

Veri Ağları Üzerinden Ses İletimi (Voice Over Ip)

Nedim KARACA
Elektrik Mühendisi

*Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden
1988 yılında mezun oldu. Aynı bölümden 1992 yılında*

*"Mikrobilgisayar denetimli veri işleme ve konuşma tanıma sistemi" isimli teziyle yüksek mühendis,
1999 yılında ise "Gürültülü Ortamlarda Türkçe Konuşma Tanıma" isimli teziyle doktor ünvanı aldı.*

*1997 yılında Georgia Institute Of Technology'de ortak bir
NATO projesinde Gürültülü Ortamlarda Türkçe Konuşma Tanıma konusunda
araştırmalar yaptı. 1988-2000 yılları arasında H.Ü. Elektronik Müh.*

*bölümünde araştırma görevlisi ve öğretim görevlisi
olarak çalıştı, Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi ve
Türk Telekom A.Ş. gibi kuruluşlarda danışmanlıklar yaptı.*

*Halen Orta Doğu Yazılım Hizmetleri A.Ş. (TR.NET)'de
bilgisayar ağları grubunda ağ yöneticisi olarak
görevini sürdürmektedir.*

Özetçe:

Günümüzde ses iletişimi alışılmış haliyle devre anahtarlamalı ağlar (circuit-switched networks) üzerinden veya zaman bölmeli çoklama teknikleri (TDM) kullanılarak yapılmaktadır. Fakat son yıllarda veri iletişimi amacıyla tasarlanmış ağlar üzerinden sesin iletimi de kişi ve kuruluşların ilgisini çekmeye başlamıştır. İlginin bu yöne kaymasının en önemli nedenlerinden biri Voice-Over-Ip veya Voice-Over-FR olarak anılan yöntemlerle bu işin daha ucuza ve daha az bant genişliği kullanılarak yapılabiliyor ve pek çok veri servisleriyle gerçek zamanlı ses iletim servislerinin birleştirilebiliyor olmasıdır.

Bu yazıda VoX olarak adlandırılan, basit haliyle veri hatları üzerinden ses iletişimi olarak tarif edebileceğimiz teknoloji anlatılacak, pratik uygulamalarından bahsedilecek ve VoX yöntemleri arasında bir karşılaştırma yapılacaktır. *

Giriş

Veri ağları üzerinden ses ve faks sinyallerinin de iletimi ne olanak veren pek çok teknoloji kullanılmaktadır. Ses iletiminde farklı başarımlara sahip bu protokolları genel olarak X25, Frame Relay, ATM, SNA, Novell/IPX, TDM ve TCP/IP olarak sıralayabiliriz. TDM bir paket anahtarlama teknolojisi olmadığından artık yavaş yavaş diğer teknolojilere yerini bırakmaya başlamıştır. Bunlardan X25 ve SNA nisbeten eski paket iletim teknolojileri olup ses ve faks sinyallerinin iletiminde yavaş kaldıkları ve gecikmeye neden olduklarından fazla tercih edilmemektedir. Novell/IPX ise yerel ağlar için tasarlanmış, dolayısıyla Uzak Alana Ağlarında (Wide Area Network) kötü performans göstermekte ve artık yerini TCP/IP'ye bırakmaktadır.[1]

Geriye kalan paket iletim teknolojilerinden FR, ATM ve TCP/IP oldukça geniş alanda kullanılmakta ve yeni tasarlanan ağlar da bu üç protokol üzerine kurulmaktadır. 1997 yılı rakamlarına bakıldığında [2], 1998 için tahmin edilen pazar payı kiralık hatlar için 15.6 milyar dolar, FR servisleri için 6.2 milyar dolar ve yine ticari TCP/IP servisleri için 6.2 milyar dolar olarak görünmekte ve bunları 600 milyon dolarla da ATM servisleri izlemektedir. Büyüme oranları olarak incelenirse bu rakamlar kiralık hatlar için %10'a, FR için %59'a, TCP/IP için %30'a, ATM için %109'a karşılık gelmektedir. ATM, FR ve TCP/IP'nin her üçü de ses ve faks trafiğini taşıyabilmekle birlikte, ATM'nin tasarımına bakıldığında yapı taşlarında ses sinyallerinin iletimi amacının olduğu görülür. Oysa FR ve TCP/IP üzerinde ses iletimi, sonradan eklenen bir özellik olduğundan ATM'e göre ağ tasarımının daha dikkatli yapılması gerekir.[2] İşte bu yüzden ATM pazar payındaki %109'luk bu artışı ATM'in yapısının ses trafiği iletimine uygun olmasına bağlamak gerekir.

Teknoloji

Voice-Over-Ip sistemlerinde örneksel ses sinyalleri sayısal hale dönüştürülüp ip paketleri haline

getirilerek sayısal veri ağı üzerinden gönderilmektedir. İp ağları her bir paket için, yönlendirme protokollerinin da yardımıyla kaynaktan hedefe doğru en uygun yolun bulunmasını sağlamakta ve böylece belirli bir anda ağ kaynakları efektif olarak kullanılmaktadır. Belirli bir noktadan yola çıkan ses paketleri farklı farklı yollar ve yönlendiriciler üzerinden geçerek hedef noktaya ulaşabilir, gecikmeli olarak ulaşabilir ya da yol üzerindeki link hatalarından dolayı hiç ulaşamayabilirler. Hedef noktaya farklı zamanlarda ulaşan bu ses paketleri sıraya sokulmakta, birleştirilmekte ve tekrar geriye analog ses sinyaline dönüştürülmektedir. Voip teknolojisi veri ağı üzerinden düzensiz olarak gelen bu ses paketlerinin düzenli hale getirilip, gürültü ve gecikmelerden dolayı oluşan ekolardan arındırılıp temiz ses sinyaline dönüştürülmesini garanti etmelidir. Her ne kadar Voip teknolojisine ilişkin bazı standartlar oluşturulmuşsa da Voip ekipmanları üreten firmaların ürünleriyle Voip uygulamaları arasında tam bir uyum sağlanamamıştır. Örneğin ITU-T H.323 standardı Voip iletişimiyle ilgili tüm gereksinimleri kapsamadığından her üretici firmanın Voip ağ mimarisi ve algoritmalarına ilişkin kendi farklılıkları bulunmaktadır. Bu farklılıklar dinamik bant genişliği adanmasında, paket kayıpları tolere edilmesinde, uyarlamalı eko önlenmesi ve ses kalitesini yükseltmek amacıyla konuşma işleme algoritmalarında kendini göstermektedir. Şekil 1.'de genel haliyle bir Voip uygulaması gösterilmiştir [3].

Burada PSTN geleneksel anlamıyla kullanılan telefon ağı alt yapısını, Voip Gateway PSTN ile veri ağı arasındaki geçiş noktasını göstermektedir. Voip gateway, yerel telefon santraliyle ip ağı arasında bir köprü görevi yapmaktadır. Gateway, yerel telefon santralından çevrilen bir telefon numarasını veri ağındaki bir adrese (ip adresi) dönüştürmekte ve aranan telefon santralına bağlı en yakın Voip gateway'ine iletmektedir. İp ağı üzerinde kullanılan uygun protokollerin de yardımıyla bu telefon çağrısını algılayan hedef Voip gateway'i aranan telefon numarasına yine yerel telefon santrali üzerinden bağlantıyı kurmaktadır. Burada anlatılan Voip uygulaması, ip ağı üzerinde çağrı tünelinin kurulması için geçen zamanı ihmal edersek, lokal bir telefon santralından PSTN ağı kullanılarak başka bir telefona yapılan çağrı ile aynı sürede olmaktadır.

Kullanılan gateway'lerin telefonlar arasındaki standart sinyalleşmeleri algılamaları için H.323, MGCP veya başka bir Voip protokolünü desteklemeleri gerekmektedir.

Aranan telefon numaralarının iletileceği gateway'lerin ip adresleri "gatekeeper" denilen cihazlar ya da yazılımlar kullanılarak tutulmaktadır. Bir kaç telefon numarası için bu iş gateway üzerinden yapılabilen, ama geniş anlamda bir Voip ağı kurulduğunda telefon numarasından ip adrese dönüşümü yapabilen bir birime ihtiyaç duyulmaktadır.[4]

Veri Paketleri Üzerinden İletim Seçenekleri

Veri ağları üzerinden ses iletimi denince her ne kadar ilk akla gelen Voip kavramı olsa da biraz daha derine inildiğinde uygulamanın sadece ip üzerinden yapılmadığı görülür. Bu noktada karşımıza Voip'in yanında Voice over Frame-Relay (VoFR) ve Voice over ATM (VoATM) gibi seçenekler çıkacaktır.[5] Bir uygulamaya başlamadan önce hangi tür teknolojinin daha uygun olduğuna karar vermek gerekir.

OSI katmanlarından 3. seviyede çalışan Voip ya da 2. seviyede çalışan VoFR veya VoATM'in kullanılmasına karar verirken ses iletiminin yanında diğer hangi servislerin kullanılacağını belirlemek gerekir. VoFR ve VoATM uzak alan ağlarında bant genişliğinin Voip'ye göre daha efektif kullanması nedeniyle bir çok kullanıcı grubu tarafından tercih edilebilmektedir. Fakat 2. seviyede çalışan bu servisler yerel alan ağlarına ya da masaüstü uygulamalarına doğrudan dahil edilemezler. Bu yüzden Voip günümüzde kullanılan VoX teknolojileri içinde en fazla tercih edilenidir. Voip aynı zamanda kurulu bulunan Internet ve Intranet alt yapısını yönlendirme ve noktadan noktaya arama özellikleri açısından olduğu gibi kullanabildiğinden ses iletiminde tercih edilecek tek adaydır. Voip'in bir diğer avantajı, her ne kadar son halini almamış olsa da değişik üretici firmaların ürünlerinin kullanılmasına olanak veren belirli düzeyde standartların geliştirilmiş olmasıdır. VoFR ve VoATM için bu tür standartlar henüz ortaya çıkmış ve geliştirilme aşamasındadır.[6]

ITU H.323 standardı her ne kadar tüm gereksinimleri karşılama da VoFR ve VoATM standartlarıyla karşılaştırıldığında iyi bir seviyededir. Buna ek olarak MGCP ve SIP standartları da hızla gelişmektedir. H323 ve SIP'in bir diğer özelliği ise ağ üzerinde dağıtık bir yapıda çalıştığından bir çağrı başlatılırken uç nokta ekipmanları dışında başka ağ elemanlarının desteğine ihtiyaç duymamasıdır. Veri ağları üzerinde ses iletimi yapacak bir uygulama başlatırken Voip, VoFR ve VoATM'in aşağıdaki özelliklerinin iyice irdelenmesi gerekir: [6]

IP- Bağlantısız bir protokoldur ve ağ üzerinde oturum açarken (telefon aramaları da dahil) daha üst seviye protokolları olan Udp ve Tcp'yi kullanır. Ses ve video gibi gerçek zaman uygulamalarında RTP (gerçek zaman protokolu) geniş anlamda kullanılır. Ip güvenilir sinyalleşme, adresleme ve yönlendirme özelliklerine sahiptir. Üçüncü seviyenin belirgin özelliklerine sahiptir ve bu sayede ikinci seviye ağları olan Frame-Relay ve ATM'in yeteneklerini de kullanabilir. Masaüstü kullanımına rahatlıkla uyarlanabildiğinden yeni web tabanlı ip uygulamaları, ip tabanlı PBX uygulamaları ve ip telefonları için en uygun seçenektir. Voip ethernet üzerinde çalıştırıldığı gibi Frame-relay, ATM üzerinde veya HDLC, PPP gibi uzak alan protokolu kullanan ağlar üzerinde de rahatlıkla çalıştırılabilir.

Frame Relay (FR)- Nisbeten pahalı olmayan ve düşük hızda uzak alan ağları üzerinde dünyanın bir çok yerine erişime olanak veren bir teknolojidir. Frame Relay servisleri kalıcı ve anahtarlamalı sanal devreleri desteklerler (PVC ve SVC) ama noktadan noktaya erişim için gerekli olan adresleme ve yönlendirme özelliklerinden yoksundur. PVC'lerin birbirine eklenmeleri yoluyla ağ üzerinde uçtan uca bağlantı yapılabilir. Uzak alan ağının kenarındaki ofisleri Intranet'e bağlamak için kullanılabilir gibi ana omurga teknolojisi olarak da kullanılabilir.

ATM- Ses ve video gibi gerçek zamanlı sinyallerin trafğini iletmek için tasarlanmış bağlantılı (connection oriented) bir protokoldur. Değişik uzunluktaki paketler ya da çerçeveler yerine sabit uzunlukta hücrelerin (cell) kullanılmasıyla yüksek hızlarda optimum verim elde edilir. ATM düşük hızda çalışan alt kollarından çok genellikle uzak alan ağ omurgasının yüksek hızda çalışan kısımlarında kullanılır. Pratikteki pek çok uygulamada ana omurgada ATM oluşturulurken, kenarda kalan düşük hızlı kısımlarda Frame Relay bağlantılar tercih edilir.

Teknik Tasarım ve Kapasite Belirlenmesi

Ses iletim teknolojisine karar verildikten sonra gerekli olan ses kalitesinin ve buna bağlı teknik faktörlerin seçilmesi ve tasarlanması gerekmektedir.

Ses Kodlama ve Sıkıştırma

Ses kodlama örneksel ses sinyalinin sayısal hale dönüştürülmesi anlamına gelmektedir. PCM teknolojisi örneksel ses sinyalinin 64-kbps hızında sayısal bilgi olarak gösteriminde pek çok ses iletim ağında standart olarak kullanılmaktadır. Ses sıkıştırma ise standart olarak 64-kbps hızında kodlanmış olan sayısal bilginin daha az miktarda veriyle gösterilmesidir. Teknolojideki gelişmeler sıkıştırılmış sesin kalitesini oldukça artırmış ve ITU standartlarında sıkıştırma algoritmaları belirlenmiştir. Ses sıkıştırmadan bahsederken sıkıştırılmış sesten elde edilen kalite ve kullanılan bant genişliği hakkında bazı kararların verilmesi gerekir. Sesin kalitesi arttıkça kullanılan bant genişliği de belirli oranda artmaktadır. Başarımı yüksek bir sıkıştırma algoritmasının kullanımıyla gereken bant genişliği de azalacağından maliyet hesaplarında belirli oranlarda kazanç sağlanacaktır.[6] Tablo 1'de yaygın olarak kullanılan sıkıştırma algoritmaları ve bunlara ilişkin başarımlar değerlendirilmiştir. [6]

Tablo 1'de gösterilen MOS (Mean Opinion Score) değeri subjektif ses kalitesidir. 4-5 arasındaki değerler kabul edilebilir telefon sesi kalitesi, 3-4 arasındakiler iletişim kalitesi, 3'ün altındaki değerler ise sentetik ses kalitesini göstermektedir.

Sesin Servis Kalitesi (QoS)

Bir veri ağında taşınan sesin kalitesi kodlayıcı seçiminden başka faktörlerden de etkilenmektedir.

Bunlar eko, gecikme ve paket kaybı faktörleridir.

Eko- Örneksele ses kullanıldığında ortaya çıkar. Eko önlemeyle ilgili G.165 standartları kullanılarak gerekli önlemler alınabilir.

Gecikme- Sabit ve değişken (jitter) olmak üzere iki tipi vardır.

Paket kaybı- Veri ağı üzerinde tıkanıklık (congestion) olduğu durumda ortaya çıkar.

Ağ tasarımı sadece paket kaybını tolere edebilecek paketlerin çöpe atılmasını sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Dolayısıyla ses paketlerinin gecikmeye tahammülü olmadığından veri paketlerine göre geçiş öncelikleri olmalıdır. Her şeye rağmen engellenemeyen paket kayıpları kodlayıcılarda çalıştırılan algoritmalar sayesinde kullanıcılara yansıtılmamaya çalışılır.

Ses İletiminde Gecikmenin Etkileri

Ses iletimi sırasında oluşan gecikme ses kalitesini iki şekilde bozabilir. Bunlardan biri, her iki taraftaki konuşmacının aynı anda konuşmaya ve dinlemeye geçmesine neden olan uzun süreli gecikmelerdir. Bir başka tür gecikme ise ses iletişiminde eko olarak ortaya çıkar. Bir taraftaki konuşmacının konuşurken kendi sesini duyması olayıdır. Tablo 2'de gecikme ile ilgili ITU standartları verilmiştir.[6]

Sonuç

Genel olarak bakıldığında aynı ağ üzerinden birden fazla servisin verilebilmesi hem standartlar, hem de pratik uygulamalar açısından henüz son halini almamıştır. Bir çok servis sağlayıcı ve kuruluş harcamalarını azaltmak için Voip uygulamalarına yönelmekte ama diğer taraftan daha fazla servisin verilmesi amacıyla daha fazla bant genişliği kullanım ihtiyacı doğmaktadır.

Halen var olan veri ağları üzerinde ekstra yatırım yapılmadan minimum harcamayla ses ve video transferi yapılması mümkündür. Fakat bu değişim planlı olarak ve gerçekten gerektiğinde yapılmalı, dolayısıyla var olan servislerin çalışmasını etkilemeden yeni servislerin verilmesine olanak sağlamalıdır.

Referanslar

1. http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/wr2k/tech/pimvo_wp.htm
2. <http://www.memotec.com/technology/fripwp.htm>
3. <http://www.novanettechnologies.com/voip1.htm>
4. http://www.innomedia.com/ip_telephony/voip/index.htm
5. http://www.telogy.com/our_products/golden_gateway/VOPwhite.html
6. http://www.ieng.com/warp/public/cc/pd/rt/2600/tech/st10_wp.htm