metre
Alan boyutları	900 x 200 m^2
Patlama alan sayısı	10
Patlama alan yarıçapı	20 ile 50 arasında değişen değerler

Tablo 2 Test Parametreleri

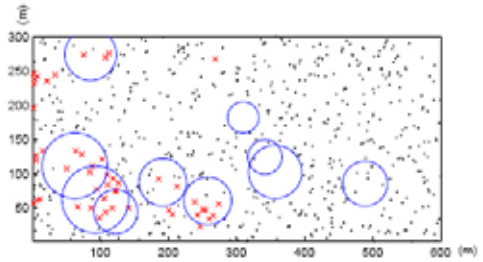
Sonuçlar Şekil 3 ve Şekil 4 olarak sunulmuştur. Değişen düğüm sayılarına göre sonuçlar analiz edildiğinde, sayı arttıkça ikincil yerleştirme yönteminin öneminin daha da arttığı görülmektedir. Ayrıca ikincil yerleştirme için % 10 ya da % 15 gibi oranda algılayıcı düğümü ayırmanın uygun bir tercih olduğu görülmektedir.

Sonuç

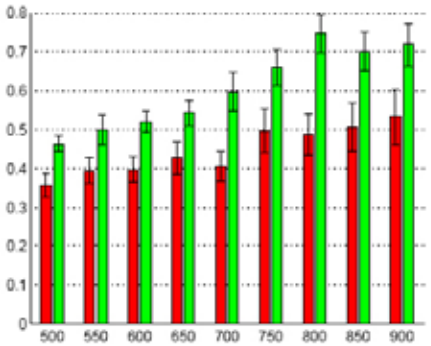
Fiziksel engeller, ağ düğümlerini atma sırasında uygulanan yöntemler, düğümlerin pil sorunları gibi sebepler KAA içerisinde boşluk alanlarının oluşmasına sebep olmaktadır. Bu tür boşluk alanlar ağın sunduğu servisin kalitesinde azalmalara yol açar. Görüntü işleme yöntemleri kullanarak ağ içerisindeki boşluk tanınabilmiş ve ağın servis kalitesini artırabilmek için boşluk alanlar üzerine tekrar düğüm atımı yapılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki bu yöntem ile, düğüm sayısını sabit tutarak ağın servis kalitesi artırılabilmiştir. Gerçek hayata uygunluğu sağlamak açısından, 3 boyutlu alanlarda uygulanabilmesi ve ağ servis kalitesinin zamana yayılan değerlerini artırmak için yöntemin zamansal açıdan uygun hale getirilmesi üzerindeki çalışmalarımız da devam etmektedir.



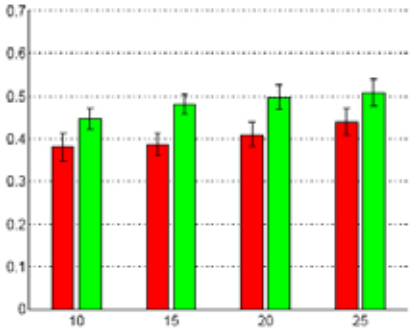
Şekil 1. Örnek ile yerleştirme



Şekil 2. Örnek son yerleştirme



Şekil 3 Değişen düğüm sayılarına göre oluşan kalite değerleri grafiği.



Şekil 4 Değişen ikincil yerleştirme oranlarına göre oluşan kalite değerleri grafiği

5. Kaynaklar

[1] Ahmed, N., Salil Kanhere, S., and Jha, S.,"The Holes Problem in Wireless Sensor Networks: A survey", ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review (MC2R), Sayı 9, No 2, Nisan 2005, 4–18.

[2] Fang, Q., Gao, J., and Guibas, L., "Locating and Bypassing Routing Holes in Sensor Networks", Mobile Networks and Applications, Sayı 11, 2006, 187–200. [3] Funke, S., "Topological Hole Detection in Wireless Sensor Networks and its Applications", DIALM-POMC, 2005.

[4] Ghrist, R., and Muhammad, A., "Coverage and Hole-Detection in Sensor Networks via Homology", IPSN'05, 2005.

[5] Gonzalez, R., and Woods, R., "Digital Image Processing", Addison-Wesley Yayınları, 1992.

[6] Onur, E., Ersoy, C., Delic H. and Akarun, L., "Surveillance in Obstruction: Breach Paths as Watershed Contours", IEEE ICC, Istanbul, Haziran 2006.

[7] Li, J., and Mohapatra, P., "Analytical Modeling and Mitigation Techniques for the Energy Hole Problems in Sensor Networks", Pervasive and Mobile Computing Dergisi (basım aşamasında).

[8] Li, M., and Yang, B., "A Survey on Topology Issues in Wireless Sensor Networks", ICWN, Las Vegas, Nevada, USA, Haziran 2006.