

Kablosuz Bilgisayar Ağları için Karmaşık Ağ Temelli Bir Model

^{*1}Fatih Çelik, ²Fatih Kayaalp, ¹Ayhan Kiraz ve ¹Barış Taçyıldız

^{*1}Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Sakarya Üniversitesi, Türkiye

²Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Düzce Üniversitesi, Türkiye

Özet

Son yıllarda teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi ile beraber iletişim yöntem ve tekniklerinde de hissedilir derecede yenilikler meydana gelmiştir. Kablosuz iletişimin yaygınlaşmasının ana sebeplerinden biride çevremizde kullandığımız cihazların birbiriyle iletişim kurma yeteneklerinin ortaya çıkmasıdır. Bu sistemlerin modellerin çıkarılması önem arz etmektedir. Bundan dolayı yapılacak çalışmada kablosuz ağlar için karmaşık ağ teorisi tabanlı yeni bir model geliştirilmesini amaçlanmaktadır. Bu model sistemdeki düğüm sayılarının artmasından en az etkilenen şekilde tasarlanacaktır. Bunu sağlayabilmek için de yöntem olarak karmaşık ağ teorisi kullanılacaktır. Çalışma sonucunda kablosuz ağlar için yeni bir model geliştirilmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Ağ, Karmaşık Ağ, Modelleme

Abstract

Together with the rapid advancement of technology and communication methods also drastically in recent years in technical innovations have occurred. The devices we use in our environment in one of the main reasons for the spread of wireless communications is the emergence of the ability to communicate with each other. Removal of these systems are important models. Complex network theory for wireless networks based on the work to be done therefore is aimed to develop a new model. This is the number of nodes in the model system will be designed to be affected least by the increase. To achieve this complex network theory as well as methods will be used. Results of this study will be developed a new model for wireless networks.

Key words: Wireless Network, Complex Network, Modelling

1. Giriş

Kablosuz iletişimin son yıllarda hızla gelişmesiyle beraber bu alanda yeni sistemler ve teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Bu teknolojilerden bazıları Kablosuz Gezgin Özel Ağ (MANET) teknolojileridir. Kablosuz Gezgin Özel Ağlar hayatımızda gün geçtikçe daha çok yer etmektedir. Evimizde bulunan TV, cep telefonu ve bilgisayar gibi cihazlar birbirleriyle haberleşmektedir. İlerleyen dönemlerde ise çevrede var olan nesnelerin birbirleriyle haberleştikleri görülecektir [1][2].

Modelleme ve Benzetim Ağ konularının vazgeçilmez unsurlarındandır [3]. Bundan dolayı Kablosuz Ağlar için bilgisayar ortamındaki benzetim araçlarında kullanılmak üzere birçok model geliştirilmiştir. Son yıllarda Ağ analizlerinde çok büyük ağların oluşması nedeniyle hızlı bir ivmelenme olmaktadır. Karmaşık Ağlar ise son zamanlarda sistemlerin modellenmesinde

*Corresponding author: Address: Faculty of Computer and IT, Department of Computer Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: fatihc@sakarya.edu.tr, Phone: +902642957119

kullanılan yeni yöntemlerden bir tanesidir. Karmaşık Ağlar, karmaşık sistemleri modellemek ve incelemek için kullanılabilecek yöntemlerdendir. Sistemi bol sayıda belirgin parçanın etkileşimi olarak değerlendirmektir [4]. Albert-László Barabási ve ekibi tarafından gerçek ağların geleneksel ağ teorisinden çok daha farklı davrandığı tespit edildi. Genel olarak, gerçek ağlar ortalama bir sistemde benzer sayıda düğüm ve bağlantıdan oluşan sistemler olarak varsayılmaktaydı. Bu genelde rasgele graflar ile modellenmektedir. Fakat modern ağ araştırmaları, çok düğümün az bağlantıyla sahip olmasının aksine çok bağlantı olan ağların az düğüme sahip olduğunu göstermektedir. Bu karakteristik biyolojik ağlardan sosyal ağlara kadar çoğu gerçek ağda bulunmaktadır [5]. Sosyal ağlardaki ilişkilerin modellenmesi, Uçuş rotalarının modellenmesi, İnternet ağının modellenmesi örnek olarak verilebilir.

2. Problem Tanımı

Bir ortamda birden fazla hatta onlarca kablosuz cihaz bulunabilir. Uygulamaya bağlı olarak, büyük bir alanda yerleştirilmiş düğümler şeklinde olabileceği gibi küçük bir ortama çok fazla düğüm yerleştirilerek yüksek yoğunluklu ağlar oluşturulabilir. Ağın bu iki durumunda da herhangi bir noktadan yola çıkarılan paketlerin istenilen hedef noktaya ulaştırılması gerekmektedir. Bu durumu ifade eden probleme ölçeklenebilirlik denir. Bu nedenle ölçeklenebilirlik Kablosuz ağ konularının başlıca problemlerindendir..

Sahada karşılaşılabilecek ölçeklenebilirlik problemlerini öngörebilmek için öncelikle sistemin bilgisayar ortamında modellenmesi gerekmektedir. Ağları modelleyen araçlar literatürde mevcuttur. Bu araçlardan bir kısmı bu durumu dikkate almaktadır. Ölçeklenebilirlik problemini dikkate alarak geliştirilen modeller daha yoğun düğümlerin bulunduğu alanları modelleyebilmektedir. Örnek olarak Ns-2 simülatörü literatürde yoğunlukla kullanılan bilgisayar ağları modelleme ve benzetim aracı olmasına rağmen ölçeklenebilirlik yönü zayıf olduğundan bir ağda düğüm sayısı yüz ve üzerinde olduğu durumları modellemekte zorlanmaktadır [6]. Bu durum kullanılan modelleme aracının istenilen her ağı modellemesini engellemektedir. Buna karşın günümüzde ağlarda bulunan düğüm sayısı hızla artmaktadır. Bu durum da ölçeklenebilirlik problemini diğer problemlerin önüne çıkartmaktadır.

Tablo 1. Ağ benzeticilerinin ölçeklenebilirlik karşılaştırması (Begg et al., 2006)

Benzetim Aracı	Ölçeklenebilirlik
Ns-2	Zayıf
Pdns	Çok Güçlü
OPNET	Orta
OMNET++	Orta
J-sim	Güçlü
SSFnet	Çok Güçlü
GloMoSim	Çok Güçlü

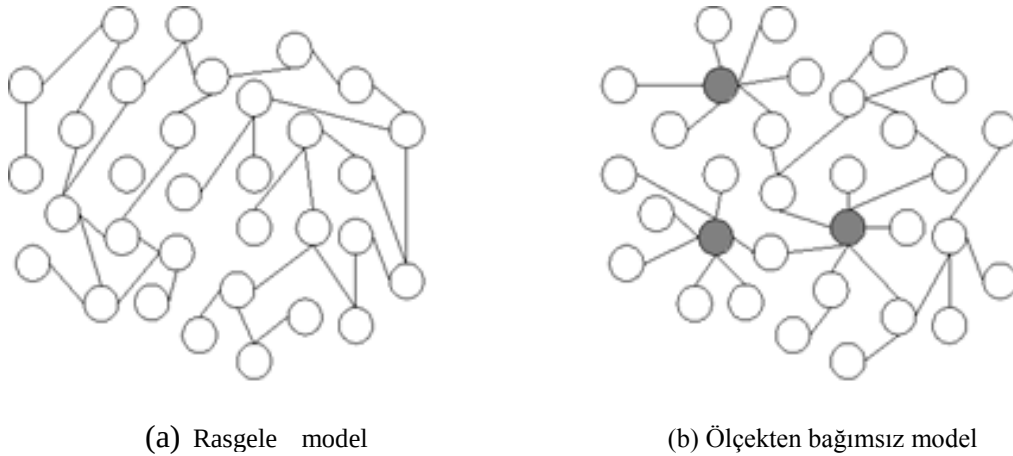
Modelleme ve benzetim araçları içinde ölçeklenebilirlik probleminin çözümü açısından güçlü yönleri sahip olan araçlar mevcuttur. Fakat bu araçlar temelde kablolu ağlar için geliştirilmiştir. Modelleme ve benzetim araçları içinde kablosuz ağlar için geliştirilen modeller kablolu ağlardan türetilmiştir. Sadece kablosuz ağlar için geliştirilmiş bir modelleme ve benzetim aracı mevcut değildir.

3. Tasarım Prosedürleri

Uygulamaya bağlı olarak, büyük bir alanda yerleştirilmiş düğümler şeklinde olabileceği gibi küçük bir ortama çok fazla düğüm yerleştirilerek yüksek yoğunluklu ağlar oluşturulabilir. Bu nedenle ölçeklenebilirlik kablosuz ağ konularının başlıca problemlerindendir [7].

Bu probleme çözüm önerisi getirebilmek için kablosuz ağlar için karmaşık ağ tabanlı bilgisayar modeli tasarımı gerçekleştirilecektir. Geliştirilecek model ölçeklenebilirlik problemine odaklanacağından karmaşık ağ teorisinin bir yaklaşımı olan ölçekten bağımsız (scale-free) yöntemi kullanılacaktır.

Farklı ağ (rasgele, ızgara vb.) modellerinde düğümler ile bağlantılar arasındaki ilişki üzerinde fazlaca durulmamaktadır. Karmaşık ağ teorisindeki ölçekten bağımsız (scale-free) yöntemi ise düğüm ve bağlantılar arasındaki ilişkiler üzerine yoğunlaşmaktadır.



Şekil 1. 32 düğümlü ağda rasgele ve ölçekten bağımsız karşılaştırması

Şekil 1 de görüldüğü gibi ölçekten bağımsız (scale-free) yöntemi kullanımında düğüm ve bağlantılar ayrı ayrı ele alınacağından düğüm sayısı ve düğüm bağlı ayırıt (bağlantı) sayısı hesaplanacaktır. Tasarımı yapılacak model bir graf (G) olarak ele alınacak ve ayırıtları oluşturan kümede (E) olarak kabul edilecektir. Her bir v düğümünün derecesi (düğüme bağlı bulunan ayırıt sayısı) $\deg(v)$ olarak gösterilecektir.

En yüksek dereceli düğümler birbirlerine bağlandığında graf maksimum dereceye ulaşacak ve aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.

$$s(G) = \sum_{u,v \in E} \deg(u) \deg(v) \quad (1)$$

G ile derece dağılımı aynı olan tüm grafların kümesinde H için s(H) nin maksimum değeri $s_{\max}$ olarak gösterilmektedir.

$$S(G) = \frac{s(G)}{s_{\max}} \quad (2)$$

Bu formülde grafa ait maksimum derece ile tüm graflara ait maksimum derece birbirine bölündüğünden 0 ile 1 arası bir değer üretilecektir. Değer 1 e yakın olursa G grafi ölçekten bağımsız olarak kabul edilecektir. Geliştirilecek model ölçekten bağımsız olması için modelimizde düğüm bağlantıları 1 değerine yakın olacak şekilde organize edilecektir.

Tasarımı gerçekleştirilen model java programlama dili kullanarak yazılım haline getirilecektir. Model geliştirilirken kablosuz düğüm ve bağlantı için çalışma prensibi Atomik DEVS formalizmine göre olacaktır.

Atomik DEVS modelleme yaklaşımı, sistemin ayrık olaylı davranışının değişik yönlerini tanımlayan bir yapıdadır. DEVS atomik model tanımı, değişken zaman periyotlarına sahip parçalı sabit eğriler şeklinde durumları (değişken değerler) ve ilişkili zaman eksenini tanımlar. Atomik model tanımı yeni durum değerlerinin nasıl üretileceğini ve ne zaman bu yeni değerlerin etkin olacağını da açıklar. Paralel bir atomik DEVS modeli aşağıdaki yapıdadır [8][9]:

$$M = \langle X, S, Y, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \delta_{\text{conf}}, \lambda, t_a \rangle$$

Burada;

X, giriş değerleri kümesi,

S, durumlar kümesi,

Y, çıkış değerleri kümesi,

$\delta_{\text{int}} : S \rightarrow S$ dahili geçiş fonksiyonu,

$\delta_{\text{ext}} : Q \times X \rightarrow S$ harici geçiş fonksiyonu,

burada; $Q = \{(s,e) | s \in S, 0 \leq e \leq t_a(s)\}$ toplam durum kümesi,

e, en son olan geçişten bu yana geçen süredir.

$\delta_{\text{ext}} : Q \times X \rightarrow S$ çakışma (confluent) geçiş fonksiyonu,

$\lambda : S \rightarrow Y$ çıkış fonksiyonu,

ta: $S \rightarrow R^+_{0,\infty}$ zaman ilerleme (time advance) fonksiyonu, 0 ve ∞ arasındaki pozitif reel sayılar kümesidir.

Bu elemanların yorumu Şekil 8’de görülmektedir. Herhangi bir anda sistem bir ‘s’ durumundadır ve hiçbir harici olay meydana gelmemesi durumunda, sistem ta(s) zamanı süresince ‘s’ durumunda kalır. Yukarıda yapılan tanımdan anlaşılacağı üzere ‘ta(s)’ bir reel sayı olmasına rağmen ‘0’ ve ‘ ∞ ’ değerlerini de alabilmektedir. Zaman ilerleme fonksiyonu ta(s) = 0 olduğunda, ‘s’ durumunun süresi araya başka olaylar giremeyecek kadar çok kısadır – bu durumda ‘s’ durumunun bir geçici durum olduğunu belirtmek yanlış olmaz. İkinci durumda (ta(s) = ∞ olduğunda), harici bir olay bu durumu bozmadıkça sistem sonsuza kadar ‘s’ durumunda kalır ve bu durumda ‘s’ pasif bir durum olarak tanımlanır. Bir durumda kalma süresi dolduğu zaman (geçen süre e=ta(s) olduğu zaman), sistem $\lambda(s)$ değerini çıkış olarak verir ve $\delta int(s)$ durumuna geçer. Bu anda, çıkışın dâhili geçişlerden hemen önce üretildiğine dikkat edilmelidir.

Özetle tasarım aşamasında atomik kablosuz düğüm ve kablosuz bağlantının çalışma prensibi olarak Atomik DEVS formalizmi, bu düğümlerden oluşturulacak ağ modeli (birleşik model) için ise karmaşık ağ teorisinin ölçekten bağımsız (scale-free) yöntemi kullanılacaktır.

Geliştirilecek olan model daha önce DEVS formalizmi ile birleşik modeli gerçekleştirilmiş olan ağ modeli ile karşılaştırılacaktır. Daha önce oluşturulan modelde rastgele ağ modeli kullanılmıştır. Yeni oluşturulan model ise karmaşık ağın ölçekten bağımsız (scale-free) yöntemini kullanacaktır.

Sonuçlar

Günümüzde, evlerimizde bulunan TV, cep telefonu ve bilgisayar gibi cihazlar birbirleriyle haberleşmektedir. İlerleyen dönemlerde ise çevrede var olan nesnelerin birbirleriyle haberleştikleri görülecektir. Aynı zamanda nesnelerin ürettiği veriler toplanarak çevre ile ilgili izlenimler elde edilecektir. Her geçen gün dünya çapında toplanan veri miktarı ve cihaz artışı düşünüldüğünde gelecekteki bu gibi büyük ölçekli sistemlerde oluşabilecek problemleri tahmin etmek ve çözümler getirmek için sistemlerin bilgisayar modellerinin çıkartılması gerekmektedir. Geliştirilecek model yardımıyla kablosuz ağlar ve kablosuz algılayıcı ağların büyük ölçeklerdeki davranışları incelenecektir. Geliştirilen bilgisayar modeli gerçek dünya da büyük ölçekli sistemleri oluştururken cihazları en verimli biçimde nasıl yerleştireceğimiz hakkında bilgi verecektir. Model bilgisayar ortamını bir kablosuz cihaz laboratuvarına çevireceğinde eğitim amaçlı olarak kullanılacaktır.

Kaynaklar

- [1] Atzori L, Antonio I, Giacomo M. The internet of things: A survey. Computer networks 2010;54.15: 2787-2805.
- [2] Akyildiz I F, Su W, Sankarasubramaniam Y, Cayirci E. Wireless sensor networks: a survey. Computer networks, 2002;38(4), 393-422.

- [3] Kim S, Sarjoughian HS, Elamvazhuthi V. DEVS-Suite: A Simulator Supporting Visual Experimentation Design and Behavior Monitoring, Spring Simulation Multiconference, Article no 161, San Diego, California. 2009.
- [4] Zhu H. Complex networks-based energy-efficient evolution model for wireless sensor networks. *Chaos, Solitons & Fractals* 41. 2009:Volume 4, 1828-1835.
- [5] Barabási L, Réka A, Hawoong J. Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world-wide web. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 2000;281.1: 69-77.
- [6] Begg I, Liu W, Pawlikowski K, Perera S, Sirisena H. Survey of Simulators of Next Generation Networks for Studying Service Availability and Resilience, Technical Report TR-COSC 05/06, University of Canterbury, Christchurch, New Zeland. 2006.
- [7] Hong X, Gerla M, Pei G, Chiang C C. A group mobility model for ad hoc wireless networks. In *Proceedings of the 2nd ACM international workshop on Modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems* (pp. 53-60). ACM.1999.
- [8] Zeigler BP, Praehofer H, Kim, TG. *Theory of Modelling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems*, Academic Press, second edition. 2000.
- [9] Antoine-santoni T, Santucci JF, De Gentili E, Costa B. Discrete Event Modeling and Simulation of Wireless Sensor Network Performance, *SIMULATION*. 2008;84, 2/3, pp. 103-121.