

ÖZ-BENZEŞİMLİ TRAFİK İLE GENİŞ ALAN AĞI PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

Taner TUNCER

Yetkin TATAR

Fırat Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ, Türkiye
E-mail: tuncer@firat.edu.tr

ÖZET

Bu makalede, öz-benzeşimli trafik yöntemi yardımıyla geniş alan ağ trafiğinin analizi için ağ tasarımında gözönüne alınması gereken bant genişliği, bellek gereksinimi ve hücre kayıp oranının tahmini gerçekleştirilmiştir. Analiz için Fırat Üniversitesinin geniş alan ağına bağlantısını sağlayan aktif bir cihazdan ağ trafiği ölçümleri alınmıştır. Öz-benzeşimli trafik parametresi ve buna bağlı olarak bant genişliği bellek gereksinimi ve hücre kayıp oranı değişimleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kullanılan ağın yeterli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Öz-Benzeşimli Trafik, Hurst Parametresi, Bant Genişliği, Bellek Gereksinimi, Hücre Kayıp Oranı

1. GİRİŞ

Bilgisayar ağ trafiği gün geçtikçe artmaktadır. Ağ trafiğindeki bu artış, ağ üzerindeki yeni uygulamaların hızlı bir şekilde artması ve dolayısı ile sisteme yeni kullanıcıların eklenmesinden kaynaklanmaktadır. Sayısal iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmenin sonucunda, elektronik posta, ses, görüntü, video konferans, mali bilgiler, bankacılık işlemleri, kredi kartı bilgileri, rezervasyonlar v.b işlemler artık global bilgisayar ağları üzerinden gerçekleştirilmektedir. Hızlı ve güvenilir bilgi alış verişini sağlamak amacıyla ağ mühendisleri yeni ağ teknolojileri ve topolojileri üzerinde yoğun bir biçimde çalışmaktadırlar. Buna paralel olarak ağ denetimi, trafik yönetimi ve ağ işletmesi de oldukça önem kazanmaktadır.

İnternet trafiğinin analizi için kullanılan klasik yöntemlerden biri Poisson süreci yöntemidir. Gerçek ağ trafiği ile bu yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında beklenenden çok daha düşük tahminler yapıldığı gözlemlenmiştir[1]. Öyle ki araştırmacılar bu durumda ağ teorisinin tekrar yazılması gerektiğini dahi savunmuşlardır.

Öz-benzeşimli trafik analiz yöntemi kullanılarak yapılan analizlerin ise gerçek ağ trafiğine daha yakın sonuçlar verdiği vurgulanmıştır[1,2]. Ethernet

LAN, WAN, ISDN ve VBR trafik analizleri için öz-benzeşimli analiz yönteminin uygun olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir [1,2,3,4,5]. Milisaniye, saniye, dakika, saat veya daha büyük zaman aralıkları ile örneklenerek alınan ağ trafiği ölçümlerinin istatistiksel değerlendirmeleri sonucunda, bahsedilen ağların trafiğini öz-benzeşimli özellik gösterdiği belirtilmiştir [1,2]. Bu çalışmalarda geleneksel ağ trafiği analiz yöntemlerinin veya kısa zaman bağımlılığına sahip ağ trafik analiz yöntemlerinin bu tip ağların trafik analizinde yeterli olmadığı savunulmuştur [1,2,3,4,5,6].

Bu çalışmada; Fırat Üniversitesi yerel alan ağının (Ethernet LAN), geniş alan ağına bağlantı noktasından ölçülen ağ trafiği değerleri kullanılarak, bant genişliği gereksinimi, bellek gereksinimi, hücre kayıp oranı değişimleri, Hurst parametresi değerleri ile öz-benzeşimli analiz yöntemine göre hesaplanmış ve bu sonuçlar tartışılmıştır.

2. ÖZ-BENZEŞİMLİ TRAFİK VE HURST PARAMETRESİ

Öz-benzeşimli bir trafiğin derecesi veya benzerlik parametresi H (Hurst) parametresi olarak bilinir. Tam olarak H istatistiksel bir olayın devamlılığı veya stokastik bir sürecin uzun zaman bağımlılığının ölçüsüdür. H , (0.5, 1) aralığında

değişir. H 'ın küçük değeri trafikteki yoğunluğunun (trafik patlamalarının) az olduğunu gösterir.

H parametresi ,

- R/S Analizi
- Varyans-Zaman Analizi
- Periodogram-Tabanlı Analiz

yöntemleri ile tahmin edilebilir [1,2,3].

R/S Analizi: R/S yeniden ölçeklendirme oranı olarak bilinir. Bu method ilk kez H.E. Hurst tarafından kullanılmıştır. Çalışmaları boyunca Nil nehrinde yıllık yağış miktarının değişimlerini elde ederek, yıllar arasında kuraklık ve aşırı yağışla nehrin taşması durumlarını da göz önünde bulundurup su seviyesinin karakteristiklerinin öz-benzeşimli olduğunu göstermiştir. Hurst, ayrıca kuraklık zamanları içinde bir su deposunun tasarımını gerçekleştirmiştir. Bu tasarım için su seviyesinin bazı değişken ölçümlerine ihtiyaç duymuş ve bu ölçümleri bir yıllık aralıklarla almıştır. Şekil 2.1 su deposunda ölçülecek değişkenleri göstermektedir.

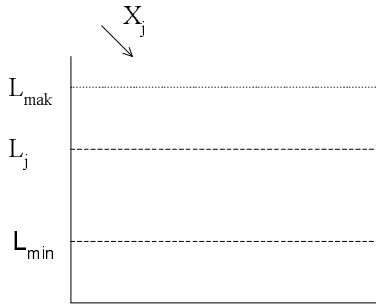
$X_j = N$ örnek sayısını göstermek üzere j yılında depoya gelen su miktarı ($1 \leq j \leq N$)

L_{mak} = Maksimum su seviyesi

L_{min} = Minimum su seviyesi

$L_j = j$. Yıllık su seviyesi

$M(N) = N$ yılın ortalama su seviyesi



Şekil.2.1 Su deposu parametreleri

Aşağıdaki formüller bu istatistiksel büyüklüklerin matematiksel ifadelerini göstermektedir.

$$M(N) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_j \quad (2.1)$$

$$L_j = \sum_{k=1}^j X_k - jM(N) \quad (2.2)$$

$$R(N) = \max_{1 \leq j \leq N} L_j - \min_{1 \leq j \leq N} L_j \quad (2.3)$$

R/S oranındaki S, yağış miktarının varyansdır. X rastgele sürecinin yeniden ölçeklendirme oranı denklem 2.4' teki gibi tanımlanır. Çoğu doğal

olaylarda R/S, N' nin bir fonksiyonu olarak Hurst parametresi ile ilişkilidir.

$$\frac{R}{S} = \left(\frac{N}{2} \right)^H \quad (2.4)$$

Bu ifade denklem 2.5 ile eşdeğerdir. Bu denklemden de görüleceği üzere logaritmik eksenle belirlenen $\log(N)$ ' ve $\log(R/S)$ noktalarının oluşturdukları eğrinin eğimi Hurst parametresidir.

$$\log(R/S) = H \log(N) - H \log(2) \quad (2.5)$$

Kısa zaman bağımlılığına sahip süreçlerde ise R/S oranı örnek sayısının kökü ile orantılıdır.

$$\frac{R}{S} = \sqrt{N} \quad (2.6)$$

Varyans-Zaman Analizi

X bir durağan zaman serisini göstermek üzere $X^{(m)}$, X zaman serisinden üst üste çakışmayan m boyutlu blokların toplanmasından elde edilir.

$$X^{(m)} = \frac{1}{m} \sum_{i=km-(m-1)}^{km} X_i \quad (2.7)$$

$X^{(m)}$ zaman serisi ile X zaman serisi denklem 2.8' deki varyans eşitliğine uyar.

$$\text{Var}(X^{(m)}) = \frac{\text{Var}(X)}{m^\beta} \quad (2.8)$$

m' nin tüm değerleri için elde edilen değerlere en küçük kareler yöntemi ile eğri uydurulur. Denklem 2.8'in, logaritmik eksenle eğimi β ' yı verir. Hurst parametresi ile β arasındaki bağıntı denklem 2.9' da verilmiştir.

$$H = 1 - \beta / 2 \quad (2.9)$$

Periodogram-Tabanlı Analiz

Bu tahmin yöntemi varyans zaman analiz yönteminden çok daha iyi istatistiksel özellikleri sağlar. Peridiogram veya yoğunluk fonksiyonu $I_N(\omega)$ bir stokastik süreç olan $X(t)$ 'nin spektral yoğunluğudur. Zaman periyodu N aracılığı ile spektral yoğunluk fourier serisi ile tahmin edilir.

$$I_N(\omega) = \frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{j=1}^N X_k(j) e^{ij\omega} \right|^2 \quad (2.10)$$

Burada ω frekans, X_k zaman serisi, N zaman serisinin uzunluğudur. Spektrumun $I_N(\omega)$ davranışı öz-benzeşimliliği etkiler. $\omega \rightarrow 0$ iken periodogram biçimi denklem 2.11' deki gibidir.

$$I_N(\omega) \sim |\omega|^{1-2H} \quad (2.11)$$

$\log(I_N(\omega))$ 'e karşı $\log(\omega)$ yalnız düşük frekanslar için çizilerek elde edilen noktalara en uygun eğri uydurulur. Eğrinin eğimi yaklaşık olarak $1-2H$ tır. Pratikte frekansın en düşük %10' luk kısmı için kullanılmalıdır.

Öz-benzeşimli özellik gösteren ağ trafiğinin analitik modelini geliştirmek için I.Norros tarafından konuya etkili bir yaklaşım yapılmıştır [7]. Norros, Hurst parametresini kullanarak etkin bant genişliğinin değişimini bulmuştur. Etkin bant genişliği ise desteklenen ağ trafik iletim kapasitesini tahmin etmede kullanılmaktadır. Etkin bant genişliğinin değişimi denklem 2.12' deki gibidir.

$$c = m + \left(k(H) \sqrt{-2 \ln(\epsilon)} \right)^{\frac{1}{H}} a^{\frac{1}{2H}} x^{-\frac{1-H}{H}} m^{\frac{1}{2H}} \quad (2.12)$$

$$k(H) = H^H (1-H)^{1-H} \quad (2.13)$$

Burada m trafik akışının ortalama bit oranıdır (bit/saniye). a trafik akışının varyans katsayısı (bit-saniye), H Hurst parametresi ($0.5 < H < 1$), x bellek boyutu ve ϵ trafiğin hücre kayıp oranıdır.

3.GENİŞ ALAN AĞI YAPISI ve TRAFİK ÖZELLİKLERİ

Fırat Üniversitesinin internete bağlantısını gerçekleştiren Cisco 7206VXR yönlendiriciden giden ve gelen paket/hücre trafiği göz önüne alınarak toplam trafiğin analizi yapılmıştır. Fırat Üniversitesi yerel alan ağının, geniş alan ağına bağlantı hızı 34 Mbps' dir. Ölçülen paket trafiği MTRG 2.9.28 (Multi Router Traffic Grapher) programı yardımıyla elde edilmiştir. Paket sayıları ve bant genişliği 5 dakikalık zaman aralıklarıyla ölçülmüştür. Analizler ayrı ayrı 3 farklı ölçüm için yapılmıştır. Yapılan her bir ölçüm 3.5 günlük zaman dilimini kapsamaktadır.

Matlab paket programı kullanılarak, yukarıdaki yöntemlere göre öncelikle Hurst parametresi hesaplanmış daha sonra Hurst parametresi ile Bant genişliği, Hücre kayıp oranları ve Bellek gereksinimi değişimleri elde edilmiştir. Aşağıdaki tablo bu zaman dilimlerini ve Periodogram tabanlı

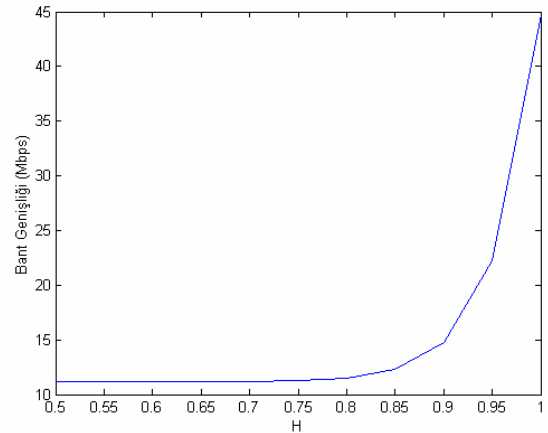
analiz yardımıyla elde edilen Hurst parametresinin değerlerini göstermektedir.

Tablo.3.1 Zaman aralıkları ve Hurst Parametresi

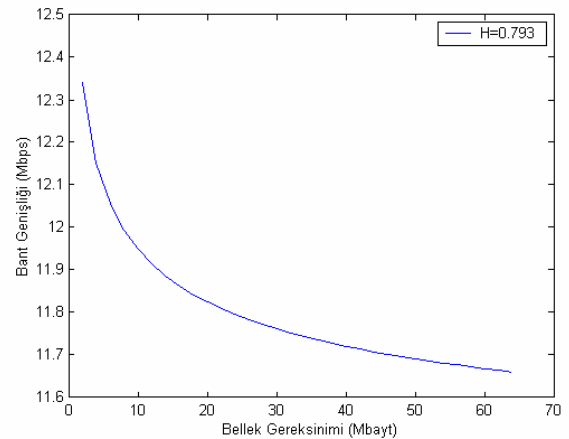
Zaman Aralıkları	H
14-15-16-17 Nisan 2003	0,781
17-18-19-20 Nisan 2003	0,757
21-22-23-24 Nisan 2003	0,793

4.SONUÇLAR

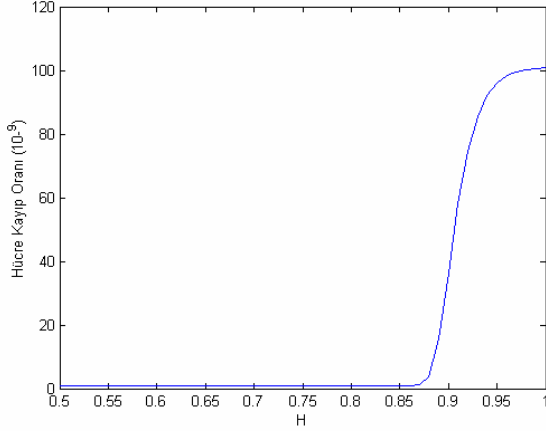
21-22-23-24 Nisan 2003 tarihleri için elde edilen H parametresi kullanılarak, denklem 2.12 aracılığı ile; trafiğin Bant genişliği-Hurst parametresi, Bant genişliği-Bellek Gereksinimi ve Hücre Kayıp Oranı- Hurst Parametresi değişimleri elde edilmiştir.



Şekil.4.1 21/04/2003 tarihi ağ trafiğinin Hurst parametresi ve Bant genişliği değişimi



Şekil.4.2 21/04/2003 tarihi ağ trafiğinin Bellek gereksinimi ve Bant genişliği değişimi



Şekil.4.3 21/04/2003 tarihi ağ trafiğinin Hurst parametresi ve Hücre kayıp oranı değişimi

$H=0,793$ için, Şekil.4.1 den görüleceği üzere kullanılan bant genişliği ağ trafiğini herhangi bir taşma olmaksızın kaldırmaktadır. Şekil.4.2 bant genişliğinin seçiminde aktif cihazın bellek gereksinimine de bağlı olduğunu göstermektedir. Şekil.4.3 ise ağ trafiğinin yoğunluğu ile herhangi bir hücre kaybı olmadığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Leland W., Taqqu M., Willinger W., Wilson D., 1993, "On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic(Extended Version)", IEEE/ACM Transaction on Networking, Vol. 2 No. 1, February 1994.
2. V. Paxson, S. Floyd, "Wide Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling", IEEE/ACM Transactions on Networking Vol. 3, No. 3, June 1995.
3. Crovella M.E, Bestavros A., "Self-Similarity in World Wide Web Traffic: Evidence and Possible Causes", Proceedings of ACM SIGMETRICS'96, 1996.
4. Stathis C., Maglaris B., "Modelling the Self-Similar Behaviour of Network Traffic", Elsevier Computer Network, pp:37-47, 2000
5. Kushida T., "An Empirical of the Characteristics of Internet Traffic" Computer Communication 22 pp:1607-1618, Elsevier 1999
6. Mansfield G., Roy T.K., Shiratori N., "Self Similar and Fractal Nature of Internet Traffic Data", IEEE 2001
7. Norros I., "A Storage Model with Self-Similar Input", Queueing system Theory and Applications, Vol. 16 Iss. 3-4, 1994.