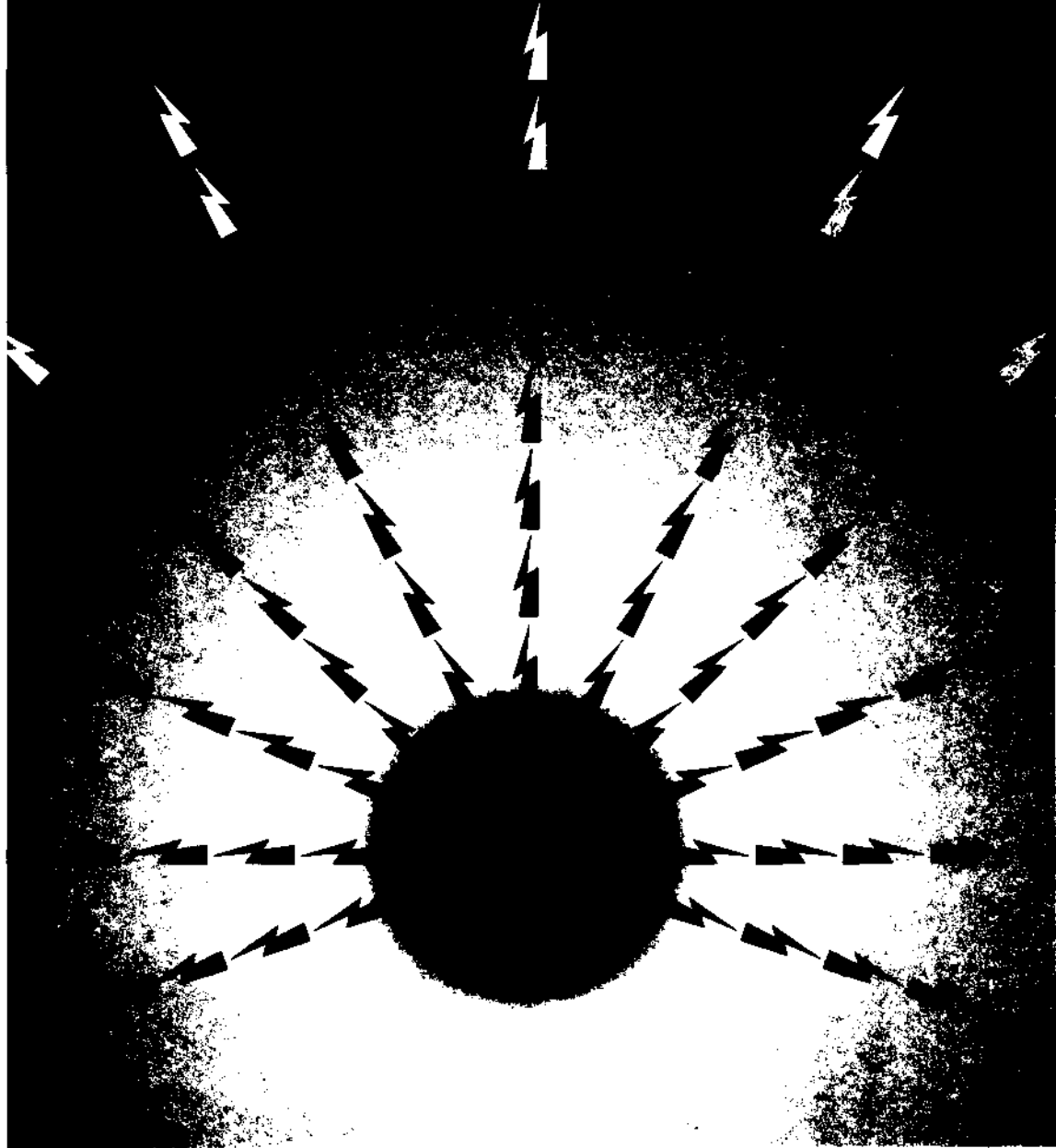


TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

ELEKTRİK - ELEKTRONİK BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ 7. ULUSAL KONGRESİ



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
ANKARA ŞUBESİ



ODTÜ
ELEKTRİK -ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



TÜBİTAK

ÖNSÖZ

TBMMO Elektrik Mühendisleri Odası Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 7 Ulusal Kongresini ve Sergisini Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde gerçekleştirmiş olmaktan onur ve sevinç duymaktayız. Üniversite olarak kongreye ikinci kez evsahipliği yapmamız bizi fazlasıyla mutlu etmiştir, ama mutluluğumuz asıl geçen süre içinde Odamızın, meslek yaşamımızın ve Üniversitemizin ne kadar gelişmiş olduğunu gözlemekten kaynaklanmaktadır.

Gerçekten de ilgi alanlarımızın çeşitlenmesi, bu alanlarda belli bir beceriye ulaşılmış olması, eskiden güçlü olduğumuz dallarda da gücümüzün sürmesi Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendislerimizin ülke genelinde giderek daha fazla söz sahibi olmaları olgusunu yaratmaktadır. Bireysel basanlarımızın kurumlarımızı da ülke ekonomisi ve gelişmesi bakımından güçlendirmekte olduğu açıktır. Nitekim bu sektörlerde faaliyet gösteren kuruluş sayısı hızla artmaktadır. Bu sayısal gelişmenin nitelik bakımından da aynı hızla sürdüğünü görmek sevindiricidir. Kongremiz ve sergimiz bunun en somut kanıtını oluşturmaktadır.

2000li yılların Türkiye'sinin ihtiyaçlarını yakahyabilmek için daha çok şeyler yapılması gerekmektedir. Endüstri-Eğitim Kurumları ve Meslek Odaları arasındaki iletişim ve karşılıklı etkileşimi güçlendirmek gerekmektedir. Bu geçmişe oranla daha sevindirici bir düzeyde sürüyor da olsa henüz gelişmiş ülkelerdeki başarı örneklerin uzağmdadır. Önümüzdeki yıllarda bu konuda daha fazla çabaya ihtiyaç vardır.

Tüm katılımcılara Kongre ve Sergimize vermiş oldukları güç için teşekkür ediyorum. Sizleri Üniversitemizde görmenin kıvancıyla selamlıyor saygılarımı sunuyorum.

Prof. Dr. Fatik Canatan
Yürütme Kurulu Başkanı

ELEKTRİK-ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
7. ULUSAL KONGRESİ

YÜRÜTME KURULU

Fatih CANATAN (Başkan, ODTÜ)

M. Mete BULUT (ODTÜ)
Cengiz BEŞİKÇİ (ODTÜ)
Gönül SAYAN (ODTÜ)
Cemil ARIKAN (TÜBİTAK)
M. Hacim KAMOY (ASELSAN)
Hüseyin ARABUL (BARMEK)
Aydın GÜRPINAR (ENERSİS)

M. Asım RASAN (EMO)
Cengiz GÖLTAŞ (EMO)
H. Ali YİĞİT (EMO)
Kubilay ÖZBEK (EMO)
M. Sıtkı Çiğdem (EMO)
Funda BAŞARAN (EMO)
Mustafa ÖZTÜRK (EMO)

EDİTÖRLER

Fatih CANATAN

Mehmet Mete BULUT

GEZGİN (MOBILE) İLETİŞİMDE FADING TÜRLERİ, AZALTIM VE BİRLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Özden ÖZBEN , İ. Hakkı ÇAVDAR

Cumhuriyet Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü SİVAS

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü TRABZON

E-posta: ozden@eedec.ktu.edu.tr. cavdar@eedec.ktu.edu.tr

ABSTRACT

Random phase and amplitude fluctuations, mobile Communications due to movement of the mobile units have an important role in system design. Performance of mobile communication between mobile unit and base station effected by fading is introduced, additional diversity and combining techniques are presented in this study. As an application, a computer simulation is realized for fading, diversity and combining techniques and the results are given.

1 Giriş

Mobil birimin anten yüksekliği çevresel yükselticilerden ve taşıyıcı frekans dalga boyu da, çevresel yapılar arasındaki uzaklıklardan daha kısa olduğunda, multipath (çokyollu) dalgalar oluşur. Bu çokyollu dalgalar, binalar arasında yansıdığı veya saçıldığı zaman, uzayda birçok duran dalga çiftleri oluşacaktır. İşte bu dalgaların toplamı da, mobil birimde, bir işaret fading (bayılım) olayına sebep olur [1]. Mobil birim hareket etmediğinde, sadece o konumdaki duran dalgaların ve gelen dalgaların toplamını aldığından, genlik sabit kalacaktır (etrafta bir saçıcı yokken). İşaretin düzensizliği, yaklaşık 40 dB'lik bir aralıkta meydana gelir. (+10 dB veya, -30 dB) Eğer mobil birim hızlı hareket ederse, bu düzensiz değişim oranı da hızlı olacaktır. Yani, düzensiz bayılım olayı, mobil birimin hızına ve etraftaki saçıcılara bağlıdır. $r(t)$ ve $r(x)$, dB seviyesinde alınan gerçek işaret değerleri olmak üzere, alınan $r(t)$, iki kısma ayrılabilir [2].

• Long term fading (uzun bayılım) ($m(t)$) (log-normal fading)

• Short term fading (kısa bayılım) ($r_c(t)$) (Rayleigh fading)

$$r(t) = m(t) * r_c(t) \quad \text{yada}$$

$$r(x) = m(x) * r_c(x)$$

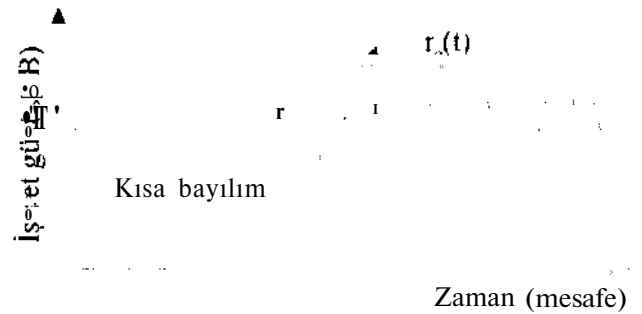
1.1 Uzun Bayılım

Uzun bayılım Şekil 2'de görüldüğü gibi, bayıfınlı işareti ortalaması veya zarfıdır. Aynı zamanda, her uzun bayılım değerine, local-mean'da denilir. Tahmini yerel değer (local mean), $m(x)$, (x , noktasındaki)

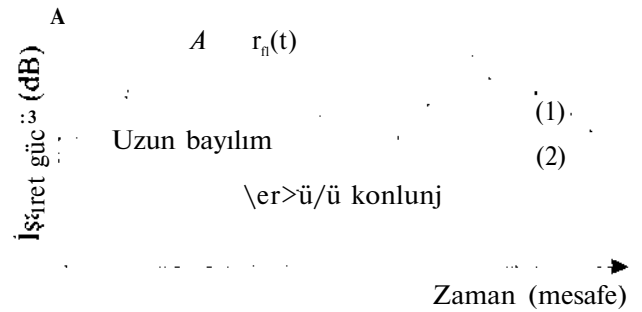
matematiksel olarak, aşağıdaki gibi ifade edilir ($m(x)$, $r(x)$ 'in zarfıdır):

$$m(x) = \int_a^b r(x) dx = \int_a^b m(x) r_c(x) dx \quad (a=x_1, b=x_1+L)$$

2L uzunluğu, 20-40 dalga boyu olarak seçilebilir. 40 dalga boyluk bir aralıkta 50'den fazla örneğin kullanılması, uygun bir ortalama alma işlemi olacaktır. Uzun bayılım $m(x)$ asıl olarak, yeryüzü konfigürasyonları ve verici istasyon ile mobil birim arasındaki insan yapısı çevresel etkiler tarafından oluşturulur. Yeryüzü konfigürasyonları, şu şekillerde olabilir: Açık alan, düz alan, tepeli alan, dağlık alan. İnsan yapısı çevresel etkiler ise, yine dört ayrı kısma ayrılabilir: Kırsal alan (köy), gelişmiş kırsal alan, kasaba veya mahalle, kentsel alan [3]. Uzun bayılım düzensiz değişimi, (bu düzensizliğin istatistiksel doğasının bir sonucu olarak) log-normal dağılım biçimine sahiptir.



Şekil 1. Kısa bayılım.



Şekil 2. Uzun bayılım.

1.2 Kısa Baydım

Kısa bayılım, ev. bina veya diğer insan yapılarından ve mobil birimin etrafındaki ağaçlar gibi doğal yapılardan oluşmuş yerel saçıcılardan, gönderilen dalganın çokyollu yansıması ile oluşur. Alıcı ve verici arasındaki dağ veya tepe gibi engeller, kısa bayılımda etkili değildir. Bir alıcı ve bir de verici düşünüldüğünde, üç farklı durum ortaya çıkabilir:

- Mobil birim ve yakınındaki saçıcılar hareketsiz.
- Mobil birim hareketsiz, fakat etrafında hareketli taşıtlar var. Fade sayısı, taşıtlar ile alıcı arasındaki uzaklığa ve trafik akışına bağlı olacaktır.
- Mobil alıcı, V hızı ile hareket ediyor ve etrafta saçıcı yok. Bu durumda, mobil birimin hareketine göre 6 açıyla ulaşılan işaret, aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$S_r = A \exp [j (27ft_t - pxcos9)]$$

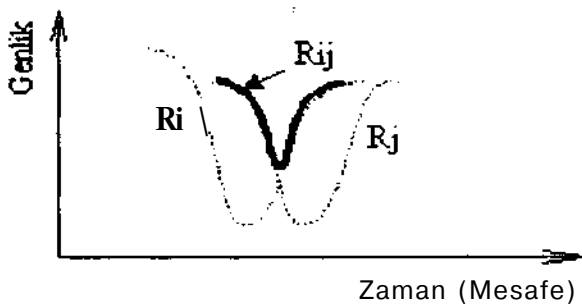
[3 Dalga sayısı ($f_i=2n/X$), \hat{A} Dalga boyu, $j27ft_t$ ifadesi, zaman domeninde f_t iletim frekansının yayılımını gösteren kompleks üstel bir ifadedir. x Konum ($x = Vt$), V , mobil alıcının hızı, A , sabit genlik değeri, ve f_t , iletim frekansdır. f_r alınan frekans, iletim frekansı ile, doppler frekansının farkıdır ve bu, ifade yeniden düzenlenerek gösterilebilir:

$$S_r = A \exp [j27i(f_r - (V/\hat{A})\cos8)t]$$

Bu ifadede, $f_D = (V/\hat{A})\cos8$, Doppler frekansdır. Bu madde ayrıca, tek saçıcı ve çok saçıcı olarak iki ayrı grupta incelenebilir.

2 Bayılım Azaltımı

Azaltım, mobil alıcıda ilişkisiz (uncorrelated) iki ya da daha fazla giriş sağlar. Burada ilişki derken, iki işaret bayımlı kanaldan bahsedilir. Bu iki kanal tarafından taşınan mesajlar daima aynıdır. Burada amacımız, iki bayılım kanalı arasındaki ilişkiyi en az yapmaya çalışmaktır [4]. Algıdan sonra bu işaretler birleştirilir ve mesaj saptanmadan önce bayılımlar yumuşatılır. Bayılım türlerinden olan uzun bayılımı azaltmak için makroskopik, kısa bayılımı azaltmak için, mikroskopik azaltım kullanılır.

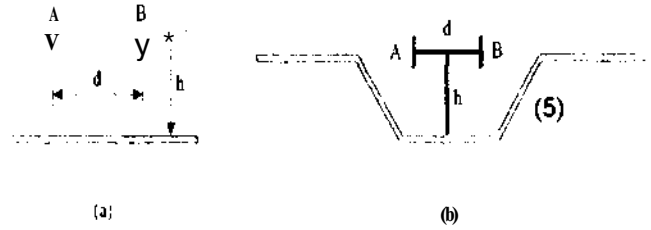


Şekil 3. Bayılım azaltımı örneği. Ri ve Rj bayılım zarfları seçici birleştirme tekniği ile birleştirilerek, yeni işaretin zarfı elde ediliyor (Rij).

2.1 Makroskopik Azaltım (Verici Tarafında Yapılır)

Yerel algıdaki değişim, yeryüzü kontum tarafından belirlenir. Eğer tek bir gönderici anten kullanılırsa, mobil birim bazı yeryüzü engellemelerinden dolayı, işareti alamayabilecektir. Böylece, iki anten kullanılması ile alınan işaretler iki tane olur ve bunların birleştirilmesi, uzun bayılımı azaltır. Makroskopik azaltım kullanılması durumunda, seçici birleştirme tekniğinin kullanılması önerilir. Vericide iki dallı (two-branch) anten kullanılması durumunda, iki alıcı anten arasındaki ayrımın derecesi, iki bayılım zarfı arasındaki ilişkinin derecesini verir. Anten yerleşimi, Şekil 4'te gösterilmiştir. $T| = h/D = 11$ olarak alınması normal kabul edilir, ($h \rightarrow$ anten yüksekliği, $D \rightarrow$ Antenler arasındaki uzaklık.)

Yani, eğer anten yüksekliği 30 m olursa*) $d > 8k$, eğer 50 m olursa, $d > 14\lambda$ olmalıdır. Bu anten konumlaması, antenlerin aynı seviyede ve yatayda olmalarını gerektirir. Bu antenler, dikeyde ayrılanamaz.



Şekil 4. Verici taraftaki antenlerin konumlandırılması.

2.2 Mikroskopik Azaltım (Alıcı Tarafında Yapılır)

Altı adet mikroskopik azaltım vardır. Bunların tamamı rayleigh tipi bayılımı azaltır ve yine tamamı, 2 ya da daha fazla anten ya da iki frekans gerektirir. Ayrıca, bunlar da kendi aralarında birleştirilebilir. Bu azaltım teknikleri aşağıdadır:

2.2.1 Konum İle Azaltım (Space)

Fiziksel olarak, d kadar birbirinden ayrılmış antenler, aralarındaki ilişkinin az olduğu iki işaret sunar, d ayrımı, anten konumunun ayarlanması ile yapılır. (Burada anten konumlaması hem yatayda, hem de dikeyde yapılabilir)

2.2.2 Frekans İle Azaltım (Selective)

Eğer sınırlı bir frekans aralığında iki farklı frekans kullanılırsa, aynı bayılım gözlenmez. Bu bayılım türü, A zaman gecikme yayılması (delay spread) ile ilgilidir. Eğer $A=0$ ise, bayılım yoktur. Ama mobil radyoda böyle bir duruma raslanmaz. Bayılımlar arası fark, B_c bant genişliğine bağlıdır, (iki frekans arasındaki aralık.) Bu bant genişliği ise A cinsinden: $B_c = 1 / (2rcA)$ olarak ifade edilir. Örneğin; $A=0.5$ MS için (kasabalarda (suburban)), $B_c = 300$ kHz, $A=3$ xs için (kentlerde (urban)), $B_c = 50$ kHz $A=0.2$ us

için (Açık alanlarda (öpen area)), B, = 8 Mhz. Yani, kentsel alanda 50 kHz iik

bir aralığa sahip iki frekans, ilişkisiz iki işaretin alınabilmesine yo! açarken bu değer açık alanda 300 kHz'e çıkar. «Burada ilişki katsayısı 0.5 alınmıştır.» Genelde bu aralık (mobil sistemlerde) 300 kHz olarak alınır. Açık alanlarda zaten bayılım az olacağından, azaltıma gerek kalmayacaktır.

2.2.3 Polarizasyon İle Azaltım

Ana istasyondan, E_g ve E_y bileşenli iki polarizeli anten ile iletilen işaret, alıcıda yine iki polarizeli anten ile alınır. Deneysel olarak, iki farklı bayılıma sahip (ilişkisiz; işaretin alındığı görülmüştür Polarizasyon ile azaltım kullanılması durumunda güç iki antene bölündüğünden dolayı, 3 dB'lik bir azalmaya uğra."

2.2.4 Alan Bileşeni Enerji Yoğunluğu

Bu fıkır E-alanının propagasyonunda. H-alanının daima buna bağlı kalacağı prensibinden yola çıkar. E ve H aynı mesajı taşırlar. Saçıcı olmadığında, bu ikisi ayırdedilemez. Bu iki bileşenin yansıma mekanizmaları birbirinden farklıdır. Bir tek saçıcı olması durumunda yansıyan duran dalga (E ve H için) 90 derece faz farklı olacaktır. E maksimum olduğunda H minimum olacaktır. Mobil alıcıda, birçok E ve H alan çiftleri toplanabilir. Bu teknik, antenler arasında bir ayırım gerektirmez. Bu tekniğin kullanılmasının avantajı, 100 Mhz veya altı gibi daha düşük frekanslarda kullanılabilmesidir. Frekans yüksek olduğunda, konum azaltım kullanılması daha uygundur.

2.2.5 Açık İle Azaltım

İşlem frekansı 10 GHz ya da daha yüksek olduğunda, iki ya da daha fazla yönlü anten (alıcıda) farklı yönlerde konumlandırılır. Bunun, vericiden çok alıcıda kullanılması daha uygundur.

2.2.6 Zaman İle Azaltım

iletilen özdeş mesajlar, farklı zaman aralıklarında gönderilir. Bunun yapılması ile iki ilişkisiz bayılıma sahip işaret alınacağı açıktır. Ama mobil birim hareket etmeden durduğunda, zayıf bir yerel değer ve derin bayılımlar olabilecektir.

3 Birleştirme Teknikleri

Dört ana birleştirme tekniği vardır. Seçici (Selective) Anahtarlama (switched), Maksimum oran (maximal-ratio) ve Eşit kazanç (equal-gain). Her diversity bu tekniklerden herhangi birine uygulanabilir.

3.1 Seçici (Selective) Birleştirme

M farklı bayılımlı işaretten en kuvvetli olanını seçer. M arttığında, bayılım azalır.

3.2 Anahtarlama (Switched) Birleştirme

İki bayılımlı ve ilişkisiz işaret seçilir. Alıcıdaki eşik seviyesini aşan A işareti, L seviyesinin altına düşene kadar seçkin olarak kalır. Daha sonra alıcı, B işaretinin eşik seviyesini geçip geçmediğine bakmaksızın B'ye anahtarlanır. Eğer L seviyesinin altında ise, A'ya döner. Eğer L değerinin üstünde ise, B'de kalır. Bu yöntem seçici birleşime kadar 'yi değıldir. Fakat, tek alıcı g^ekiiiiihgmden ucuzdur.

3.3 Maksimum Oran (Maximal-Ratio) Birleştirme

Maksimum işaret-gürültü oranı anlamındadır. En iyi birleştirme tekniğidir. Basebandda alınan işaret, farklı dallardaki işaret-gürültü oranlarının (y) toplamlarıdır ($y = \sum y_i$). Bu birleştirmede, (iki dallı bir iletimde) iki alıcıya ihtiyaç duyulur ve devre çok kompleksdir.

3.4 Eşit Kazanç (Equal Gain) Birleştirme

Bütün farklı fazları tek bir noktaya getirir ve bunları birleştirir. Böylece birleşik işaret, farklı dallardaki farklı bayılımlı işaretlerinin zarflarının toplamı haline gelir. Görece yapımı basittir ve genelde iletim istasyonlarında kullanılır.

4 Simülasyon Çalışmaları

Kısa bayılımlı, rayleigh türü bir dağılım gösterdiği biliniyor. Bu noktadan hareketle, uygun veriler eşliğinde bu dağılımın sağlandığı varsayılarak, düşünse! bir bölge üzerinde sözkonusu dağılım elde edilmiş bu veriler konum ile azaltım ve frekans ile azaltım yöntemlerine uygulanmış, bu yöntemler sonucunda elde edilen iki ilişkisiz bayılım, seçici birleştirme tekniği ile birleştirilmiş, son olarak sonuçlar, konum ve zaman ekseninde verilmiştir [5].

Rayleigh olasılık dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi verilir:

$$P_r(x) = (x/V) \exp(-x/V)$$

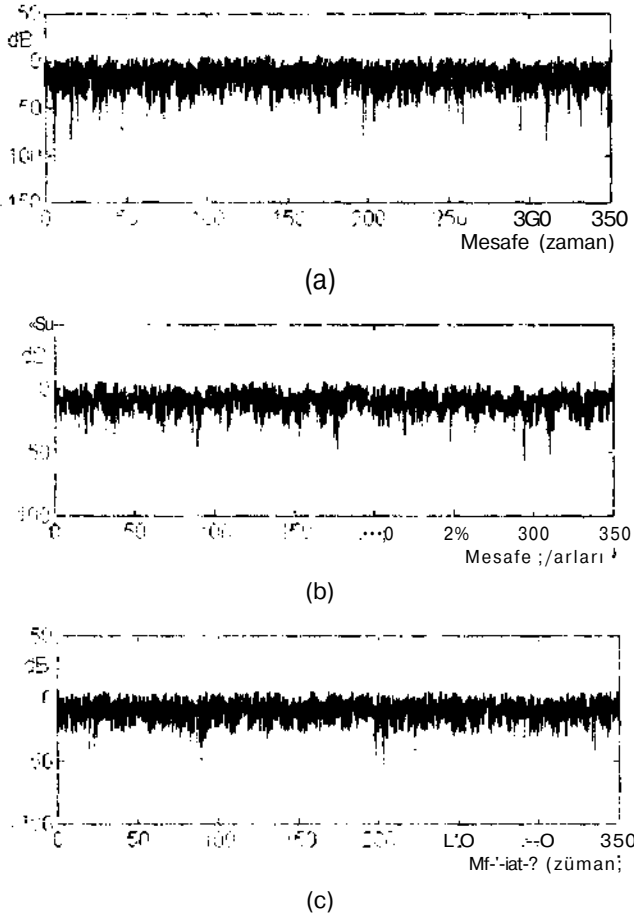
Bu dağılım temeline dayalı olarak gerçekleştirilen simülasyonda, a güç değerinin, belirli bir bölge için sürekli aynı değerde olduğu varsayılıyor. Bu bölgelerin altalan olarak saptandığı bir güzergah üzerinde, ayrı ayrı altalanlara ayırma tekniği kullanılarak, o bölgenin karakteristik yapısı elde edilebilir. Böylece, değerin değışmediğı çeşitli altalanlardan oluşmuş bir asil güzergah üzerinde bu simülasyon gerçekleştirilebilir. Kolayca görülür ki, altalanların sayısının fazla oluşu ile güzergahın karakteristiği, daha nitelikli olarak saptanabilir.

- güç değerinin -15 dB olduğu bir altalanın, 1000 adet dalga boyundan oluşan (her bayılım değışkeninin her yarım dalgada alındığı varsayılıyor); 352.8 metre uzunluğunda olduğu görülür (bu veriler, 850 MHz'lik iletişim frekansında saptanmıştır). Konum ile azaltımda yönsemez iki anten arasındaki ayırımın 10' olduğu, frekans ile azaltımda ise ilişkisiz iki bayılım elde etmeye yetecek kadar birbirinden farklı iki frekans kullanıldığı düşünülür.

Herhangi bir azaltım yapılmadığında, (-20 dB'lik bir seviye için) seviye geçiş oranı sayısı bu altalan üzerinde % 21.91 iik bir değerde iken, konum ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması ile bu oran, % 6.8 değerine iniyor. Frekans ile azaltım-seçici birleştirme tekniği kullanıldığında ise bu değer, % 9.35 olarak elde ediliyor. Ortalama bayılım süresi, (-20 dB için) normal bayılımda % 32.44, konum ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması durumunda % 10.57, frekans ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması durumunda ise %

10 42 olarak elde ediliyor Ortalama gOç seviyesi normal bayımda -16.4987 dB konum ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması durumunda -9.5146 dB. frekans ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması durumunda ise -9.4324 dB olarak elde ediliyor. Ortalama güç seviyesi temel olarak dayanarak konum ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması % 42.33. frekans ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinin kullanılması % 42.82 oranında bir iyileşme sağlıyor. Bir örnek olarak. 30 km/s hızındaki bir araç, bu güzergahı 42.35 saniyede alır. Alınan işaret, normal bir bayımda bu sürenin 13.73 saniyesinde konum ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinde 4.47 saniyesinde, frekans ile azaltım-seçici birleştirme tekniğinde ise, 4.41 saniyesinde -20 dB nin altındadır.

Eldeki bu alan üzerinde oluşturduğu varsayılan bayılım konum ile azaltım ve seçici birleştirme tekniği kullanılarak elde edilen bayılım ve ayrıca frekans ile azaltım ve seçici birleştirme tekniği kullanılarak elde edilen bayılım, Şekil 6'da verilmiştir



Şekil 6. Bir altalan için a) Normal bayılım b) Konum ile azaltım-seçici birleştirme tekniği kullanılarak elde edilen bayılım c) Frekans ile azaltım-seçici birleştirme tekniği kullanılarak elde edilen bayılım.

5 Sonuç

Bu çalışmada özellikle mobil haberleşmede ve tasarımında oldukça önemli problemler doğuran bayılım olayı doğal veriler altında normal bir kent içi trafiğinin ve yapılarının bulunduğu varsayılan bir alan için (yazı içinde altalan olarak veriliyor) incelenmiş, bayılımın azaltılmasına ilişkin iki ayrı yöntem verilmiş ve bunlar olası birleştirme tekniklerinden birine uygulanarak sunulmuştur. Temel olarak konum ile azaltım yönteminin daha uygun gibi görünmesine rağmen fark çok fazla değildir. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi verilen karakteristik özelliklere sahip olduğu düşünülen her bölge, bu tipte farklı n değerleri ile tanımlanabilen altalanlara bölünebilir. Bu altalanların arka arkaya konumlandırılması ile bölge, gerçeğe yakın bir biçimde simüle edilebilir. Fakat görüldüğü gibi, aynı a değerine sahip bir altalanın uzunluğu 1000/ değerinden küçük olamaz. Bu çalışmalar sonucunda frekans ve konum ile azaltım yöntemlerinin, gerçek değer üzerinde oldukça iyi bir azaltım sağlayabildikleri görülür. Her iki tekniğin birbirinden çok farklı bir sonuç vermediği de, ayrıca görülmektedir.

Kaynakça

- [1] Özden ÖZBEN, "İletişim Sistemlerinde Fading". Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Bölümü, Doktora Seminer notları, Haziran 1996
- [2] William C. Y. LEE "Mobile Cellular Telecommunications Systems". McGraw Hill International Editions. 1990
- [3] İsmail H. ÇAVDAR, "Gezgin İletişim Tekniği", Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Lisansüstü Ders notları. 1996
- [4] John G. PROAKIS "Digital Communications", McGraw Hill International Book Company, 2 nd printing 1985.
- [5] Özden ÖZBEN. "Gezgin (Mobile) İletişimde Fading Analizi ve Fading Azaltma Teknikleri". 5. Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı, Mayıs 1997, Kuşadası İZMİR.

KAFES YAPISI KULLANILARAK SİMETRİK OLMAYAN YARI DÜZLEMDE ÖZBAĞLANIMLI MODELLEME

Nurşen Yıldız SARI
Netaş, Ümraniye

ABSTRACT

The implementation of the method of 2-D orthogonal lattice structures for AR modeling of random fields is represented here based on the asymmetric half-plane models. The most important facility of this method arises from its property of orthogonality. This property allows the filter to be updated in order without recalculation of the previous lower order filter coefficients. The algorithm owes its robust numerical behaviour to this property of orthogonality. The method offers a complete solution for the Levinson type algorithm to compute the prediction error filter coefficients using lattice parameters from the given 2-D augmented normal equations. The proposed theory can be used for the quarter-plane and asymmetric half-plane models. Examples are considered for the given data cases. Power spectrums of the 2-D AR data fields are estimated using asymmetric half plane models, and the results obtained are compared for data fields of different sizes..

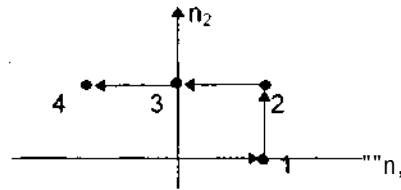
I. GİRİŞ

iki boyutlu alanların yansıma katsayıları ile modellenmesi konusunda ilk çalışma Marzetta [1] tarafından yapılmıştır. Marzetta'nın geliştirdiği yöntem 2-B özyinelemeli süzgeç tasarımı [2] ve imgelerin doğrusal öngörü ile kodlanmasına başarıyla uygulanmıştır [3]. Daha sonra Parker ve Kayran [4], model derecesinin artmasıyla destek bölgesinde daha çok nokta kullanan farklı bir yaklaşım ortaya atmışlardır. Ertüzün [5] ise üç parametrelilik kafes yapısından yola çıkarak yeni ve geliştirilmiş bir kafes yapısı sunmuştur. Kayran'ın son olarak geliştirdiği yapıda [6] Levinson tipi algoritmanın tam çözümünü sunulmuştur. Bu yapıda verilen 2-B'lu normal denklemlerden kafes parametreleri kullanılarak öngörü yansıma süzgeçlerinin katsayıları hesaplanmıştır. Önerilen yöntem çeyrek-düzlem ve simetrik olmayan yarı-düzlem modellerine uygulanabilmektedir. Burada yapılan simetrik-olmayan yarı düzlem modellerinin kovaryansların verildiği durum yerine doğrudan verilerle uğraşıldığı durum için başarımının araştırılmasıdır.

II- İKİ BOYUT VE NEDENSELİK

Bir boyutlu çoğu sistemin önemli bir özelliği nedenselliklerdir. İki boyutlu alanlar söz konusu olduğunda, nedensellik verilerin yapısında kendiliğinden var olan bir durum değildir. Bundan başka, elde edilen veriler öyle olabilir ki izgesel yoğunluk işlevi (SDF = Spectral Density Function) rasyonel olduğu halde, sonlu-dereceden doğrusal bir sistem kullanılarak nedensel gerçekleştirilebilir. Bunun sebebi genellikle iki-boyutlu bir polinomun daha düşük dereceden polinomların çarpımı olarak ifade edilememesidir. Genellikle iki-boyutlu alanlar için nedensel, yarı-nedensel ve nedensel olmayan gösterimler göz önüne alınabilir.

Burada nedensel 2-B'lu alanlar kullanılarak simetrik olmayan yarı-düzlem desteği ile kafes parametreleri öngörülecektir. İki-boyutta nedensellik şöyle açıklanabilir: $\{u_i\}$ rasgele alanına ilişkin örneklerin herhangi bir-boyutlu dizi $\{w_j\}$ şeklinde sıralandığını düşünelim. Eğer u_i yalnızca w_j , w_{j-1} den önce gelen elemanlara bağlı ise, u_i 'ye w_j 'nin nedensel öngörüsü denir. Yapılan uygulamada kullanılan 2-B'lu alan satır taraması yöntemi ile elde edilmiş ve bu alana ilişkin kafes parametreleri Şekil 1'de verilen simetrik olmayan yarı düzlem modeli ile öngörülmüştür.



Şekil 1: Simetrik olmayan yarı-düzlem dizilimi

III- 2-B'LU KAFES YAPISI

$(m+1) \times 1$ boyutlu $a_m^{(m)}$ ve $g_m^{(m)}$ vektörleri kendilerine karşılık gelen ileri ve geri yönde öngörücülerin katsayı ağırlık vektörlerini gösterirler. Sıfırına

örneğin m geçmiş değere sahip öngörü destek bölgesi ile öngörülmesinden oluşacak ileri yönde öngörü yanlıgı? :

$$J_{\text{öng}}^{(m)} \approx \text{"ö"} y_{i,J}^{(k)} \quad (1.a)$$

ile verilir. Burada,

$$\text{"ö"} = \mathbf{I} / \mathbf{u} \mathbf{J}' \mathbf{I} > \dots \mathbf{u} \mathbf{J}' (m) > \quad (1.b)$$

ve

$$y_{i,J}^{(k)} = y((k_1, k_2) - p)$$

$$y((k_1, k_2) - p - 1) \dots y((k_1, k_2) - q) \quad (1.c)$$

: p < q için

(1.c)

olarak belirlidir. $y((k_1, k_2) - i)$ gösterimi, $y(\hat{\cdot}, k_2)$ ' nin arkasındaki i. elemanı ifade etmektedir. $f_{\text{öng}}^{(m)}(k_1, k_2)$ nin z-dönüşümü alınarak aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$F_{\text{öng}}^{(m)}(z_1, z_2) = \mathbf{a}_0^{(m)} \mathbf{O}_{0,m}(z_1, z_2) \quad (2.a)$$

Yukarıdaki bağıntıdaki $\mathbf{O}_{0,m}(z_1, z_2)$ öngörü bölgesindeki dizilimi tanımlamaktadır.

$$\mathbf{O}_{0,m} \mathbf{C}_{r=0} = \mathbf{I} \quad \mathbf{O}_{0,m}(z_1, z_2) \dots \mathbf{S}_{j,z_1, z_2} \quad (2.b)$$

$$S_{p,r} = \frac{Z[y((k_1, k_2) - p)]}{Y(z_1, z_2)}, \quad p = 0, 1, \dots, m \text{ için} \quad (2.c)$$

$\mathbf{O}_{0,m}(z_1, z_2)$ ler öngörü bölgesinde kullanılan örnek noktanın konumunu gösterirler. Eğer öngörü bölgesindeki elemanları sıralamak için yalnızca yatay ve düşey yönleri kullanırsak aşağıdaki bağıntıyı elde ederiz.

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{O}_{0,m}(z_1, z_2) &= \text{"düşey yön için"} \\ &= \text{"yatay yön için"} \end{aligned} \right\} i = 1, 2, \dots, m \text{ için} \quad (3)$$

$y((k_1, k_2) - m)$ ' in yani m. örneğin (son eleman), öngörü bölgesinde kendinden önceki m örnek tarafından öngörülmesi ile oluşacak geri yönde öngörü yanlıgısı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$b_m^{(m)}(k_1, k_2) = \mathbf{g}_m^{(m)T} y_{0,m}(k_1, k_2) \quad (4.a)$$

Burada

$$\mathbf{g}_m^{(m)} = [g_m^{(m)}(m), g_m^{(m)}(m-1), \dots, g_m^{(m)}(1)]^T \quad (4.b)$$

olarak belirlidir. (2.b)'de tanımlanan dizilim vektörü kullanılarak $\mathbf{h}' \mathbf{J}(k_1, k_2)$ ' nin z-dönüşümü aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\mathbf{H}_m^{(m)} = \mathbf{z}_1^{-m} \mathbf{z}_2^{-m} \mathbf{O}_{0,m}(z_1, z_2) \quad (5)$$

(m-1).derece ileri ve geri yönde kestirim süzgeçlerine ilişkin katsayı ağırlık vektörleri sırası ile $\mathbf{u}_m^{(m)}$ ve $\mathbf{f}_{ij}^{(m)}$ olarak verilmiş olsun. Derece aşaması yöntemiyle m.derece katsayılar aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\mathbf{a}_0^{(m)} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_0^{(m)T} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad \text{"öng"} \quad (6)$$

$$\mathbf{g}_m^{(m)} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{g}_m^{(m)T} \end{bmatrix} + \mathbf{r}_m^{(m)} \begin{bmatrix} \text{"öng"} \\ \text{"öng"} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Burada $\mathbf{r}_m^{(m)}$ ve $\mathbf{r}_{h_m}^{(m)}$ sırasıyla m. dereceden ileri ve geri yönde kestiricilerin yansıma katsayıları veya kısmi ilişki katsayılarıdır. Yukarıdaki eşitliklerin her iki tarafını (m+1) x (m+1) boyutlu özilişki matrisi ile çarpalım. Eşitliğin sol tarafı m.dereceden genişletilmiş normal denklemleri verir.

$$\mathbf{R}_{0,m} \mathbf{a}_0^{(m)} = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_m^{(m)} \\ \mathbf{0}_m \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad \mathbf{R}_{0,m} \mathbf{g}_m^{(m)} = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{m,m} \\ \mathbf{I} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$\mathbf{E}_m^{(m)}$ ve $\mathbf{E}_{h_m}^{(m)}$ sırasıyla ileri ve geri yönde kestirim hata güçleridir.

Hata yayılım denklemleri en genel hali ile aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{f}_p^{(m)T} \mathbf{a}_m^{(m)} \\ \mathbf{b}_p^{(m)T} (k_1, k_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ \mathbf{0}_m \end{bmatrix} \mathbf{C}_m \begin{bmatrix} \mathbf{f}_p^{(m)T} \mathbf{y}_{0,m}(k_1, k_2) \\ \mathbf{0}_m \end{bmatrix} \quad (9)$$

p güncelleme anındaki süzgeç derecesi ve M ulaşılmak istenen süzgeç derecesi olmak üzere $p=1, 2, \dots, M$ ve $n=1, 2, \dots, p_0$.

ilk koşullar,

$$f_{i,j}^{(k)} = \sum_{l=1}^M A_{i,j}^{(k)} \cdot y_{l,j}^{(k)} \quad (10)$$

$p=0,1,2,\dots, M$

eşitliği ile belirlidir.

Algoritma 0.dereceden başlı** ve M. dereceye kadar devam eder. Kestirim yanığı güçleri aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\begin{bmatrix} E_{i,j}^{(k)} \\ E_{i,j}^{(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i & -f_{i,j}^{(k)} \\ -f_{i,j}^{(k)} & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{i,j}^{(k)} \\ E_{i,j}^{(k)} \end{bmatrix} \quad (11)$$

IV. DENEY SONUÇLARI

Aşağıda verilen fark denklemini kullanarak simetrik olmayan yarı düzlem için satır yönünde taranmış bir veri alanı elde edilmiştir.

$$y_{i,j}^{(k)} = \sqrt{u_{i,j}^{(k)}} + 0.15y_{i,j}^{(k)} + 0.15y_{i,j}^{(k)} - 1 + 0.2 \cdot [y_{i,j}^{(k)} - 1 + 0.105y_{i,j}^{(k)} + 1 \cdot k \cdot (-1)]$$

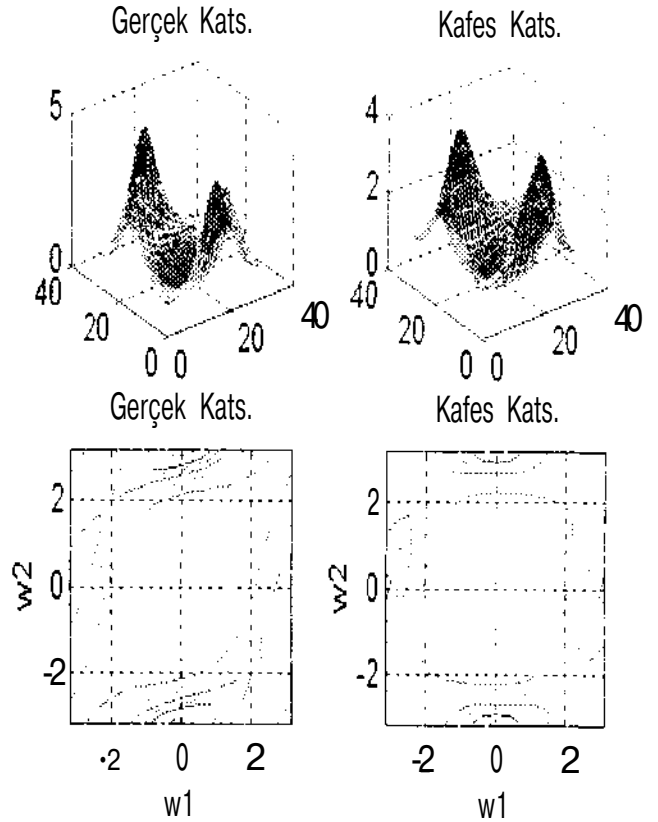
Burada $w(k,k)$ ortalaması sıfır, değışintisi bir olan beyaz gürültüdür. Katsayılar kararlılık ölçütlerini sağlayacak şekilde seçilmiştir.

Kafes yapısı kullanılarak üretilen bu veri alanına ilişkin katsayılar öngörölüş ve izgeler kestirilmiştir. Değişik veri alanı boyutları üzerinde denemeler yapılmıştır ve sonuçlar göstermiştir ki yöntemin başarımlı veri alanının boyutuna bağılı değildir. Eldeki veriler az olsa bile kestirim yeterince iyi olmaktadır. Bu durumun çeyrek-düzlem için doğruluğı daha önce gösterilmiştir [7].

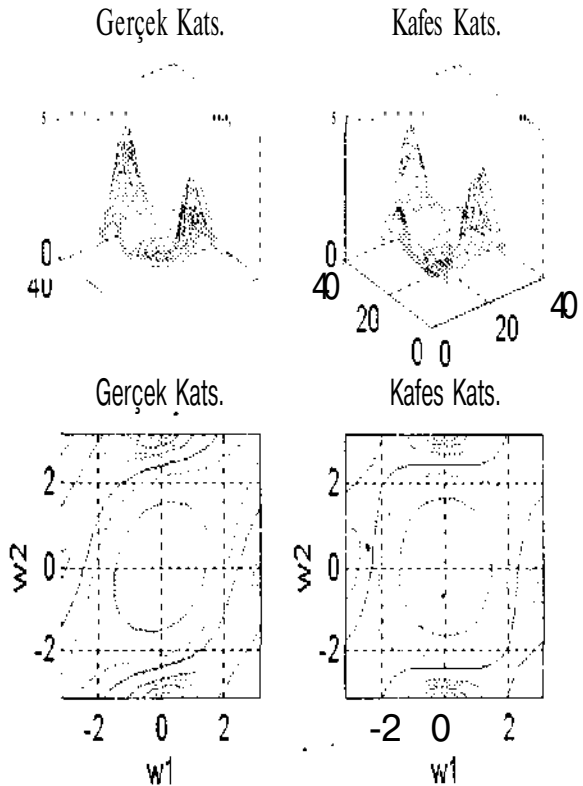
Sonuçlara ilişkin izge ve çevriş çizimleri ve bulunan katsayılar aşağıdadır.

Gerçek Katsayılar	Veri boyutu ve öngörölüş katsayılar	
	10x10	100x100
0.18	0.2428	0.2557
0.35	0.3022	0.3131
0.25	0.2858	0.2696
0.105	0.1846	0.1618

Tablo 1



Şekil: 2 100x100 Veri alanı için izge ve çevritler



Şekil: 3 10x10 Veri alanı için izge ve çevritler

Şekil 2 ve Şekil 3 ve Tablo 1'den görüldüğü üzere öngörü ve kestirim sonuçları oldukça iyidir ve bu yöntem imgeler için de katsayı bulunmasında kullanılabilir. Kafes yapısı modülerdir ve sadece ilk koşul alanları değiştirilerek çeyrek-düzlemden simetrik-olmayan yarı düzleme kolayca geçilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] T.L. Marzetta. "Two-dimensional linear prediction: Autocorrelation arrays, minimum-phase prediction error filters, and reflection coefficient arrays," *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing.*, vol.ASSP-28, pp. 725-733, Dec. 1980
- [2]———. "The design of 2-D recursive filters in the 2-D reflection coefficient domain," in *Proc. Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing*, Washington D.C, Apr. 1979, pp. 673-676
- [3] P. Poehler ve J. Choi, "Linear Predictive Coding of Imagery for Data Communications" in *Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing*, Boston, MA, Apr. 1983, pp.1240-1243
- [4] S.R. Parker ve A.H. Kayran "Lattice Parameter Autoregressive Modeling of 2-D Fields Part I: The Quarter Plane Case", *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing.*, vol.ASSP-32, pp. 872-885, Aug.. 1984
- [5] A. Ertüzün, A.H.Kayran ve E.Panayırıcı "Entropy Relations of 2-D Lattice Filters" in *Proc. Bilcon Conf. Contr. Signal Processing*, Ankara, Türkiye, Temmuz 1990.pp. 1337-1343
- [6] A.H. Kayran "Two-Dimensional Orthogonal Lattice Structures for autoregressive Modeling of Random Fields" *IEEE Trans. On signal Processing*, Vol.44, No.4 April 1996 pp.963-978
- [7] N.Yıldız Sarı, A.H. Kayran "İki-Boyutlu Dik Kafes Süzgeçleri ile Sınırlı Veri Alanlarının Modellenmesi" *///S/ Kurultayı, Nisan 1995 Kapadokya* pp.A-240-245

YERSEL GEZGİN İLETİŞİM SİSTEMLERİNDE MULTIPATH (ÇOK YOLLU) YAYILIMININ SİSTEM BAŞARIMINA ETKİSİNİN ANALİZİ

İ. Hakkı ÇAVDAR Gülsevil DİNÇ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
61080 TRABZON
EPosta: çavdar geedec.bim.ktu.edu.tr, gulsevil@eedec.bim.ktu.edu.tr

ABSTRACT

If a signal is transmitted between a base station and a mobile unit that is moving through a multipath environment, wave interference among the multipath components results in severe fading of the received signal.

Amplitude fluctuations in signals received over mobile radio channels are typically modelled by a Rayleigh distribution. The Rician distribution applies to the case when there is a direct line-of-sight (LOS) component which contributes to the received signal. If there is a signal steady component and a large number of the multipath signals, the propagation environment of the mobile radio is modelled by Rician distribution.

These models are theoretically predicted if a large number of random multipath signals exist in the channel with all signal contributions on the same order of magnitude (i. e. no dominant components).

When the effective number of scatterers (N) is small, significant deviations from the both Rayleigh and Rician distributions can be expected.

In this study, we tried to determine the received signal both on Rayleigh and Rician channels for small N named Non-Rayleigh or Non-Rician channels.

I. Giriş

Gezgin iletişim kanallarında alıcı anteninde görülen işaretin genlik dağılımını belirleyen önemli faktörlerden biri iletişim ortamında var olan saçıcılarıdır. Bu saçıcıların, alınan işareti önemli ölçüde etkileyen parametreleri olan sayıları, konumları ve yansıtma katsayılarının tamamen rastgele olması böyle bir iletişim kanalının modellenmesini güçleştirmektedir. Literatürde gezgin radyo kanallarının modellenmesinde kullanılacak bir çok metod olmasıyla birlikte en kapsamlı model istatistiksel modeller olan Rayleigh ve Rician Model'dir. Her iki model de alınan işaretin istatistiksel dağılımı çıkarılmış ve iletişim kanalı parametreleri bu dağılım üzerinden çıkarılmaya çalışılmıştır. Rician Model alıcı ve verici antenin birbirini gördüğü durumlarda Rayleigh Model ise antenlerin birbirini göremediği durumlarda sistem modelini verir.

Teorik olarak Rayleigh ve Rician Modelde, alıcı anteni tarafından iletişim ortamı üzerinde bulunan etkin

saçıcılardan yansımış çok yollu işaretlerin toplamı alınır. Bu çok yollu işaretlerin genliklerinin vektörel toplamı alınan işarete fadinge (bayılma) neden olur. Her iki model de saçılmış işaretlerin çok sayıda olduğu yani etkin saçıcı sayısının yeterince büyük olduğunu varsaymaktadır. Saçılmış çok yollu işaretlerin sayısı, ortamdaki etkin saçıcıların sayısı ile doğrudan ilişkili olup gezgin iletişim sistemlerinde yeteri kadar saçıcı mevcut olduğundan Rayleigh ve Rician Model başarılı modellerdir. Ancak etkin saçıcı sayısının küçük olduğu durumlarda (ortamlarda) alınan işaretin genlik dağılımının bu modellerden uzaklaşması beklenir. Bu çalışmada etkin saçıcı sayısı (N) 2,3..10 alınarak alınan işaretin genlik dağılımı için bir model geliştirilmiş ve modele uygun bir bilgisayar yazılımı ile elde edilen sonuçlar, teorik Rayleigh ve Rician Model kullanılarak alınan sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

II. Rayleigh ve Rician Model

Hücre sel haberleşme sistemlerinin esaslı olan hareketlilikten ötürü, alıcı ve vericinin birbirine göre konumları her zaman sabit olamaması nedeniyle antenlerin birbirini göremeyeceği anlarda alıcı antenin doğrudan dalgayı alamayacağı açıktır. Bu durumda alıcı anten doğrudan dalgayı değil yalnızca yayılım ortamında bulunan saçıcılardan yansıyan işaretlerin fazörel toplamının oluşturduğu işareti alacaktır.

Vericiden gönderilecek elektromanyetik dalganın yayılım kanalı üzerinde bulunabilecek sonsuz sayıdaki saçıcı üzerinden yansıyıp alıcı antene ulaştığı düşünüldüğünde alıcı antendeki işareti belirlemek oldukça güç olacaktır. Ortamda yeterli sayıda rastlantısal olarak yerleşmiş saçıcıların varlığı düşünüldüğünde alıcı anteni tarafından alınan işaretin genliğinin Rayleigh dağılımına sahip olduğu yine yapılan teorik çalışmalarla belirlenmiştir. Bu durumda alıcı anteninde görülen işaretin olasılık dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi olacaktır[1].

$$f(r) = \begin{cases} r \cdot K \exp\left(-\frac{r^2 \cdot K}{2}\right) & r \geq 0 \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (1)$$

Alıcı ve verici antenin birbirini gördüğü durumlarda ise alıcı anteninde saçıcılardan yansıyan işaretlerin yanında doğrudan dalga alınacaktır. Bu durumda alınan işaretin genlik dağılımının Rician dağılımı ile verilebileceği gösterilmiştir [2].

$$f(r) = \begin{cases} r \cdot K \exp\left(-\frac{K(r^2 + A_0)}{2}\right) \cdot I_0(A_0 r \cdot K) & r > 0 \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (2)$$

A_0 : Doğrudan dalganın gücü
 I_0 : O. dereceden 1. tür Bessel işlevidir.

$$K = \frac{1}{\sigma^2} \quad (3)$$

III. Non-Rayleigh ve Non-Rician Model

Alıcı ve verici antenin birbirine göre konumları ve yayılım ortamında olabilecek saçıcıların sayıları ve konumları tamamen rastlantısaldır. Bu nedenle yayılım ortamındaki saçıcıların sayılarının yeterince fazla olmamasının olası durumlardan biri olacağı açıktır. Böyle bir durumda verilen modelin esaslarından biri olan saçıcıların yeterli sayıda olması şartı sağlanamayacağından bu koşullar altında alıcı anteninde görülen işareti bu modellerle belirlemek doğru olmayacaktır.

Vericiden gönderilecek elektromanyetik dalganın yayılım kanalı üzerinde bulunabilecek sonsuz sayıda saçıcı üzerinden yansıyıp alıcı antene ulaştığı düşünüldüğünde alıcı antendeki işareti belirlemek oldukça güç olacaktır. Ancak gerçekte alıcı antenini merkez kabul eden 100X yarıçaplı bir dairesel bölge dahilindeki saçıcılar üzerinden saçılmış işaretlerin alıcı anten üzerinde etkili oldukları gösterilmiştir [2].

Yayılım ortamında saçıcı sayısının az olması durumunda, alınan işareti belirlemek amacı ile yapılan çalışmada, etkin saçıcı bölgesi olarak yukarıda sözü edilen 100X yarıçaplı dairesel alan esas alınarak bu bölge dahilindeki saçıcılar üzerinden yansıyıp alıcı antene ulaşan işaretler ayrı ayrı hesaplandığında alıcıdaki toplam işaret aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Alıcı anteni merkez kabul eden 100X'lık bir dairesel alan dahilindeki saçıcılardan yansıyarak alıcı antene ulaşan herhangi andaki işareti [3];

$$S_a = \sum_{i=0}^N S_i \quad (4)$$

S_i : i. saçıcıdan yansıyarak alıcı antenine ulaşan işaret bileşeni olup

$$S I = A_j \exp(j\phi_j) \quad (5)$$

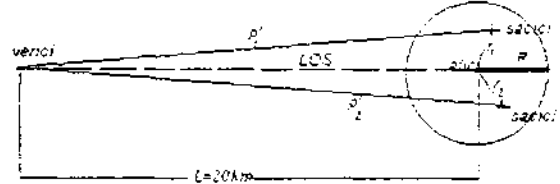
ile verilir.

A_j : i. saçıcının yansıtma katsayısı

$$\phi_j = \text{mod } 2\pi \left[\frac{2\pi p_j}{\lambda} \right] \quad (6)$$

p_j : işaretin i. saçıcıya ve i. saçıcıdan alıcıya ulaşması için aldığı yol

ϕ_j : alıcıya i. saçıcıdan yansıyan işaretin fazı



Şekil 1: İki saçıcılı iletişim kanalı için alınan işareti belirlemede kullanılan model [4].

$p_i = p'_i + r_i$ r_i : i. saçıcının alıcıya uzaklığı,
 $R = 100\text{Å}$

Verilen ifadelerden anlaşılacağı gibi saçıcıya gelen işaretin fazı doğrudan saçıcının konumuna bağlıdır. Etkin saçıcı bölgesinde alıcıya ulaşan işaretin izlediği yol p;

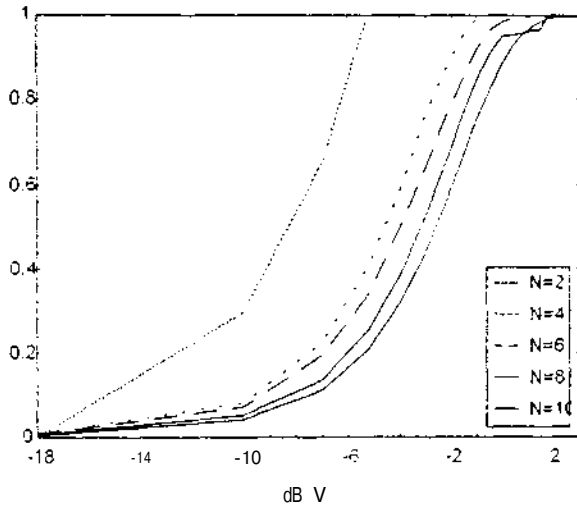
$$p = p' + r = r + \sqrt{r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta} \quad (7)$$

Burada alıcı-verici arasındaki uzaklık, r ve θ olasılık yoğunluk fonksiyonları aşağıdaki gibi olan bağımsız rastlantı değişkenleridir.

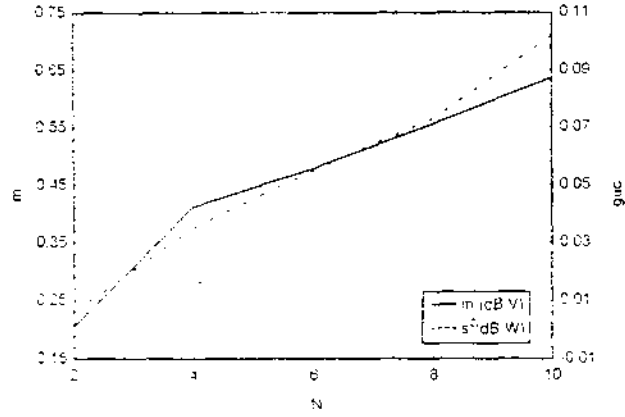
$$f_r(r) = \frac{1}{100A} \quad 0 \leq r \leq 100A \quad (3)$$

$$f_\theta(\theta) = \frac{1}{2\pi} \quad -K < \theta < K \quad (4)$$

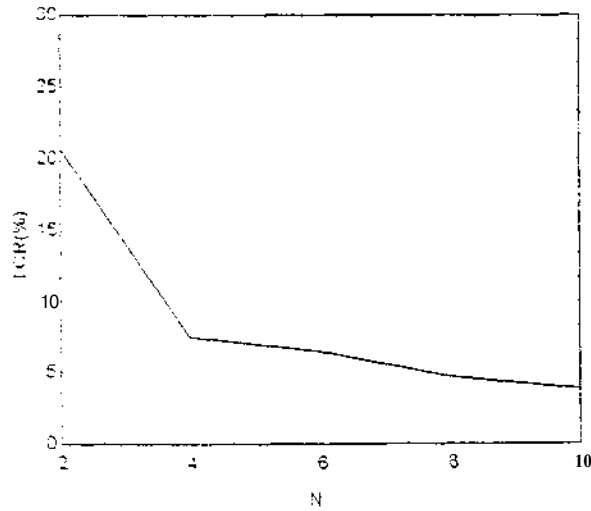
Geliştirilen yazılımla, r ve θ 'nin bağımsız olması ve verilen aralıklarda rastgele değerler alabilmesinden yola çıkılarak belirlenen 100X çaplı dairesel alan içerisinde farklı her bir konuma N sayıda saçıcı yerleştirilerek bu saçıcıların alıcıya ve birbirlerine göre farklı durumları için saçılmış işaretlerin toplamı bulunmuştur. Ortamın tamamen rastlantısal olması nedeniyle daha sağlıklı sonuçlar alınabilmesi için her farklı ortam için program 30 kez çalıştırılmış ve bu verilerden yola çıkılarak alınan işaretin istatistik özellikleri çıkartılmıştır.



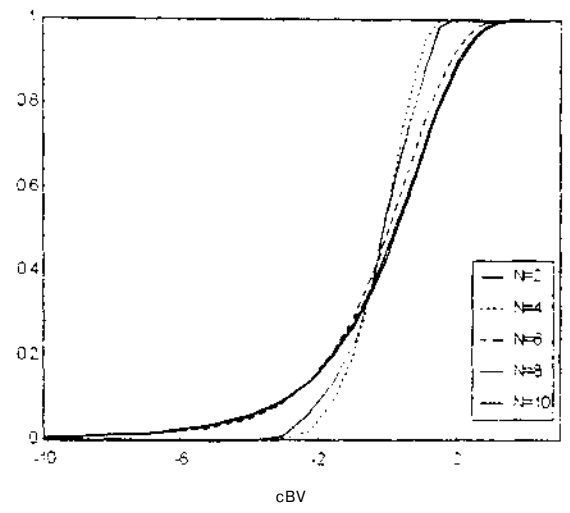
Şekil 2: N'e bağlı olarak Non-Rayleigh ortamda cdf



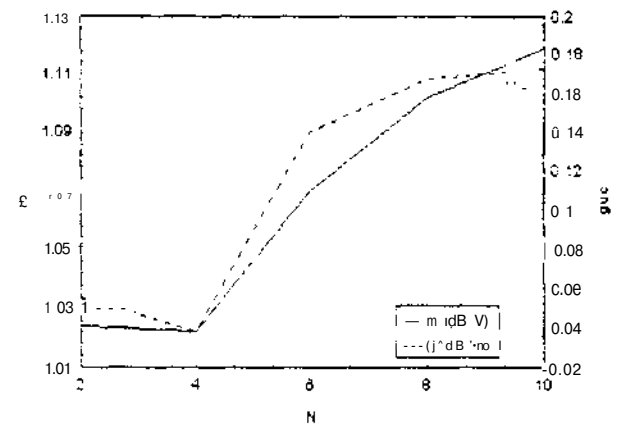
Şekil 3: Non-Rayleigh ortamda işaretin ortalama değer ve gücünün N'e bağlı değişimi



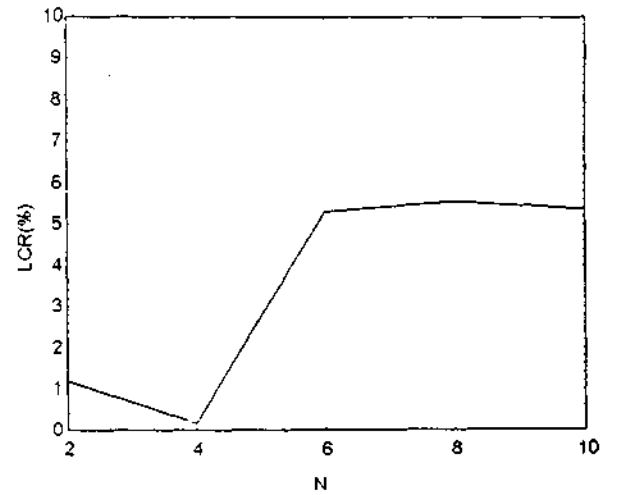
Şekil 4: Non-Rayleigh ortamda ortalama değerler için LCR'nin N ile değişimi



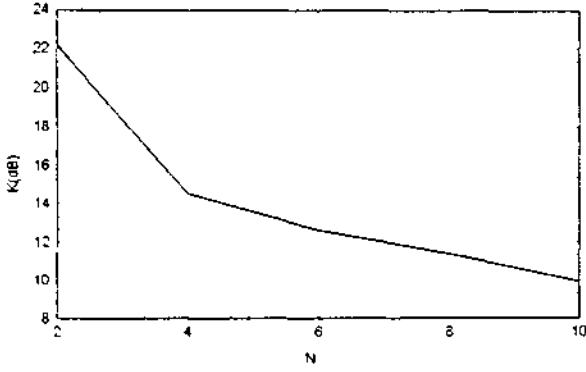
Şekil 5 :N'e bağlı olarak Non-Rician ortamda cdf



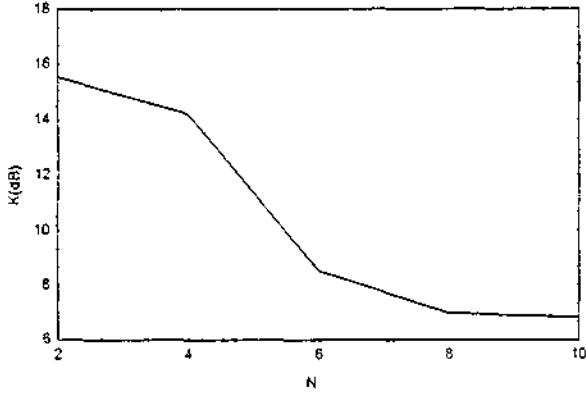
Şekil 6: Non-Rician ortamda işaretin ortalama değer ve gücünün N'e bağlı değişimi



Şekil 7: Non-Rayleigh ortamda ortalama değerler için LCR'nin N ile değişimi



Şekil 8: Non-Rayleigh Ortamda K'nın N ile değişimi



Şekil 9: Non-Rician Ortamda K'nın N ile değişimi

Yukarıda verilen model kullanılarak alıcı anteninde görülen işaretin belirlenmesinde iki farklı durumla karşılaşmaktadır. İletişim ortamında doğrudan dalga yoksa alıcıda yalnızca saçılmış işaretlerin fazörel toplamı görülecektir.

$$S_1 = r \cdot \exp(j\theta) = \sum_{i=1}^N A_i \exp(-M) \quad (10)$$

Ortamda doğrudan dalganın bulunması halinde alınan işaret saçılmış işaretler ile doğrudan dalganın toplamından oluşacaktır.

$$S_2 = r \cdot \exp(j\theta) = A_0 \exp(j\phi_0) + \sum_{i=1}^N A_i \exp(j\theta_i) \quad (11)$$

A_0 : doğrudan dalganın genliği,
 θ_0 : doğrudan dalganın fazı.

(10) ve (11) ifadeleri ile bulunan genlik değerlerinden yola çıkılarak olasılık dağılım fonksiyonları elde edilmiştir. Bulunan bu fonksiyonlar sırasıyla Non-Rayleigh ve Non-Rician iletişim kanallarında, alıcı anteninde görülmesi beklenen işarete ilişkin istatistiksel fonksiyonlardır.

IV. Sonuçlar

Çalışmada $f=850$ MHz alınmış, $L=20$ km seçilerek 100° lık etkin saçıcı bölgesinde $N \geq 2$ için N parametre alınarak alınan işaretin karakteristikleri farklı

ortamlar için elde edilmiştir. Şekil 2 ve 5'de doğrudan dalga olmaması ve olması durumlarında alınan işaretin olasılık dağılım-fonksiyonunun N'e bağlı değişimi verilmiştir. Grafiklerden görülebileceği üzere N'in artan değerleri ile işaret düzeyi artmaktadır. N=2'de en kötü durum ortaya çıkmıştır. N'in 8'dan büyük değerleri için dağılım Rayleigh Model ve Rician Model'de belirlenen alınan işaretin dağılımına yaklaşmaktadır.

Şekil 3 ve 6'da değişik N değerlerinde her iki farklı ortam için (Non-Rayleigh ve Non-Rician) için alınan işaretlerin istatistiksel karakteristikleri olan ortalama değeri ve gücünün (σ^2) N ile değişimi verilmiştir. N'in artan değerlerinde ortalama değerin ve gücün arttığı görülmektedir.

ikinci dereceden istatistiksel bir parametre olan LCR, işaretin belli bir seviyenin altına düşme sayısının bir ölçüsüdür. Şekil Rayleigh ve Rician ortamında alınan işaretin 0.01 için değerindeki LCR seviyeleri değişik N'ler için Non-Rayleigh ve Non-Rician ortamlarda hesaplanmış ve grafiksel olarak sunulmuştur.

Rayleigh ve Rician dağılımları $K=10 \log(1/a^2)$ ile tanımlanırlar. Şekil 8 ve 9'da alınan işaretin K değeri hesaplanıp bu değerlerin artan N değerleri için Rayleigh ve Rician Modelleri için verilen değerlere yaklaştığı görülmektedir.

Sunulan grafiklerden görüldüğü gibi saçıcı sayısının küçük değerlerinde alınan işaretin genlik değişimini karakterize eden ortalama değeri(m), gücü(a^2), olasılık dağılım fonksiyonu(cdf),seviye geçiş hızı(lcr) gibi istatistiksel parametreleri Rayleigh ya da Rician ortamında alınması gereken işaretin parametrelerinden farklılık göstermektedir. Ancak N'in artan değerlerinde işaret bu ortamlarda alınması gereken işaret seviyesine yaklaşmaktadır.

Kaynaklar

- [1] i. H. Çavdar, G. Dinç, "Gezgin (Mobile) iletişim Sistemlerinde Dalga Yayılımının İstatistiksel Modellenmesi", 4. Bilgisayar ve Haberleşme Sempozyumu, s. 135-138, 11-15 Aralık 1996, Bursa
- [2] Lee W.C. "Mobile Cellular Telecommunications Systems" McGraw Hill Book Co. USA, 1990.
- [3] B.T. Irons and K.D. Donohue, "Probability of Error in Non-Rayleigh Fading Channels -A Simulation Study", IEEE Trans. On Com. Vol. 43,No:2/3/4, pp. 1246-1247
- [4] G. Dinç, i. H. Çavdar, "Hücreli Gezgin İletişim Sistemlerinin Non-Rayleigh Fading Kanallarında Başarım Analizi" 5. Sinyal işleme ve Uygulamaları Kurultayı, s 62-66, 1-3 Mayıs 1997. Kuşadası, izmir

MİKROİŞLEMCİ DENETİMLİ TEKLİ VE ÇOKLU SES KAYIT/OKUMA SİSTEMİNİN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

M. F. GÜVFN ve M. SARITAŞ

Gazi Üniversitesi

Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
06570 Maltepe-ANKARA

ABSTRACT: *In this study, a microprocessor based digital multiphrase speech record and playback system has been designed and constructed. The digital coding of speech signals was carried out by the Continuously Vahable Slope Delta Modulation technique. In the system, two separate speech processor chips (TMS3477 and FX709), and a 8031 microprocessor chip have been employed. TMS3477 speech processor chip was used to make an independent record/playback circuit FX709 encode/retrieve chip was operated as a multiphrase short lasting record/playback circuit. Both of the speech processor circuits were interfaced and controHed by the 8031 microprocessor chip. The speech processor chips were operated by the machine code program stored in EPROM which is externally linked to the microprocessor. Apart from that the data which are sent to a digital display are received and translated into speech vwords by the help of a 10 digit BCD data input card.*

The microprocessor based independent record/playback circuit can store, the 30-60 seconds duration of a singie record, in 1-2 Mbit DRAM memory, wrth 64 kHz sampling frequency in Hi-fi quality. This circuit can be operated separately by only the push-buttons which make it more ffexible for many applications.

The microprocessor based multiphrase short lasting record/playback circuit can store 40 records in a total duration of 15 seconds with 32 kHz sampling frequency. The unit has the capacity of pfaying back 64 different preprogrammed record sequences in 64 different conditions. In a given applîcation, the system would retrieve prerecorded speech message bank agah and agaih according to the programme vwritten by the user.

The circuit can be employed in complicated application fields by increasing the memory capacity and microprocessor-DRAM interface. The system operates user-fhendly and the user can create many different areas of use.

Key words: *Speech Processor, 8031 microprocessor, CVSDM, Digital Multiphrase Record/Playback*

1. GİRİŞ

Sesin analog olarak manyetik ortamlarda saklanması ve tekrar okunması çok kolay olmasına

rağmen; kayıtçının boyutu, mekanik sistemlere ihtiyaç duyulması ve bilgiye erişim zorluğu nedeniyle kısa süreli ve çok sayıda mesajı kaydetmek ve isteğe göre tekrar okutmak ihtiyaç maliyet dengesinde her zaman gereksiz ve zahmetli bulunmaktadır.

Yan iletken teknolojisinin gelişmesi, sayısal entegre devrelerin küçülmesi ve ucuzlaması sonucu, sesin sayısala dönüştürülerek hafıza birimlerinde saklanması ve okunması, istenen mesajın istenildiği kadar tekrarlanmasına olanak vermektedir.

ileri teknoloji ülkelerinde, insan-makina iletişimde, ses işlemci devreler başarıyla kullanılmakta; ancak kolayca kullanılabilecek salt-oku bellekti ses işlemcileri ingilizce olarak depolandığından Türkçe mesaj iletiminde kullanılamamaktadır. Bu çalışmada, istenen ses sinyalleri, müzik veya konuşma, sayısal kodlanarak depolanabilmekte ve istenildiğinde çağrılarak okutulabilmektedir. Bu tip bir işlem, bir kişisel bilgisayarla kolayca gerçekleştirilebilir. Sesli yanıt sistemleri/1/, örneğin Alo-Okul ve Alo-Banka gibi sistemler, bahsedilen gereğin makro uygulamalarıdır. Ancak özel amaçlı ses işlemci entegrelerin kullanılması daha pratik ve ucuz olacağından şu andaki bir boşluğu doldurmuş olacaktır. Bir önceki çalışmada, sesin sayısallaştırılarak saklanması ve okunmasının temelleri verilmiş ve teklî kayıt /okuma devresi incenmiştir/2,3/. Bu çalışmada ise teklî ve çoklu kayıt/okuma devrelerinin mikroişlemci ile denetimlerinin nasıl yapıldığı ve bu sistemin çalışması açıklanmıştır.

2. DEVRENİN ÇALIŞMASI

Tasarlanan ve gerçekleştirilen devrenin blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Devrede, mikrofon veya hat seviyesinden alınan analog ses sinyali, yükseltildikten ve örnekleme teoremine (Nyquist kriteri) uygun bir filtre devresinden geçirildikten sonra ses işlemci tümdevrelere uygulanır. Ses işlemcileri (FX709 ve TMS3477), analog ses sinyalini CVSD modülasyon tekniği ile sayısal bilgiye dönüştürürler IA -II.

TMS3477 tümdevresi, kendi RAM organizasyonunu kendisi yaptığı için sesi doğrudan doğruya dışarıdan bağlı DRAM'lara (1-2 Mbit) depolayabilmektedir. Bu tüm devre, mikroişlemciyle

kontrol edilebileceği gibi tek başına bağımsız bir kaydedici ve okuyucu devresi olarak da kullanılabilir.

FX709 tümdevresi ise, CVSDM tekniği ile ses sinyallerini sayısal bilgiye dönüştürerek kendi içindeki 8 bitlik kaydırmalı kayıtçısına doldurmakta ve her 8 bit dolduğunda veriler alınıp RAM belleklerinde endeksenerek saklanmaktadır. Devre, dışardan alınacak sayısal BCD verilerini de algılayabilmektedir. Bunun için devreye 10 digit BCD veri algılama kapasiteli bir giriş/çıkış kartı eklenmiştir. Böylece 999999999a kadar sayılar ön kayıtlarda okunarak ifade edilebilir.

Ayrıca, devrede değişik durumlarda değişik kayıtların okunabilmesini sağlamak için 6-bitlik bir TTL giriş bölmesi ayrılmıştır. Böylece 2⁶ tane değişik durum karşısında önceden programlanan kayıt dizinleri okutulabilir.

Cihazın, kaydetme ve programlama işlemleri tamamlandıktan sonra bir sinyal algılayarak devreye girmesi gerekmektedir. Bunun için mikroişlemcinin kesme(interrupt) girişine bir basmalı buton eklenmiştir. Böylece alçak düzeyde gelen bir sinyal cihazı aktif yaparak çalıştırır.

Devrenin üzerinde, kullanıcı tarafından kolay kullanımını sağlamak için

- İkili anahtar,
- Üç digitlik gösterge.
- Beş adet basmalı buton,
- INT basmalı butonu bulunmaktadır.

Devrenin çalışma iş akış şeması Şekil 2'de görülmektedir. Mikroişlemci programı dört ana grupta toplanmıştır. İkili anahtarla bu modlardan biri olan; kayıt modu(11), programlama modu(10), programa göre çalıştırma modu(OO) veya direkt çalıştırma modu(01) seçilebilir. Kayıt alanı seçenekleri üçtür: Çoklu kısa kayıt/okuma alanı(A), bağımsız iki adet uzun kayıt/okuma alanları(B ve C).

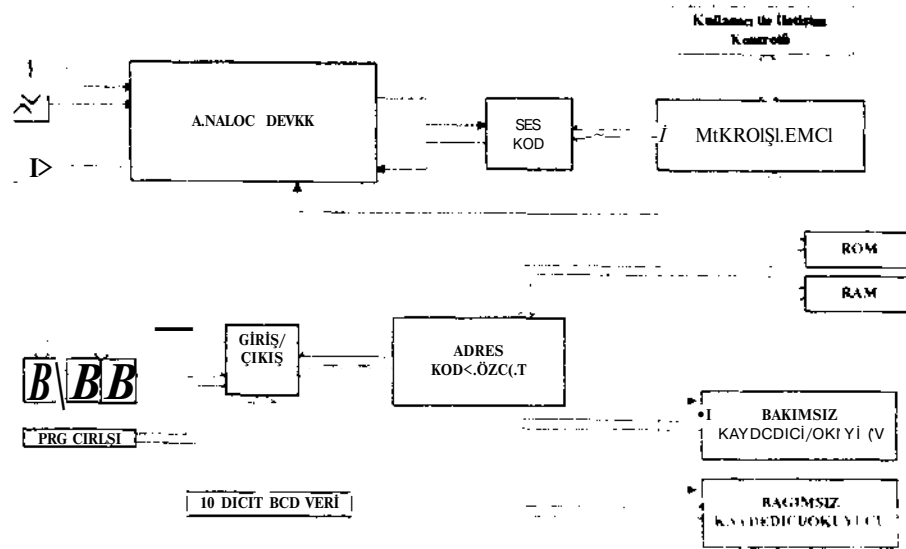
Üç digitlik göstergenin en sağdaki hanesi üç farklı

kayıt bölgesinden (A, B veya C) hangisinde bulunduğunu; A harfi kayıt olduğunu, P harfi program modunda ve O harfi çalışma modunda olduğunu göstermektedir. Soldaki iki hane ise kayıt nosunu göstermektedir. Direkt çalıştırma modu OOP ile, programa göre çalıştırma modu 1-64P ile ifade edilmektedir.

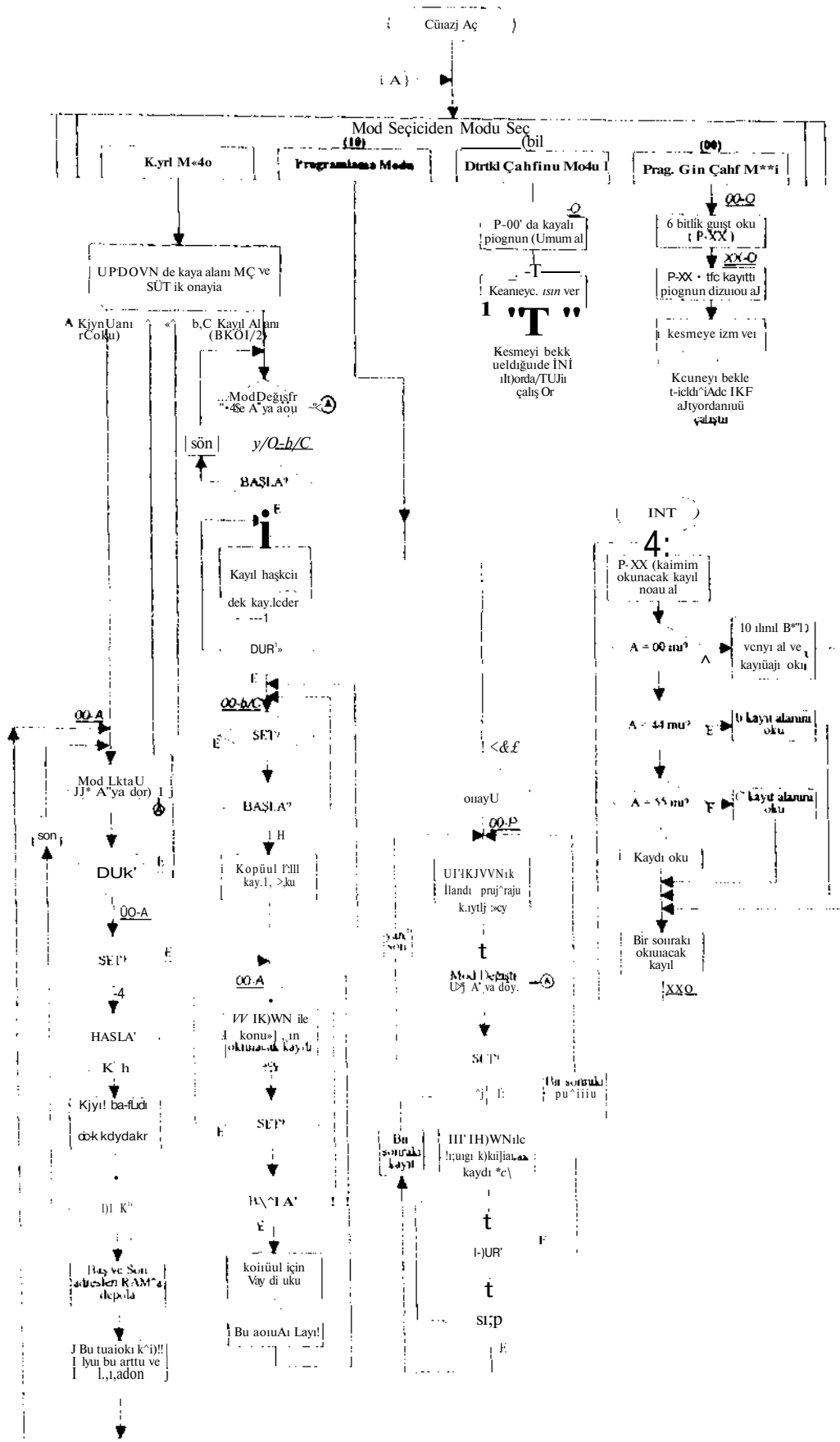
Beş basamaklı butondan; BAŞLA ve DUR butonları kayıt ve okuma işlemlerini başlatmak ve durdurmak için kullanılır. Hangi kayıt alanında veya hangi kayıt numarasında bulunulacağı UP ve DOWN butonları ile seçilir. SET butonu, her mod değişikliğinden veya modlar arası geçişlerden sonra onay için basılmayı bekler. Kayıt bölümü veya kontrol için okuma bölümleri arasında geçiş yine SET butonu ile yapılmaktadır.

Cihaz açıldıktan sonra önce ikili anahtarla mod seçimi yapılır. Bu seçimin öncelikle kayıt modu olması gerekir çünkü diğer modlar için kaydedilmiş verilerin olması gerekmektedir.

Kayıt modunda, UP/DOWN ile A çoklu kayıt alanı, B veya C bağımsız Kaydedici/Okuyucu alanlarından biri seçilir. SET'e basılması halinde en sağdaki hane kayıt alanını gösterir, en soldaki iki hane ise yanıp sönmeye başlar. B ve C kayıt alanlarından bin seçilmişse SET ile onaylandıktan sonra göstergenin ilk iki hanesi yanıp sönmeye başlar. Bu sırada BAŞLA'ya basıldığında kayıt başlar ve DUR'a basılana kadar veya hafıza sonuna kadar kayıt işlemi devam eder. Kayıt işlemi bittikten sonra program, yapılan kaydı okumak üzere BAŞLA komutunu veya başa dönmek için SET komutunu beklet. Kayıt alanı A'da ise her DUR'a basılması kayıt nosunu bi: arttırır. Bu şekilde 1'den 40'a kadar kayıt yapılır Gösterge yanıp sönerken DUR'a basılırsa program başa döner, eğer SET'e basılırsa program kontroi için okuma alt yordamına dallanır. Burada UP/DOWN ile okunması istenen kayıt nosu seçilir ve BAŞLA'ya basıldığında



Şekil 1 - Tekli ve Çoklu Ses Kayıt/Okuma Sisteminin Blok Diyagramı



Şekil 2 - Tekli ve Çoklu Ses Kayıt/Okuma Sisteminin Çalışma İş Akış Diyagramı

kayıt okunur. Kayıt okunduktan sonra bir sonraki kayıt okunmak üzere bekler ve tekrar BAŞLA'ya basıldığında bir sonraki kayıt alanı okunur ve işlem bu şekilde 1'den son yapılan kayıt nosunu okununcaya kadar devam eder. Eğer SET'e basılırsa program, en son okunan kayıttan sonraki kayıt nosuna kayıt yapmak üzere geri döner.

Programlama modunun(10) seçilebilmesi için önceden A, B ve C kayıt alanlarının kayıtlı olması gerekmektedir. Mod seçiciden (10) seçildikten sonra göstergede OOP görünür ve SET ile onaylandığında OOP. görünür. Bu sırada UP/DOWN ile 00P.-64P. arasında bir program numarası seçilir. Bir program numarasına en çok 8 ayrı kayıt programlanabilir. Program seçilip SET ile onaylandıktan sonra göstergede P. yerine kayıt dizininin ilkinin göstermek üzere 1 yanar. Bundan sonra UP/DOWN ile kayıt nosu seçilir. 01-40 arasındaki numaralar A kayıt alanındaki kayıtları; 44, B kayıt alanındaki kaydı; ve 55, C kayıt alanındaki kaydı ifade etmektedir. Ayrıca 00 numarası özel bir numara olup okuma modlarında sayı okuma altyordamını çağırarak için atanmıştır. UP/DOWN ile yukarıda belirtilen kayıt numaralarından biri seçildikten sonra SET'e basılarak program kaydı yapılmış olur ve bir sonraki kayıt için harf göstergesinde 2 yanar. Bu şekilde istenen kayıt numarası seçilip SET'e basılarak program kayıt işlemi 8. kayda kadar devam eder ve 8 kayıt sonunda veya SET yerine DUR'a basıldığında programın kaydı bitmiş olur. Bundan sonra bir sonraki kayıt dizininin kaydı için göstergede program nosu ve harf göstergesinde P. yanıp sönmeye başlar. Eğer başka program kaydı yapılmak istenirse yukarıdaki işlemler isteğe bağlı olarak tekrarlanır.

Diğer iki mod, Direkt çalıştırma modu (01) ve programa göre çalıştırma (00) modlandır. Direkt çalıştırma moduna girildiğinde göstergede 000 görünecektir. Bundan sonra program kesmeye (INT) izin verir ve bekler. Kesme, devrede INT butonu ile simüle edilmiştir. Her kesme sinyali geldiğinde 00 nolu programdaki kayıt dizini okunur. Programa göre çalıştırma modunda ise yine göstergede 000 görünür ve program kesme sinyalini bekler. Kesme geldiğinde 6 bitlik veri girişi alınır ve ona karşılık gelen program numarasındaki kayıt dizini okunur. Her kesme geldiğinde bu işlem tekrarlanır.

Bunların dışında B ve C kayıt alanlarındaki bağımsız kaydedici/okuyucu devreler tek başına kullanılmak istenirse içindeki 10 bitlik mod programlayıcısı anahtarının, 5. anahtar, kapalı konumuna alınarak devrenin basmalı butonlar ile kontrol edilmesi sağlanır. Devrede REC, PIAY, PAUSE ve STOP birtonları mevcuttur. REC butonuna basıldığında kayıt işlemi başlar. PLAY, yapılan kaydı tekrar okumak için kullanılır. PAUSE, kayıt ve okuma işlemlerini tekrar basılana kadar bekletir. STOP butonu ise kayıt veya yeniden okuma işlemini durdurmaya yarar.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA.

- CVSDM kodlama yapmak daha az hafıza gerektirmekte ancak kayıt süresinin kısa olması önemli bir problem yaratmaktadır.
- Örnekleme frekansı, hem kayıt süresine hem de ses kalitesine etki etmekte ancak bu çalışmada 32 ve 64 kHz gibi yüksek örnekleme frekanslarından ödün verilmemiştir.
- Devremiz, normal CD çalar ses kalitesine 64 kHz örnekleme frekansında ulaşabilmektedir. B . o C kayıt alanlarında, 64 kHz örnekleme frekansında kayıt süresi 30 saniye olmaktadır. 32 kHz örnekleme frekansında bu süre iki katına çıkmakta .Üv.>k ses kalitesi biraz bozulmaktadır.
- Çoklu kayıt alanı olarak mikroişlemcinin adresleyebildiği bellek miktarı 64 Kbyte olduğundan, mikrobilgisayarın kayıt ve program indismesi için ayrılan bellek miktarı dışında 48 Kbyte'lık bir ses verisi kayıt alanı kalmaktadır. Bu kayıt alanı, 32 kHz örnekleme frekansında yaklaşık 15 saniyelik kayıt imkanı vermektedir. Bunun için 64 kHz yerine 32 kHz 'lik normal bir kayıt kalitesi tercih edilmiştir.
- Devrenin bellek kapasitesinin genişletilmesi ile kayıt süresi uzatılabilir.
- Devremiz, istenilen uzun süreli sabit mesajların yanısıra BCD göstergeye giden değişken mesajları da sözlü sunabilmektedir. Sabit mesajların sözlü ifadeleri iki adet bağımsız kayıt/okuma entegreleri ile değişken mesajların sözlü ifadeleri ise çoklu kayıt/okuma işlemi yapabilen entegre ile sağlanmıştır.
- Böylece devre, saat, yazarkasa, asansör kat göstergesi vb. gibi her türlü sayısal gösregeye sahip cihazlara uyarlanabilir.

KAYNAKÇA

1. İlhami Kul, Bilgisayarla Ses ve Müzik Teknolojisi, Sistem Yayıncılık, 1995.
2. M. F. Güven, M. Sarıtaş, Ses İşlemcisi Kullanarak Sayısal Ses Kayıt/Okuma Devresi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Elektrik Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, 11-17 Eylül 1995, Bursa, pp:760-64.
3. M. F. Güven, Mikroişlemci Tabanlı Çoklu Ses Kayıt Okuma Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Gazi Univ., FBE, Yüksek Lisans Tezi, Temmuz-1996, Ankara.
4. H. Nakajima, T. Ooi, J. Fukuda and A. Iga, Digital Audio Technology, Sony Corporation, 1979.
5. DA. Greefkes, K. Reimens, Code Modulation with Digitally Controlled Companding for Speech Transmission, Philips Tech. Rev. Vol.31, No.11/12, pp:335-53,1970
6. N. S. Jayant, Digital Coding of Speech Waveforms: PCM, DPCM, and DM Quantizers, Proc. of IEEE, Vol. 62, No.5, 1974.
7. Digital Telephony, Bell Company, 1980.

Kaotik İletişim Teknikleri Kullanılarak Bilgi İletimindeki Güvenilirliğin Sağlanması

CebraİL ÇİFTLİKLİ, İbrahim DEVELİ

Erciyes Üniversitesi
Elektronik Mühendisliği Bölümü
38039 - KAYSERİ

ABSTRACT: *In this paper the chaotic transmission techniques that have been used in secure Communications systems are discussed. Chua's circuit is employed to generate chaotic signals in all the techniques included here. The advantages and disadvantages of the techniques are compared with other classical transmission techniques in the literature.*

GİRİŞ

Geçmişte insanlar, birçok vesile ile kaotik davranış biçimlerini görme fırsatını bulmuşlardır. Bir fizik deneyi sırasında, deneyde ne tarafa gittiği belli olmayan ve gelişigüzel bir davranış biçimi gibi görülen cevaplarla karşılaşan bilimadamları, buna neden olarak gürültüyü veya deneyin bozulduğunu sebep göstermişlerdir[1].

Son on yıl boyunca, çeşitli fiziksel sistemlerde kaotik olguya olan ilginin büyük oranda arttığı görülmektedir. Karmaşa ve kaosun gözlenmesine paralel olarak, bu olaylarla ilgili ölçümlerin yapılması, deneysel bilgilerin analizi, davranışın değerlendirilmesi ve kolayca görülemeyen mekanizmaların anlaşılmasına izin veren araştırmalarda büyük gelişmeler olmuştur[2].

Gizliliğin önemli olduğu iletişim ortamlarında kaotik işaretlerin kullanılması, oldukça ilgi duyulan yeni bir yaklaşımdır. Bu tür sistemler; genel olarak iletilecek olan bilgileri verici katında geniş-bandlı, gürültü benzeri ve kestirimleri olanaksız olan kaotik işaretler ile değiştirilerek yollama ve alıcıda bilgiyi geri çözme tekniğine dayanır[3].

Bilgi iletiminde, kaotik iletişim tekniklerinin kullanılmasına ait en basit teknik, parametre modülasyonu veya kaotik anahtarlamadır. İkinci teknik, bir Chua devresinden elde edilen işaretin 'maskeleyici' olarak kullanıldığı " Kaotik Maskeleyme" tekniğidir. Üçüncü teknik, kaosun modülasyonu ile oluşturulan yayılmış-spektrum haberleşmesidir

KAOTİK İŞARET ÜRETECİ

Chua Devresi: Chua devresi, kaosun matematiksel olarak ispat edildiği dikkate değer tek fiziksel sistemdir. Bu devre, standart elektronik elemanların kullanılmasıyla oluşturulmuştur ve kaotik davranışların oluşumunu sağlar.

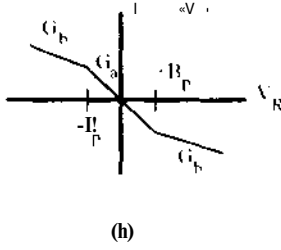
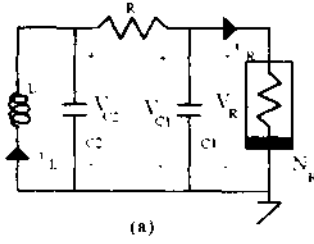
Şekil-1.(a) da gösterilen devre; bir lineer indüktör L , bir lineer direnç R , iki lineer C_1 ve C_2 kapasitörü ve bir nonlinear N_n direncinden oluşmuştur. Bu sisteme ait devre eşitlikleri aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned} C_1 \frac{dv_1}{dt} &= J_1(v_{C_2} - v_{C_1}) - g(v_{C_1}) \\ C_2 \frac{dv_2}{dt} &= J_2(v_{C_2} - v_{C_1}) + i_L \\ L \frac{di_L}{dt} &= -v_{C_2} \end{aligned} \quad (D)$$

Burada $g(-)$, eşitlik (2) ile tanımlanan bir lineer-parçalı fonksiyondur. Bu fonksiyon, şekil-1.(b) de gösterilmektedir.

$$g(v_R) = G_b v_R + \frac{1}{2} (G_a - G_b) [|v_R + B_p| - |v_R - S_p|] \quad (2)$$

Burada B_p ; kırılma noktalarını. G_a ve G_b ise sırasıyla iç ve dış bölgelerin eğimlerini göstermektedir [4].



ŞEKİL:1. (a)" Chua Devresi"
(b)" Nonlinear direncin V-I karakteristiği"

Bu çalışmada incelenen kaotik iletişim tekniklerinin tümünde, kaotik osilasyonların üretiminde bu devreden faydalanılacaktır.

UYGULAMALAR

1. Kaotik Anahtarlama

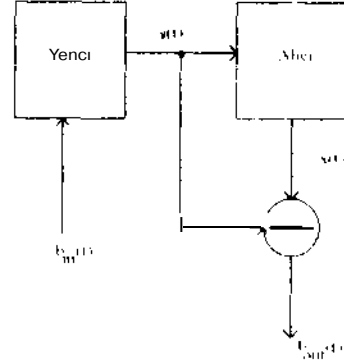
Bu teknikteki temel işlem; binary bilgi işaretini, sistem içerisinde (Chua devresi) farklı parametre değerlerine karşı gelen farklı çekerlerin (attractor) oluşturulmasıyla yapılan bir kodlama işlemidir. Örneğin binary olarak 1 değeri; A_1 parametre değerine ve A_1 kaotik çekerine karşı gelirken, binary olarak 0 değerine, f_{12} parametre değeri ve A_2 kaotik çekerine karşı gelir. Kaotik sistemin davranışı, A_1 ve A_2 arasında değişecek şekilde anahtarlanır ve böylece sistemin cevabı, parametre değişimleri ile modüle edilir.

incelenen sisteminin blok diyagramı, şekil-2 de görülmektedir. Yapılan deneylerde, aşağıda belirtilen parametre değerleri üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

$$\begin{aligned} R &= 1001 \Omega & R_0 &= 20 \text{ Li} \\ G_L &= -1.139 \text{ mS} & G_b &= -0.711 \text{ mS} \\ & & B_p &= -W \end{aligned}$$

Diğer parametreler, binary giriş işareti $b_m(t)$ 'ye bağlı olarak değiştirilir Sistem; $b_m(t)=1$ için $L=12 \text{ mH}$, $C_1=17 \text{ nF}$ ve $C_2=178 \text{ nF}$ iken $b_m(t)=0$ için $L=13.3 \text{ mH}$, $C_1=18.8 \text{ nF}$ ve $C_2=197 \text{ nF}$ olarak seçimine imkan sağlayan bir anahtar ile kontrol edilmiştir.

Senkronizasyonun oluşumunu sağlayacak alıcı; Pecora & Carroll prensibine göre dizayn edildiğinde, verici katını oluşturan Chua devresinin bütünüyle bir kopyesi niteliğindedir.



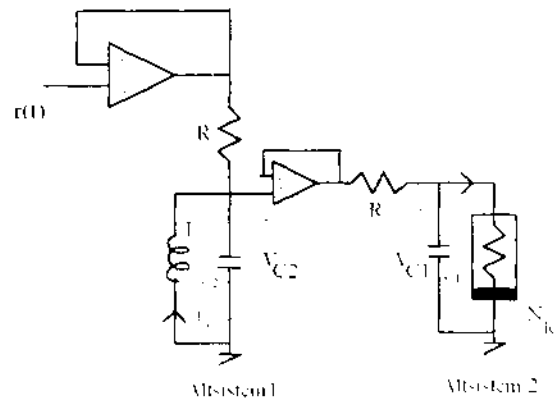
ŞEKİL2. " Kaotik Anahtarlama Sisteminin Blok Diyagramı "

Sonuç olarak; alıcı kısmından elde edilen $b_{out}(t)$ işareti, küçük bir zaman gecikmesiyle orjinal giriş işareti $b_m(t)$ olacaktır[5],

2. Kaotik Maskeleye

Güvenli iletişimin deneysel olarak incelenmesindeki temel yapı bloğu, Chua devresidir. Chua devresinden elde edilen ve gürültüye benzer olan v_{c1} işareti, " maskeleye " işareti olarak kullanılmaktadır. $s(t)$ bilgi işaretini göstermek üzere, iletilen işaret $r(t) = v_{c1}(t) + s(t)$ şeklindedir. Burada, işaretin verimli bir şekilde gizlenebilmesi için $s(t)$ işaretinin güç seviyesi, v_{c1} işaretinin seviyesinden oldukça küçük tutulmalıdır.

Alıcı, Pecora A: Carroll sürücü-cevap prensibine dayanacak şekilde iki altistemden oluşmaktadır (Şekil-3).



ŞEKİL:3. " Pratik Olarak Alıcının Gerçekleştirilmesi "

ilk altsistem (v_{c_1}, i_L) -sistemidir ve bu sistem, iletilen işaret $r(t)$ ile sürülür:

$$C_2 \frac{dv^{(1)}_{c_2}}{dt} = \frac{1}{R} (r(t) - v_{c_2}^{(1)}) + i_L^{(1)}$$

$$L \frac{di_L^{(1)}}{dt} = -v_{c_2}^{(1)} \quad (3)$$

ikinci altsistem (v_{c_1}) -altsistemidir ve $v_{c_2}^{(2)}$ işareti ile sürülür.

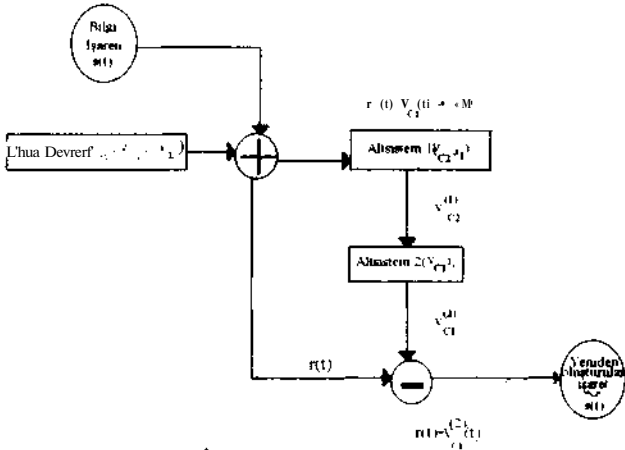
$$C_1 \frac{dv_{c_1}^{(2)}}{dt} = \frac{1}{R} (v_{c_2}^{(1)} - v_{c_1}^{(2)}) - h(v_{c_1}^{(2)}) \quad (4)$$

Burada;

$$v^{(2)} = v_{c_1}^{(2)} - v_{c_1}, \quad v^{(1)} = v_{c_2}^{(1)} - v_{c_2}, \quad i^{(1)} = i_L^{(1)} - i_L \quad (5)$$

Sonuçta $s(t)$, aşağıdaki şekilde tekrar elde edilir.

$$\tilde{s}(t) = r(t) - v_q^{(2)} = v_{c_1}(t) + s(t) - v_{c_1}^{(2)} \approx s(t) \quad (6)$$



ŞEKİL 4: " Kaotik Maskeleye İşleminin Deneysel Kuruluşu ".

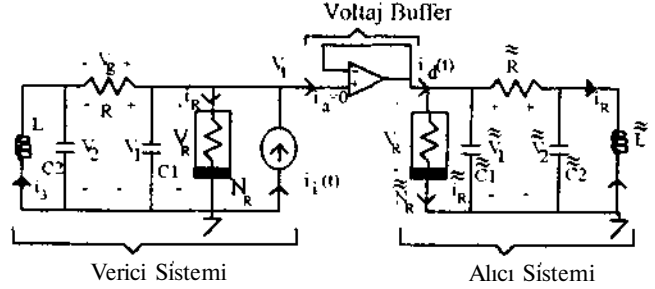
Bu iletişim tekniği ile oluşturulmuş sistemin deneysel olarak kuruluşu şekil-4 de görülmektedir [6].

3. Kaotik Modülasyon : Yayılmış- Spektrum İletimi

Bu teknikte, bir güvenli iletişimin yapılandırılmasında Chua devresinden faydalanma ile ilgili yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Burada; Chua devresi ile üretilen kaotik işaret, bir kodlayıcı olarak kullanılmaktadır. Kodlama, ya zamanda çarpma ya da zamanda bölmeden herhangi birinin uygulanmasıyla başarılı bir kodlama işleminin çözülmesi için bu işlemin tersi uygulanır.

iletişim için kullanılan temel sistem, şekil-5 de görülmektedir. Verici ve alıcı sisteminin herbiri için bir Chua devresi kullanılmıştır.

Verici sisteminde; bir $i_d(t)$ akım işareti Chua devresine enjekte edilir. Daha sonra, bu Chua devresinden elde edilen $v_s = v_1$ voltaj işareti iletilir. Alıcı sistemi; iletilen bu voltaj işaretini, dedekte edilen akım işareti $i_d(t)$ yi elde etmede kullanır.



ŞEKİL 5. " Temel İletişim Sisteminin Şematik Diyagramı "

iletilmek istenilen bilgi, voltaj işareti biçiminde bir $v_s(t)$ giriş bilgisidir. $v_s(t)$ işareti, bir tersinir (invertible) kodlama fonksiyonuyla, enjekte edilen akım işareti $i_d(t)$ olarak kodlanmaktadır, $i_d(t) = c(v_s(t))$. Dedekte edilen işaret $i_d(t)$, daha sonra $v_d(t) = c^{-1}(i_d(t))$ şeklinde işleme tabi tutularak kod çözülür. Sistemin uygun işlemi için $v_d(t) * v_s(t)$ olması istenir.

Nonlinear dirençler N_R ve \tilde{N}_R , eşitlik (7) ile verilen üç-parçadan oluşan parçalı-lineer v-i karakteristiklerine sahiptir.

$$i_R = f(v_R) = G_b v_R + \frac{1}{2} (G_a - G_b) \times [|v_R + B_p| - |v_R - B_p|]$$

$$\tilde{i}_R = \tilde{f}(\tilde{v}_R) = \tilde{G}_b \tilde{v}_R + \frac{1}{2} (\tilde{G}_a - \tilde{G}_b) \quad (7)$$

$$\times [| \tilde{v}_R + \tilde{B}_p | - | \tilde{v}_R - \tilde{B}_p |]$$

Durum eşitlikleri aşağıdaki gibidir.

$$C_1 \frac{dv_1}{dt} = \frac{1}{R} (v_2 - v_1) - f(v_1) + i_d(t) \quad (8)$$

$$C_2 \frac{dv_2}{dt} = \frac{1}{R} (v_1 - v_2) + i_3 \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt} \tilde{v}_2 = -\tilde{v}_2 \quad (10)$$

$$\tilde{C}_1 \frac{d\tilde{v}_1}{dt} = \frac{1}{\tilde{R}} (\tilde{v}_2 - \tilde{v}_1) - \tilde{f}(\tilde{v}_1) + i_d(t) \quad (11)$$

$$\tilde{C}_2 \frac{d\tilde{v}_2}{dt} = \frac{1}{\tilde{R}} (\tilde{v}_1 - \tilde{v}_2) + \tilde{i}_3 \quad (12)$$

$$\tilde{L} \frac{d\tilde{i}_3}{dt} = -\tilde{v}_2 \quad (13)$$

Şimdi, verici sistem ve alıcı sistem arasındaki devre elemanlarının tümünün tamamen uyduğu (matched) kabul edilsin ($\tilde{R} = R, \tilde{C} = C$ v.s.) Voltaj buffer nedeniyle

$\tilde{v}_1 = v_1$ dir ve eşitlik (9) dan eşitlik (12) ve eşitlik (10) dan eşitlik (13) çıkarılarak aşağıdaki değerler elde edilir.

$$C_2 \frac{d(v_2 - \tilde{v}_2)}{dt} = \frac{-1}{R} (v_2 - \tilde{v}_2) + (i_3 - \tilde{i}_3) \quad (14)$$

$$L \frac{d(i_3 - \tilde{i}_3)}{dt} = -(v_2 - \tilde{v}_2) \quad (15)$$

Sonuçta, sistemin asimptotik bir yaklaşımla kararlı olduğu ve $t \rightarrow \infty$ iken $(v_2 - \tilde{v}_2) \rightarrow 0$ olduğu görülür.

Eşitlik (8) den eşitlik (11) çıkarılarak aşağıdaki ifade elde edilir.

$$i_d(t) - i_i(t) = \frac{1}{R} (v_2 - \tilde{v}_2) \quad (16)$$

Böylece, $t \rightarrow \infty$ iken $i_d(t) \rightarrow i_i(t)$ ve $v_f(t) \rightarrow v_s(t)$ olacaktır.

Bu düzenlemenin temel fikri şu şekildedir: C, kapasitörü uçlarındaki voltajı modifiye eden bir akım, Chua devresine enjekte edilir. Oluşan v_f voltajı daha sonra ikinci Chua devresindeki \tilde{C} , kapasitörü uçlarında bir zorlayıcı voltaj etkisinde bulunur. Eğer iki Chua devresinde eşleşmiş ise; \tilde{C}, L, R den oluşan altdevre üzerinde dolaşan akım ile, ilk Chua devresindeki aynı bölüm üzerinde dolaşan akım uyuşmak zorunda kalır ve \tilde{C} , ve \tilde{N}_R üzerinden geçen akım, v_f ile belirlenir. Böylece, ikinci Chua devresine doğru akan akım, ilk Chua devresine enjekte edilen (bilgi işareti) akım ile eşit olmak durumundadır.

Bu sayede bilgiler, kaosun yayılmış-spektrum özelliğinden faydalanılarak iletilmiş olmaktadır[7].

Kaotik sistemler; klasik lineer haberleşme sistemlerinin tersine, başlangıç koşullarına hassas bağıllık gösteren ve parametre uyumsuzluğuna son derece duyarlı olan sistemler olarak tanımlanırlar. Bu gerçeklerden hareketle, bu çalışma ile incelenen kaotik iletişim sistemlerinde bilginin güvenilirliğini korumaya yönelik en büyük faktör, parametre uyumunun sağlanması problemidir. Bir kaotik verici tarafından kodlanan bilgilerin parametre değerlerini tam olarak bilen bir alıcı noktası için avantaj sağlarken, alıcının hangi elemanlardan oluştuğunu bildiği halde, parametre değerlerini bilmeyen ve bilgiyi elde etmek isteyen bir alıcı noktası için çok büyük bir dezavantaj oluşturur. Örneğin; vericideki R ve alıcıdaki \tilde{R} parametreleri arasında %1'lik bir uyumsuzluğun gerçekleşmesi durumunda, alıcı noktasından alınan işaret ile gönderilen işaret ilişkisiz olacaktır[5].

En son incelenen kaotik modülasyon tekniğinde parametre değişimlerine olan duyarlılık, kaotik maskeleyme tekniğine nazaran daha da duyarlı hale getirilmiştir. Böylece, sistemin güvenilirliği artırılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] James Gleick ; "Kaos" , Tübitak Popüler Bilim Kitapları, sayfa:62, Mayıs 1995.
- [2] Maciej J.Ogorzalek, " Taming Chaos- Part 1: Synchronization " , IEEE Trans. Circuits and Systems, vol. 40, pp.693, 1993.
- [3] A.Okşasoğlu, T.Akgül, R.Şeker, M.Mak, "Kaotik İletişimde Yeni Bir Yaklaşım: İletinin Doğrusal Sistemlerle Geri Alınması " , sayfa:404.
- [4] L.O.Chua , M.Itoh , L.Kocarev , K.Eckert " Chaos Synchronization İn Chua 's Circuit " , Journal of Circuits, Systems, and Computers, Vol.3, No.1, pp.93-108 , 1993.
- [5] Maciej J.Ogorzalek, " Taming Chaos- Part 1: " Synchronization " , IEEE Trans. Circuits and Systems, vol. 40, pp.698, 1993.
- [6] L.J.Kocarev, K.S.Halle, K.Eckert and LO.Chua , "Experimental Demonstration Of Secure Communications Via Chaotic Synchronization " Int.J. Bifurcation Chaos , vol.2 , No.3 , 709-713, 1992.
- [7] K.Sean Halle, C.W.Wu, M.Itoh and LO.Chua "Spread Spectrum Communication Through Modulation Of Chaos " , Int.J. Bifurcation Chaos , vol.3 , No.2 , 469-477, 1993.

ANAHTARLAMA UYGULAMALARI İÇİN ÖZEL BİR İŞLETİM SİSTEMİ

A. SEVER

Simko Ticaret ve Sanayi AŞ.
Yazılım Geliştirme Bölümü
ANKARA

Novadays. expected features from the public switching exchanges are gradually increasing. Therefore the software to do that jobs getting more and more complicated. Many features are getting realized by software instead of hardware. The increasing complexity of the exchange software and need of handling various resources at the same time necessitate a customized operating system. Operating system controls all the resources of the system and serves them according to user (process) requests. Also it should handle all the exceptions to achieve a robust system. Under these circumstances we designed an operating system for a PBX to handle our special features.

Like all the operating systems designed for telephone switching systems, our operating system intended to be:

- Real time
- Concurrent, multitasking
- m Event-driven
- m Message based

Operating system senses the events that are coming from the peripherals and sends them as messages to users. Users are Finite State Machines (FSM). Any message depending on the state of the user is processed and after this process, the state of the user may change. These changes are called as transition. During a transition, the control of the CPU is given to that user. After transition, the control is given back to Operating System. It can give service up to 3840 users at the same time depending on the system resources.

Although it was designed for PBX's, it can be used in any Event-driven Message Based system.

Günümüzde telefon sandallarından istenen özellikler artmaktadır. Dolayısı ile bu santrallar için geliştirilen yazılımlar yeni isteklere yanıt verebilmek amacıyla karmaşıklaşmaktadır. Zaman içinde santrallarda sunulan özelliklerin ve sağlanan hizmetlerin kotarılması işlemleri donanım ağırlıklı olmaktan çıkıp, yazılım ağırlıklı duruma geçmiştir. Yönetilmesi gereken kaynakların çokluğu, santralin gerçek zamanlı (real time) bir yapıya sahip olması ve aynı anda çeşitli işlemlerin yapılması gerekliliği, yazılımın çekirdeğinde

bir işletim sisteminin bulunmasını gerekli kılmaktadır. Tüm bir santral yazılımı, bu işletim sistemi altında çalışan, temel işlevleri ve üst düzey santral servislerini gerçekleştiren, gerektiği zamanda etken hale geçen, aralarında bilgi alışverişi yapan "görevlerden (task) oluşur. Bir "görev" etkin durumdayken, yapacağı işlemler için gerekli sistem kaynaklarının sağlanmasını, diğer görevlerle haberleşme (messaging) işini, hatta görevin başlatılıp bitirilmesi işini işletim sistemi gerçekleştirir.

Anahtarlama (switching) yazılımı uygulamalarının, özelde santral yazılımlarının doğası gereği işletim sisteminden beklenecek belirgin özellikler şunlar olmaktadır:

-Gerçek zamanlılık
-Eşzamanlılık (concurrency). çok görevlilik (multitasking)

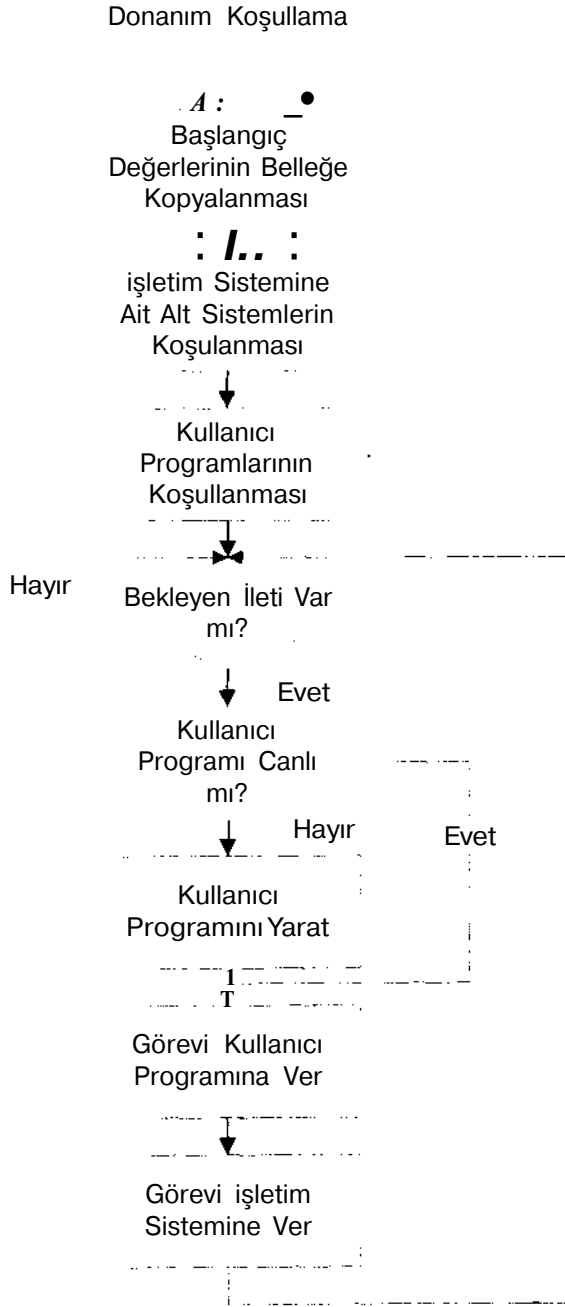
Olası yaklaşımlar arasında bu iki özelliği gerçekleştirmek üzere işletim sistemimiz.

-Olay-güdümlü (event-driven) ve
-ileti tabanlı (message based)

olacak şekilde tasarlanmıştır, işletim sistemi, çevresel birimlerden (peripherals) gelen "olayları" algılayarak bunları ileti (message) şeklinde ilgili görevlere gönderir(Şekil 1). Günümüzde tüm bu özellikleri bir arada sağlayan ticari bir işletim sistemi bulunmamaktadır. Ayrıca bir başka amaç veya genel amaçlarla yazılmış işletim sistemleri üzerine uygulama yapmak oldukça büyük sıkıntılar yaratmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı yeni bir işletim sistemi yazma ihtiyacı duyduk.

Geliştirdiğimiz işletim sistemi, saydığımız bu genel özellikler dışında, anahtarlama uygulamalarında çokça kullanılan bir modelleme olan "Finite State Machine"-Sonlu Durum Makinası(SDM) yaklaşımına doğrudan izin verecek şekilde tasarlanmıştır. SDM yaklaşımında, belirli "olaylara" verilecek yanıtlar ve yapılacak işler, aynı zamanda bulunan "duruma" da sıkı sıkıya bağlıdır. SDM tabanlı modelleme. işletim sisteminden bağımsız olarak gerçekleştirilebilir, ancak tüm bir sistem bu model temelinde kurulacaksa, işletim sistemi desteği önemli tasarım kolaylıkları ve performans artışı sağlayacaktır. Bir diğer avantaj da SDM tabanlı akış şemalarından (SDL based) "kaynak kod" üretiminin otomatikleştirilmesi işleminin daha kolay gerçekleştirilmesidir. Tersine bir dönüşüm de benzer şekilde görece daha kolaydır. Yazılım

geliştirmede önemli konulardan olan "kod bakımı"nda (maintenance, debugging) da kolaylıklar sağlanmaktadır. Her ne kadar SDM tabanlı kullanıcı (user) programları için tasarlanmış ise de, ileti tabanlı olmak kaydıyla her hangi bir modellemeye dayanan kullanıcı programlarıyla çalışabilme özelliğine sahiptir.



Şekil: 1 Genel Akış

Şu andaki uygulamamızda ana işlemci (main processor) kartı üzerindeki görevler SDM mantığıyla, ISDN telefon hizmeti sunan kart üzerinde ki görevler ise sıradan ileti tabanlı olarak başarıyla çalışmaktadır. Ancak SDM yaklaşımıyla tasarlanmış görevler daha

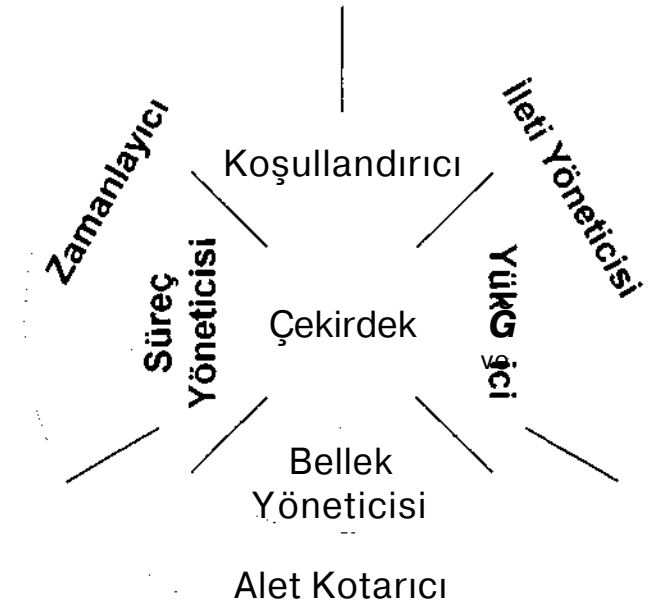
hızlı ve güvenilir bir şekilde işletim sistemi tarafından koterılmaktadır.

Diğer bir çok işletim sisteminde olduğu gibi, bu işletim sistemi aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

- Yükleyici (loader).
- Koşullandırıcı (initializer).
- Bellek Yöneticisi (memory manager).
- Çekirdek (kernel),
- Süreç Yöneticisi (process manager),
- İleti Yöneticisi (message manager),
- Alet Kotarıcı (device handler).
- Zamanlayıcı (timer).

Her bir bölüm birbirinden bağımsız olarak tasarlanıp, daha sonra birleştirilmiştir (Şekil 2).

Bu yönüyle bakıldığında işletim sistemi tam bir



Şekil:2 İşletim Sistemi Yapısı

esneklik kazanmaktadır. Gelebilecek herhangi bir değişiklik kolayca sisteme eklenebilmektedir. Ayrıca yapılacak küçük ve birbirinden bağımsız değişikliklerle, farklı işler için tasarlanmış donanımlarla çalışabilme özelliği kazanmaktadır.

- **Yükleyici:**
Bu birim mikro işlemci yongasını (chip) donanıma uygun olarak koşullandırdıktan sonra, sistem belleğinin işlevselliğini doğrulayıp, işletim sistemi için gerekli olan ön bilgileri salt okunur bellekten (ROM) rastgele erişimli belleğe (RAM) kopyaladıktan sonra görevini bitirir.
- **Koşullandırıcı:**
Yükleyici dışındaki diğer işletim sistemi birimlerini ilk çalışma konumuna getirir. Bu birim ayrıca kullanıcı

programlardan gelen istekler üzerine gerekli koşullamaları yapıp, sistemde sürekli canlı kalacak kullanıcı programlarını tetikler. Daha sonra görevi Süreç Yöneticisine devreder.

• Bellek Yöneticisi:

Sistem başlatıldığında belleğin büyüklüğüne göre, kullanım haritasını (memory map), bellek kullanım tablosunda tutar. Kullanıcı programlarından veya diğer işletim sistemi birimlerinden gelecek bellek isteklerini karşılayıp, bellek kullanım tablosuna işler. Bellek u/ennde yapılan bütün işlerden bu birim sorumludur. Bellek üzerinde yapılan işlerin tek bir birim aracılığı ile yapılması, sistemin güvenilirliği açısından çok önem taşımaktadır.

• Çekirdek:

İşletim sistemi ile kullanıcı programları arasındaki gecisi sağlayan birimdir (Task Switching). Kullanıcı programlarına gelen iletiler bu birim aracılığıyla teslim edilip işletilmesi sağlanır. Aynı şekilde kullanıcı programları işlerini bitirdikten sonra denetimi, bu birim aracılığıyla işletim sistemine devrederler, işlevi itibariyle işletim sisteminin en önemli birimidir. Bu nedenle hızlı ve güvenilir olmak zorundadır.

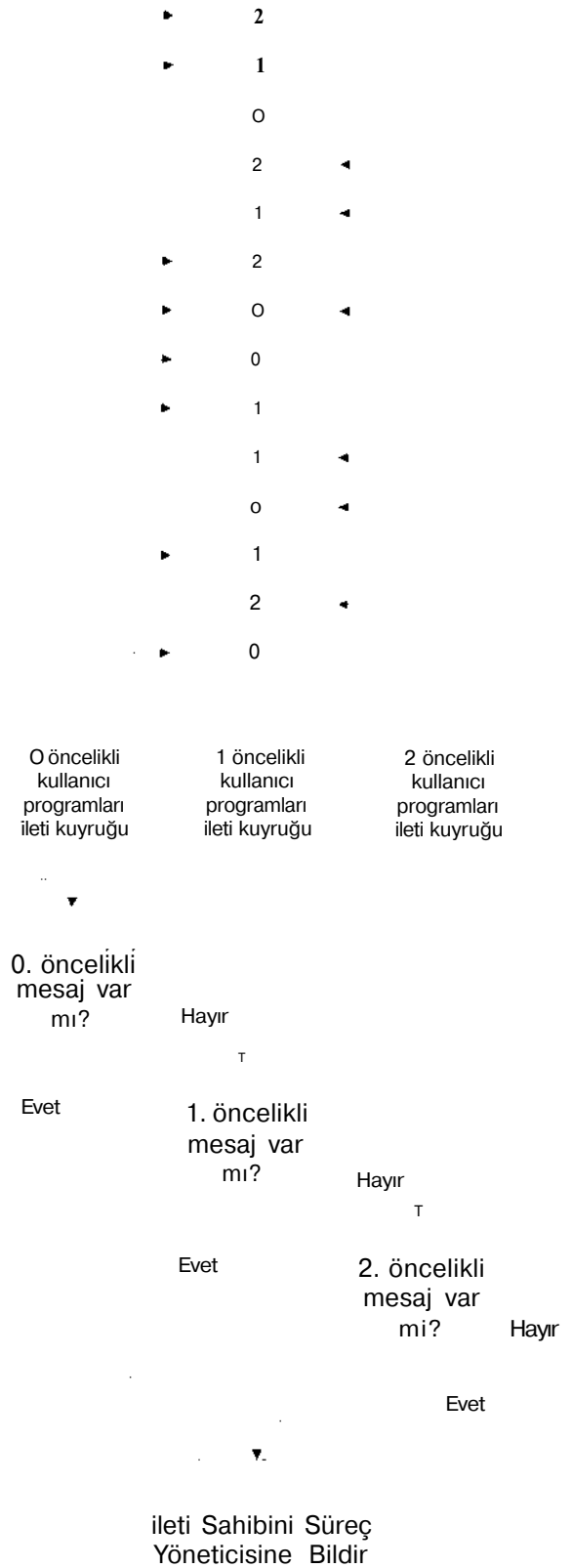
• Süreç Yöneticisi:

Süreçlere gelen iletiler, süreçlerin öncelik (priority) değerlerine göre ileti kuyruğunda tutulur. Bu birim öncelik değeri yüksek olan süreçlerden başlayarak, gelen iletileri teslim edip işletmelerini sağlar, iletileri bekleyen yüksek öncelikli süreçler bitmeden, daha düşük öncelikli süreçlerin iletilerini teslim etmez. Süreçler görevlerinin bitiminde denetimi işletim sistemine devrederken bir sonraki durumlarını bildirirler. Böylece işletim sistemi bu süreçleri ya öldürür, yada ileti gelene kadar bekleme sırasına sokar Her süreç bir anda bir iletiyi değerlendirebilir. Bu SDM programlama tekniğinin getirdiği bir zorunluluktur. Her ileti bir durumdan bir duruma geçişe yol açarak, işletim sistemine süreçler arasında çizelgeleme(scheduling) yapma özelliği sağlar. Bundan dolayıdır ki işletim sistemi zaman ayarlı bir çizelgelerine yapmaya gerek duymaz. Böyle bir çizelgeleme yöntemi işletim sistemimizin getirdiği bir yenilik olarak ele alınmaktadır. Dolayısı ile kullanıcı programlarının da bu mantıkla yazılması zorunlu olmaktadır. Sistemde herhangi bekleyen bir ileti yoksa, yeni bir iletiyi sistem bu birim içerisinde bekler.

• İleti Yöneticisi:

Kullanıcı programlarına gelen iletiler, çeşitli kaynaklardan olabilir ve bu kaynakların çeşitliliği nedeni ile yapıları doğal olarak bir birlerine uymazlar: fakat sistemin yapı birliğini korumak amacıyla bunların tek bir biçimde olması gerekir. Bu ileti yöneticisinin çevre birimlerinin ve kullanıcı programların birbirlerine gönderdiği iletileri kontrol eden alt yordamlar aracılığı ile sağlar. Sonunda -hemen her işletim sisteminde

olduğu gibi- bu iletiler bekleyen ileti kuyruğuna



Şekil:3 ileti Kuyruğu Yapısı

eklenirler. Sistemde tek bir ileti kuyruğu olmasına rağmen, iletiler, işlenecekleri kullanıcı programlarının öncelik düzeylerine göre ayrı imleçlerde tutulur ve süreç yöneticisine en öncelikli kullanıcı programına gelmiş olan ve kuyruğun önünde olan ileti bildirilir"(Şekil 3). Kullanıcılara sunulan bu iletiler, bu programların isteği doğrultusunda istenirse bozulmadan veya değiştirilerek ileti kuyruğuna tekrar atılabilirler, işletim sistemine hız kazandırmak amacıyla iletiler gönderildiği birimler tarafından doğrudan ileti kuyruğu üzerinde kendilerine verilmiş olan bellek bölgesinde hazırlanırlar ve bunları işleyecek olan kullanıcı programlarına yalnızca bu bellek bölgesinin iletileri sunulur. Bu yöntemle bellekten belleğe veri taşımının yaratacağı ek zaman kayıpları ve bu aktarımdan kaynaklanacak veri güvenliği düşümleri önlenir. Sunulan ileti paketinde, bu iletinin kimden geldiği, kime gitmesi gerektiği, gelen kaynağın tipi, ileti numarası ve bu numaraya özel biçimde dizilmiş olan gerekli bilgiler bulunur. Sistemin ileti kuyruğunda bulunan boş yerlerin sayısı belli bir eşik değerinin altına düştükten sonra, süreç yöneticisi tarafından o anda çalışmakta olan kullanıcı programlarının işlerini güvenle bitirmelerini sağlamak amacıyla yeni kullanıcı programlarının yaratılması engellenir. Eğer bu işleme rağmen ileti kuyruğunda hiç yer kalmamışsa yeni isteklere kuyruk dışında olan bir koruma bölgesinden yer verilir, fakat bu iletiler gidecekleri yerlere ulaşmazlar. Bu duruma giren kullanıcı programlara işletim sistemi tarafından kullandığı kaynakları bırakarak kendilerini öldürmesi gerektiği bildirilir.

• Alet Kotana:

İşletim sisteminin, kullanıcı programlarıyla sistem donanım kaynakları arasında çalışan parçasını oluşturur. Kullanıcı programları, düşük seviyeli giriş/çıkış veya donanım kaynağı kullanımı gerektiren işlemleri alet kotana arayüz yordam çağrıları aracılığıyla gerçekleştirebilirler. Donanıma bağımlı servislerin detayları kullanıcı programlardan gizlenmiştir. Belli bir anda istenen servisin gerçekleştirilebilirliği kontrol edildikten sonra, işlem sonucu kullanıcı programa bildirilir. Herhangi bir kaynak ayrımı durumunda bu, kullanıcı programının kullanılan kaynaklar listesine eklenir. Sistem kaynaklarının serbest bırakılması, kullanıcı tarafından gerektiği gibi yapılmaya bile, "güvenli" bir zamanda, tekrar kullanım amacıyla otomatik olarak yapılır. Donanım kaynaklı servis gerektiren olaylar, gerek kesinti gerekse periyodik çağrılan yordamlar aracılığıyla uygun işletim sistemi iletilerine dönüştürülerek ilgili kullanıcı programlarına bildirilirler.

Zamanlayıcı:

Kullanıcı programlarının gereksinim duyduğu zamanları tutarak, bu süre dolduğunda ilgili

programlara ileti Yöneticisi aracılığıyla bildirir. On milisaniyelik çözünürlükte çalıştığı için kullanıcı programları en kısa 10 milisaniyelik zaman tutabilirler. En fazla ise 24 saatlik süreler tutabilirler. Kullanıcı programlarından gelen süre o andaki zamandan itibaren tutulmaya başlanır. Tutulan süreleri tek seferliktir yani çevrimsel değildir, kullanıcı programları böyle bir durumda aynı süreyi tekrar kurmak zorundadır. Ayrıca kullanıcı programları kurduğu bir sürenin gelmesine ne kadar kaldığını öğrenebilir. Silebilir, tekrar aynı veya başka bir süreye kurabilirler. Bir kullanıcı programı başka bir kullanıcı programına ait zamanlar üzerinde işlem yapamaz. Bir kullanıcı programı kendisine ait en fazla 255 adet zaman tutabilir.

Sonuç:

Geliştiren işletim sistemi, uygulama yazılımlarının sürekli artan ve farklı kategorilerdeki taleplerine yanıt verebilmek ve farklı donanım platformlarında kullanılabilmek için olabildiğince açık bir mimaride tasarlanmıştır. Çeşitli birimler arasındaki bağımlılıklar en aza indirilmeye çalışılmıştır. Böylece, örneğin bellek yöneticisi, "protected mode" desteği olan bu mikroişlemcide, başka hiç bir birimde temel değişiklik yapmadan değiştirilebilecektir. Güvenilirlik açısından değerlendirildiğinde, beklenen zamanda bitmeyen görevler emin biçimde sonlandırılmakta, sistem kaynakları serbest bırakılmaktadır. Ayrıca, SDM yaklaşımında, ölü bir durumda belli bir süreden fazla kalan görevlerin durumu sorgulanmakta, gerekirse bu görevler sonlandırılmaktadır.

Kullanıcı programlarının geliştirme dili için her hangi bir sınırlama olmamakla birlikte C'den farklı bir derleyici kullanıldığında, işletim sisteminin görevler hakkında kimi bilgileri edinebilmesi için uygun bir önışleyici gerekmektedir.

Anahtarlama sistemleri uygulamalarında çağrı işleme ve diğer kullanıcı programlarının doğrudan sonlu durum makinası tipinde yazılamak zorunda olmasından dolayı bu işletim sisteminin kullanılması, programların yazılma zamanını oldukça kısaltmakta ve bu programlardaki hata bulma işlemlerini de kolay hale getirmektedir. Ayrıca kullanılan donanım bir seri çıkışa izin veriyorsa bu programlara gelen iletilerin ve bu iletilerin geldiği anda programın ne durumda olduğu, bu iletiyle gelen bilgilerin değerleri izlenebilmektedir. Var olan belli başlı işletim sistemlerinden daha hızlı ileti işleme kapasitesine sahip olması, oldukça karışık işlemler gerektiren uygulamalarda büyük kolaylıklar ve performans artışı sağlamaktadır.

TELEKOMÜNİKASYON ŞEBEKELERİNDE MOBİLİTE ve İN TABANLI MOBİL ŞEBEKELER

ERHAN YENİĞÜN
SIMKO ON TI

ABSTRACT

İN fixed telecommunication networks, users/subscribers are associated with the network access point of the terminal, the attachment (network access identification). For example in the PSTN the dialed digits by the calling party addresses the called party subscriber loop. In the ISDN, the same principles applies with some expansions like more than one terminal at the same local loop namely the S and U-interfaces. In first generation mobile telecommunication networks, users/subscribers are associated with the terminal in use (terminal identification).

Breaking this static connection between the user/subscriber identity and terminal/local loop identity, and addressing, service provisioning and charging independent from the underline network is provided with the Intelligent Network (İN) services like PN (Personal Number), UN (Universal Number), VCC (Virtual Card Calling) and UPT (Universal Personal Telecommunication).

This paper will discuss the mobility aspects and the İN based mobile networks in 3 parts. The first part will give the definitions of terminal mobility and personal mobility and the Intelligent Network concept with an emphasis on the mobility services. The second part will provide the information about the effects and relations of ISDN, DECT and PLMNs with the mentioned mobility concept. The last part will investigate the situation in Turkey for İN based mobility and propose some implementation items.

1) MOBİLİTE VE İN SERVİSLERİ

ETSI ETR309¹ da tanımlı 2 ayrı mobilite kavramı bulunmaktadır.

Terminal Mobilitesi : Bir terminalin hareket halinde iken ve/veya değişik lokasyonlardan, telekomünikasyon sistemlerince sunulan servislere kullanıcıdan bağımsız olarak ulaşması ve şebekenin bu terminalin yerini bulabilme özelliğidir. Mevcut DECT, PLMN, MSN (Karasal veya uydu mobil şebekeleri) ve RITL sistemleri, terminalden terminale bağlantı gerçekleştirdikleri için terminal mobilitesinin örneklerini oluştururlar.

Kişisel Mobilite : Bir abonenin hareket halinde iken ve/veya değişik lokasyonlardan, telekomünikasyon sistemlerince sunulan servislere, kullanılan terminalden bağımsız olarak (kişisel telekomünikasyon kimliğini kullanarak) ulaşması, şebekenin ise bu servisleri kullanıcının servis profiline göre sunması ve kullanıcının yerini adresleme,

yönlendirme ve ücretlendirme amacı ile bulabilme özelliğidir.

Kişisel mobilite ile terminal mobilitesinin birleştirilip hareket halindeki abonelere akıllı şebeke mimarisi ile yeni servislerin sunulmasına yönelik çalışmalar ETSI içinde değişik teknik komiteler tarafından başlatılmıştır. Kişisel Komünikasyon Sistemleri, Evrensel Kişisel Haberleşme gibi isimler altında yürütülen bu çalışmaların ana hedefi abonelerine bulunan lokasyondan, kullanılan terminal tipinden, kullanılan transmisyon sisteminden, kullanılan şebeke teknolojisinden, bağımsız servis sunumudur.

Bu hedefler bir anlamda, sabit ve mobil şebekelerin entegrasyonu sonucu, aboneye uçtan uca görünmez bir altyapı üzerinden servis sunumu anlamına gelmektedir. İkinci nesil mobil şebekelerin sabit-hareketli şebeke yaklaşması (FMC Fixed-Mobile Convergence) hariç bu hedefleri tutturduğu söylenebilir. Bildirinin ikinci bölümünde bu çalışmalardan daha ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

AKILLI ŞEBEKELER (İN -Intelligent Networks)

Akıllı şebeke kavramı tüm telekomünikasyon şebekelerine eklenebilecek ve "intelligence" oluşturan bir mimariyi belirtir. Dolayısı ile İN kendi içinde bir şebeke olmayıp, mevcut telekomünikasyon şebekelerine (PSTN/ISDN/MN ve Coop.Network) ilave edilen akıl/zekayı da kapsayacak şekilde oluşturulan yeni yapıyı sembolize eden bir kavramdır. Uygulanan yöntem şebekelerdeki servis sunumunu mevcut anahtarlarına birimlerinden (telefon santralleri) ayırıp, farklı bir katmana (servis yaratma, yönetme ve kontrol katmanı) taşımaktır. Böylece, İN mimarisi şebekeye servis girişinin kolaylaştırılmasını (hızlı, etkin, ucuz servis sunumu) ve şebeke kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlar.

İN ile ilgili detaylı bir tanıtım Kaynakça-2 de verilmiştir. Burada karşılaştırma amacıyla sadece mimari özellikler ve mobilite sunan servisler tanıtılacaktır.

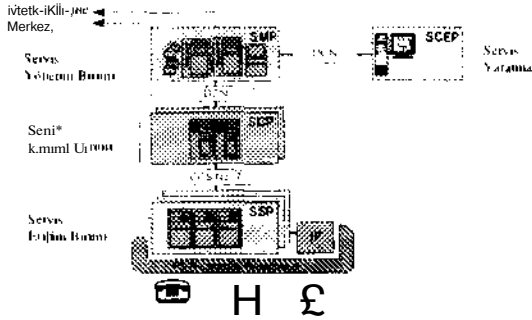
AKILLI ŞEBEKE MİMARİSİ

Telekomünikasyon şebekesinin her noktasındaki abonelerin İN-servislerine ulaşımı SSP (Service Switching Point) adı verilen birimler aracılığı ile gerçekleştirilir. Bu birimler santral benzeri sistemler olup en önemli görevi arayan abonelerce çevrilen İN numaralarını algılayarak, yönlendirme bilgilerini almak amacı ile SCP (Service Control Point) 'de bulunan veri tabanı ile soru cevap ilişkisine geçmektir. SSP ayrıca, A ve B abonelerinin devreanahtarlamalı bağlantısını ve servis mantığına

uygun olarak her iki abonenin de ücretlendirilmesini sağlar.

Yukarıda adı geçen SCP birimleri akıllı şebekenin merkezi veri tabanını oluşturur. Bunlar yüksek performansa ve geniş bellek kapasitesine sahip iş istasyonları/bilgisayarlardır. SSP' lerle bağlantıları, ayrıntıları ITU-T ve ETSI'de tanımlı CCS7 sinyalleşme linkleri üzerinden INAP (IN Application Protocol) protokolü ile sağlanır. Sunulan IN-servislerine ait servis mantığı ve abonelere ait tüm veri tabanı bu birimlerde bulunur. Aktif servis mantığının sorgulandığı ve kullanıcıların bu servislere eriştiği sistemlerdir.

İN mimarisinde kullanılan son birim ise SMP (Service Management Point) adı verilen yönetim birimidir. Bu birim, şebekeye ulaşan kullanıcıların erişim haklarını tutmasının yanında her türlü kullanıcı verisini, servis verisini, ücretlendirme verisini ve trafik ölçüm verilerini saklar, ilave olarak istemci-sunucu yapısında çalışan SCE (Service Creation Environment)'lere hizmet eder. SCE'ler akıllı şebekelerde sunulması planlanan servislerin, temel yapı taşları kullanılarak oluşturulduğu ve gerçek şebekelerde aktivasyon öncesi, simulasyon yazılımları aracılığı ile test edildiği ortamlardır, iş istasyonları ve/veya PC'ler üzerinde gerçekleştirilir.



Şekil 1: İN Mimarisi

İN'DE KİŞİSEL MOBİLİTE SERVİSLERİ

İN'in VCC servisi arayan aboneye, UAN/PN servisi ise aranan aboneye dar kapsamda da olsa mobilite imkanı sunar. Ancak en geniş anlamda mobilite sunan İN servisi UPT dir. Bu servisler kısaca aşağıda tanımlanmıştır.

a) Sanal kartlı arama (VCC Virtual Card Calling) : Abonelerine herhangi bir özel veya kamu şebekesine bağlı telefonda arama yapma ve bu görüşmenin bedelini VCC hesabından ödeme imkanı sunar. Arama yapılan telefon açısından ücretsiz bir çağrıdır. VCC aboneliği seviş erişim kodunu çevirdikten sonra şebekeye kendisini, hesap numarası ve PIN girerek tanıtır. Gerekli

güvenlik kontrolü işlemlerinden sonra abone görüşmek istediği telefon numarasını çevirir.

b) Evrensel erişim numarası (UAN Universal Access Number) : Bu servis ile servis aboneliği, şebekenin herhangi bir yerinden, şebekeden bağımsız tek bir direktory numarası ile ulaşılabilir özellik kazanır. Akıllı şebeke mimarisi içinde bu sanal dijital, arayan abonelin bulunduğu yere ve/veya zamana göre yönlendirilebilir gerçek direktory numaralarına çevrilir. Bu servis yoğunlukla birden fazla coğrafi bölgede ofisi bulunan ticari kuruluşlar için uygundur. Aynı servis PN servisi olarak kişilere de sunulabilir. Bu durumda servis aboneliği herhangi bir DTMF telefonu kullanarak bulunduğu yeri şebekeye bildirip, kendisine gelen çağrıları toplar.

c) Evrensel Kişisel Haberleşme (UPT Universal Personal Telecommunication) : UPT'nin temel elementi kişisel mobilitedir. Bu serviste terminal veya şebeke erişim noktası ile abone kimliği arasındaki sabit ilişki kaldırılmaktadır. Böylece UPT servis kullanıcıları kullandıkları terminalden veya şebeke-erişim noktasından bağımsız olarak tanınır. Bu işlem her UPT kullanıcısı için şebekeden bağımsız tanımlanan biricik olan UPT numarası ile gerçekleştirilir. Abone, herhangi bir şebekeden UPT seviş erişim kodundan sonra bu numarayı kullanarak kendisini tanıtır ve çağrı başlatır. Gelen çağrılar ise yine doğrudan bu numara ile ilişkilendirilmiş terminale bağlanır. Ayrıca her UPT aboneliğine, abonelik işlemleri sırasında bir servis profili tanımlanır. Bu profil dahilinde bulunan tüm özellikler aboneye kullanılan terminal ve şebekeden bağımsız olarak sunulur.

UPT servisi için ETSI'de 3 aşamalı bir uygulama planı öngörülmüştür.³

UPT Faz 1: (Restricted short term UPT service scenario) Bu senaryo da sadece telefon servisleri gerçekleştirilecek olup mevcut kısıtlamalarına rağmen PSTN ve ISDN şebekelerinde uygulanabilecektir. Kısıtlamalar servisler, güvenlik ve özelliklerin kullanımı seviyelerinde olmaktadır. Servis set 1 hedef olarak sabit şebekelerde sınırlı mobilite imkanı sunumunu içermektedir.

UPT Faz 2: (Basic UPT service scenario) Telefon'a ilave olarak veri aramalarını da birden fazla şebekede destekleyebilecek olan bu senaryo kullanıcıya ilave servisler ve kullanılan terminallerden bağımsızlık sağlayacaktır. PSTN/ISDN ile birlikte GSM ve DATA şebekelerini de içermektedir. Güvenlik fonksiyonları chip kart kullanımı ile artırılmıştır.

UPT Faz 3: (Enhanced UPT service scenario) Uzun dönemli bir senaryo olup, çekirdek özelliklerin artırılmasını, ilk iki senaryoda desteklenmeyen tüm şebekelerin desteklenmesini ve sabit şebekelerdeki terminallere ilave özelliklerin eklenmesini içermektedir.

II) SABİT ve MOBİL ŞEBEKELERDE İN TABANLI MOBİLİTE UYGULAMALARI

2) ISDN

ISDN, abonelerine doğrudan mobilite sunmasa da (Terminal Portability servisi hariç), abone döngüsünde getirdiği sayısal haberleşme ve abone-santral arası sinyalleşme protokolü DSS1 ile UPT abonelerine sunulabilecek taşıyıcı ve tamamlayıcı servisleri (bearer and supplementary services) standartlaştırmaktadır. Ancak, UPT abonesince kullanılan terminalin kayıt olduğu tamamlayıcı servislerle (line or terminal based supplementary services) UPT abonesinin servis profilinde yer alan tamamlayıcı servisler (UPT supplementary services) arası etkileşimin taraflar açısından sorun yaratmaması amacıyla şebekenin yukarıda anlatılan İN fonksiyonları ile desteklenmesi kaçınılmaz olmaktadır.

UPT abonelerine sunulabilecek tamamlayıcı servislerin bir çoğu ISDN 'in tamamlayıcı servisleri referans alınarak tanımlanmıştır. Bu servislerin detayları Kaynakça 4 da bulunabilir.

2) Cordless Terminal Mobility (CTM)⁵

İN özelliklerinin DECT standartları ile birleştirilmesi CTM 'i doğurmuştur. CTM, radyo kaplama alanı içerisinde olmak şartı ile, aynı anda hem terminal mobilitesi hem de kişisel mobilite sunan bir teknoloji olmayı hedeflemektedir. İlave olarak bu teknoloji özel ve kamu şebekelerinde kullanılabilir. Desteklediği temel özellikler giren/çıkan arama, acil arama, terminal ve şebeke doğrulama, handover ve roaming dir. ETSI CTM çalışmaları faz 1 için sadece speech ve 3.1 KHz audio taşıyıcı servislerini desteklemektedir. İN mimarisi ile desteklenen CTM'in içerdiği şebeke fonksiyonları için ETSI NA6 alt teknik komitesi bir ön rapor hazırlanmıştır. Bu fonksiyonların fiziksel şebeke elemanları ile uyumunu içeren bir çalışma Kaynakça. 6 da verilmiştir.

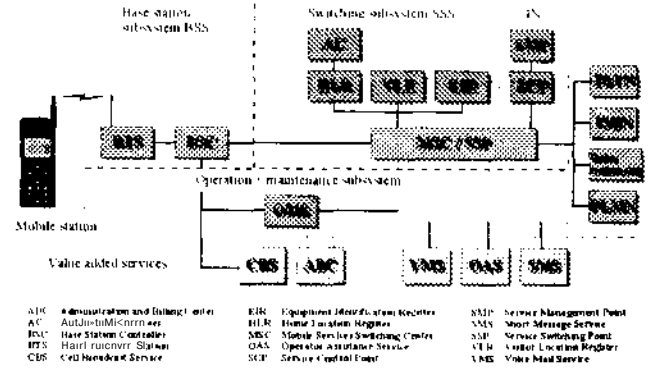
İN açısından bakıldığında çalışmalar İN CS-2 içerisinde sürdürülmektedir.⁷ Bu çalışmalar içinde: CTM için kullanılacak fonksiyonel modelin belirlenmesi, CTM ihtiyaçlarının desteklenmesine yönelik olarak Core INAP'ın geliştirilmesi, CTM data modeli, gibi konular bulunmaktadır.

3) Public Land Mobile Networks (PLMN)

Bilindiği üzere şu anda 3 ayrı bölgesel ikinci nesil mobil şebeke sistemi/standartı bulunmaktadır. Bunlar Avrupa için GSM900/DSC1800, Kuzey Amerika için PCS1900.NADC ve Japonya için PDC dir. Üçüncü nesil şebekelerde ise ITU içinde FPLMTS (yeni adı ile IMT2000)'in ETSI içinde UMTS'in, ve Kuzey Amerika için PCS'in, standardizasyon çalışmaları devam etmektedir.

İkinci nesil Mobil Şebekeler: Sadece Avrupa'da değil tüm dünya çapında kabul gören GSM sistemi, ikinci nesil klasik mobil haberleşme şebekelerinin güzel bir örneğini oluşturur. GSM mimarisi Şekil 2 de verilmiş olup bu şebekenin en önemli özelliği, "gerekli tüm

fonksiyonları içeren bağımsız (complete stand-alone)" bir şebeke olmasıdır. Bu, mobil abonelere servis sunumu için gerekli tüm zekanın (intelligence) ve ilgili verilerin şebeke dahilindeki birimlerde bulunduğu anlamına gelir. Öyle ki sabit şebeke abonelerini içeren bir çağrı kombinasyonu (MOC, MTC, CallTransfer to PSTN, CallForwarding to PSTN vb.) GSM ile PSTN/ISDN arası birlikte çalışırlığı gerektirmektedir.



Şekil 2: GSM Mimarisi

GSM abonelerinin mobilite ve servis imkanlarının artırılması yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalar üç ana başlık altında toplanabilir.

- Multi-band çalışma : mevcut GSM terminal ve şebekelerin aynı anda 900/1800/1900 MHz. frekanslarında çalışabildiğinin sağlanması,
- Dual-mode çalışma : mevcut GSM terminallerinin DECT, INMARSAT, IRIDIUM vb. şebekelere de ulaşabildiğinin sağlanması,
- Yeni servis imkanları : ASCI (Advanced Speech Call Items), GPRS (General Packet Radio Services), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), V42bis tabanlı veri sıkıştırma imkanı ve CAMEL (Customized Application for Mobile Networks Enhanced Logic)

Bu çalışmalardan CAMEL hariç tümü doğrudan aboneye sunulan servisler olup, CAMEL ise operatörlere ait bir özellik olması açısından ayrı bir başlık olarak aşağıda incelenmiştir.

Öte yandan GSM'de kısıtlı kişisel mobilite SIM kartı ile sağlanmaktadır. Ancak aynı terminale aynı anda birden fazla kullanıcının kendisini tanıtmaması (SIM kartları değişimi ile) konusunda standartlarda eksiklik bulunmaktadır.

Ancak yinede mevcut GSM mimarisi, İN mimarisinin güzel bir örneğini teşkil eder. Şöyleki GSM şebekesinde aranan abonenin bulunduğu hücre, ana veri tabanlarında (HLR/VLR) tutulur. Bir mobil sonlanan çağrıda (Mobile Terminating Call) bu veri tabanları sorgulanarak aranan aboneye ulaşabilir. Fakat "intelligent" fonksiyonu bununla bitmez. İlave olarak çağrı boyunca aranan abonenin hareketi

sürekli gözlenerek hücre değişimlerinde gerekli timeslot ve frekans değişiklikleri gerçekleştirilir.

CAMEL Customized Application for Mobile Network Enhanced Logic: CAMEL sayısal hücresel şebeke abonelerine, şebekeden bağımsız servis sunumu için önerilen bir mekanizmadır. Bu mekanizma normal GSM servislerine ilave olarak, operatöre özel servislerin (OSS: Operatör Specific Services) sunumunda HPLMN, VPLMN ve CSE (CAMEL Service Environment) birimleri arasındaki bilgi değişimi ihtiyaçlarını desteklemek üzere kullanılmaktadır. Böylece mobil şebeke aboneleri aboneleri oldukları operatöre özel servisleri HPLMN dışında da aynen kullanabilirler. CAMEL prosedürleri acil çağrı dışındaki bütün devre anahtarlamalı temel servislere uygulanabilmektedir. Burada vurgulanması gereken CAMEL'in bir tamamlayıcı servis olmadığı ama bir şebeke özelliği olduğudur. Konu ile ilgili 1. Faz çalışmaları ETSI SMG'de başlatılmış ve Stage 1 tanımları GSM 02.78 de yayınlanmıştır.

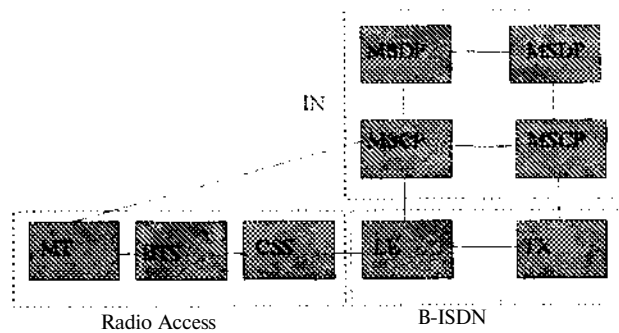
Üçüncü nesil Mobil Şebekeler :Üçüncü nesil mobil şebekelerde üç ana amaç bulunmaktadır. Bunlar;

- Mevcut radyo iletişim sistemlerini (ERMES, GSM, DSC1800, DECT vb.) tek bir şemsiye altında birleştirmek,
- Tüm dünya çapında gerçek roaming ve
- N-ISDN servisleri de dahil olmak üzere bir çok yeni servis içermektir.

Bu açılardan bakıldığında UMTS, B-ISDN'e kablosuz bir erişim olarak görülebilir. Aşağıda bir örnek olması bakımından UMTS mimari, sunulan servisler ve İN açısından incelenmiştir. Yukarıda da belirtildiği üzere UMTS, N-ISDN servisleri de dahil olmak üzere bir çok yeni servisi desteklemektedir. Ancak asıl hedef genişband uygulamaları da içeren servislerin sunumudur.

MİMARİ

. Aşağıdaki şekil UMTS'in hedef mimarisini vermektedir. ...



Şekil 3: UMTS Hedef Mimarisi

Görüldüğü gibi UMTS GSM'in aksine ayrı bir overlay şebeke olmayıp sabit ve hareketli

(mobil&fixed) şebekelerin tam entegrasyonunu içermektedir. Bu entegrasyon, mimari ile birlikte servisleri ve protokolleri de kapsamaktadır.

SERVİSLER ve İN

UMTS'de tüm mobilite fonksiyonlarının (MOC, MTC, Routing, terminal paging, handover) ve servis sunumunun İN mimarisi ile sağlanması hedeflenmektedir. Özellikle katma değerli servislerin yaratılmasında, abonelere özel olarak değiştirilmesinde ve kontrolünde (Service Creation & Customization) İN dahilinde tanımlı araçların kullanılması planlanmaktadır. Böylece hareket halindeki aboneler diğer operatörlerin şebekeleri dahilinde iken de (roaming) kendi şebekeleri ile aynı ses kalitesini, veri haberleşme kapasitesini, temel ve tamamlayıcı servisleri (basic and supplementary services), katma değerli servisleri, aboneye veya operatöre özel servisleri, güvenlik ve hesap yönetimi (account management) özelliklerini kullanabileceklerdir.

Ancak İN CS-1 de bu fonksiyonlar desteklenemez çünkü CS-1 sabit şebeke uygulamalarına yönelik olarak geliştirilmiştir. ITU-T SG11 terminal mobilitesini içeren kimi fonksiyonları CS-2'ye ilave etmiştir. Kişisel ve terminal mobilitesine yönelik tüm fonksiyonlarla anılan UMTS fonksiyonlarının desteklenmesi ise CS-3'e bırakılmıştır.

III) SONUÇ

ISDN' de ilk test çalışmaları Ekim 1996 tarihinde Ankara'daki Esat ve İstanbul'daki Levent EWSD telefon santralleri arasında başlatılmıştır. 1997 yılı içerisinde de DMS ve S-12 santralleri devreye verilecektir. İSDN'in ülke çapında yaygınlaşması sonrasında, DSS1 sinyalleşmesi ile arayan abone kimliğinin (CLI) tüm şebeke boyunca ve şebekeler arası taşınması mümkün olacaktır. Böylece kişisel mobilite özelliğine sahip abonelerin değişik şebekelerce tanınması ve N-ISDN dahilinde tanımlı tamamlayıcı servislerin bu abonelere sunumu kolaylaşacak ayrıca yukarıda anlatılan ortak servis profili sunumu mümkün olacaktır.

İN uygulamalarına yönelik çalışmaların TTAŞ. Genel Müdürlüğüne geçtiğimiz aylarda başlatılmıştır. 1997 yılı yaz aylarından itibaren bu çalışmaların hızlanmıştır. Türkiye de İN uygulama stratejisi önerilerimiz ayrı bir bildiri konusu olarak hazırlanmaktadır.

GSM konusunda ise, TELSİM ve TURKCELL firmalarınca işletilen şebekeler arasında dolaşım (roaming) anlaşması bulunmaması UPT'nin en geniş anlamda uygulanmasını engellemektedir, ilave olarak her iki şebekenin de İN mimarisini ve İN servislerini sağlamadıkları gözlenmektedir. Önümüzdeki günlerde operatörlerin çalışmalarını bu yönde yoğunlaştırmaları beklenmektedir.

Enformasyon Toplumunun Telekomünikasyon Şebekesi ve Türkiye

Mete KAVUNCU
Simko A.Ş.

Abstract

Most significant trend of the current decade is probably the clear steps taken in transition from industrial age to information age. Industrialized countries have planned their information infrastructures (which is considered to be the basic and most important tool of an information society), initiated actions for the realization of this concept and also determined the evolution path for the awareness and effective usage by the community. In this text, planning process of the information infrastructures in the world will be summarized, studies being carried on the international bodies (with a special emphasis on the European Union) will be outlined, evolution of future telecommunication networks will be discussed in light of ETSI's studies, and proposals to keep Turkey close with this development/change process will be presented.

Enformasyon Toplumuna Geçiş Süreci

Bugün yaşadığımız süreci inceleyecek olursak sanayileşmiş toplumların Fordist üretim örgütlenmelerinin girdiği çıkmazı aşmak, üretkenliği arttırmak, işsizliği azaltmak, ekonomik sorunları çözmek yolundaki arayışlarının dünya ölçeğinde yapısal ve ekonomik bir değişimi yönlendirdiğini görürüz. 1970'lerden itibaren sermaye ve kitle üretimi ulusal olmaktan çıkmış küresel boyuta yayılmaya başlamıştır. Bu sebeple gümrükler indirilmeye, uluslararası ticaretin yolunu tıkayan tarife dışı engeller kaldırılmaya başlanmıştır. Hizmet sektöründe devlet tekelleri kaldırılarak hizmetin serbest ticaretine yol açılmaya başlanmış, araştırma, danışmanlık, eğitim, sağlık gibi hizmetlerin önemi ve maddi değeri eskiye göre artmıştır. Küreselleşme kavramı ve süreci doğrultusunda bölgesel ekonomik örgütlenmeler oluşmaya başlamış, bu örgütlenmelerin tarafları arasındaki işbirliği ve koordinasyonun sağlanması için de eğitim, iletişim ve araştırma gibi hizmetlere verilen önem belirgin bir şekilde artmıştır.

Sanayileşmiş ülkeler tarafından yönlendirilen bu değişim GATT (General Agreement on Tariffs and Trade - *Tarifeler ve Ticaret Genel Anlaşması*) ve GATS (General Agreement on Trade in Services - *Hizmetler Ticareti Genel Anlaşması*) ile küresel boyuta yayılmıştır.

GATT anlaşmaları ile gümrükler ortalama %35 oranında düşürülmüş, çeşitli ulusal korumacılık yöntemlerine kısıtlama getirilmiş ve uluslararası ticareti bu yönlerden denetlemek üzere WTO (World

Trade Organization - *Dünya Ticaret Örgütü*) kurulmuştur.

Bütün bu değişimler sanayi toplumundan enformasyon toplumuna geçişin hazırlıklarıdır. Sanayi toplumları üretim sisteminin tabanını mal üretiminden teknoloji üretimine taşıyarak içinde buldukları tıkanıklığı aşmayı hedeflemekte, bunu başarmak için de gerekli eğitim ve araştırma sistemlerini sürdürecek altyapısal, kurumsal, politik, ekonomik ve toplumsal dönüşümleri sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu dönüşümlerin sonunda varılacak yapı 'Enformasyon Toplumu (Information Society)' kavramıyla adlandırılmaktadır. Tabii böyle bir dönüşüm öncelikle çok güçlü bir enformasyon altyapısının kurulmasını gerekli kılmaktadır.

Enformasyon Altyapısı Kavramı

İlk kez OECD bünyesinde dile getirilen enformasyon altyapısı kavramı, Amerika Birleşik Devletlerinde Clinton başkanlığının ilk döneminde yardımcı AI Gore tarafından ülke ekonomisini düzeltmek amacıyla uygulamaya konulan (enformasyon süper otoyollarının kurulması ile yeni iş alanları açılarak otomasyon ve özelleştirmenin de etkisiyle artan işsizliğe çözüm getirecek ve üretkenliği arttıracak) bir teknolojik planın açıklanmasıyla bütün dünyanın ilgisini çekti.

Daha sonra NII (National Information Infrastructure - *Ulusal Enformasyon Altyapısı*) olarak terminolojiye yerleşen bu kavram başta G7 ülkelerinin (ABD, Kanada, İngiltere, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya) ve Avrupa Topluluğu üyelerinin de gündemine girdi ve bu ülkeler kendi ulusal enformasyon altyapısı planlarını hazırlayarak yürürlüğe koydular. Bundan sonra ise ulusal ve bölgesel altyapıların birleştirilerek bir GII (Global Information Infrastructure - *Küresel Enformasyon Altyapısı*) kurulması gereği ortaya çıktı.

Avrupa Topluluğu Komisyonu'nun 5 Aralık 1993 tarihli bildirisinde (White Paper on growth, competitiveness, and employment - *The challenges and ways into the 21st century - Büyüme, rekabet edebilirlik, ve istihdam üzerine Beyaz Bildiri - 21inci yüzyıla girerken karşımıza çıkan zorluklar ve bunları aşma yöntemleri*) ekonomiyi büyütmek, uluslararası pazarda rekabet edebilmek ve istihdamı arttırmak için Avrupa ölçeğinde enformasyon şebekeleri ile ulaştırma ve enerji şebekelerinin geliştirilmesi ve bunun kamu-özel sektör işbirliğiyle gerçekleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu bildirinin üzerine Avrupa Konseyi, Martin Bangemann başkanlığında konunun uzmanlarından

oluşan bir üst düzey grup kurarak, enformasyon toplumuna geçiş için alınması gerekli önlemleri incelemesini ve bir rapor halinde sunmasını istedi. Mayıs 1994'te tamamlanan bu rapor (Europe and the global information society - Recommendations to the European Council - *Avrupa ve küresel enformasyon toplumu - Avrupa Konseyi'ne tavsiyeler*) konseyin alması gerekli önlemler ve eylem planı üzerine tavsiyeler ve enformasyon toplumuna geçiş için 10 uygulama önerisi içeriyordu.

Raporda önerilen uygulamaların finansmanının ise kamu yerine özel sektör pazar güçleri tarafından sağlanması öngörülmüştü. Raporun bir önemli tavsiyesi de ortak görüşün oluşturulması, genel kavramın gerçekleştirilmesi ve uygun standartların seçimi ve üretilmesinin denetlenmesi için bir kurul oluşturulması idi. Bu raporla küresel enformasyon toplumunun gerek duyduğu temel altyapı ve servisler için birleşik, uyumlu standartların üretilmesi için ilk uyarı da yapılmıştır.

Bugün G7 ülkeleri bu raporlar ve öneriler doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerekli pilot projeler için 11 tema belirlemiş, ve uygulamaya koymuş durumdadır. Bu temalar dahilindeki pilot projeler Küresel Enformasyon Altyapısı Komisyonunun denetiminde yürütülmektedir.

G7 ülkeleri ve Avrupa Birliği üyelerinin yanısıra Avustralya ve Güney Kore gibi ülkeler de 21 inci yüzyıla girerken önemli bir avantaja sahip olma yolunda somut adımlar atmışlar, ulusal enformasyon şebekelerini oluşturmak için planlarını hazırlamış ve uygulamaya koymuşlardır. Bu ülkelerin eylemlerindeki ortak nokta, bu şebekelerin oluşturulması ve toplumun dönüştürülmesinin planlı ve bilinçli bir devlet politikası olarak ortaya konulması, devlet tarafından sahiplenilmesi ve başlangıçta finanse edilmesi, sonra ise özerk düzenleyici kurumlar denetiminde serbest pazar koşulları çerçevesinde yürütülerek ekonomiye katkıda bulunmasının beklenmesidir.

Türkiye'deki Çalışmalar

Türkiye'de ise bu gelişmeler karşısında henüz atılmış somut bir adım gözlenmemektedir. Yukarıda açıklanan örneklerde görülen devletlerin veya siyasi otoritelerin sürükleyici ve yönlendirici rolü ülkemizde oluşmamış, konu Türk Telekom A.Ş. nin özelleştirilerek bütçeye gelir aktarılması tartışmalarının dar çerçevesine hapsedilmiştir.

Başbakan başkanlığında toplanan (3 Şubat 1993) Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun bilgi teknolojilerini ülkemizin geleceği için öncelikli alan olarak saptaması da bu konuda devlet tarafından somut adımlar atılmadığından bir saptama olarak kalmıştır. VII.Beş Yıllık Plan Çalışmaları Elektronik Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Elektronik Sanayii Raporu'nun Telekomünikasyon Alt Sektörü Komisyonunun PTT'nin özelleştirilmesinde

yapılmaması gerekenler ve geleceğin bilgi ağının planlanması konusundaki yerinde önerileri, VII. beş yıllık plana da yansıdığı halde gerçekleştirme zemini bulamamıştır.

Enformasyon toplumu ve Türkiye'nin dünyadaki bu gelişmelerin gerisinde kalmaması için yapılması gerekenler, özellikle TUBA (Türkiye Bilimler Akademisi), TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) ve TTGV (Türk Teknoloji Geliştirme Vakfı) oluşturduğu BTSTP (Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformunda sıklıkla gündeme gelmiştir.

Hatta bu platformun insiyatifi ile oluşturulan Enformatik Alanına Yönelik Bilim-Teknoloji ve Sanayi Politikaları Çalışma Grubu'nun raporunda; ulusal ve uluslararası ekonomik düzende yaşanan değişiklikler, bu bağlamda sanayileşmiş ülkelerin enformasyon teknolojileri alanında izledikleri politikalar ve beklentileri, Türkiye için enformasyon teknolojileri alanında benzeri bir atılımın gerekliliği ve getiri-götürüleri, son olarak da böyle bir atılım için gerekli hukuksal - yönetsel - ekonomik altyapının oluşturulabilmesi için gerekli kurumsal yapılanmalar ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Aynı grubun Enformatik Alanında Düzenleyici Kuruluşlar ve Yeni Politikalar başlıklı raporunda ise dünyada enformatik ve telekomünikasyon alanındaki düzenleme kurul ve kuralları irdelenmiş, ülkemizin aynı alandaki yasal durumu ile düzenleyici kuruluşları incelenmiş ve enformasyon toplumunda bir üretici olarak yer alma evresinde düzenleyici kuruluşa düşen görevler tartışılmıştır.

Yine BTSTP'nun insiyatifi ile oluşturulan Bilim ve Teknolojide Atılım Stratejisi Çalışma Grubu'nun hazırladığı raporda saptanan 7 öncelikli atılım alanından ilki Türkiye'yi geleceğin enformasyon toplumuna taşıyacak olan Ulusal Enformasyon Şebekesi ile bu şebeke üzerinden sunulabilecek Telematik Hizmetler Ağının Kurulması olarak belirlenmiş ve her bir atılım alanı için ayrı bir Ana Plan hazırlanması gerektiğinin altı çizilmiştir.

Bütün bu çabaların aldığı yanıt gene TÜBİTAK bünyesindeki BİLTEN (Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü)'nün hazırladığı Ulusal Enformasyon Altyapısı Anaplan Hazırlama Önerisi olmuştur. Bu metinde küresel enformasyon altyapısı, çeşitli ülkelerdeki gelişmeler, Türkiye için hedef önerileri ve bir ulusal enformasyon altyapısı ana planının hangi sorulara cevap vermesi gerektiği saptanmıştır. Hatta bu planın iş adımları, iş gücü gereksinimi ve bütçesi de ek olarak sunulmuştur.

Bu raporun hazırlanmasından yaklaşık bir yıl sonra Ulaştırma Bakanlığı anaplan çalışmalarını desteklemek üzere bir protokol imzalamış ve kaynak ayrılmasını sağlamak üzere çalışmalar başlatmıştır. TTAŞ, TTGV ve TESİD de (Türkiye Elektronik Sanayicileri Derneği) anaplan çalışmalarına destek olma taahhüdünde bulunmuşlardır. Böylece ülkemizin geleceği için 1993 yılının başında öncelikli alan olarak

saptanan bilgi teknolojileri konusunda bir plan çalışmasının başlatılması için ilk adımlar ancak 1997 yılı ortalarında atılmaya başlanmıştır.

Enformasyon Altyapısı Standartları

G7 ülkelerinin ve Avrupa Birliği'nin kurmayı hedeflediği NII, EH ve GII gibi altyapılar, var olan ve gelecekte kurulması beklenen çok çeşitli şebekelerin uyum içinde çalışması ve hizmetlerin bu yapı üzerinde büyük bir çoğunluğa sunulması, ilk bakışta ütopyik olarak değerlendirilmekle birlikte, doğru ve zamanında standartlaştırma ile sağlanabilir görülmektedir. ITU (International Telecommunication Union - *Uluslararası Telekomünikasyon Birliği*) ve ETSI (European Telecommunications Standards Institute - *Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü*) bu standartlaştırmanın yapılacağı kuruluşlar olacaktır. Bunun yanı sıra GII'nin bir ön modeli olarak algılanan Internet'in pazar koşullarının zorladığı fiili standartlarını dokümanete eden IETF (Internet Engineering Task Force) da, GII standartlarının hazırlanmasında izlenecek yolun ipuçlarını sunmaktadır.

Standartlaştırma konusunda Türkiye kamu ve özel telekomünikasyon sektörünün de üye olduğu ETSI'nin çalışmaları dikkat çekicidir. Bangemann raporundan sonra Avrupa Birliği'nin verdiği görevle konu üzerinde çalışmaya başlayan ETSI stratejik inceleme komitelerinden birinin (SRC6) hazırladığı raporla Eli standartları konusundaki ilk adımı atmıştır.

SRC6'nın Avrupa enformasyon alt yapısı üzerine raporu, telekomünikasyon pazarı ile telekomünikasyon uygulama ve hizmetleri arasındaki dengeyi uygulama ve hizmetler lehine değişeceği varsayımını yapmaktadır. Bu yüzden rapor içinde pazar, kültür ve teknoloji ortamının bir analizi yapılmış, enformasyon endüstrisinin çerçevesi ve bu endüstride yer alan gruplar ile bunların arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Pazarın ihtiyaçlarına göre öncelikle standartlaştırma yapılması gereken alanlar belirlenmiş, hizmet ve uygulamalar üzerinde durulmuş, yasal ve düzenleme ile ilgili gereksinimler belirlenmiş ve bir dizi öneri sunulmuştur.

Raporun bir önemli özelliği de Avrupa Enformasyon Altyapısının tanımlanmış olmasıdır. Bu tanıma göre Avrupa Enformasyon Altyapısı:

- bireylerin birbirleri ile her zaman ve her yerde kabul edilebilir bir fiyat ve kalite ile güvenli iletişim kurmasını sağlar
- her türdeki bilginin üretilmesini kullanılmasını ve taşınmasını kolay kullanılabilir ve açık uygulamalar ile sağlayan iletişim servisleri sunar
- kesintisiz olarak birbirine bağlanabilen ve birlikte çalışabilen iletişim şebekeleri, bilgi işleme cihazları, veri tabanları ve terminaller üzerine kurulmuştur
- enformasyon endüstrisindeki bilişim, iletişim ve yayıncılık sektörleri arasındaki rekabete olanak sağlar

- Avrupa'nın farklı kültür, dil, enformasyon yapısı, yasal altyapı, telekomünikasyon altyapısı ve para birimi gibi unsurlara sahip uluslardan meydana gelen bir birliklilik olduğunu dikkate alır.

Büyük çeşitlilik gösteren mevcut ve gelecekteki şebekelerin birlikte çalışmalarını sağlayacak standartların üretilebilmesi için Internet protokollerini de destekleyen EBTN (European Backbone Telecommunications Network - *Avrupa Omurga Telekomünikasyon Şebekesi*) kavramının geliştirilmesi ve uygulanması komitenin önerileri arasındadır. Komite raporunda ayrıca telekomünikasyon teknolojisi henüz yeterince gelişmemiş olan gelişmekte olan ülkelerin de uluslararası standartlara kavuşmuş birGM'nı izleyerek gelişmiş ülkelerle aralarındaki farkı kapatmak için uygun yolları seçebileceğini öngörmüş, diğer ülkelerdeki NII çalışmalarını da destekleyerek EM'nin GII'na bütünleşmesinin her tarafa ortak faydalar getireceği saptamasını yapmış ve dünyadaki diğer GII standartlaştırma çalışmalarının bir özeti vermiştir.

Enformasyon Toplumunda Telekomünikasyon Hizmetleri

Bugün telekomünikasyon pazarında geline nokta yeni ve eski birçok oyuncunun kıyasıya rekabet ettiği, büyük yatırımlar gerektiren altyapının kimi zaman kendini amorti edemeden demode olduğu, bu yüzden eski sistemleri de kullanan ancak yeni şebekelerin önünü tıkamayan uygulamaların gözde olduğu, kullanıcıların daha yetenekli kolay kullanılabilen kesintisiz terminal ve hizmet talepleri, gelecekteki standartlaştırma çalışmalarını eskiye göre daha farklı bir strateji doğrultusunda yapmayı gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda ETSI PAC (Programme Advisory Committee) enformasyon toplumunun ihtiyaçlarına cevap verecek standartlaştırma çalışmalarına çerçeve oluşturmak üzere bir rapor kaleme almıştır. GMM (Global Multimedia Mobility) başlığını taşıyan ve daha önce yapılmış olan EII/GII çalışmalarını bütünleyici nitelikte olan bu rapor, geleceğin enformasyon toplumunu ve telekomünikasyonun bu yapı içerisindeki gelişimini anlamak, bu alanda yatırım yapma planı ve ihtiyacı olan her kişi ve kurum için çok yararlı bir kaynak niteliği taşımaktadır.

GMM hedeflerine ulaşılması doğrultusunda başlangıçta serbest rekabet ortamının yaratılmasını sağlamak üzere yapılan düzenlemelerin zaman içinde azalması, hatta kamu-özel, sabit-hareketli, ses-veri benzeri ayrımların ortadan kalkmasına yol açması beklenmektedir. Şimdilik lisans verme, hizmet sağlama, birlikte çalışma, altyapı, frekans, numaralandırma ve gelişme politikaları gibi alanlarda uygulanan düzenlemeler çoğunlukla kalkma eğilimindedir. Bu düzenleme alanlarından frekans tahsisi, ülkelerin her birinin farklı frekanslara yerleştirdikleri sistemler sebebiyle kritik önemini korumaktadır. Ancak terminal cihazları üzerindeki

düzenlemeler minimuma inecek, lisanslar teknoloji yerine sadece hizmetlere yönelik olarak verilmeye başlanacaktır.

GMM kavramı ile hareketli ve kişisel tekommunikasyon hizmetlerinin standartlaştırılmasına, çeşitli terminal cihazlarıyla farklı hizmetlere ulaşılabilmesine, Ell'in öngördüğü kesintisiz hizmete, sabit ve hareketli şebekelerin hizmetlerinin birbirlerine yaklaşmasına ve telekommunikasyon alanında rekabet ile gelişmeye izin veren bir yapının çerçevesi çizilmiştir. Uygulamaların yeni sistemlerin yanı sıra varolan sistemler üzerinde de çalışabilirliği de öngörülerek yatırımları koruyucu bir evrim mantığı içinde gelişme çizgisi çizilmiştir. Frekans bandının verimli ve uyumlu kullanımı GMM hizmetlerinin çizilen çerçevede sunulabilmesi için bir ön koşul olarak ortaya çıkmaktadır.

Sonuç - Türkiye için Öneriler:

Sanayileşmiş ülkeler bugün sahip oldukları ekonomik gücü korumak, büyümelerini sürdürmek ve küresel boyuta yayılan rekabette üstünlük sağlamak amacıyla enformasyon toplumuna geçiş sürecini başlatmış, bunun ilk aracı olarak da ulusal enformasyon altyapılarını kurmak için somut adımlar atmışlardır. Bu süreç er ya da geç dünya üzerindeki bütün ülkeleri etkileyecek, enformasyon teknolojilerine sahip olmayan uluslar, yaşamlarını idame ettirebilmek için bu teknolojileri ithal etmek durumunda kalacaklar, enformasyon toplumlarının sunacağı hizmetleri ağır bedeller ödeyerek satın alacaklardır. Ayrıca enformasyon toplumunun temel altyapısını oluşturan telekommunikasyon hizmetleri, bu sektördeki koruma duvarlarının tamamen ortadan kalkması ile ancak bu konudaki gelişimini tamamlamış ülkeler tarafından diğer toplumlara sunulacak, bu büyük pazardan sadece gelişimini tamamlamış rekabet gücü olan ülkeler pay alabilecektir. Yetişmiş insan gücüne, telekommunikasyon pazarında deneyim ve yeni teknolojilerle uyumlu bir altyapıya sahip gelişmekte olan ülkeler eğer zaman kaybetmeden doğru alanlara yatırım yaparlarsa ise bu pazardan pay alma şansına sahip olabileceklerdir.

Türkiye'nin bu gelişme/değişim sürecinin gerisinde kalmaması için şunlar önerilebilir:

- Devlet enformasyon toplumuna geçiş sürecini başlatma kararını almalı, bu kararı uygulamak için gerekli kurumlarını seferber etmelidir.
- Devlet dünya örneklerinde görüldüğü gibi ulusal enformasyon altyapısını oluşturmak üzere bir planın oluşturulmasını sağlamalıdır.
- Bu plan dahilinde kullanılması gerekli teknolojilerin uygun olan durumlarda, mümkün

olan en yüksek düzeyde ulusal katkı ile üretilmesini sağlanmalıdır.

- Ulusal altyapı en kısa zamanda kurularak, bundan toplumun en yüksek düzeyde yararlanmasını sağlayacak uygulamalar kullanıma açılmalıdır.
- Şebeke üzerindeki uygulamaların kullanacağı ulusal içeriğin kalitesi, çeşitliliği ve zenginliğinin sağlanması için düzenleyici önlemler alınmalıdır.
- Türk Telekom'un özelleştirilmesinden daha öncelikli konu, uluslararası pazarlarda rekabet edebilme gücünü kazanmasıdır. bu gücü kazandırmak için Türk Telekom'a yatırım ve personel planlaması gibi konularda özerk bir statü sağlanmalıdır.
- Yakın bir gelecekte ülkemiz telekommunikasyon pazarının da serbest rekabete açılacağı öngörülerek bu rekabeti düzenleyici bir özerk kurum kurulmalıdır.
- Geleceğin telekommunikasyon şebekelerinin çerçevesi aşağı yukarı belli olduğundan, bu alanda yatırım yapacak kuruluşlar yatırımlarını daha uzun vadeli planlar dahilinde gelişmeye açık teknolojilere yönlendirmelidir.
- Frekans alanındaki verimlilik ve uyumun gelecekte karşılaşılabilecek önemli problemlerden biri olduğu göz önüne alınarak bu konudaki düzenlemelere başlanmalıdır.
- Ulusal enformasyon altyapısından faydalanacak kuruluşlar, elemanlarını eğitmeye başlamalı, eğitim kurumları tarafından gerekli olanaklar sağlanmalıdır.
- Telekommunikasyon sektörü üreticileri uluslararası standart kurumlarının etkinliklerini izleyerek, gelecekte önemli bir pazar vaadeden teknoloji ve ürünleri geliştirmek üzere ar-ge çalışmalarına başlamalıdır.
- Teknolojik altyapının kurulması, onu kullanmayan faydalarını, anlamayan bir toplum için herhangi bir kazanım getirmeyeceğinden kamuoyunun bilinçlendirilmesi ve desteğinin sağlanması gereklidir.

Bu metinde anlatılanlar ve sunulan öneriler daha önce de bir çok platformda konunun önemini ve sorumluluğunu hisseden kişilerce dile getirilmiş, böyle büyük bir atılım çalışmasının sahibi olması gereken devletin ilgili mekanizma ve kurumlarının dikkati çekilmeye çalışılmış idi. Bu metin onların emeğine saygının bir ifadesi ve kurmaya çalıştıkları temele konulan bir kürek harç olmak üzere kaleme alınmıştır. Türkiye için verdikleri emeğin boşa gitmemesi dileğiyle.

Not: Kongre kitapçığındaki yer kısıtlamaları nedeniyle bu bildirin bir kısmı ve kaynakça bölümünün tamamı basılamamıştır. Bildiri tam metni ve kaynakça için lütfen yazara başvurunuz.