

Kablosuz Sensör Ağlarında Görüntü İletiminde Veri Tasarruflu İletim Katmanı Oluşturulması

CebraİL CİFLİKLi¹, Kadir Aba^{2*}

¹Meslek Yüksekokulu, Kayseri Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

²Meslek Yüksekokulu, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye

*Corresponding author: aba@nevsehir.edu.tr

+Speaker: aba@nevsehir.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet - Kablosuz Sensör Ağları, sürekli olarak çevreden topladıkları bilgileri ana ana düğüme oradan da sunucu veya ana toplayıcıya göndermektedirler. Ağ yapısı büyüdükçe ağ içerisinde meydana gelen veri transferinin boyutu da ciddi artış göstermektedir. Eğer ağda resim iletimi gerçekleştiriliyorsa veri trafiğe de çok büyük artış gösterir. Bu çalışmada Kablosuz Sensör Ağlarında resim iletimi için düşük maliyetli bir iletim protokolü (ara katmanı) oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen protokol resmi oluşturan piksellerden faydalanmaktadır. Çalışmada Lena'nın 512x512 piksellik gri seviye resmi kullanılmıştır. Orijinal boyutu 256 KB olan resmin boyutu 192 KB'ye kadar düşürülerek %25'lik bir avantaj sağlanmıştır. Ve 51,1365'lik PSNR ve 0,9976'lık yapısal benzerlik oranına (SSIM) ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bilgilere göre resim değişmeden %12.5 ve %25'lik veri kazancı sağlayan bir transfer katmanı oluşturulmuş ve Kablosuz Sensör Ağlarındaki resim iletimi sırasında meydana gelen veri trafiği azaltılmıştır.

Keywords – KSA, PSNR, SSIM, LSB, Resim transferi

Abstract – Wireless Sensor Networks continuously send information collected from the environment to the other node and then to the server or main collector. As the network structure grows, the size of the data transfer within the network also increases dramatically. If the network transmits image, the data in traffic also increases. In this study, a low-cost transmission protocol (interlayer) was created for picture transmission in Wireless Sensor Networks. The protocol used uses the pixels that make up the picture. Lena's 512x512 pixel gray level image was used in the study. The original size is 256 KB, the size of the picture is reduced to 192 KB and a 25% advantage is provided. And the structural similarity ratio (SSIM) of PSNR of 51,1365 and 0,9976 was reached. As a result of the study, according to the information obtained without changing the picture 12.5% and 25% of data transfer to create a transfer layer has been created and data transmission in the Wireless Sensor Networks data transmission is reduced.

Keywords – WSN, PSNR, SSIM, LSB, Image transfer

I. GİRİŞ

Kablosuz Algılayıcı Ağlar güvenlik, afetlere müdahale, savaş gözetimi, üretim otomasyonu, sağlık ve çevre koruma gibi alanlarda gerçekleştirilen uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bahsedilen uygulamaların tamamı hem güvenli hem de güvenilir veri iletimi gerektirmektedir. KAA'lar (WSN) genellikle ad-hoc ağlardır ve sınırlı güç, hafıza ve bant genişliğine sahiptirler [1]. Teknolojideki yeni gelişmelerle çok sayıda algılayıcı cihaz, WSN (Wireless Sensor Networks, Kablosuz algılayıcı ağlar) sistemleri aracılığıyla internet ortamına entegre edilebilmektedir (Akyıldız et al. 2002) [2]. Askeri, sanayi, sağlık, acil durum yönetimi gibi [3,4] farklı birçok alanda kablosuz algılayıcı ağlar üzerine uygulamalar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulamalar metin veya görüntü bazlı veri üzerine çalışabilirler. Zaten kısıtlı donanım sahip olan bu ağlarda eğer görüntü transferi yapılıyorsa, transfer edilecek verinin optimize edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada da, kablosuz ağlarda görüntü transferinin daha etkin ve az maliyetli bir şekilde transfer edilmesi için

çalışmalar yapılmıştır. Gönderilen görüntü sayısının artması ile oluşan veri trafiğinin azaltılması amacıyla yeni bir iletim katmanı oluşturulmuştur.

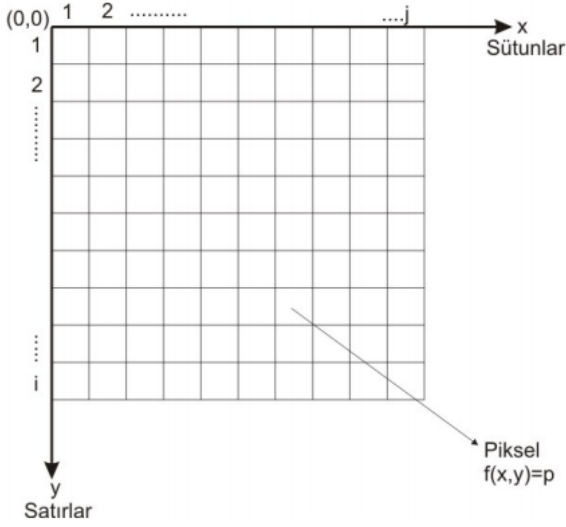
Oluşturulan iletim katmanı görüntünün yapı taşı olan piksellerden faydalanmaktadır. Görüntüyü oluşturan her bir pikselin “en önemsiz bit” (LSB) diye adlandırılan bitlerden faydalanılmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Matematiksel açıdan ve bilgisayar açısından sayısal bir görüntü iki boyutlu bir vektör dizisidir. Diğer bir deyişle her elemanı bir vektör olan bir matris olarak ifade edilebilir. Görüntünün iki bağımsız değişkeni x ve y geometrik boyutları oluşturur (Şekil 1). Görüntü üzerinde f(x,y) fonksiyonunun herhangi bir değerinde gösterdiği alana piksel denir. Piksel bir sayısal görüntünün en küçük elemanıdır. [5]

Sayısal görüntü işleme metodlarında görüntü üç farklı şekilde incelenmektedir. Yukarıda tanıtılan koordinat sisteminde piksellerin sayısal değerlerine göre ikili (binary

image), gri seviyeli (gray scale) ve renkli (color image) olarak sınıflandırılırlar. [5]

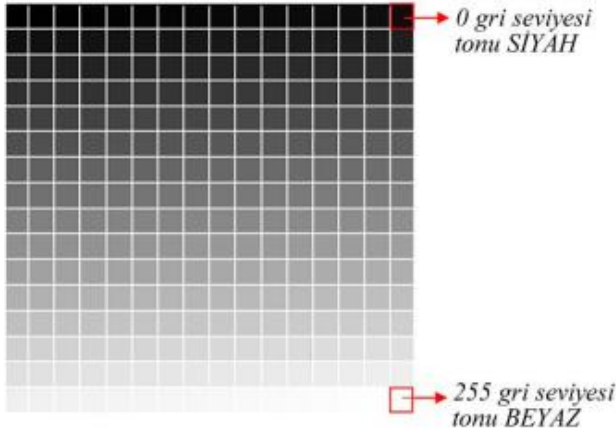


Şekil 1 Görüntünün sayısal gösterimi

A. Gri Seviyeli Görüntü

Sayısal görüntüde her bir pikselin aldığı değere göre görüntünün türü belirlenebilir. Gri seviyeli görüntülerde sınırlarında iki renk vardır, siyah ve beyaz. Bu ikisi arasında kodlanan görüntülere ise gri-ton (gray scale, monochromatic) görüntüler adı verilir [6].

Uygulamada yaygın olarak kullanılan her bir piksel 8 bit ile kodlanmıştır. Bu tip görüntülerde her bir piksel $2^8 = 256$ farklı gri ton karşılığı (parlaklık seviyesi) değerlerinden oluşur ve gri değer aralığı $G = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$ biçiminde ifade edilir. Kural olarak; 0 gri seviyesi siyah renge, 255 gri seviyesi ise beyaz renge ve bu değerler arasındaki gri seviyeler ise gri tonlara karşılık gelir. Şekil 2'de $N \times M = 16 \times 16$ 'lık bir ızgara üzerinde 256 farklı gri seviyenin gösterimi verilmiştir. [6]



Şekil 2 16×16 'lık bir ızgara üzerinde 256 farklı gri seviyenin gösterimi

B. LSB – En Önemsiz Bit

Steganografide en fazla kullanılan tekniklerden biri Least Significant (LSB-en az öneme sahip bit) Insertion yöntemidir [7]. LSB, bir pikseli oluşturan bitlerden en önemsiz biti gösteren bir kavramdır. Örneğin 00100111 değerine sahip bir pikselde en sağda bulunan be koyu olarak yazılmış 1 değeri o pikseldeki en önemsiz biti temsil eder. Bir pikselde bu bitin

değişmesi insan gözü ile fark edilemeyecek oradan değişime neden olur.

01101101 değerine sahip bir pikseldeki renk kodu 109 iken son bitin değişmesi ile elde edilecek yeni piksel değeri 01101100 ifadesine eşit olur bu da 108 değerine sahip olan pikseli işaret eder. 108 ve 109 renk kodlarına sahip olan bu pikseller arasındaki renk farklı insan gözü ile görülemeyecek kadar azdır. Bu değerlere sahip renkler şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3 108 ve 109 renk değerine sahip pikseller

C. Pik Sinyal Gürültü Oranı (PSNR)

Bilinen görüntüler üzerinde objektif görüntü kalitesi ölçümü için pik sinyal gürültü oranı (PSNR) kullanılmaktadır [8]. Orijinal görüntüler kontrollü şekilde bozulur, daha sonra orijinal ve bozulmuş görüntülerin sinyal gürültü oranları mukayese edilmektedir. Karşılaştırmak için kullanılan PSNR değeri 8 bitlik görüntüler için denklem 1'deki gibi tanımlanmaktadır. $N \times M$ büyüklüğündeki orijinal ve gürültülü görüntüler sırasıyla C ve ST ile gösterilmektedir [9]

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2 x N x M}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (C_{ij} - ST_{ij})^2} \quad (1)$$

Yüksek bir PSNR değeri daha yüksek bir görüntü kalitesi demektir. Düşük PSNR değeri ise görüntüler arasında yüksek sayısal farklı ifade eder.

D. Yapısal Benzerlik İndeksi Ölçüsü (SSIM)

Bu yöntem, iki görüntüye ait parlaklık, kontrast ve yapı denilen 3 özneliğin karşılaştırılmasına dayanmaktadır [10]. x ve y birer görüntü olmak üzere SSIM ölçütü aşağıdaki denklem 2 ile elde edilmektedir.

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (2)$$

Burada x, y karşılaştırılan görüntüler $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ ve σ_{xy} tahmin edilen görüntüye ait piksel yoğunluk ortalaması, standart sapmasını ve ortak varyansı belirtmektedir.

Geliştirilen iletim katmanından görüntüyü oluşturan piksellerin en önemsiz bitlerinden faydalanılmıştır. Öncelikle en sondaki piksel atılarak çalima yapılmış, ardından da en sonda yer alan 2 piksel atılmıştır. Çalışma boyunca Lena'ya ait 512×512 piksel boyutlarında (Şekil 4) görüntü kullanılmıştır.



Şekil 4 512x512 piksellik Lena görüntüsü

E. Yöntem 1

Bu yöntemde görüntüyü oluşturan piksellerden sadece en sonda yer alan piksel atılmıştır. Bu sayede 256 KB'lık yer kaplayan görüntü 224 KB'a indirgenmiştir. Bu sayede de %12.5'lik bir tasarruf sağlanmıştır.

Görüntüdeki piksellere ait bitler atılırken görüntüyü oluşturan her bir piksel tek tek dolaşmış son bit hariç geriye kalan 7 bit kopyalanmış ve her pikseldeki bu 7 bit yan yana eklenerek bir metin dizisi meydana getirilmiştir. Elde edilen bu metin dizisi daha sonra alıcı tarafa iletilmiştir. Alıcı tarafta görüntünün yeniden oluşabilmesi için daha önce atılan bitlerin yeniden eklenmesi gerekir. Görüntüden atılan pikseller herhangi bir şekilde saklanmadığından dolayı tamamen rastgele olarak eklenir. Rastgele eklenen bitler görüntü üzerinde gözle görülür bir değişime sebep olmazlar. Orijinal görüntüdeki piksellerin son bit değerlerinin rastgele eklenmesi ile oluşmuş yeni görüntü şekil 5'te yer almaktadır.

Orijinal görüntü ile sonradan oluşturulan görüntü arasındaki yapılan incelemelerde elde edilen PSNR ve SSIM değerleri iki görüntünün neredeyse aynı olduğunu göstermektedir. Elde edilen PSNR ve SSIM değerleri tablo 1'de yer almaktadır.



Şekil 5 Son biti rastgele oluşturulmuş görüntü

F. Yöntem 2

Bu yöntemde 1 numarada anlatılan yöneteme benzemektedir. Bunda diğerinden farklı olarak son biti kullanmak yerine her bir piksele ait son iki bit kullanılmıştır.

Bu sayede 256 KB'lık yer kaplayan görüntü 192 KB'a indirgenmiştir. Bu sayede de %25'lik bir tasarruf sağlanmıştır.

Görüntüdeki piksellere ait bitler atılırken görüntüyü oluşturan her bir piksel tek tek dolaşmış son iki bit hariç geriye kalan 6 bit kopyalanmış ve her pikseldeki bu 6 bit yan yana eklenerek bir metin dizisi meydana getirilmiştir. Elde edilen bu metin dizisi daha sonra alıcı tarafa iletilmiştir. Alıcı tarafta görüntünün yeniden oluşabilmesi için daha önce atılan bitlerin yeniden eklenmesi gerekir. Görüntüden atılan pikseller herhangi bir şekilde saklanmadığından dolayı tamamen rastgele olarak eklenir. Rastgele eklenen bitler görüntü üzerinde gözle görülür bir değişime sebep olmazlar. Orijinal görüntüdeki piksellerin son iki bitin değerlerinin rastgele eklenmesi ile oluşmuş yeni görüntü şekil 6'da yer almaktadır.

Orijinal görüntü ile sonradan oluşturulan görüntü arasındaki yapılan incelemelerde elde edilen PSNR ve SSIM değerleri iki görüntünün neredeyse aynı olduğunu göstermektedir. Elde edilen PSNR ve SSIM değerleri tablo 1'de yer almaktadır.



Şekil 6 Son iki rastgele oluşturulmuş görüntü

Tablo 1. Yeni görüntülerin PSNR ve SSIM değerleri

Görüntü / Yöntem	PSNR	SSIM	Değişim	Yeni boyut
Yöntem 1	51,1365	0,9976	%12.5	224 KB
Yöntem 2	44,2156	0,9879	% 25	192 KB

III. BULGULAR

Yapılan çalışma sonucunda transfer edilmek istenilen görüntü boyutunda %25'e varan bir azalma meydana gelmiştir. Tek bir görüntüye baktığımızda az gibi görünen bu veri boyutu sürekli görüntü transferi yapan bir ağda çok büyük bir orana sahiptir. Örneğin 100 düğümden oluşan bir kablosuz algılayıcı ağda her bir düğümün dakika 10 görüntü ilettiğini varsayarsak iletilecek olan toplam veri boyutu dakikada 256 MB, saatte 15 GB ve günde 360 GB eder. Günlük 360 GB veri yerine %25 oranında azalmış ve toplam 270 GB'a indirgenmiş veri ağ içi transfer için çok iyi bir çözümdür. Yapıları gereği kısıtlı donanıma sahip bu ağlar daha az veri transferi yaparak pil ömürlerine de uzatacaklardır.

Transfer işleminden sonra oluşturulan görüntü ile orijinal görüntü arasında gözle görülemez bile farklılıklar oluşabilir. Eğer transfer edilecek görüntünün bire bir aynısının alıcıda oluşmasını istiyorsak bu yöntem başarılı değildir. Çünkü bu yöntem ile kayıplı bir transfer işlemi gerçekleştirilmektedir.

IV. TARTIŞMA

Çalışmada gri seviye resim kullanılmıştır. Lena'nın 512x512 piksellik gri seviye resmi kullanılmıştır. Orijinal boyutu 256 KB olan resmin boyutu her bir pikseldeki son bitin atılması ile 224 KB'a, son iki bitin atılmasıyla da 192 KB'ye düşürülmüştür. Bu da iletilecek olan bir resimde %12.5'lik ve %25'lik bir avantaj sağlamaktadır. Alıcıda son bite rastgele verilerek eklenerek resim yeniden oluşturulduktan sonra orijinali ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda bir bit atılan resimde 51,1365'lik PSNR değerine ve 0,9976'lık yapısal benzerlik oranına (SSIM), iki bit atılan resimde ise 44,2156'lık PSNR değerine ve 0,9879'luk SSIM değerine ulaşılmıştır. Yüksek PSNR değeri daha yüksek görüntü kalitesi, düşük PSNR değeri ise görüntüler arasında yüksek sayısal farkı ifade ettiğinden, çalışma da elde ettiğimiz yüksek PSNR değeri orijinal resim ile yeni oluşturulan resmin bir birlerine yüksek oranda benzediklerini göstermektedir. Benzer şekilde yüksek SSIM değeri de iki resim arasındaki benzerliğin yüksek olduğunu ifade etmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre resim değişmeden %12.5 ve %25'lik veri kazancı sağlayan bir transfer katmanı oluşturulmuş ve Kablosuz Sensör Ağlarındaki resim iletimi sırasında meydana gelen veri trafiği azaltılmıştır. Ayrıca transfer işleminin azalmasından kaynaklı algılayıcı düğümlerde daha az enerji harcanarak daha uzun ömürlü olmaları sağlanmıştır.

V. SONUÇ

Yüksek PSNR ve SSIM değerlerine sahip kayıplı görüntü transferi için gerçekleştirilen bu veri iletim katmanı normal görüntü iletime göre %25 tasarruf sağlamaktadır. Her ne kadar orijinaline benzerliği fazla olsa bile bire bir aynı görüntünün transferi gereken uygulamalarda kullanılması uygun olmayacaktır. Fakat diğer uygulamalar için çok önemli oranda veri tasarrufu sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] C. Ciflikli ve K. Aba, *Arduino Kullanılarak Oluşturulan Kablosuz Sensör Ağlarında Şifreleme Algoritmalarının Karşılaştırılması*, ISMSIT 2017. Tokat, Türkiye: 2017.
- [2] L.F. Akyıldız, Y. Sankarasubramaniam, W. Su ve E. Cayırcı, *Wireless sensor networks: A survey*. Journal of Computer Networks, vol. 38, pp. 393-422, 2002
- [3] H. Alemdar, C. Ersoy, *Wireless sensor networks for healthcare: A survey*, Computer Networks, vol. 54 (15), pp. 2688-2710, 2010.
- [4] M. Walsh, M. Hayes, J. Nelson, *Robust performance for an energy sensitive wireless body area network – an anti-windup approach*, International Journal of Control, vol. 82 (1), pp. 59-73, 2009.
- [5] D. Karakuş, "Görüntü analiz yöntemleri ile kayaçların yapısal özelliklerinin tanımlanması", Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kasım 2006
- [6] (2019) İbrahim Cayıroğlu web sitesi [Online]. Available: http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/GoruntuIsleme/Goruntu_Isleme_Ders_Notlari-1.Hafta.pdf
- [7] (2019) Sadı Evren Şeker web sitesi [Online]. Available: <http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/2009/06/05/steganografi-ve-lsb/>
- [8] A. Hore, D. Ziou, *Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM*, International Conference on Pattern Recognition, 2010
- [9] H. Boztoprak, *Kenar geçişleri kullanılarak görüntüdeki bulanıklığın giderilmesi*, SDU International Journal of Technological Science, vol. 8, n. 2, pp. 28-36, August 2016
- [10] Z. Wang, A.C. Bovik, H. R. Sheikh, ve E.P. Simoncelli, *Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity*. Image Processing, IEEE, 2004