

İletişim Ağlarında Optimum Yük Dengesini Sağlamak için Link Ağırlık Değerlerinin Genetik Algoritma ile Bulunması

Alper Özbilen, Yrd.Doç.Dr. Erkan Afacan
Türk Telekomünikasyon A.Ş. Genel Müd. U.İ.D.B No:308
Aydınlıkevler/ ANKARA
Tel.: 03125552922
e-posta: alper@ozbilen.net

Gazi Üniv. Elektrik-Elektronik Müh. Böl.
Maltepe /ANKARA
Tel.: 03122311340 Fax: 03122308434
e-posta: e.afacan@gazi.edu.tr

Özet: İletişim ağlarında kullanılan bir çok yönlendirme protokolü, aktif cihazlara bağlı linklerin yük taşıma elverişliliğini göstermekte, ağırlık değeri adı verilen ve ağ yöneticisi tarafından atanan bir parametre kullanır. Ağ üzerindeki yükün dengeli taşınabilmesi, linklere atanan ağırlık değerleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada, en iyi yük dağılımını sağlayan ağırlık değerleri genetik algoritma ile aranmış ve farklı ağ topolojileri için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

1. Giriş

İletişim ağlarında en önemli problemlerden bir tanesi geleceği de öngören kapasite planlaması ve periyodik operasyonların amacına uygun yapılmasıdır. Günümüz iletişim ağlarının geçmiş yıllara göre çok daha hızlı büyüdüğü ve üzerlerindeki trafik yükünün her geçen gün arttığı düşünülürse, planlama ve trafik yönetimi işinin zorlaştığı yorumu kolayca yapılabilir. Bu çalışmada farklı ağ topolojileri için Genetik Algoritma (GA) kullanılarak linklere atanabilecek optimum ağırlık değerleri bulunmuştur.

2. Trafik Mühendisliği

İletişim ağlarındaki trafik yükünün dengeli dağıtımı ve ağ bileşenlerinin kararlılıklarını korumaları, Trafik Mühendisliği başlığı altında toplanan bir konudur. Trafik mühendisliği, yükün ağ kapasitesine göre dağıtımı, düzenli ölçümlerle kısa vadeli işletme operasyonlarının ve uzun vadeli kapasite ilavelerinin yapılmasıyla ilgilenir. Trafik açısından ağda iki tür bileşen mevcuttur. Birincisi, trafiğin kaynaklandığı veya sonlandırıldığı kaynak ve hedef noktalarıdır. İkincisi ise kaynak ile aldığı trafiği hedefe götüren taşıyıcı bileşenlerdir.

3. Yönlendirme ve Trafik Matrisi ile Link Kullanım Matrisinin Elde Edilmesi

Bir iletişim ağındaki kaynak ve düğüm noktaları arasındaki trafik hacmini ifade eden matrise Trafik Matrisi (TM) adı verilir. Trafik matrisi her bir uç çiftinin arasında akan trafik değerini gösteren tek boyutlu bir matristir. Ele alınan ağda N adet trafik üreten veya trafiği üzerinde sonlandıran düğüm olduğu düşünülürse, ağdaki toplam trafik akış sayısı E_3 1'deki gibi elde edilir.

$$\text{Maksimum Trafik Akış Sayısı} = N^2 - N \quad (1)$$

Trafik matrisini elde edebilmek için tüm ağı dinleyen ve her uç birimden aldığı örneklerle trafik ölçümü yapan araçlara ihtiyaç vardır. Yüklü bir ağı trafik matrisinin elde edilmesi çoğu zaman problemlili bir mesele olmakla birlikte, ağı kapasite planlaması, yükün dengelenmesi ve doğru yönlendirme tablolarının oluşturulabilmesi için mutlaka gereklidir.

Yönlendirme matrisi (RM), terminaller arasındaki trafik akışının hangi linkler üzerinden yapılacağını gösteren matristir. Yönlendirme matrisi yönlendirme tablolarından elde ediliyor olup, yönlendirme tablosunda oluşan herhangi bir değişiklik yönlendirme matrisinin de anında değişmesine neden olur.

Yönlendirme matrisinin boyutu ağdaki link sayısına ve tüm uçlar arasında tanımlanabilecek maksimum trafik akışı sayısına bağlıdır. Ağdaki link sayısı L, çiftler arası maksimum trafik akışı sayısı da P ile gösterilirse, yönlendirme matrisi $L \times P$ boyutunda bir matris olacaktır. Yönlendirme matrisinin diğer bir özelliği de sadece 1 ve 0 değerlerinden oluşmasıdır. Herhangi bir terminal çiftinin akış yolunda kullanılan linklerin değeri 1, kullanılmayan linklerin değeri ise 0 olarak işaretlenir.

Link kullanım matrisi, ağdaki tüm linklerin kullanım değerlerini gösteren matristir. Ağdaki yönlendirme matrisinin veya trafik matrisinin değişimi sonucu link matrisi de değişir. Yönlendirme matrisi RM, trafik matrisi ise TM olarak gösterilirse, link kullanım matrisi Eş. 2'deki gibi elde edilir [1].

$$LM = RM \times TM \quad (2)$$

4. Tahmini Trafik Matrisi ile Link Ağırlık Değerlerinin Delirlenmesi

Ağda kullanılması gereken optimum link ağırlık değerlerini ararken, dikkat edilmesi gereken husus, link kullanım değerlerinin arzu edildiği gibi dengeli olup olmadığıdır. Ancak canlı trafik taşıyan bir ağda tahmini trafik matrisi zamanın fonksiyonu olarak değişeceğinden, link ağırlık değerleri sabit kalsa bile link kullanım matrisi değişecektir. Bu nedenle, tek bir tahmini trafik matrisine göre elde edilen ağırlık değerleri mutlak iyi değerler olarak düşünülemez. Dolayısıyla ağda kullanılacak link ağırlık değerlerinin, çeşitli senaryolar için üretilen tahmini trafik matrisine göre bir çok defa hesaplanması gerekir. Böylece ağda yaşanması olası her türlü trafik değişikliğine karşı önceden belirlenmiş ağırlık değerine sahip olunacaktır.

5. Link Ağırlık Değerlerinin Genetik Algoritma ile Aranması

Ağdaki tüm linkler sıfırdan başlayarak ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Daha sonra her bir linke başlangıç için uygun bir ağırlık değeri atanmalıdır. Her linke atanan ağırlık değerinin birbirinden farklı olması, genetik algoritma sürecinin daha zengin bir çözüm uzayında çalışmasına olanak tanır. Ayrıca atanacak ağırlık değerlerinin pozitif bir tamsayı seçilmesi, minimum-maksimum değerlerinin tanımlanması GA sürecinin belirli bir alanda kararlı olarak çalışabilmesi için önemlidir. Örneğin, ele aldığımız ağ üzerinde, günümüzde kullanılan en yaygın İç Kapı Yönlendirme Protokolü (IGP: Interior Gateway Protocol) olan, İlk Önce Açık En Kısa Yol (OSPF: Open Shortest Path First) protokolünün koşturulduğunu düşünürsek, ağırlık değeri sözkonusu protokolün standart metninde tanımlandığı gibi 1 ile $2^{16}-1$ (=65535) arasında seçilmelidir [2].

Genetik Algoritmanın koşma zamanını etkileyen en temel parametre olan nesil sayısı, programın kaç çevrim yapacağını belirler. M. Ericsson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [3], 100 düğümlük (100x100'lük komşuluk matrisi olan) AT&T ağı için maksimum 500 çevrim yapmış ve GA'nın iyi bir sonuç vermesi için 100 civarı çevrim yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, yakınsama ve çeşitlilik kriterleri dikkate alındığında, çaprazlama kesim değerinin 0.6 ile 0.8 arasında tutulmasının, elit olarak da popülasyonun % 50'den azının seçilmesinin performans açısından önem taşıdığı vurgulanmıştır.

GA'nın başarısını belirleyen en önemli tasarım unsurlarının başında, kromozomların seçim yöntemi ve uygunluk fonksiyonunun amaca uygun tanımlanması yer alır. Bu çalışmada, kromozom seçim yöntemini güçlendirebilmek için, rulet ve elitist seçim yöntemlerini beraberce kullanan daha güçlü bir eleme şekli benimsenmiştir. Diğer yandan, ağa ait tüm linklerin kullanım değerlerini içeren bir çalışma uzayında standart sapma değeri uygunluk kriteri olarak alınmıştır. Zira link kullanımına ilişkin standart sapmanın düşmesi ağ üzerindeki yük dağılımının iyileştiğini göstermektedir.

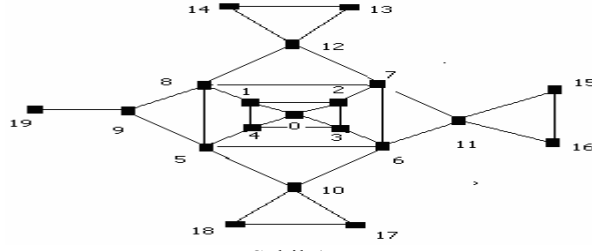
Ağ üzerindeki, toplam link sayısı N, herhangi bir linkin trafik değeri x_i ve tüm linklerin trafik yükünün aritmetik ortalaması \bar{x} olarak gösterilirse, linkler üzerindeki trafik yüküne ilişkin standart sapma değeri Eş. 3'teki gibi ifade edilir.

$$S_N = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

6. Ağ Topolojisinin Yük Optimizasyonuna Etkisi

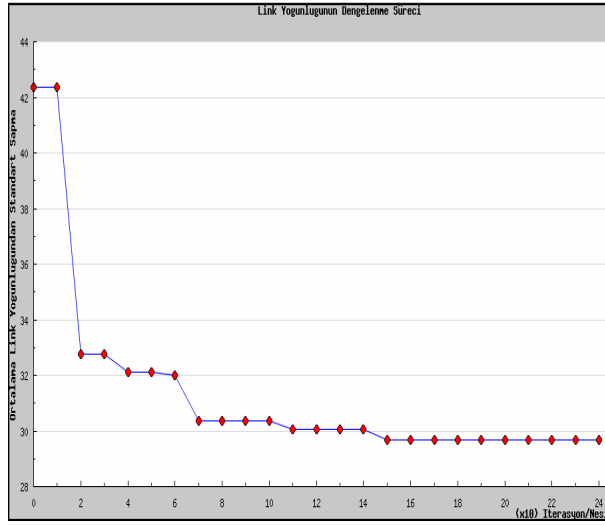
Bu çalışmada, merkezi ve hiyerarşik topolojiye sahip olan ve olmayan iki farklı ağ topolojisi seçilmiştir. Merkezi ve hiyerarşik topolojiye sahip olmayan ağ üzerinde yapılan çalışmada, GA parametreleri ve trafik matrisi değiştirilerek 12 farklı deneme yapılmıştır. Yapılan deney çalışmalarında yük dağılımının bu tarz bir topoloji için % 3 ile sınırlı kaldığı görülmüştür.

Şekil 1'deki merkezi ve hiyerarşik topolojiye sahip ağ üzerinde yapılan çalışmada ise, benzer şekilde GA parametreleri ve trafik matrisi değiştirilerek 12 farklı deneme yapılmıştır.



Şekil-1

Bu topoloji üzerinde yapılan çalışmalarda, yük dağılımında % 32'ye varan iyileştirme elde edilebildiği görülmüştür. Şekil 2'de ağır trafik yüküne ilişkin dengeleme sürecinin bir ölçüsü olan standart sapma-çevrim sayısı grafiği gösterilmiştir.



Şekil 2. Merkezi ve hiyerarşik ağına ilişkin dengeleme süreci

7. Sonuç

Bu çalışmada, link ağırlık değerleri kullanan bir iletişim ağı için, optimum ağırlık değerleri genetik algoritma yardımıyla bulunmuştur. Hedef ve kaynak uçlar arasındaki en kısa yolu hesaplamak için Dijkstra Algoritması kullanılmıştır. Yönlendirme tablosu her değiştirildiğinde, en kısa yol hesabı yenilenmiş ve simüle edilen ağı tüm linklerinin yükleri yeniden hesaplanmıştır. Sonuç olarak, yükün en dengeli dağıtıldığı ve daha fazla iyileşmenin olmadığı yerde tekrarlama bitirilmiştir.

Başarılı bir optimizasyonun, ağ düğümleri arasında tanımlanabilecek yol sayısının çokluğuna bağlı olduğu elde edilen sonuçlarda açıkça görülmüştür. Düğümler arasında tanımlanabilecek yol sayısı arttıkça, GA'nın yük dağılımı için etkin ağırlık değerini bulma ihtimali oldukça artmaktadır.

Kaynaklar

- [1]. Soule, A., Nucci, A., Cruz, R., Leonardi, E. and Taft, N. , "How to Identify and Estimate the Largest Traffic Matrix Elements in a Dynamic Environment", *ACM Press*, New York USA, 73 – 84 (2004).
- [2]. Mulyana, M. and Killat, U., "An Alternative Genetic Algorithm to Optimize OSPF Weights", *Internet Traffic Engineering and Traffic Management, 15-th ITC Specialist Seminar*, Wuerzburg Germany, 186-192 (2002).
- [3]. Ericsson M., Resende M. G. C. and Pardalos P.M., "A genetic algorithm for the weight setting problem in OSPF routing", *Journal of Combinatorial Optimization*, vol. 6, pp. 299-333, (2002).