

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 6. ULUSAL KONGRESİ

11 -17 Eylül 1995
BURSA



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI



ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



TÜBİTAK

ISBN : 975 -395-154 -X

Baskı:

KARE AJANS & MATBAACILIK

Litrosyolu, 2. Matbaacılar Sanayi Sitesi

C Blok No : 4 NC 25 Topkapı - İstanbul

Tel: (0212) 544 09 79-544 92 85

Ö N S Ö Z

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektronik Mühendisliği Bölümü ve TÜBİTAK'ın işbirliği ile 11-17 Eylül 1995 tarihleri arasında düzenlenen Elektrik Mühendisliği 6.Ulusal Kongresine hoşgeldiniz.

Hazırlık çalışmaları yaklaşık bir yıl önce başlayan Kongreye, Üniversitelerimiz, araştırma ve endüstri kurumlarında çalışan meslektaşlarımız büyük ilgi göstermiş ve toplam 450 civarında bildiri başvurusu olmuştur.

Aydınlatma Tekniği, Ar-Ge ve Teknoloji Üretimi, Bilgisayar ve Kontrol, Devreler ve Sistemler, Elektronik, Elektromagnetik Alanlar ve Mikrodalga Tekniği, Elektrik Makinaları, Elektrik Enerji Üretimi ve Dağıtımı, Eğitim, Güç Elektroniği, Haberleşme Tekniği ve Sistemleri, Ölçme Tekniği, Tıp Elektroniği ve Yüksek Gerilim Tekniği konularına göre ayrılan bildiriler, yürütme kurulunca belirlenen değerlendirme kuralları çerçevesinde uzmanlarca değerlendirilerek, yaklaşık 300 kadarının oturumlarda sunulması uygun bulunmuştur.

Üç Ayrı ciltte toplanan bildirilerin, Aydınlatma Tekniği, Enerji Üretim, İletim ve Dağıtımı.Yüksek Gerilim Tekniği, Güç Elektroniği, Elektrik Makinaları birinci ciltte, Elektronik, Elektromagnetik Alanlar ve Mikrodalga Tekniği, Haberleşme Tekniği ve Sistemleri, Ölçme Tekniği, Tıp Elektroniği ikinci ciltte, Bilgisayar ve Kontrol, Eğitim ve diğerleri üçüncü ciltte yer almıştır.

EMO ve Üniversitelerin temsilcilerinin yanısıra kamu ve özel sektör temsilcilerinin de yer aldığı Kongre Danışma Kurulu'nca belirlenen görüşler çerçevesinde, Elektrik-Elektronik Mühendisliğini ilgilendiren çeşitli konularda paneller ve çağrılı bildiriler de düzenlenmiş bulunmaktadır.

Türkiye'de Elektrik-Elektronik Sanayinin Konumu, AB İle Bütünleşmesi ve Perspektifler, Elektrik-Elektronik Mühendisliğinde Eğitim, Altyapı Hizmetleri Özelleştirme ve Düzenleyici Erk, Türkiye'nin Elektrik Enerji Sisteminde Yapısal Değişiklikler ve Politikalar konulu paneller ve Bilgi Çağının Anahtar Teknolojisi; Mikroelektronik, Mikrodalga Enerjisinin Endüstriyel Uygulamaları, Bilgi Toplumu ve İnternet, Elektrik-Elektronik sanayinin Gelişiminde Ar-Ge'nin Önemi, Nükleer Güç Santrallerinin İşletmesindeki Teknik Sorunlar ve Çevre Konulu çağrılı bildirilerle konuların tartışılacağı, bilimsel yaklaşımlarla çözüm ve önerilen geliştirileceği, ilgili kurum ve kuruluşlara önemli katkılar sağlayacağı inancındayız.

Kongrede çağrılı bildiri ve panellere katılarak değerli katkılarda bulunacak değerli bilim adamları ile özel ve kamu kuruluş yetkililerine sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bugüne kadar iki yılda bir düzenli olarak yapılan, bilimsel niteliği ve katılımı giderek artan Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongresi, Ülkemizde yapılan bilimsel ve teknolojik çalışmaların nitel ve nicel özelliklerini yansıtmaları bakımından önem arz etmektedir.-

Kongrenin, izleyiciler ve delegeler için başanlı olmasını, ülkemizin bilimsel ve teknolojik çalışmalarına yön ve ivme vermesini diliyor, hazırlık çalışmalarımıza özenle katkı sağlayan değerli TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Yönetim Kuruluna, Elektrik Mühendisleri Odası Bursa Şubesi Yönetim Kuruluna ve Çalışanlarına, Bilim Kurulu, Danışma Kurulu, Yürütme Kurulu ve Sosyal İlişkiler Komisyonu üyeleri ile emeği geçen tüm arkadaşlarımıza destek ve katkıları için teşekkür ediyorum.

Prof. Dr.Ali OKTAY
Yürütme Kurulu Başkanı

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 6.ULUSAL KONGRESİ

YÜRÜTME KURULU

Prof. Dr.Ali OKTAY	(U.Ü. - Başkan)
Prof.Dr.Ahmet DERViŞOĞLU	(İTÜ)
Prof.Dr.R.Nejat TUNCAY	(İTÜ)
Teoman ALPTÜRK	(EMO Başkanı)
Faruk KOÇ	(EMO Bursa Şube Başkanı)
Haluk ZONTUL	(EMO Yön.Kur. Üyesi)
Ömer ADIŞEN	(U.Ü.)
Emir BİRGÜN	(EMO-Bursa Şube Yön.Kur. Yazman Üyesi)
Sevim ÖZAK	(EMO-Bursa Şube Yön. Kur. Üyesi)
Yakup ÜNLER	(EMO-Bursa Şubesi)
Osman AKIN	(EMO-Bursa Şubesi)
H.İbrahim BAKAR	(EMO-Bursa Şubesi)

TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI BURSA ŞUBESİ YÖNETİM KURULU

Başkan	: Faruk KOÇ
Başkan Yrd.	: İsmail Yalçın AKTAŞ
Yazman	: Emir BİRGÜN
Sayman	: Bahri KAVILCIOĞLU
Üye	: Sevim ÖZAK
Üye	: Tuncay HIZLIOĞLU
Üye	: Cem ÖZKAN

TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI BURSA ŞUBE GÖREVLİLERİ

Kemal ERTUĞRAN	: Kongre-Fuar Sorumlu Mühendisi
Kemal KARAKAŞ	: Proje Denetim ve Test Mühendisi
Raziye BEĞEN	: Sekreteryaya Sorumlusu
Meliha DEMİR	: Muhasebe Görevlisi
Hüseyin GÖK	: Şube Görevlisi

SOSYAL ETKİNLİKLER KOMİSYONU

İnci BECEREN	Gülsemin GÜNEŞ
Sabiha CESUR	Muvaffak KARAHAN
Bekir DAĞLAROĞLU	Önder SERHATLI

BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KURULU

- AKÇAKAYA Ergül, Prof.Dr.(İTÜ)
- AKPINAR Sefa, Prof.Dr. (KTÜ)
- ANDAY Fuat, Prof.Dr.(İTÜ)
- ATAMAN Atilla, Prof.Dr. (YTÜ)
- AYGÖLÜ Ümit, Prof.Dr.(İTÜ)
- AŞKAR Murat, Prof. Dr. (ODTÜ)
- BAYRAKÇI H.Ergün, Prof.Dr.(UÜ)
- BURŞUK A.Fahri, Prof.Dr. (İÜ)
- BİR Atilla, Prof. Dr. (İTÜ)
- CANATAN Fatih, Prof.Dr.(ODTÜ)
- CERİD Ömer, Prof.Dr.(BÜ)
- ÇETİN İlhami, Prof.Dr.(İTÜ)
- ÇİFTÇİOĞLU Özer, Prof.Dr. (İTÜ)
- DALFEŞ Abdi, Prof.(İTÜ)
- DEMİRÖREN Ayşen, Yrd.Doç.Dr.(İTÜ)
- DERVİŞOĞLU Ahmet, Prof.Dr.(İTÜ)
- ERTAN H.Bülent, Prof.Dr.(ODTÜ)
- ERTAŞ Arif, Prof. Dr.(ODTÜ)
- ERİMEZ Enise, Prof.Dr. (İTÜ)
- FADIL Salih, Yrd.Doç.Dr.(OÜ)
- GÖKMEN Muhittin, Prof. Dr.(İTÜ)
- GÖNÜLEREN Ali Nur, Prof.Dr.(İTÜ)
- GÜLGÜN Remzi, Prof.Dr.(YTÜ)
- GÜNAN Hasan, Prof.Dr.(ODTÜ)
- GÜNEŞ Filiz, Prof.Dr.(YTÜ)
- GÜRLEYEN Fuat, Doç.Dr.(İTÜ)
- GÜVEN Nezih, Doç.Dr.(ODTÜ)
- GÜZELBEYOĞLU Nurdan, Prof. Dr.(İTÜ)
- HARMANCI A.Emre, Prof.Dr. (İTÜ)
- İDEMEN Mithat, Prof.Dr.(İTÜ)
- İDER Y.Ziya, Prof.Dr. (ODTÜ)
- İNAN Kemal, Prof.Dr.(ODTÜ)
- KALENDERLİ Özcan, Yrd.Doç.Dr.(İTÜ)
- KASAPOĞLU Asım, Prof.Dr.(YTÜ)
- KAYPMAS Adnan, Doç.Dr.(İTÜ)
- KORÜREK Mehmet, Doç.Dr.(İTÜ)
- KUNTMAN H.Hakan, Prof.Dr.(İTÜ)
- LEBLEBİCİOĞLU Kemal, Prof.Dr.(ODTÜ)
- MERGEN Faik, Prof.Dr.(İTÜ)
- MORGÜL Avni, Prof.Dr.(BÜ)
- OKTAYAli, Prof.Dr.(UÜ)
- ONAYGİL Sermin, Doç.Dr.(İTÜ)
- ÖNBİLGİN Güven, Prof.Dr.(19 MAYIS Ü)
- ÖZAY Nevzat, Prof. Dr.(ODTÜ)
- ÖZDEMİR Aydoğan, Doç.Dr.(İTÜ)
- ÖZKAN Yılmaz, Prof.Dr.(İTÜ)
- ÖZMEHMET Kemal, Prof. Dr.(9 EYLÜL Ü)
- PANAYIRCI Erdal, Prof.Dr. (İTÜ)
- RUMELİ Ahmet, Prof.Dr.(ODTÜ)
- SANKUR Bülent, Prof.Dr.(BÜ)
- SARIKAYALAR Şefik, Prof.(YTÜ)
- SEVAİOĞLU Osman, Prof.Dr.(ODTÜ)
- SEVERCAN Mete, Prof.Dr. (ODTÜ)
- SOYSAL A.Oğuz, Prof.Dr.(İÜ)
- ŞEKER Selim, Prof.Dr.(BÜ)
- TACER Emin, Prof.Dr.(İTÜ)
- TANIĞI Yalçın, Prof.Dr.(ODTÜ)
- TARKAN Nesrin, Prof.Dr.(İTÜ)
- TOPUZ Ercan, Prof.Dr.(İTÜ)
- TUNCAY R.Nejat, Prof.Dr. (İTÜ)
- TÜRELİ Ayhan, Prof.Dr.(ODTÜ)
- ÜÇOLUK Metin, Prof.Dr.(İTÜ)
- YAZGAN Erdem, Prof.Dr.(HÜ)
- YÜCEL Metin, Prof. (YTÜ)
- YÜKSEL Önder, Prof.Dr.(ODTÜ)
- YÜKSELER Nusret, Prof.Dr.(İTÜ)

DANIŞMA KURULU

- AKÇAKAYA Ergül (Prof.Dr.-İTÜ)
- AKKAŞLI Nevzat
- ALADAĞLI Tunç (Nergis A.Ş.)
- ALGÜADİŞ Selim (EKA)
- ARABUL Hüseyin (EMSAD)
- ARGUN Tanju (TESİD)
- ATALI İbrahim (EMO Adana Şube)
- ATEŞ Mustafa (TEDAŞ)
- AVCI M.Naci (Organize Sanayi Bölgesi)
- BAYKAL Faruk (Nilüfer Belediye Başkanı)
- BERKOĞLU İsmail (PTT Bölge Başmüdürü)
- BOZKURT Yusuf (MEES)
- BİRAND Tuncay (ODTÜ)
- CANER Süleyman (Çanakkale Seramik)
- CEYHAN Mümin
- CEYLAN Arif
- ÇALIM Yavuz (TEAŞ Müessese Müdürü)
- DRAMA Mehmet (TEDAŞ)
- DURGUT Metin (EMO Merkez)
- GÖREN Sunay (Siemens)
- HARMANCI Emre (Prof.Dr.-İTÜ)
- ISPALAR Ayhan (EMKO)
- KAYA Ersin (Kaynak Dergisi)
- KAŞIKÇI İsmail (Almanya)
- KIRBYIK Mehmet (Prof.Dr.-U.Ü.Müh.Mim.Fak.Dekanı)
- KUZUCU Mehmet (TOFAŞ Elk.Eln.Tesis Servis Şefi)
- MUTAF M.Macit (EMO İzmir Şube)
- OKAT İsmail (TEDAŞ Bursa Müessese Müdürü)
- OKUMUŞ Necati (TEDAŞ)
- OKYAY Nursel (TEDAŞ)
- ÖZMEHMET Kemal (Prof. Dr.-9 Eylül)
- ÖNBİLGİN Güven (Prof.Dr.-19 Mayıs Ü.)
- PUCULAOĞLU Mustafa (EMO Merkez)
- RAŞİTOĞLU Mithat (TEDAŞ)
- SÖNMEZ Ali Osman (Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı)
- TERZİOĞLU Tosun (TÜBİTAK)
- YAZICI Ali Nihat (EMO Merkez)
- YEŞİL Hüseyin (EMO İstanbul Şube)
- YÜCEL Behçet
- YÜKSELER H.Nusret (Prof.Dr.-İTÜ)
- YURTMAN Naşit (Oyak Renault Fab.Teknik Servis Bakım Müdürü)
- YİĞİT Ali (EMO Ankara Şube)
- ZÜMBÜL İsmail

ASENKRON TRANSFER MODU (ATM): ÇOKLU-ŞİRKET ŞEBEKELERİNİN YAPITAŞI

Kerem Kaner
Network Consultant
First State Computing Pty Ltd.
66 Harrington Street
The Rocks, Sydney 2000
kerem@firststate.com.au

Günsel Durusoy
Prof. Dr.
İ.T.Ü Elektrik-Elektronik Fak.
Haberleşme Anabilim Dalı
80626 Maslak, İstanbul

ÖZET

Asenkron transfer tnodu (ATM), sonsuz sayıda kullanıcının birbirleriyle ve kütük hizmetçileriyle, kendilerinin kullanımına ayrılmış yüksek hızda veri taşıyabilen hatlar üzerinden, veri alış-verişinde bulunabilmelerini sağlayan, bağlantı-yönelimli (connection-oriented) bir yerel ve geniş alan şebeke teknolojisidir. Bu bildiride ATM'nin genel yapısı ve çoklu-şirket (multi-enterprise) şebekelerinin kurulmasında nasıl rol oynayacağı, LANAVAN bütünleşmesinin ATM ile nasıl gerçekleşeceği konuları incelenmektedir.

1.GİRİŞ

Yıllar boyunca şebeke mimarlarının tek bir özlemi vardı: Elektronik dosyaların bilgisayarlar arasında hızlı bir şekilde aktarımı ve yerel ve geniş alan şebekeleri (LAN'lar ve WAN'lar) üzerinden yüksek-kaliteli gerçek zamanda video bağlantılarının kurulması. Böyle bir bütünleştirme gerçekleştirilebilirse, çoklu-şirket şebekelerinin kurulması ile PTT hatları üzerinden bilgisayarlar arası uçtan uca direkt bağlantılar sağlanabilecekti.

ATM'nin yaygın olarak kullanılmaya başlamasıyla yerel ve geniş alan şebekelerinin bütünleşmesi beklenmektedir. Yerel alan şebekelerinde olduğu gibi paylaşımlı ortam erişim yöntemlerinin aksine, ATM, bugünün yerel alan şebekesi kullanıcılarının faydalanacağı son derece çarpıcı özellikler

sunmaktadır. Bunlar arasında yüksek performans, büyümeye yatkınlık, varolan şebeke yatırımlarının kullanılması, çoklu-ortam (multimedia) uygulamalarının desteklenmesi ve geniş alan şebekeleriyle bütünleşme sayılabilir.

ATM'nin kullanılacağı alanlardan bazıları şöyle sıralanabilir:

- Omurga şebeke olarak, ortam erişim yöntemi kullanan yerel alan şebekeleri arasında yüksek hızlı bağlaşma sağlamakta,
- Kütük hizmetçileri (file server) arasında yüksek hızlı bağlantıların kurulmasında,
- Yüksek performanslı bilgisayar kullanıcılarının doğrudan ATM şebekesine bağlanmasında

2. ATM NEDİR?

Asenkron transfer modu, teorik olarak sonsuz sayıda kullanıcının birbirleriyle ve kütük hizmetçileriyle, kendilerinin kullanımına ayrılmış yüksek hızda veri taşıyabilen hatlar üzerinden, veri alış-verişinde bulunabilmelerini sağlayan, bağlantı-yönelimli bir yerel ve geniş alan şebeke teknolojisidir. ATM standardları ITU-T (eski adıyla CCITT) tarafından hazırlanmıştır ve bu standartlar, şebeke kullanıcıları, şebeke satan firmalar ile bu tür şebeke hizmeti sunan kuruluşların temsil-

grupta çalışanların fiziksel olarak birbirlerine yakın oturmaları gerekmemektedir. Sanal çalışma grupları kurularak belli bir grup çalışanın birarada sanal bir ağ kurması sağlanabilir.

- ATM'nin performans-fiyat oranı yüksektir.
- ATM LAN'ları ATM WAN hizmetleriyle biraraya geldiğinde, kiralık telefon hatlarına artık gereksinim kalmayacaktır.
- ATM esnektir ve büyümeye yatkındır. Örneğin kullanıcılar 155Mb/s arabiriminde hızlı iş istasyonlarını kullanırken, 622 Mb/s arabiriminde ise yüksek-hızlı bir hizmetçiye bağlanabilir. Tek bir ATM bağlaşma elemanında (switch) hem 155 hem de 622 Mb/s'lik arabirimler kullanılabildiğinden tek bir ATM bağlaşma elemanı ile yukarıda bahsedilen her iki farklı hizmet sağlanabilir.
- ATM'den önce kullanılan yazılım uygulamalarının tamamı, ATM ile de kullanılabilir.
- ATM daha güvenli bir sistemdir. FDDI, Token Ring ya da diğer ortam-paylaşımlı şebekelerde iletim tüm istasyonlar tarafından alınır. ATM'de ise atanmış kanalların kullanılmasıyla alıcı ile verici arasında doğrudan bir bağlantı kurulduğundan, iletim daha güvenlidir.

4. ATM'NİN ÇOKLU-ŞİRKET ŞEBEKELERİNDEKİ ROLÜ

ATM şebekeleri bugünkü şebekelerde karşılaşılan sorunları çözmede nasıl kullanılabilir? Bu çözümleri dört sınıfta toplamak mümkündür:

4.1 ATM Omurga

ATMnin en kullanışlı olduğu alanlardan biri, bir şirketteki çalışma gruplarını

birbirine bağlayan omurga olarak kullanılmasıdır.

Günümüzde omurga şebeke olarak kullanılan FDDI'ye dayalı ve yönleticilere dayalı omurga şebekelerinin belirli kısıtlamaları vardır. FDDI'nin hızı yüksektir ancak bandgenişliği sınırlıdır. Yönleticilerden oluşan omurga ise altşebeke (subnet) sayısı ve hız açısından sınırlıdır.

ATMnin performansı yukarıda sözü edilen her iki seçenektan de üstündür. ATMde hub'a bağlı her yönleticisi kendisine ayrılmış 155Mb/s'lik bir hatta sahiptir ve bu da yüksek kapasiteli bir omurga oluşturmayı sağlar.

4.2 ATM İş-istasyonu Bağlantıları

Yüksek hızlı iş-istasyonları veri-yoğun ya da gerçek-zamanda video uygulamaları için çalıştırdıklarında, bandgenişliği gereksinimi kolayca 100Mb/s sınırını aşabilir. Bu sistemlerin performansı arttıkça şebeke gecikmesi de artacaktır. Bu tip şebekelerde ATM hub'ları kullanılarak iş-istasyonlarına 155 Mb/s'lik doğrudan bir bağlantı sağlanabilir.

4.3 ATM Hizmetçi Bağlantıları

Bazı şebekelerde hizmetçinin yüksek-hızlı pek çok iş-istasyonuna hizmet etmesi gerekir. Bu durumlarda paylaşımlı ortamlarda performansı düşen hizmetçiler, ATM ile bu yükü kolayca taşıyabilir. Bu, hem doğrudan omurgaya bağlı hizmetçiler, hem de tek bir çalışma grubuna atanmış hizmetçiler için geçerlidir.

4.4 Şebeke Bütünleşmesinin Sağlanması

ATM ile şu ana dek ilk kez hem LANlar hem de \VANFlarda aynı hücre formatı, aynı adresleme yöntemi, aynı bağlaşma mekanizması kullanılacaktır. Diğer bir deyişle ATM'nin kullanılmasıyla LAN*lar ile \VANlar bütünleşecektir.

SONUÇ

ATM önümüzdeki yıllarda şebeke yapılarında çok önemli değişiklikleri beraberinde getirecek bir teknolojidir. ATM'in yüksek bandgenişliğine gereksinim duyan uygulamaları aktarma kapasitesi, onu önümüzdeki yıllarda bir numaralı şebeke mimarisi yapacaktır.

KAYNAKÇA

1. Bosser, T., "The Business Case for ATM." *International Telecommunications*, Feb 1994
2. Dr. Handel R., "Intervvorking ATM with other Netvwork Technologies" *IVhat's New in Telecommuicaions*. May/June 1995
3. Cleevly D., "The ATM Challenge," *International Te/ecommunications*, Feb 1994
4. Williams A., King D., Gerrard S., "ATM: Fact or Fiction⁰" *International Telecommuicaions*, Aprnl 1994
5. Ceuppens L., Bosser T., "ATM: Setting the Standards", *International Telecommunications*, Aprnl 1994
6. Herman J., Serjack C, "Get Ready For the ATM Revolution" *Australian Communications*, May 1993
7. Fist S., "ATM sprints ahead", *LAN Magazine*, Nov 1994
8. Fist S., "ATM - Terminal Telepathy", *LAN Magazine*, Nov 1993
9. DePietro~J. C, "ATM's impact on Routers", *International Data Corp.* Vol 1. Jan 1994
10. De Prycker M, "Asynchronous Transfer Moc/e" Ellis Honvood - Enuland 1993

Kerem Kaner 23 Eylül 1965 tarihinde Bursa'da doğdu. İ.T.Ü Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme bölümünden 1988 yılında mezun oldu. Aynı bölümde Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Halen aynı dalda bilgisayar şebekeleri konusunda Doktora çalışması yapmaktadır.

1988 - 1992 yılları arasında İ.T.Ü Elektrik-Elektronik Fakültesi, Haberleşme Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 1992 yılından beri Avusturalya'nın Sydney şehrinde "Netvwork Consultant" olarak çalışmaktadır.

Günsel Durusoy 1961'de İ.T.Ü. Elektrik Fakültesi Zayıf Akım Kolu'ndan mezun oldu. Halen aynı fakültenin Haberleşme Anabilim Dalı'nda profesör olarak görev yapmakta; "Bağlaşma Sistemleri", "Teletrafik Teorisi", "Haberleşme Şebekeleri", "Veri Haberleşmesi" ve "Genişbandlı Haberleşme Sistemleri" alanlarında öğretim ve araştırma faaliyetlerinde bulunmakta, tezler yönetmektedir.



ODA İÇİ, MİLİMETRE DALGA BOYU, TAŞINABİLİR İLETİŞİM SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNE KARŞI DAVRANIŞLARI

Hasan AMCA

Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.
Doğu Akdeniz Üniversitesi
Gazi Magosa - Kıbrıs
email: amca@eeen.et.edu.tr

Hüseyin BİLGEKUL

Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.
Doğu Akdeniz Üniversitesi
Gazi Magosa - Kıbrıs
email: bilgekul@eeen.et.edu.tr

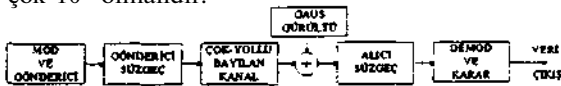
ÖZET

Bu makalede, bina-içi milimetre dalga boyu, taşınabilir iletişim sistemlerinin (TİS) çeşitleme ve denkleştirme yöntemleriyle elde edilebilecek potansiyel başanlımları araştırılmıştır. Başarımları karşılaştırılan kipler yöntemleri; ikili ve dörtlü evre kaydırmalı anahtarlama'nın (BPSK, QPSK) uyumlu (coherent) türleri (CBPSK ve CQPSK) ile uyumsuz (incoherent) minimum kaydırmalı anahtarlama (IMSK) ve Gauss süzgeçlenmiş IMSK (IGMSK)'dir. CQPSK'nın, CBPSK, IMSK ve IGMSK'dan daha iyi başanlımları gösterdiği gözlemlenmiştir fakat yine de bu sistemlerin hiç birisi sayısal şebekelere kablosuz bağlantı sağlayacak 10Mb/s veri hızında gerekli başarımları gösteremediler. Bu veri hızına ulaşabilmek için uygulanan iyileştirme yöntemlerinden uyarlanabilir denkleştiriciler pek fazla yarar sağlamadılar. Başarımda kayda değer iyileştirme sadece frekans çeşitleme yöntemiyle elde edilmiştir.

GİRİŞ

Bina-içi taşınabilir iletişim için kullandığımız iletişim sistemi modeli Şek. 1 de gösterilmiştir. Milimetre dalga boyu frekanslardaki ölçümler, işaretlerin duvarlardan geçerken 50dB'den fazla zayıfladıklarını göstermiştir [1,2]. Bu zayıflama rakamları aynı frekansların komşu hücrelerde de kullanılabilirliğini göstermektedir. Dolayısıyla, her oda bir hücre olarak kabul edilebilir ve tüm mevcut frekans spektrumu tekrar tekrar kullanılabilir. Bu durum ise bu tip ortamlarda frekans çeşitleme yöntemlerinin kullanılmasına olanak sağlar.

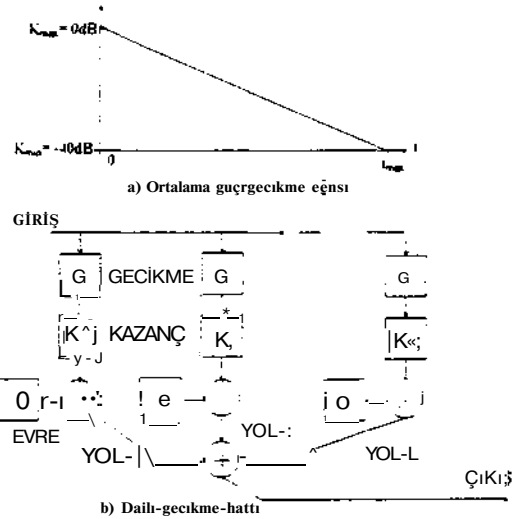
Bina-içi gezgin iletişim için kullandığımız başanlımları ölçütü bit-hata-oranı (BHO) başarımlarıdır. Hedeflenen BHO tüm şartlar ve tüm kanallarda en çok 10^{-3} olmalıdır.



Şek.1. Bina-içi taşınabilir iletişim sistemi modeli

TİS kanalı çok-yollu bir özelliğe sahiptir ve çok yollu bayılan bir kanal olarak kabul edilir. Çok-

yollu oda içi kanalın güç-gecikme eğrisi (GGE) yapılan ölçüm çalışmalarıyla belirlenmiştir [3]. Logaritmik GGE sıfırdan maximum gecikme'ye (t_{max}) kadar doğrusal bir düşüş gösterir. Burada K_{max} , maximum kanal kazancı (0dB) ve K_{min} ise minimum kanal kazancı (-40dB) dir. Çok yollu bayılan kanallarda BHO başanlımları etkileyen en önemli unsur GGE'nin şekli değil fakat GGE'nin bir parametresi olan Karekök Ortalama Gecikme (KOG, σ) değeridir. Bina-içi Rayleigh bayımlı kanallarda σ değeri 0 ile 200ns arasında değişir. Üstel (exponential) GGE veya logaritmik olarak çizildiğinde doğrusal GGE'nin σ değeri t_{max} cinsinden $\sigma = t_{max}/9.21$ olarak ifade edilir [4]. Şek.2. de böyle bir GGE profili görülmektedir. Her gecikme değeri için işaret ortalama gücü belli olmakla beraber bu gücün anlık değerleri rast gele değişmektedir. Bu tip bayılan Rayleigh kanalları çeşitli modellerle gerçekleştirilebilmektedir. Bizim kullandığımız çok-yollu bayılabilen Rayleigh kanal modeli Şek.2. de görülmektedir. Bu modelde 12 tane



Şek.2. Güç-gecikme eğrisinin dallı-gecikme hattı ile gerçekleştirilmesi.

gecikme yolu kullanılmaktadır. Her yolun kazancı GGE'nden örneklenmiş bir sabit değerdir, evresi ise düzgün dağılımlı rastgele bir değerdir. 12 gecikme

yolu kullanmakla alınan işaret değerlerinin yaklaşık olarak Gauss dağılımlı olması sağlanır. Böyle bir kanal modelinden geçen işaretlerin gücü Rayleigh bir dağılım gösterir [4].

CQPSK uygulamalarımızda, minimum BHO elde etmek için Gray kodlaması ve evre uyumlu alıcı (coherent detection) kullanılmıştır. Karşılaştırmalarımızda MSK'yı da katmamıza neden, bu yöntemin gerçekleştirilme sadeliği ve frekans verimliliğidir [5]. MSK uygulamalarımızda sınırlama-ayırtaç (limiter-discriminator) alıcı kullanılmıştır. Tabanbandı vurum şekillenmesiz MSK'yı seçme nedenimiz bu yöntemin bayılan Rayleigh kanallarındaki başarımıdır [6].

Çok-yollu bayılan kanallardan yapılan iletişimde ulaşılabilen en yüksek veri hızının kanalın karekök ortalama gecikme (o. KOG) değeri ile sınırlandığı gösterilmiştir [4.7]. Bu çalışmalarda veri hızı R_b 'nin KOG'ye göre ilişkisi $R_b \leq 0.08/a$ olarak ifade edilir. Veri hızını bu sınırın üzerine çıkarabilmek için kanalın neden olduğu hataların uyarlanabilir kanal denkleştirme (adaptive channel equalization) ve çeşitleme (diversity) yöntemleriyle düzeltilmesi gerekir. Bu çalışmalarımızda bu gibi yöntemlerin etkisi araştırılmıştır.

İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

1. Çeşitleme ve Birleştirme Yöntemleri

Eğer aynı işaret birden fazla bağımsızca bayılan kanal üzerinden, yeterince farklı zamanlarda, frekans aralığında veya polarizasyonda gönderilirse, bütün bu kanalların aynı anda bayılma olasılığı, herhangi tek bir kanalın bayılma olasılığından çok daha düşüktür. Böylece, zeki bir karar mekanizması yardımıyla en yüksek İşaret-Gürültü-Oranı (İGO) 'na sahip olan işaret seçilerek hata oranı büyük ölçüde düşürülebilir.

Bina-ıçi iletişim sistemlerinde uzay, zaman ve yön çeşitlemesi kullanımı, çok sayıda çeşitleme yoluna ihtiyaç duyulduğundan pek pratik değildir. Halbuki, milimetre dalga frekanslarında her oda bir hücre olarak tasarlanabildiği için [4] kullanılacak frekans bandı geniştir. Bir de, bina-ıçi iletişim kanalı frekans seçici olduğundan, ve de iletişim bandının bazı yöreleri bayılırken diğer yöreleri oldukça iyi olabildiğinden, bu tip sistemlerde frekans çeşitleme kullanımı uygundur. Alıcı uygun bir yöntemle işareti kanalın bayılmayan kısmından seçerse, BHO oldukça düşürülebilir.

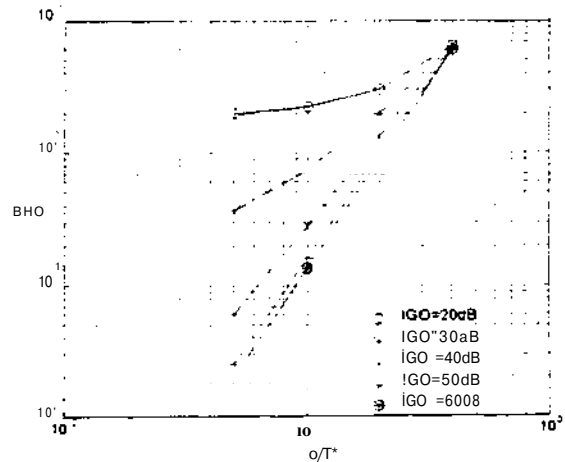
2. Kanal Denkleştirme Yöntemleri

Eşzamanlı denkleştiriciler gecikme süresi büyük olan kanallar için uygundur. Böylece denkleştirici çok-yollu işareti farklı zaman bileşenlerine ayırabilir. Alıştırma işaretleri ve uyarlamalı katsayı

güncelleştirme algoritması yardımıyla da kanaldaki bozulmaları denkleştirmeye çalışır. Üstel GGE'ne sahip bir kanal içinde, eşzamanlı denkleştiricilerin, çok-kollu kanal bayılması ve Gauss gürültüsü nedeniyle oluşan işaret bozulmalarını denkleştirebilmesi için $t_{\max} \geq K \cdot T$, ilişkisini tatmin etmesi gerekir (burada K denkleştirici tap sayısı ve T, ise sembol süresidir). Böylece, K=1 ise kanalın zaman uzantısı içerisine en az 1 tap. K=2 ise iki tap bulunmuş olacak. Bir TİS ortamında (a=0 to 200ns) düşük $t_{\max}$ değerlerinde K>1 olsa da tüm taplar aynı örnekleme anında bulunacaklarından, sonuç K=1 imiş gibi görünecek. R'i artırmakla $t_{\max} \cdot ZT$, sağlanmaya çalışıldığı zaman ise BHO çok yüksek olacağından, girişteki işaret seviyesi çok düşük olacak ve böylece uyarlama algoritması tap katsayılarını güncelleştirmeyecek. Böylece, yeni bir alıştırma işareti gelinceye kadar denkleştirici çalışamaz hale gelecek.

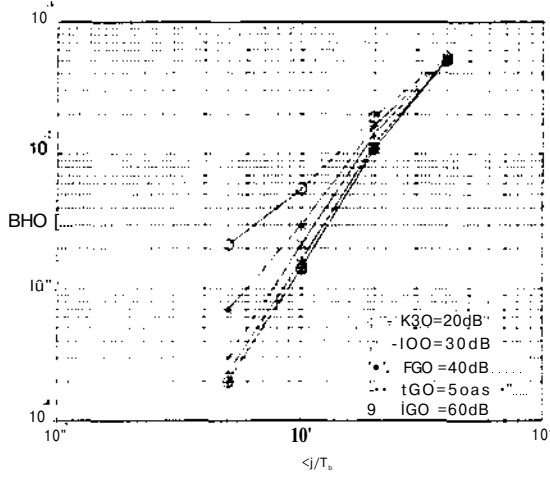
BENZETİM ÇALIŞMALARI

Benzetimlerimizde 16 bit eşzamanlama eki ve 484 bit veri taşıyan DECT (Sayısal Avrupa Telsiz İletişimi) benzeri paket bilgiler kullanılmıştır. Hataların patlamalar şeklinde olduğunu ve patlama anlarında BHO değerinin oldukça yüksek olduğunu gözlemledik. BHO başarımını etkileyen parametreler İGO ve kanalın KOG değeri erdir. Çizimlerimizde a yerine KOG'nin bit zamanı T_b ile düzelenmiş değeri olan a/T_b (düzgelenmiş KOG) kullanmaktayız. CQPSK'nın başarımı İGO ile beraber iyileşmektedir. Fakat, Şek.4. 'de görüleceği gibi bu iyileşme devamlı değildir. Belli bir İGO'dan sonra Azaltılamıyan BHO (ABHO, irreducible BER) değerine ulaşmaktayız. ABHO'na ulaşıldığı zaman, İGO değerini artırmakla başarımlı iyileşmemektedir. Çünkü, kanalın bozucu etkileri sistemdeki diğer bozucu etkilerden daha baskındır. Şek.5.'de görüleceği gibi, CQPSK ABHO değerine 50dB İGO civarında ulaşır.

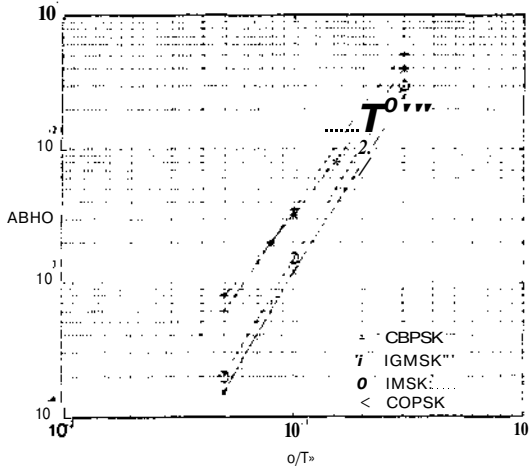


Şek.3. CQPSK için değişik İGO değerlerinde BHO'nun KOG'ye göre değişimi.

Uyumsuz alıcı kullanan MSK'nın başarımı ise Şek.4'de gösterilmiştir. IMSK da ABHO değerine 50dB İGO civarında ulaşır. Şek.4'deki sonuçlar benzeri diğer araştırmalardaki [8] sonuçlarla uyum içindedir. ABHO değerine ulaştığımızda İGO'yu yükseltmenin pek yaran olmayacağına göre, Şek.5. CBPSK, CQPSK, IMSK ve IGMSK'nın ABHO başarımlarını göstermektedir. Şek.5.'da kullanılan İGO değerleri ABHO'ya ulaşmak için gerekli değerlerdir. Buradaki değerler başka araştırmalardaki [4,6,7] değerlerle uyum içindedir. GMSK'nın vurum şekilleme süzgecinin simgeler arası karışmayı çoğaltmasından dolayı IGMSK'nın başarımı IMSK'dan daha kötüdür. GMSK'nın bu özelliği başka araştırmacılar tarafından da görülmüştür [6].



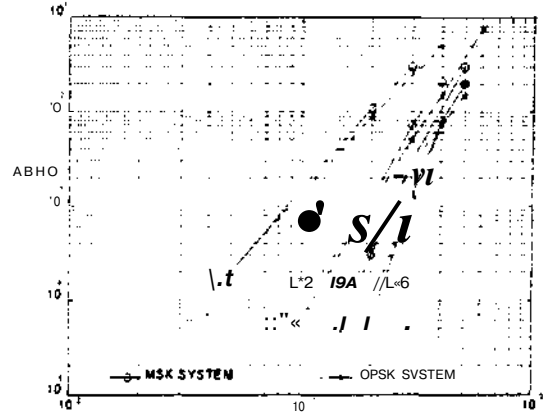
Şek.4. IMSK için değişik İGO değerlerinde BHO'nun KOG'ye göre değişimi.



Şek.5. CBPSK, CQPSK, IMSK ve IGMSK'nın ABHO değerlerinin KOG'ye göre değişimi.

Üstteki sonuçlardan CQPSK ve IMSK en iyi başarıma sahiptir. Bu iki yöntemin frekans çeşitleme kullanarak elde edilebilecek başarımların iyileşmeleri de incelenmiştir. Frekans çeşitlemeli işaretlerden alıcıda Seçmeli Birleştirme Yöntemiyle

(SBY) yalnız en yüksek güce sahip olan seçilmiştir. Şek.6'da frekans çeşitleme kullanan CQPSK ve IMSK'nın başarımları görülmektedir. Burada MSK alıcısı sınırlamalı-ayırtaç kullanılmıştır. Şek.6'da L frekans çeşitleme yol sayısıdır. İki yollu SBY bilgi iletim hızını iki kat, 8 yollu SBY ise 3 kat artırmaktadır. İki yollu frekans çeşitleme belli bir KOG değerinde BHO başarımını da 10 kat civarında iyileştirir.



gecikme ve amaçlanan BHO değerine bağlı olduğunu gösterir. Bu çalışmalarda KGD'nin iyileştirme sağlaması için amaçlanan BHO 10^{-10} - 10^{-3} olmalıdır. Şek.7'de 3 ileri - 2 geri (3İ-2G) tap kullanan KGD başarımı değişik KOG değerlerinde çizilmiştir. Görüleceği gibi yüksek KOG değerlerinde sağlanan çok küçük başarımla iyileştirmesi bu denkleştiricinin kullanılmasına yeterli değildir.

SONUÇ

Rayleigh bayılma gösteren kanallarda COJPSK ve sınırlamalı ayırtaç alıcı kullanan IMSK yöntemleri yakın bir başarımla gösterirler. Her iki yöntem de 50dB İGO civarında ABHO değerine ulaşırlar. Vurum şkillenmesi başarımı fazla etkilememiştir. Her iki yöntem de büyük oranda farklı gecikmeler gösteren kanallarda 10Mb/s veri hızına amaçlanan BHO ile ulaşamazlar. Uyarlanırlar denkleştiriciler veya çeşitleme yöntemleriyle amaçlanan BHO başarımları elde etmek gerekir.

Düzgülenmiş KOG değerleri 0 ile 1 arasında oldukça değişebilen TİS kanalları için denkleştiriciler uygun değildir. Kesir gecikmeli denkleştiriciler zaman seyirmesine karşı az duyarlı olmakla beraber oldukça değişebilen gecikme dağılımlarında başarımla iyileştirmesi sağlayamazlar.

CQPSK ve IMSK yöntemlerine uygulanan seçme-birleştirmeli frekans çeşitleme ise başarımla iyileşmeler sağlamıştır. İki yollu çeşitleme veri hızını iki kat, 8 yollu çeşitleme ise 3 kat artırmıştır. Milimetre dalda boyu frekanslarla bina-içi iletişimde her-oda-bir-hücre kabul edilirse, mevcut frekans bandı oldukça geniştir. Böylece, frekans çeşitleme kullanımına olanak sağlar.

KAYNAKLAR

- [1] SALEH. A. and VELENZUELA. R.. *A statistical model for indoor multipath propagation*. IEEE J. on Sel. Areas in Comm., Vol.5, No.2, pp. 128-137, Feb. 1987.
- [2] ALEXANDER. S.E. and PUGLIESE. G.. *Wireless communication within buildings: Results of measurements at 900MHz and 60GHz*. British Telecom TJ. Vol. 1, No.1, pp.99-105, July, 1983.
- [3] BENSEBTI. M.; DAVIES. R.; MCGEEHAN. J.P.; BEACH. M.A & RICKARD. D.C.. *Short range propagation measurements and modeling at 60GHz for L.V.v. Coll. on Prop. Studies on Mobile Radio*. Bristol. UK. Sep. 1990.
- [4] AMCA. H.. *Broadband Millimeterwave Digital Radio Systems Operating in an Indoor Environment*; Ph.D. Thesis. University of Bradford. UK. 1993.
- [5] KORN. Israel. *GAISKmth linear discriminator detection in satellite mobile channel*. IEEE

Trans. on Comm. Vol. COM-39. No. 1. pp. 94-101. Jan. 1991.

- [6] HEATH. M.R. and LOPES. L.B.. *Adaptive envelope modulation techniques for personal communications*. 2nd IEEE Nat. Conf. On Telecom. Publ. No.300. 1984. pp.249.
- [7] CHUANG C.I.J. . *The effect of time delay spread on portable radio communications channels with digital modulation*. IEEE J. on Sel. Areas in Comm.. Vol.5. No.5. pp.879-889. June. 1987.
- [8] ADACHI. F. and PARSONS. J.D.. *Bit error rate performance of digital FA I mobile radio with postdetection diversity*. IEEE Trans. on Comm. Vol.37. No.3. pp.200. Mar. 1989.
- [9] CHENNAKESHU. S. and SAULNIER. G.J.. *Differential detection of M-Shifted-DQPSK for digital cellular radio*. IEEE Trans. Veh. Tech. Vol.42. No.1. Feb. 1993.
- [10] HUANG.W.; RAPPAPORT. T.S. and FEUERSTEIN. M.J.. *Performance of decision feedback equalizers in urban and indoor mobile channels*. IEEE Nat conf on Mobile Radio Comm. USA. 1992. pp 368-371.



Hasan AMCA. 1984'de Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nden (yeni ismiyle Doğu Akdeniz Üniversitesi - Gazi Magosa) B.Eng. derecesi ile mezun olduktan sonra sırasıyla Essc. Üniversitesi (İngiltere) ve Bradford Üniversitesi (İngiltere)'den VI.Sc ve Ph.D. dereceleri

aldı. Şu anda Doğu Akdeniz Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. Şimdiki ilgi alanları gezgin ve bina içi haberleşme sistemleridir.



Hüseyin İLÇİKKİL. 1978'de Beyrut Amerikan Üniversitesi'nden BE. ve 1980'de Boğaziçi Üniversitesi'nden M.Sc. derecesini aldı. 1982 yılından beri Doğu Akdeniz Üniversitesi (Gazi Magosa, Kıbrıs) Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak

İletişim. Sistem ve Elektronik dallarında dersler vermektedir. Şimdiki ilgi alanları sayısal iletişim ve sinyal işlemedir.

PALplus GENİŞ EKRANLI AVRUPA TELEVİZYON SİSTEMİ

MEHMET KESİM

ANALODU ÜNİVERSİTESİ
RADYO-TELEVİZYON YAPIM MERKEZİ
26470 ESKİŞEHİR

ÖZET

PALplus sistemi, Avrupa yayın ve cihaz üreten kuruluşların desteği ile geliştirilen bir yayın sistemidir. 625/50Hz/2:1 ve 16:9 özelliklerine sahip, PAL sistemi ile uyumlu çalışabilen bu sistemde mevcut PAL sistemindeki çapraz parlaklık (cross-luminance) ve çapraz-renk (cross-colour) gibi bozulmalar düzeltilmektedir. 574 tam aktif satırın tamamı PALplus alıcılarında izlenirken, aynı yayındaki 430 tam aktif satır mevcut PAL alıcıları ile alınabilmektedir.

GİRİŞ

PAL sistemi ile yayınların başladığı tarihten bu yana, sistemin görüntü kalitesinin daha iyileştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar devam ederken Avrupa, Japonya ve ABD'de sayısal televizyon sistemlerinin denendiğini ve hızlı bir şekilde geliştirildiğini görmekteyiz. HDTV (High Definition Television), ADTV (Advanced Television), DVB (Digital Video Broadcasting) gibi adlar verilen yeni sistemler için bugüne kadar henüz bir ortak standart oluşturulamamıştır. Buna rağmen yeni yayın sistemleri değişik ülkelerde denenmektedir. Bu nedenle, tam olarak sayısal televizyona geçmeden, bir geçiş dönemi yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Geçiş aşamasında mevcut alıcıların rahatlıkla alabilecekleri fakat görüntü kalitesi daha iyi olan yeni yayın sistemleri denenmektedir, işte Enhanced PAL olarak tanımlanan PALplus sistemi bu amaçla geliştirilmiştir. PALplus sistemi 625 satır, 50 Hz ve 2:1 geçmeli taramalı özelliklerini korumakta, görüntü çerçeve oranı olarak da 4:3 yerine 16:9 oranını kullanmaktadır. Bu nedenle Geniş Ekran (Wide Screen) özelliği taşımaktadır. PALplus sistem çalış-

maları Almanya'nın girişimi ile 1989 yılında başlatılmıştır. Çalışmalara aktif olarak bazı Avrupa yayın ve alıcı cihaz üreten kuruluşlar destek vermektedir.

Projenin amacı PAL sistemini geniş ekranlı ve daha kaliteli hale getirmek, 21. yüzyılda yayın hayatına girecek sayısal televizyon sistemine kadar geçiş dönemini bir anlamda doldurmaktır. Projeye destek veren kuruluşlar şöyle özetlenebilir.

Yayın Kuruluşları : Avusturya : ORF; Belçika : Canal+, TVCF, RTBF; İngiltere: Canal 4, Granada Television; Almanya : ARD, BR, MDR, Premiere, ZDF, 3SAT; Yunanistan : ERMIS; Lüksemburg : RTL-TVİ; Portekiz: TVİ; İspanya : RTVA Canal Sur, RTVE, TV3 Catalan; İsviçre : SRG

Cihaz Üreten Kuruluşlar: Grundig, Nokia, Philips, Thomson

PALplus sisteminin genel özellikleri de şöyle özetlenebilir:

1. Band genişliği, standart PAL sisteminin band genişliği ile aynıdır. (B/G için 5MHz, I için 5,5 MHz). Mevcut PAL sistemi ile tam bir uyum içinde çalışmaktadır.
- 2- Yayınlar 4:3 (mevcut PAL alıcıları) ve 16.9 (geniş ekranlı PALplus) alıcılarının her ikisinde de izlenebilmektedir.
3. Sinyal kalitesi PAL sisteminin sinyal kalitesinden daha iyi hale getirilmiştir.
 - Kullanılabilir parlaklık(luminance) band genişliği artırılmıştır.
 - Çapraz renk (cross-colour) ve çapraz parlaklık (cross-luminance) etkisi azaltılarak görüntü kalitesi artırılmıştır.
4. Ses kalitesi artırılmıştır.

PALplus SİSTEMİ

PALplus sistemi 625 satır (576 aktif satır), 50 Hz 2:1 geçmeli tarama ve 16:9 görüntü çerçeve oranı özelliğine sahiptir. Bu sistemi kısaca, geniş ekranlı ve görüntü kalitesi iyileştirilmiş PAL sistemi olarak da tanımlayabiliriz. Giriş ve çıkış sinyali 625/50/2:1 özelliğini korur. Eğer sistem girişinde 1250/50/2:1 HDTV sinyali kullanılacaksa, bu sinyal 625/50/2:1'e çevrilir. PALplus sistemi CCIR Rec.601'e uygundur. Rec.601 Sayısal Televizyon Kodlama Parametreleri ile ilgili bir standarttır. Bu standart ile 4:2:2'ye göre örnekleme yapılır. Y (luminance)'den 4, (R-Y)'den 2 ve (B-Y)'den 2 örnekleme alınmaktadır. Örnekleme frekansı Y için 13,5 MHz, (R-Y) ve (B-Y)'nin herbiri içinde 6,75 MHz'dir. Örnekleme işlemi, Y için 13,5 MHz'de her aktif satırda 720 parlaklık örnekleme alınarak yapılmaktadır.

Letterbox Formatı

Y, (R-Y), (B-Y) bir başka ifade ile Y, C_R , C_B sinyalleri sisteme 576/50/2:1 16:9 özelliğinde girer. Giriş sinyali geniş ekran özelliği taşımaktadır. Bu sinyal mevcut PAL alıcılarında alındığında görüntünün geometrik bozulmaya uğramaması gerekmektedir. Bu nedenle PALplus görüntüsü, PAL alıcılarında **Letterbox** formatında oluşur. Alıcının üst ve alt kısmında siyah boşluklar yer alır. Görüntünün ekranı kaplaması istendiğinde, görüntüde deformasyon olur. Örneğin dairesel görüntüler elips haline gelir. Ekrandaki kişilerin boyu yapay olarak uzatılmış olur. Kısaca geniş ekranlı PALplus sinyali mevcut alıcılarda geometrik bozulmaya uğratılmadan, ancak letterbox formatında oluşturulabilir. Şekil 1.

Letterbox görüntüsü Y sinyali için (düşey parlaklık bilgisi için) QMF (Quadrature Mirror Filter) tekniği kullanılarak üretilir. Sisteme giren satırlardan 574 tam aktif satırın 144'ü Düşey Dönüştürücü ile Düşey Yar-

dımcı Sinyal (Vertical Helper Signal) haline getirilerek kodlanır. 430 satır Y, C_R , C_B olarak MACP (Motion Adaptive Colour Plus) katına gider. Düşey Yardımcı Sinyal, video sinyalinin siyah seviyesi üzerinde simetrik olarak ± 150 mV'luk genlik değerinde (toplam 300 mV), renk alt taşıyıcısının U fazının artık yan bant bastırılmış taşıyıcı modülasyonuna uğratarak yerleştirilir. Bütün düşey dönüştürme adımları, hem intra-frame, hemde intra-field modları için kullanılır (Kaynak eğer film ise intra-frame (25 Hz) kaynak kamera ise intra field (50 Hz) modu kullanılır.) Şekil-2 (Ellis RGB, s. 18). PALplus sinyalinin 23.satırının ikinci yansında ve 623. satırının ilk yansına özel referans sinyalleri yerleştirilir. Bunun nedeni, PALplus alıcılarda ile alınan sinyalin parlaklık ve düşey yardımcı sinyallerinin doğru şekilde konumlandırılmasının sağlanmasıdır.

PALplus'da bir başka özellikte geniş ekranlı olması özelliğidir. Bunun sağlanabilmesi için EBU/ETSI 1 Wide Screen Signalling (WSS) standardı kullanılarak 23. satırın ilk yansına geniş ekran özelliği verisi eklenir. Şekil-3 de 625 satırlık bir PALplus görüntü çerçevesi (frame) verilmektedir (Ellis, RJG s. 17). **Motion Adaptive Colour Plus**

Y, C_R , C_B olarak ayrılan 430 aktif satır MACP tekniği kullanılarak işlem görür. Bu teknik mevcut PAL sistemindeki çapraz-parlaklık ve çapraz-renk bozulmalarını gidererek, kullanılan parlaklık (luminance) çözünürlüğünü (resolution) en fazla değere çıkarır. Şekil-4 Kodlama, Şekil-5 Kod Çözme Katları (Ellis RJG. s. 17).

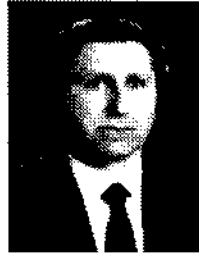
SONUÇ

Geniş ekran özelliği (16:9) taşıyan PALplus yayın istemi, tam olarak sayısal televizyon standardı belirlenip sayısal televizyon yayınlarına geçilinceye kadar Avrupa'da kullanılması planlanan bir yayın sistemidir. PALplus yayınları mevcut PAL alıcılarda (4:3) ile alınabilmekte, fakat ekranın üst ve alt kısmında letterbox adı verilen boşluklar oluşmaktadır.

KAYNAKÇA

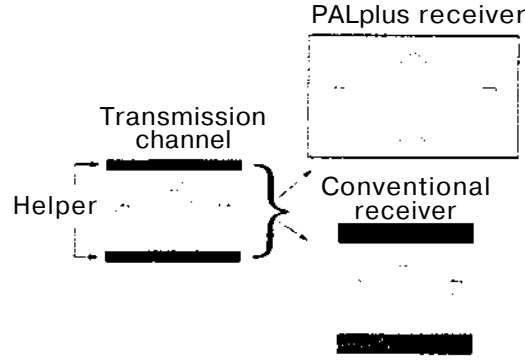
- 1- Kirk, David. "19 European Broadcasters Adopt PALplus." International Broadcast Engineer, s.7.
- 2- Ellis, R.J.G. "The PALplus Project: Concept to Introduction." International Broadcasting Convention. Amsterdam, Congerence Publication No. 397. s.8-19.
- 3- Vreeswijk, FVP, Rozendal, LT. Tichelaar, JY. "PalPlus Progress and Implementation-Terrestrial Widescreen right on track-" 18th International Television Symposium and Technical Exhibition, Broadcast Sessions, Montreux-Switzerland. 10-15 June 1993. s.722-777.
- 4- Digital Fact Book. Quantel 1994. s.28-78.
- 5- Slamin, Brendan. High Definition Television for Programme Makers. BBC Television Training. 1993.
- 6- Kesim, Mehmet. HDTV-Yüksek Tanımlamalı Televizyon. Avrupa, Japonya ve Kuzey Amerika Standart Çalışmaları. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:709. 1993, Eskişehir, s.51.

ÖZGEÇMİŞ

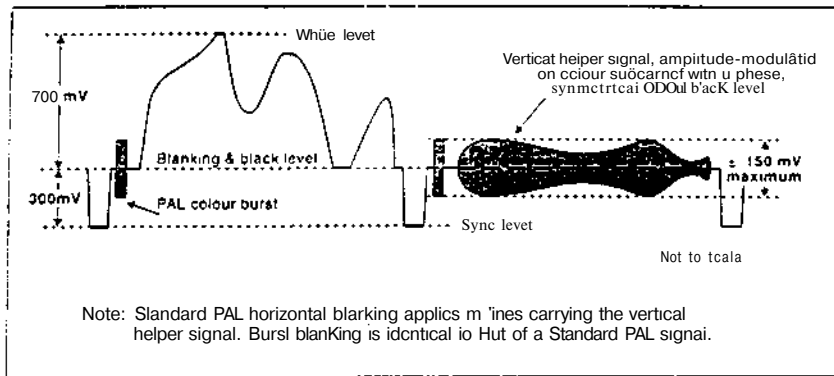


Mehmet Kesim, 1952 yılında Çorum'da doğdu. 1974 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makina-Elektrik Fakültesi, Elektrik Bölümü, Zayıf Akım Kolu'ndan mezun oldu.

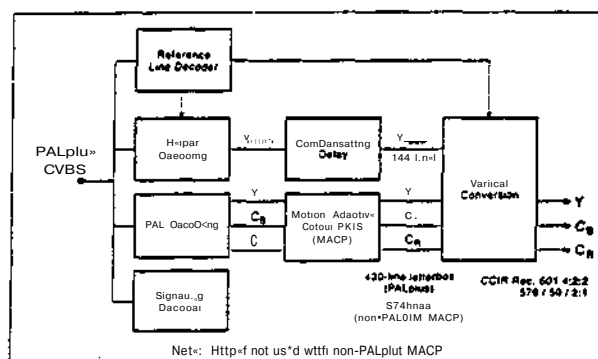
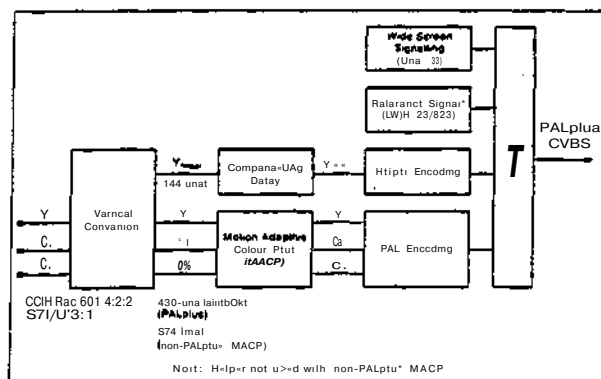
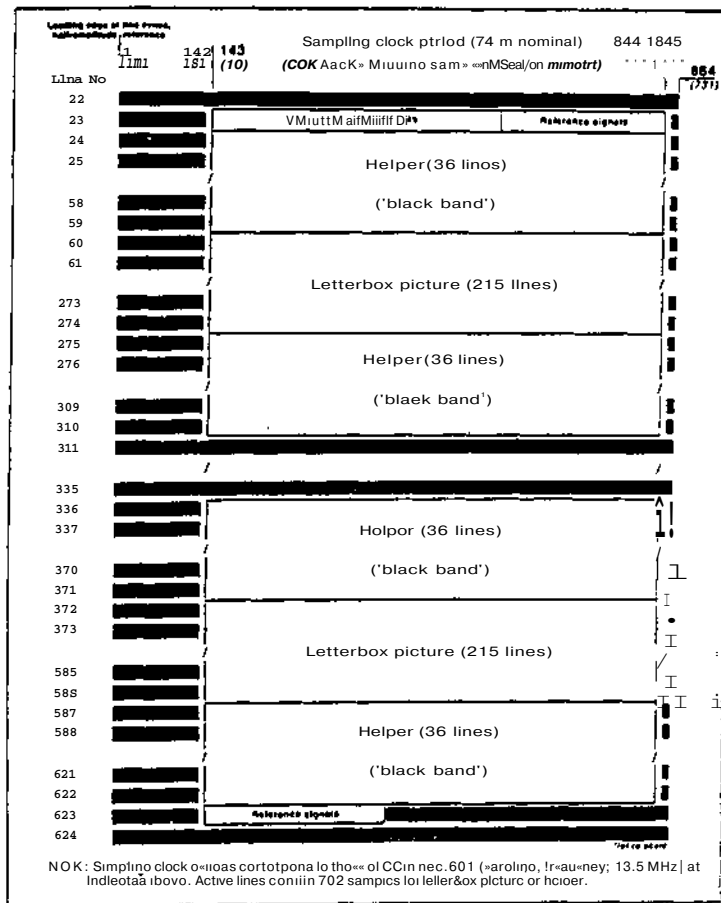
Anadolu Üniversitesi'nde 1985'de Doktor, 1988'de Doçent, 1993 yılında Profesör oldu. Renkli Televizyon Tekniği dalında İngiltere ve Almanya'da eğitim gördü. Anadolu Üniversitesi'nin İletişim Bilimleri Fakültesi ve Eskişehir Meslek Yüksekokulu'nda TV-Teknolojisi, İletişim Teknolojisi, Görüntü Tekniği derslerini vermektedir. Halen Anadolu Üniversitesi Radyo-Televizyon Yapım Merkezi'nde Teknik Plan Proje Bölüm Başkanlığı'nı yürütmektedir. Türkiye'de EMO, ABD'de SMPTE ve İngiltere'de Royal Television Society'ye üyedir.



Şekil-1



Şekil-2



GMDH YAPAY NÖRAL AĞ TEMELLİ RESİM SIKIŞTIRMA

Kenan DANIŞMAN*

B.Sami TEZEKİCİ"

* Erciyes Üniv. Müh. Fak. Elektronik Bölümü 38090-KAYSERİ
" Niğde Üniv. Mühendislik Fak. Elektronik Bölümü NİĞDE

ÖZET

Bu çalışmada, yapay nöral ağlar incelenerek. GMDH (Group Method of Data Handling, Grup Metoduyla Veri Toplama) nöral ağı temelli yeni bir resim sıkıştırma metodu geliştirilmiştir. Bu yeni resim sıkıştırma tekniğinde GMDH ağı tahmini kodlama tekniğinde kodlayıcı olarak kullanılmıştır. Bu teknik, bir res-bir'in (pixel-resim birimi) komşularıyla olan benzerliğini kullanarak, bir resbirin değerini tahmin etme üzerine kurulmuştur.

1. GİRİŞ

Grup Metoduyla Bilgi İşleme (GMDH), A.G. Ivakhnenko tarafından 1968 yılında ortaya atılmıştır. Bu metod daha sonra onun 1971'deki "Karmaşık Sistemlerin Polinom Teorisi" adındaki makalesiyle yaygın bir hale gelmiştir/1/. GMDH ağları ileri beslemeli, kendini organize edebilen ağlardır. GMDH algoritması karışık sistemlerin yüksek dereceli regresyon tipi modellerini oluşturur/2/. GMDH sistemlerin tanımlanmasında, tahmininde, optimizasyonunda kullanılmaktadır/3-5/

2. GMDH AĞI

GMDH kendi kendine organize olan denetimli öğrenme algoritmasına sahip bir yapay nöral ağ tipidir. Bu çalışmada GMDH nöral ağı, DPCM (Differential Pulse Code Modulation, Ayrımlı darbe kod modülasyonu) temelli bir tahmini kodlama sisteminde tahmin edici olarak geliştirilmiştir/6/. DPCM'de resim sıkıştırma, kodlanacak resbirin gerçek değeri ile o resbirin kodlanmış resbirlerini kullanarak tahmin edilen değeri arasındaki fark (veya hata) düşük sayıda bitlerle temsil edilerek yapılmaktadır. Böylece tekrar oluşturma hatası daha düşük bit'lerle temsil edildiği için gerçek hatadan daha az bit'le kodlanarak sıkıştırma sağlanabilmektedir. Resim sıkıştırma oram tahminin doğruluk derecesine ve kullanılan indirgeme metoduna bağlıdır. Bir resbir'in etrafındaki komşu resbirlerinin bazıları-nın değerlerine bakarak GMDH ağı o resbirin değerini başarılı bir şekilde tahmin

edebilmiştir. Kullanılan öğretim algoritması en küçük ortaama kare minimizasyonu üzerine kurulmuştur/ 6/.

3.GMDH AĞI İLE RESİM SIKIŞTIRMA

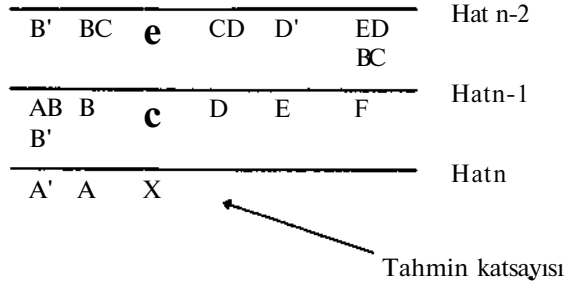
GMDH ağını resim sıkıştırmada kullanma fikri, bir resim üzerindeki her satırdaki bütün res-bir¹ lerin değerlerinin oluşturduğu polinomun katsayı-larını bulabilmek için ortaya atılmıştır. Fakat bu polinom tekniği yüksek dereceli polinomlar kullanmasına rağmen başarılı çalıştırılmamıştır. Bu sonuç görüldükten sonra, resimin bir satırının res-bir elemanlarının oluşturduğu ani değişimleri gösteren eğri, kabul edilebilir bir dereceye kadar "düzgünleştirme" süzgecinden geçirildikten sonra GMDH ağının daha başarılı bir sonuç vermesi hedeflenmiştir. Eğriler süzgeçten geçirilmiş ve bu düzgünleştirilmiş eğri olarak GMDH ağına öğretilmeye çalışılmıştır. Bu işlemde bile, GMDH düzgünleştirilmiş eğrileri öğrenmede (diğer bir deyişle eğrileri uydurmada) beklenen başarıyı gösterememiştir/6/. Literatüre bakıldığında GMDH ağının karmaşık sistemlerin kısa zamanlı davranış-larını tahmin etmede başarılı uygulama-larının olduğu görülmektedir/2.7/. Yukarıdaki denemeler-den sonra, GMDH ağının "tahmini kodlama" tekniğinde "tahmin edici" olarak kullanmaya karar verilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

3.1 Tahmini kodlama

Bu teknik bir res-bir'in komşuları ile olan yüksek derecedeki benzerliğini kullanarak, bir res-bir'in değerini tahmin etme üzerine kuruludur. Diferansiyel Pals Kod Modülasyonu(DPCM) ve Delta Modülasyonu(DM) metodları tahmini kodlamamın örnekleridir. Bu iki metod, skalar indirgeme üzerine kuruludur ve vektör üzerinde değil, bir res-bir üzerinde çalışır. Vektör indirgeme de bir resim sıkıştırma tekniği olarak kullanılmıştır.

3.1.1 Tahmin Fonksiyonu

Bir res-bir'in değeri, kodlanmış olan etrafındaki res-bir'lerin değerleri kullanılarak tahmini olarak hesaplanabilir(Şekil 1.).



Şekil 1. Res-bir'lerin tahmin edilmesi için kullanılan komşu res-bir kümeleri.

x_i 'nin tahmin edilmiş değeri x_i' ile temsil edilsin. Aralarındaki fark $d_i = x_i - x_i'$ dür. Eğer tahmin sadece bir res-bir (mesela $x_i - l$) ile yapılırsa, tahmini değer aşağıdaki gibi bulunur.

$$x_i = px_{i-l} + (1-p)m \quad (D)$$

Burada m res-bir değerlerinin ortalaması, p ise komşu res-bir'lerin yatay olarak korelasyonunun normalize edilmiş değeri:

$$\rho = \frac{E(x_i x_{i-l})}{E(x_i x_i)} \quad (2)$$

dir.

Genellikle tahmin ediciler fazla sayıda birbirine yapışık res-bir kullanılır.

$$x_{i,j} = \sum_{k=1}^n \alpha_k x_{i,j,k} \quad (3)$$

Basit lineer tahmin edicilerin çarpma fonksiyonuna ihtiyacı yoktur. Mesela:

$$P(X)=A \quad (4)$$

$$P(X)=(A+C)/2 \quad (5)$$

$$P(X)=(A-D)/2 \quad (6)$$

veya

$$P(X)=A-B+C \quad (7)$$

gibi tahmin ediciler, hata tahmininin en küçük ortalama kare minimizasyonu veya res-bir'le komşuları arasındaki farklı korelasyon katsayıları kullanılarak daha da optimum hale getirilebilir. Mesela 3 res-bir kullanılırsa, belirlenmiş lineer tahmin edici aşağıdaki gibi tarif edilebilir:

$$P(X) = \rho_H A + \rho_V C - \rho_H \rho_V B \quad (8)$$

Burada:

$C > H$: Yatay olarak iki komşu res-bir'in korelasyon katsayısı

P_V : Dikey olarak iki komşu res-bir'in korelasyon katsayısı

Eğer $PH=PV=0.9$ ise (genellikle bir çok resim için geçerlidir ve

$$P(X) = 0.9(A+C) - 0.81B \quad (9)$$

olarak hesaplanır.

Sabit doğrusal tahmin ediciler kullanıldığı zaman, resimlerdeki kenarların tahmin hatası önemlidir. Çünkü resim sinyali ani olarak kenarlarda değişir. Kenarlar tahmin için kullanılabilir. Bu durumda ilk önce kenar ve sonra kenarın bölgesel yönü bulunur. Kenarın varlığı ve yokluğuna göre farklı tahmin ediciler kullanılır. Kenarın varlığı durumunda, yönüne göre yine farklı tahmin edici kullanılır. Şöyleki:

$P(X)=P_0$ eğer hiç kenar yoksa

$P(X)=P_k$ eğer k yönünde bir kenar varsa

Burada $k \in \{l, N\}$ dir. Yalnız, kenarın yönü değişebileceği için sadece bölgesel bilgi kullanılamazdır. Böylece az bilgi ile işlem aynı zamanda hesap hızını arttıracaktır.

3.2 Skalar İndirgeme ve Huffman kodlaması

Tahmin yapıldıktan sonra, mesele farkların daha düşük sayıda bitlere indirgenmesi ve kodlanmasıdır. İndirgeyici, tekrar oluşturulan resimin kalitesini iki şekilde etkileyebilir. Lüminans değişikliği olarak kendini gösteren kenar değişikliğinde tahmin hatası büyük olur ve indirgeyicinin en üst seviyesi bile bu hatayı temsil edemeyebilir. Bu durumda, tekrar oluşturulan resimde kenarlar bulanık hale gelir. Yüksek seviyeler kullanıldığında ise (yüksek seviyeli hatalara cevap verebilmek için) düşük seviyelerde hata artmaktadır. Bu durumda da "karlanma" meydana gelmektedir. Bunlardan dolayı indirgeyicinin genişliği bu iki durum göz önüne alınarak tesbit edilir. En basit çözüm, indirgeyicinin seviye sayısını arttırmaktır. Fakat bu durumda da daha fazla bitin kodlanması gerekeceğinden sıkıştırma oranı düşecektir.

Huffman kodlama(HK) tekniği, bilgi kodlama veya sıkıştırmada en sık başvurulan ve en etkili metodlardan biridir[7]. Bu teknik "kayıpsız"dır: yani asıl bilgi ile oluşturulan bilgi idealde aynıdır. HK, bir çeşit entropi kodlama tekniğidir. Bir resimdeki res-bir değerlerinin dağılımı üniform olmadığında, res-bir'leri temsil etmek için gerekli entropi, res-bir'leri temsil eden B sayıdaki bitten daha az olacaktır. Entropi kodlamasında amaç, M tane res-bir'den oluşan ve $M*B$ bitlik yer kaplayan

bölgeyi(bir bloku), resimlerin o bölgede bulunma ihtimallerini hesaplayarak daha az sayıda bit ihtiva eden bilgiye ihtiyaç duyulacak şekilde kodlamak. Resimdeki her bir resim bir değerinin bulunma ihtimalleri bilindiği durumda Huffman kodlama şu şekilde yapılır. 1- İhtimalleri en büyükten en küçüğe doğru sıralandırarak bir liste oluşturulur ve bunlar ağacın yaprak bağlantıları olarak kabul edilir. 2- En düşük ilk iki ihtimal bağlantısının birini "1" diğeri "0" binary değeriyle gösterip birleştirilerek yeni bir dal bağlantısı oluşturulur ve iki ihtimalin toplam değeri bu bağlantının değeri olarak kabul edilir. 3- Birinci adıma geri dönülerek listede tek bir eleman kalıncaya kadar bu işlemler tekrarlanır.

4- TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada DPCM tekniğinde tahmin edici olarak GMDH nöral ağı kullanılarak yeni bir resim sıkıştırma tekniği geliştirilmiştir. GMDH programı C++ dilinde yazılmıştır. Öğretme algoritması en küçük ortalama kare minimizasyonu üzerine kurulmuştur. Geliştirilen tekniğin performansı matematiksel tekniklerle ölçülmüş ve değerlendirme yapılmıştır. Performans ölçme ve karşılaştırma için kullanılan kriterler, hataların karelerinin ortalamalarının karekökü(RMSE), tepe sinyalin gürültüye oranı(PSNR) ve normalize edilmiş karşılıklı benzerlik(NCC) kriterleridir. Bu matematiksel tekniklerin yanında gözleme dayanan sübjektif kriterlerle de değerlendirmeler yapılmıştır. Tablo 1. de elde edilen. RMSE. PSNR ve sıkıştırma oranları iki farklı resim (Lenna resmi ve göz retinası) için verilmiştir/6/.

Her tahmin edici, resmin küçük bir bölgesi için optimize edilmiştir. Mesela . bir 256x256 resim birimi ihtiva eden bir resim için. 16 tahmin edici (her biri 64x64 resim biriminden müteekkil) kullanılmıştır. Farklı tahmin edicilerin kullanılması, tahminin homojen bölgelere veya oldukça fazla kenar ihtiva eden yüksek kontrastlı bölgelere adapte olmasını kolaylaştırmıştır. Bütün bir resim için kullanılan bir sabit tahmin ediciden farklı olarak, bu teknikte bütün katsayıların saklanması ihtiva vardır. Bu da sıkıştırma oranı'nın düşmesine sebep olmaktadır. Kodlama için, ilk önce tahmin edicilerin katsayıları kaydedilmiştir ve daha sonra, toplam hataların Huffman kodları resimdeki her resim birimi için saklanmıştır. Kodların çözümü için, ilk olarak tahmin edicilerin katsayıları, daha sonra Huffman kodları okunarak, her resim birimi kendisine tekabül eden toplam hata ve kendisinin bulunduğu bölgenin tahmin edicisi kullanılarak tekrar oluşturulmuştur/6/.

öğretme seti'nin çok büyük olması sebebiyle. Widrow-Hoff öğrenme kuralı kullanılmamıştır. Eğer bu kural kullanılmış olsaydı, öğrenme zamanı oldukça uzun olacaktı. Doğrusal tahmin modelleri yerine çok terimli modellerin kullanılması sıkıştırılmış resimlerin kalitesini artırmasına rağmen sıkıştırma oranını azaltmaktadır. Çünkü çok terimli modeller daha fazla katsayılar kullanır. Çok terimli modeller yerine hızlı ve eldeki probleme uygunluğu sebebiyle en küçük kareler minimizasyon tekniği kullanılmıştır. Sıkıştırma oranı ve tahminin kalitesi arasında iyi bir denge sağlayabilmek için her tahmin ediciyi öğretmekte 64x64 (veya 32x32) boyutunda alt resimler kullanılmıştır/6/.

Adapte edilmiş tahmin edicilerde RMS hatanın daha düşük olması sebebiyle, adapte edilmiş tahmin ediciler, sabit tahmin edicilerden çok daha iyi sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte adapte edilmiş tahmin edicilerin kullanımı kenarların tesbitinde daha iyi sonuçlar vermektedir.

Geliştirilen bu teknikle elde edilen sıkıştırma oranları, bütün tahmini kodlama tekniklerinde olduğu gibi, çok yüksek olmamasına rağmen bütün resimlerin kalitesi oldukça iyidir. Sıkıştırma tekniğinden kaynaklanan hataların büyük çoğunluğu kenarlar üzerinde ve yüksek kontrastlı bölgelerde toplanmaktadır. Bu bölgelerde resimlerin bulaşıklaşmasına rağmen kalite hala kabul edilebilir sınırlar dahilindedir. Sadece tahmin edilen hata (fark) resimlerinde hata yapısı resimdeki kenarlar üzerinde gözlenebilmektedir. Bilindiği gibi resim kalitesi hemen hemen bütün tıbbi resimlerin işlenmesi ve saklanması için önemlidir. Retina resiminde, hata çok az olmuştur ve kenarlar önemli bir hasara uğramamıştır. Kullanılan resim sıkıştırma tekniğinin resim kalitesini, yani resmin taşıdığı bilgiyi kesinlikle bozmaması gerekmektedir. Retina resimlerini işleme açısından, geliştirilen GMDH nöral ağı temelli bu yeni resim sıkıştırma tekniğinin yeterli kalitede resim ürettiği performans ölçme sonuçları bakılacak olursa, rahatlıkla söylenebilir. Daha hassas indirgeyiciler kullanmak kaliteyi daha da arttırabilir (mesela 13 veya 16 seviyeli). Fakat bu durumda da Huffman kodlarının uzunluğu artacağı için sıkıştırma oranı biraz daha düşecektir/6/.

TABLO 1. Sabit tahmin ediciler ile RMSE, PSNR ve sıkıştırma oranlarının karşılaştırılması

ŞekilVTahmin POO	A	(A+CV2	A+C-B	f(A.C)	f(A.B, O
Lenna	13.37	8.83	7.65	7.67	6.93
Retina	1.35	1.26	1.36	1.26	1.25
Ortalama	12.32	9.54	10.53	8.94	8.80

(A) RMSE'nin karşılaştırması

ŞekilVTahmin POO	A	(A+CV2	A+C-B	t(A.C)	t(A.B, O
Lenna	25.60	29.20	30.44	30.42	31.31
Retina	45.49	45.80	45.45	46.12	46.14
Ortalama	29.67	30.51	31.51	32.44	32.69

(B) PSNR'nin karşılaştırılması (dB)

ŞekilVTahmin P(X)	A	(A+C)/2	A+C-B	f(A.C)	f(A.B, O
Lenna	2.83	3.00	3.08	3.15	3.22
Retina	3.39	3.67	3.19	3.39	3.73
Ortalama	2.66	2.85	2.67	2.82	2.95

(C) Sıkıştırma oranının karşılaştırılması

KAYNAKLAR

- [1] Ivakhnenko, A.G., "Polynomial Theory of Complex Systems", IEEE Trans. Systems, SCM-12. pp.364-378.1971.
- [2] Farlow, S.J., 'Selforganizing Methods in Modeling, GMDH Type Algorithms', M.Dekker Inc., New York. 1984.
- [3] Tamura, H. and Kondo, T., "Heunistics free Gmdh Algorithm of Generaüing Optimal Partial Polynominals with Applications to Air Pollution Prediction.". Joint Systems Sci.; Vol.II, no 9. pp. 1095-1111, 1980.
- [4] Dceda, S., Ochia M, and Savvagari. Y., 'Sequential GMDH Algonthm and its Applications to River Flow Prediction" IEEE Trans. on Man Cybern., SCM-6, pp.473-479, 1976
- [5] Mital, R., "Prediction of Human Static and Dynamic Strengths by Modified Basic GMDH Network". IEEE Trans. Syst. Man Cybern., SMC-14, pp. 773-776. 1984.
- [6] Tezekeci, B.S., ' GMDH Yapay Nöral Ağ Temelli Resim Sıkıştırma', E.Ü. Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, Kayseri, Şubat 1995.
- [7] Jain, A.K., " Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice-Hall, Englewood Clifss, 1989

B.Sami TEZEKECİ

1965 yılında Adana'da doğdu. 1988 yılında Erciyes Üniv. Müh. Fak. Elektronik Müh. Bölümü'nden mezun oldu. 1989 yılında aynı fakültede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 1991 yılında yüksek lisans eğitimini 1995 yılında ise

Doktora eğitimini bitirerek Doktor unvanını aldı. 1991-1995 yılları arasında üniversitedeki görevinden ayrılarak Adana PTT Başmüdürlüğü'nde görev yaptı. Şu anda bu görevden ayrılarak Niğde Üniversitesi Mühendislik Fak. Elektronik Müh. Bölümü'nde öğretim Üyesi olarak atanmıştır.

Dr. Tezekeci Yapay Sinir Ağları ve görüntü işleme konularında çalışmaktadır.



& KENAN DANIŞMAN

1961 yılında Denizli'nin Tavas ilçesinde doğdu. Yüksek Lisans eğitimini 1986'da ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik anabilim dalında. Doktora eğitimini de 1989 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Elektronik anabilim dalında tamamladı.

İlk görevine 1982 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak başladıktan sonra, 1987'de öğretim görevlisi, 1989'da da öğretim üyesi oldu. 1992 yılında Doçent unvanı alan K. DANIŞMAN, aynı fakültede Elektronik Müh. Bölüm Başkanı olarak görevini sürdürmektedir. Opto-elektronik. Gaz ortamı ve Laser elektroniği konularında çalışmaktadır.

BİR ÇOK TAŞIYICILI MODÜLASYON SİSTEMİ

Hüseyin BİLGEKUL

Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.

Doğu Akdeniz Üniversitesi

Gazi Magosa, Kıbrıs

Email : bilgkul@eeen.et.edu.tr

Hasan AMCA

Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.

Doğu Akdeniz Üniversitesi

Gazi Magosa, Kıbrıs

Email : amca@ecnet.et.cnu.edu.tr

ÖZET

Minimum Kaydırmalı Anahtarlama (MKA) bilinen üstün özelliklerinden ve yine çok taşıyıcı Ortogonal Frekans Paylaşımlı Çoklama'nın (OFPC) iyi niteliklerinden beraberce faydalanmak için bu iki yöntemi birarada kullanarak Çok Taşıyıcı Minimum Kaydırmalı anahtarlama (ÇTMKA) yöntemi önerilmiştir. Çok taşıyıcı sistemlerde donanım basitliği sağlamak için kitleyici ve kipeözücü Ayrışık Fourier Dönüşümü (AFD) ,. kullanarak gerçekleştirilir. ÇTMKA'nın özellikleri ve kitleyici ile kipeözücünün AFD kullanarak gerçekleştirilebilirliği araştırılmıştır.

GİRİŞ

Ortogonal Frekans Paylaşımlı Çoklama (OFPC veya OFDM) veya Çok Taşıyıcı Modülasyon (ÇTM veya MCM) teknikleri son yıllarda oldukça dikkat çekmeye başladılar [1]. Genci frekans paylaşımı çoklama ile Ortogonal Frekans Paylaşımlı Çoklama arasındaki en önemli fark şöyledir: OFPC sistemlerinde alt taşıyıcı (subcarrier) spektrumları birbiriyle kısmen üst üste gelmektedir, fakat ortogonal özelliklerinden dolayı birbirleri ile karışmamaktadırlar. Böylece, optimum bir frekans kullanım verimliliği sağlanmaktadır. OFPC taşıyıcıları sembol süresinin (T) tersi (1/T) aralıklarda iseler sembol süresince ortogonal özellik sağlanmakta ve frekans karışımı önlenmiş olmaktadır [2].

OFPC, çok yollu bayılan kanal (multipath fading channel) ortamlarında kayda değer bir iyileşme sağlamaktadır, çünkü sayısal iletişim paralel taşıyıcılarla ve oldukça uzun sembol süreleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamada yüksek hızlı giriş işareti, frekans alanında düşük hızlı ve dar bantlı birçok paralel işaretlere dağıtıldığı için, bu paralel işaretlerin her birinin kanal bozulmalarına karşı düzeltilmesi ve doğrulanması kolaylaşmaktadır. OFPC sistemleri son zamanlarda çok yaygın bir kullanıma doğru gitmektedir. Bazı kullanım alanları şöyledir: Hızlı modemler, radyo ve TV yayınları [3], radyolu özel iletişim servisleri [4].

OFPC sistemlerinin kullandıkları modülasyon tipleri evre kaydırmalı anahtarlama türleri ve özellikle Dörtlü Evre Kaydırmalı Anahtarlama (QPSK). Gecikmeli Dörtlü Evre Kaydırmalı Anahtarlama (OQPSK, OfTscı Quadrature Phase Shift Keying) modülasyonunun çok taşıyıcı kullanımda iyi özellikler sağladığı bilinmektedir m.

Minimum Kaydırmalı Anahtarlama (MKA) veya (Minimum Shift Keying, MSK) çok ilginç bir kitleyici yöntemidir. MKA evre devamlılığı, hızlı bant dışı spektrum sönümesi, değişmez zarf genişliği, eşzamanlama kolaylığı gibi özelliklere sahiptir [6,7]. MKA aynı zamanda frekans kaydırmalı anahtarlama ve gecikmeli evre kaydırmalı anahtarlama özelliklerini taşır. 7 dönemli dft bit akımını MKA yöntemiyle cor taşıyıcı frekansında gönderdiğimizde MKA işaraca \\m(t) şu şekilde yazılabilir:

$$v_{MKA}(t) = \frac{1}{\sqrt{2P}} \left[d_r(t) \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) + d_i(t) \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \right] \quad (1)$$

burda /" toplamı işaret gücünü, d_r(t) genişletilmiş çift sayılı dönem bitleri, d_i(t) ise genişletilmiş tek sayılı dönem bitleri temsil eder. MKA'nın frekans kaydırmalı anahtarlama özelliğini belirtmek için ise (1) şöyle de yazılabilir:

$$v_{MKA}(t) = \frac{1}{\sqrt{2P}} \left[d_r(t) \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) - d_i(t) \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \right] \quad (2)$$

Burada, cor ve OJ., sırasıyla kaydırılan üst-taşıyıcı ve alt-taşıyıcı frekanslarıdır. Bilindiği gibi J\=-JT~ 1/4T ve f_A -y_T-1/4T"dir. d_r ve d_i, genişletilmiş tek ve çift dönem bitlerinden oluşan üst ve alt frekans veri bileşenleridir ve d_r=(d_r-drill. d_A-(d_r,d_i)l2 şeklinde ifade edilirler [8]. Eğer d_r-d_i=±1 ise d_A=0 ve d_i=-d_r=±1 "dur ve bilgi üst-taşıyıcı'ya biner, eğer d_r=d_i=±1 ise d_r=0 ve d_A=d_i=±1 ve bilgi alt-taşıyıcı'ya biner. Bu ilişki aşağıdaki denklemde gösterilmiştir.

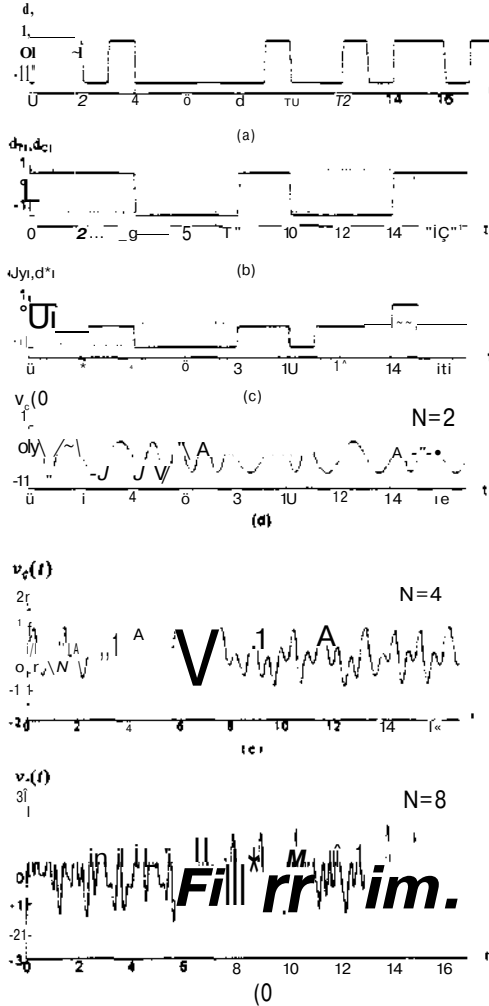
$$v_{MKA}(t) = \frac{1}{\sqrt{2P}} \left[d_r(t) \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) - (d_r-d_i)(1/4T)t \right] \quad (3)$$

(3Vdc görülebileceği gibi d_r, v_{MKA}'nın evresini ve d_i ile de, V_{IC-I} nm anlık frekansını belirler. Şek.1.a.b.c ve d bit akımı, bit bileşenleri ve v_{MKA} dalga şeklini gösterir.

ÇTMKA'nın ÖZELLİKLERİ

$N/2$ tane T dönemli bit akımı $d_1, d_2, \dots, d_m$ MKA ile $N/2$ tane $\hat{u}_n, a > n > \dots$ (OTNK frekanslı taşıyıcı ile kiplenirse, ve bu MKA işaretleri toplanırsa, N tane alt-taşıyıcısı olan bir Çok Taşıyıcılı Minimum {Caydırmalı Anahtarlama (ÇTMKA) işareti $v_c(t)$ elde edilir ve şöyle yazılır;

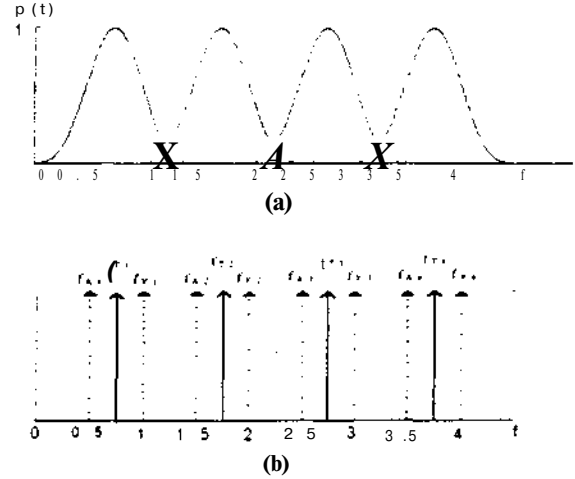
$$v_c(t) = \sum_{k=1}^{N/2} d_{rk}(t) \sin(w_{rk}t) + d_m(t) \sin(w_mt) \quad (4)$$



Şek.1. a) d_k bit akımı, b) r/r in tek ($</n$ noktalı) ve çift (d_{rk} düz) bileşenleri, c) r/r 'in üst-taşıyıcı ($</n$ düz) ve alt-taşıyıcı (d_{rk} noktalı) bileşenleri, d) d_k ile modüle edilmiş MKA dalga şekli, e) dört alt-taşıyıcılı ÇTMKA dalga şekli, f) sekiz alt-taşıyıcılı ÇTMKA dalga şekli.

d_{rk} d_{rk} con ve o_{rk} değerleri, k taşıyıcısına ait değerlerdir. Şek.2. de dört-taşıyıcılı MKA'nın güç izgesi ve taşıyıcıların anlık frekans konumları görülmektedir. MKA taşıyıcıları arası frekans ayrılığı $\Delta f_r = 1/T$ dir ve eğer $T = 1/\Delta f_r$ ise $\Delta f_r = 1$ dir. $1/T = 0.75$ seçilirse, $f_n = f_r + (k-1)/T = f_r + (k-1)/4$ olur ve

$f_{rk} = k - 1/2$ $\Delta f_r = k$ değerlerini alırlar. Çok taşıyıcılı $v_c(t)$ "nin sembol dönemi T "dir. Her sembol döneminde gerçekleşen anlık frekans bileşenlerinden $y_i, 1/f_i, f_{rk}, \dots = 1, \dots, f_n, f_{rk}, f_{rk}, \dots$ yalnız rastgele yansı yüklü diğer yansı boştur. Çünkü, (4) "de görülebileceği gibi d_{rk} ve d_{rk} bit bileşenlerinden birinin değeri ± 1 olduğu zaman diğer bileşen 0 "dir.



Şek.2. a) 8 alt-taşıyıcılı ÇTMKA'nın güç izgesi. b) ÇTMKA alt-taşıyıcıları (kesik çizgiler) ve MKA taşıyıcıları.

Şek.İd. e ve fde 2, 4 ve 8 alt-taşıyıcı kullanan ÇTMKA işaretleri görülmektedir. İşaretlerin tepeli görünümü genel bir çok-taşıyıcılı kipleme özelliğidir, iki alt-taşıyıcılı ÇTMKA. MKA'dır.

OFPC'den farklı olarak ÇTMKA işareti alt taşıyıcı frekans ayrılığı $\Delta f = 1/2T$, yani OFPC'dekin yansıdır. Fakat, yine OFPC'den farklı olarak bu alt-taşıyıcıların tümü her zaman yüklü değildirler. ÇTMKA için gerekli iletişim bandı $NI/2T$ civarındadır. Bu ise $1\text{Bit}/\text{Hz}$ civarında spektral verimlilik demektir. Kısaca, ÇTMKA'nın spektral verimliliği İkili Evre Kaydırma 11 Anahtarlama kullanan OFPC ile aynıdır.

ÇTMKA kullanmakla elde etmek istediğimiz en önemli faktör şudur: Türevsel evre sezimi kullanan OFPC'den farklı olarak ÇTMKA ile alıcıda evre uyumsuz frekans sezici kullanabiliriz. Evre uyumsuz sezicili MKA bayılan kanal ortamlarında iyi bir başarımla göstermektedir [9].

Anlık frekans bileşenleri, sembol süresinin iki katı $1/T$ dönem içerisinde ortogonal özellik taşırlar. Çünkü, anlık frekans değerleri 0.5 "in katı değerlerdir. Alıcıda $v(t)$ işaretinin frekans bileşenlerine çözülmesi ve sezme işleminin gerçekleştirilmesi için $v_c(t)$ bileşenlerinin sembol süresi içerisinde ortogonal özellik sağlaması istenir. Bu özellik ise $v(t)$ işareti her sembol süresi alınan $v_c(t)$ işareti tekil simetrik olarak genişletilerek kazandırılır.

ÇTMKA KİPLEYİCİSİ ve KİPÇÖZÜCÜSÜNÜN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Çok taşıyıcılı kipleyciler ile kipçözücüleri öbek-öbek işlemcilerle gerçekleştirmek donanım karmaşıklığının ortadan kaldırır. OFPÇ sistemleri bu nedenle kipleyci olarak Ayrıışık Fourier Dönüşümü (AFD) ve Ters AFD (TAFD) kullanırlar. ÇTMKA kipleycisini bir öbek-öbek işlemci olarak gerçekleştirmek istiyorsak bu işlemcinin nasıl gerçekleştirileceğini belirlemek gerekir. Bu nedenle $T=1$, $f_s=*$, $f_{Ak}=k-1/2$, $f_n=0.75$ için (4) şöyle yazılabilir:

$$V_c(t+i) = -jSa \left[\prod \left(t - \frac{1}{2} \right) \left[\sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=1}^{N/2} d_{Ak} e^{j2\pi k t} + \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=1}^{N/2} d_{Ak} (-1)^l e^{j2\pi (k-1/2) t} \right] \right] \quad 0 \leq t < 1 \quad (5)$$

Burada $/$ öbek dönemini ve k . ise $/$ dönemindeki frekans sayısını belirler, Sa işaretin sanal kısmı, j sanal bileşen simgesi. $n(t)$ ise öbek pencere işlevidir. $V_c(t+i)$ işaretin $/$ sembol dönemini kapsar. Örnekleme dönemi $dt=1/N$ ise. (5) ayrık zaman (n) cinsinden alttaki gibi gösterilebilir:

$$V_c\left(\frac{n}{N}+t\right) = -jSa \left[\prod \left(\frac{n}{N} - \frac{1}{2} \right) \left[\sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=1}^{N/2} d_{Ak} e^{j2\pi k n/N} + \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=1}^{N/2} d_{Ak} (-1)^l e^{j2\pi (k-1/2) n/N} \right] \right] \quad 0 \leq n < N \quad (6)$$

Şek.3.'deki çok-taşıyıcılı kipleyci girişindeki $N/2$ bit akımından elde edilen N boyundaki paralel veri giriş dizilimi D şöyledir:

$$A = d_{AU}, d_{nu}, d_{AU}, d_{nu}, \dots, d_{v}, d_{v}, \dots, d_{v}, d_{v} \quad (7)$$

d_{Aki} bileşenlerini tek sayılı sembol dönemlerinde evirirsek; evrilmiş veri bileşenlerinden aşağıda gösterilen $2N$ boyundaki gibi bir C dizilimi elde edilir:

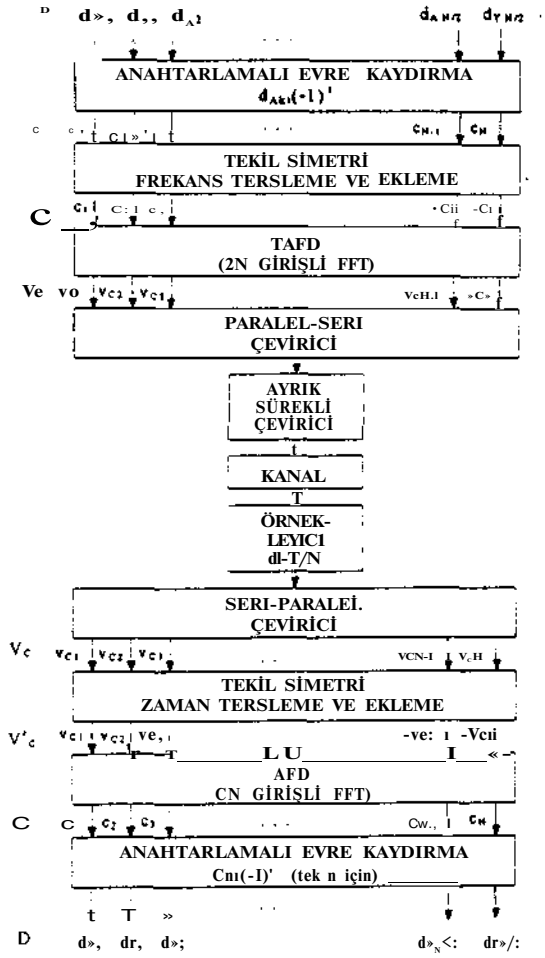
$$C_k = (-1)^k c_{k/2}, \dots, (-1)^k c_{k/2}, \dots, c_{k/2}, \dots, c_{k/2}$$

$$\{(-1)^k d_{v}, d_{v}, 0, 0, \dots, 2N \text{ uzunluk.} \} \quad (8)$$

Buradaki evre kaydırma. MKA'nın sürekli evre özelliğini sağlamak için gereklidir. Şimdi (6)'yı C dizilimi bileşenleri c_k cinsinden yazarsak:

$$V_c\left(\frac{n}{N}+t\right) = -jSa \left[\prod \left(\frac{n}{N} - \frac{1}{2} \right) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=1}^{N/2} c_{kl} e^{j2\pi k n/N} \right] \quad (9)$$

Dikkat edilirse. (9)'daki ikinci toplama Fourier katsayıları c_k $/$ frekans bileşenleri $y^k=A/2$ olan bir TAFD işlemidir. Veri girişleri thr . (veya c_k ve c_{k+1}). k ve $k-1/2$ frekansları arasında frekans kaydırma yapmaktadır. Bir karmaşık B diziliminin sanal kısmını almak için $Sa[5]=(fl-\phi)/2$ eşitliği kullanılırsa. (9) şöyle olur:



Şek.3. ÇTMKA kipleycisi ve kip çözücüsünün AFD ve TAFD kullanarak gerçekleştirilmesinin öbek çizimi.

$$V_c\left(\frac{n}{N}+t\right) = -j \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=1}^{N/2} c_{kl} e^{j2\pi k n/N} \quad (10)$$

$$C' = C_k, C_k, \dots, C_{N/2}, -C_{N/2}, \dots, -C_k, -C_k$$

$$\text{ve } C' = C - C(-A+2V)$$

C TAFD'nin frekans alanındaki girişleri olduğu için $C(-k+2N)$ frekans tersleme ve frekans kaydırma olarak görülebilir. Uygulamada bu işlem oldukça basittir, l 'den V kadar olan C değerleri evrilip TAFD'nin V den J/V kadar olan girişlerine uygulanır. (10) ÇTMKA kipleycisinin gerçekleştirilmesidir, çünkü ikinci toplama işlemi TAFD'dir. Şek.3. "de bu gerçekleştirme öbek çizim olarak verilmektedir.

Her sembol dönemi alınan çoklanmış işareti tekrar bileşenlerine ayırabilmek için bir AFD kipçözücüsü kullanmak istiyorsak, sembol süresi içerisindeki çoklanmış işaret bileşenlerinin birbirle-

riyle ortogonal özellik sağlaması gerekir. T sembol dönemi içerisindeki V işaret değerinden oluşan V_c dizilimi $V_c = v_{c1}, v_{c2}, \dots, v_{cN}$ tekil simetrik olarak genişletilirse bu özellik sağlanır. Genişletilmiş işaret V_c' şöyledir:

$$V_c' = v_{c1}, v_{c2}, \dots, v_{cN}, \dots, -v_{cN}, \dots, -v_{c1} \quad (11)$$

Uygulamada, V_c' "1" elde etmek için yalnız evirgeç gerekir. V_c' Fourier Serisi açılımının harmonik özelliklerini kazandığı için şu şekilde yazılabilir:

$$V_c' = \prod \left(\frac{n}{2N} - \frac{1}{2} \right) \sum_{k=1}^{2N} c_k \sin(2\pi f_k \frac{n}{N}) \quad 1 \leq n \leq 2N \quad (12)$$

V_c' "1" C' diziliminin TAFD "si" olarak yazarsak, C' dizilimi de V_c' diziliminin AFD "si" olarak yazılabilir. Böylece kipçözücüsü aşağıdaki gibi elde edilir:

$$V_c' = -\frac{jN}{2} [TAFD(C')] \quad (13A)$$

$$\text{ve } C' = C = jN [LFD(V)] \quad 1 \leq k \leq N \quad (13B)$$

Kipçözücünün işlevini tamamlaması için AFD çıkışındaki bileşenlerin evrelerinin tekrar düzeltilmesi gerekir. AFD ve TAFD kullanılarak gerçekleştirilen kiplemeyle kipçözücünün geneli öbek çizimi Şek.3.'de verilmiştir.

SONUÇ

ÇTMKA'nın temel özelliklerini açığa çıkarmak için kipleme ve kipçözücünün TAFD ve AFD işlemleriyle gerçekleştirilebilirliği üzerinde durulmuş ve gerçekleştirilebilirlik açıkça gösterilmiştir. ÇTMKA kipleme ve kipçözücüsü TAFD ve AFD kullanarak sade bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

x Çok taşıyıcı kipleme uygulamalarında alıcıda evre uyumsuz frekans sezme yöntemiyle karar vermek için ÇTMKA yöntemini gerçekleştirdik. Alıcıda sezimleme aşamasında aynı bit'i taşıyan iki alt-taşıyıcı çıkışı karşılaştırılır ve göreceli olarak karar verilir. Kipçözücü çıkışında $dn/2^v$ e $d_{Ak,j}$ yerine doğrudan $\hat{a}_{k,j}$ 'yi sezimlemek için kipleme girişlerine türevsel kodlama uygulanabilir.

ÇTMKA'nın sağlayacağı başarımlar özellikleri inceleme konumuzdur ve bu yöndeki çalışmalarımız devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] J.A.C. Bingham. "Multicarrier Modulation for Data Transmission: An Idea Whose Time Has Come". IEEE Comm. Magazine. Vol.28. pp.5-14. May. 1990.
- [2] S.B. Weinstein and P.M. Ebel. "Data Transmission by Frequency Division Multiple Access Using the Discrete Fourier Transform". IEEE Trans on Com. Vol. 19. pp.628-634. Oct. 1971.

- [3] B. Le Floch. R. Herbert-Lassalle and D. Castelain. "Digital Sound Broadcasting to Mobile Radio Receivers". IEEE Trans on Consum. Electr.. Vol.35. pp.493-503. Aug. 1989.
- [4] G. Yang and K. Pahlavan. "Performance Analysis of Multicarrier Modems in an Office Environment Using 3D Ray Tracing, "GLOBE-GOM'94. pp.42-46. San Francisco. Dec. 1994.
- [5] B. Hirosaki. "An Orthogonally Multiplexed QAM System Using the Discrete Fourier Transform. " IEEE Trans on Comm.. Vol.29. pp.982-989. June 1981.
- [6] P.Pasupaty. "Minimum Shift Keying: A Spectrally Efficient Modulation". IEEE Comm. Magazine. Vol. 17. pp. 14-22. July 1979.
- [7] S. A. Gronemeyer and A.L. McBride. "MSK and Offset QPSK" Modulation". IEEE Trans. on Comm.. Vol. 24. pp.809-820. Aug. 1976.
- [8] H. Taub and D.L. Schilling. "Principles of Communication Systems (2nd Ed.). McGraw-Hill. New York. 1986.
- [9] H. AMCA. "Broadband Millimeterwave Digital Radio Systems Operating in an Indoor Environment: (Ph.D. Thesis). University of Bradford. UK. 1993.



Hüseyin BİLGEKUL. 1978'de Beyrut Amerikan Üniversitesi'nden BE. ve 1980'de Boğaziçi Üniversitesi'nden M.Sc. derecesini aldı. 1982 yılından beri Doğu Akdeniz Üniversitesi (Gazi Magosa - Kıbrıs) Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak İletişim.

Sistem ve Elektronik dallarında "dersler vermektedir. Şimdiki ilgi alanları sayısal iletişim ve sinyal işlemedir.



Masan AMCA. 1984'de Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nden (yeni ismiyle Doğu Akdeniz Üniversitesi. Gazi Magosa) B.Eng. derecesi ile mezun olduktan sonra sırası ile Ess. Üniversitesi (İngiltere) ve Bradford Üniversitesi (İngiltere)'den M.Sc ve

PhD. dereceleri aldı. Şu anda Doğu Akdeniz Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. Şimdiki ilgi alanları gezgin ve bina içi haberleşme sistemleridir.

GENİŞ BANDLI ISDN VE SENKRON SAYISAL HİYERARŞİ

Günsel Durusoy

İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi
Haberleşme Anabilim Dalı
80626 Maslak/İstanbul

Kısaltmalar, Terimler

ADM	(Add-Drop Multiplexer)	: Katma-Alma Çoğullayıcısı
ATM	(Asynchronous Transfer mode)	: Asenkron Transfer Modu
BISDN	(Broadband Integrated Services Digital Network)	: Genişbandlı ISDN
C	(Container)	: Kap
DCS	(Digital Crossconnect System)	: Sayısal Kavşak Sistemi
FR	(Frame Relay)	: Çerçeve Aktarma
ISDN	(Integrated Services Digital Network)	: Birleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi
MISOH	(Multiplexer Section Overhead)	: Çoğullayıcı Kesimi Başlığı
PDH	(Plesiochronous Digital Hierarchy)	: Sözde Senkron Sayısal Hiyerarşi
POH	(Path Overhead)	: Yol Başlığı
RSOH	(Regenerator Section Overhead)	: Rejeneratör Kesimi Başlığı
SDH	(Synchronous Digital Hierarchy)	: Senkron Sayısal Hiyerarşi
SMDS	(Switched Multimegabit Data System)	: Bağlaşmalı Hızlı Veri Sistemi
SOH	(Section Over Head)	: Kesim Başlığı
STM	(Synchronous Transfer Modüle)	: Senkron Transfer Modülü
TU	(Tributary Unit)	: Alt Birim
VC	(Virtual Container)	: Sanal Kap

ÖZET

Haberleşmede, hem bugünün ihtiyacını karşılamak hem de 21. yüzyıla hazırlık olmak üzere esnek ve verimli çözümler üretilmektedir. SDH, transmisyon çerçevesini oluşturan işaretlere kolaylıkla erişmeyi mümkün kılan, günümüz 150, 600, 2400 Mbit/sn standart BISDN hızlarına uygun ve geleceğin yüksek hızlarına açık olan bir fiziksel taşıma teknolojisidir. Taşınan işaretler BISDN/ATM hücreleri, SMDS veya FR çerçeveleri ya da 64 kbit/sn'lik ses ve veri işaretleri olabilir. Hatta LAN ve FDDI çerçevelerinin de bu teknoloji ile taşınması mümkündür.

Tüm PDH hızlarını, bünyesinde tek bir standart içerisinde toplama imkanı yanında, SDH, şebeke yönetimi, hizmetin hizmet içinde izlenmesi gibi bir çok ilave özelliğe de sahiptir. Bu özellikler SDH'nın yoğun ve hızlı bir biçimde şebekelere

girmesini sağlamakta, daha yüksek bit hızlarına çıkma çalışmalarını körüklemektedir.

1- GİRİŞ

Haberleşme dünyasında büyük gelişme ve değişimler yaşanmaktadır. Yeni teknolojiler ve yeni ürünler yeni standartlara ve yeni yapılanmalara yol açmakta, gereksinimler doğrultusunda basit ve çok amaçlı arabagdaşimler tanımlanmaktadır. Bağlaşma, iletim ve erişimde yazılıma dayalı ürünler ve teknikler kullanılmakta, şebeke yönetimi önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

150 Mbit/sn'den 2,4 Gbit/sn'lere ve prensip olarak daha ötelere uzanan iletim hızlarına sahip olması öngörülen Genişbandlı ISDN'nin, 2000'li yılların ses, resim, veri iletimi ve TV yayınları gibi her türlü hizmeti veren haberleşme

şebekesi olması hemen hemen kesinleşmekte ve bu yeni yapılanma için ulusal ve uluslararası düzeyde pilot uygulamalar başlamış bulunmaktadır. /I/

Genişbandh ISDN (BISDN)'de sayısal veya sayısallaştırılmış haber işaretleri, hücre denilen sabit uzunlukta paketlere ayrılmakta; hücrelerin taşınmasında yüksek hızda haberleşmelere ait hücrelere daha sık, düşük hızda haberleşmelere ait hücrelere daha seyrek yer verilerek, her türlü hizmetin (örneğin 64 kbit/s ses veya 150 Mbit/s resim hizmeti gibi) aynı yapı elemanları üzerinden sunulması mümkün olmaktadır. Asenkron Transfer Modu, kısaca ATM denilen bu teknik, hem bir bağlaşma hem de bir aktarma mekanizması olarak kullanılmaktadır.

ATM tekniği son 5-6 yılın çeşitli yönleri ile üzerinde en çok tartışılan, çok sayıda yayın yapılan, çeşitli fonksiyonlarını gerçekleştiren çok sayıda devre üretilen konularından biridir. ATM seçicileri, bu seçicilerle kurulan ATM santralleri, ATM trafiğinin karakteri ve modellenmesi, ATM performansı parametreleri v.b. pek çok husus, çözülmüş ve çözülmemiş bir çok problemi ile ilgi odağı olmaya devam etmektedir. /I, I2/

Şimdi karşımıza, "BISDN'e geçildiğinde ATM hücreleri hangi ortam üzerinden nasıl taşınacaktır?". "Genişbandh şebekelerin yapılanması farklı olacak mıdır?", soruları çıkmaktadır.

1. soruya, öngörülen hız spektrumunda en uygun taşıma ortamının fiber optik olacağı şeklinde hemen yanıt verilebilir ve hücrelerin PDH veya SDH işaretleri olarak, ya da doğrudan ATM hücreleri kullanılarak taşınacağı söylenebilir. SDH taşıma, BISDN'e kolay geçişi sağlaması ve ilave bir çok özelliği nedeni ile çok elverişli görünmektedir. ITU-T, BISDN'de kullanıcı-şebeke arabadaşımını, hem SDH hem de hücre

temelli olarak tanımlamış ve bir arada çalışabilmeleri için de aynı hızı benimsemiştir. /3/

Genişbandh şebekeler, optik fiberlerin geniş band, düşük hata oranı gibi avantajları gözönüne alınarak yapılmaktadır. Geniş band, haber işareti yanında önemli ölçüde başlık (ekyük) bilgisi gönderilebilmesine; mimaride bu başlık ile yönetilen sayısal kavşaklar (DCS) ve katma-alma çoğullayıcıları (ADM) gibi yapı elemanları bulunmasına imkan sağlamaktadır.

DCS'ler öngörülen hizmet kalitesinin düşmesi ve/veya bozulma gibi hallerde, başlıkta taşınan bitlerle, işleticinin müdahalesi olmaksızın, otomatik koruma bağlaşması sağlamakta, ya da işleticinin uzaktan kumandası ile trafik yönetimine imkan vermektedir.

ADM, yüksek bit akımı içerisindeki düşük bit hızlı bir kanalı çekme; ya da yüksek bit hızındaki bir kanala düşük bit hızlı bir kanalı katmayı basitleştiren bir birimdir. Bunun yanında işaretin Elektrik/Optik ve Optik/Elektrik dönüşümlerini de gerçekleştirmektedir.

2- SDH NEDİR?

SDH, PDH'in getirdiği zorlukları gideren, ayrıca şebeke yönetimi ve bakımında büyük kolaylık sağlayan yüksek bit hızlı bir taşıma teknolojisidir. Bu yapı, hem mevcut her mertebeden PDH işaretlerin yerleştirilip taşınmasına, hem de şimdiki en yüksek bit hızlarına uygundur. Ayrıca gelecekte daha yüksek bit hızlarına çoğullamanın kuralları da verilmiştir. /21, 2M

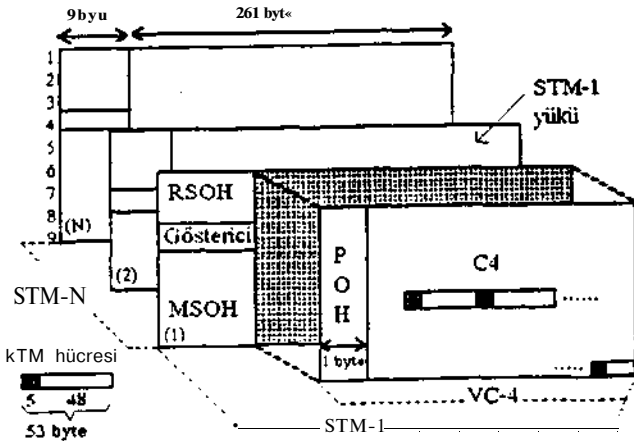
PDH'te yüksek bit hızlarına çoğullama, basamak basamak yapılır ve her bir basamakta kendi çoğullama ve çerçeveleme yöntemi kullanılır. Üst

hiyerarşiye geçilirken her bir bit akımının aynı saati kullanmamasından doğan zaman değişmelerini ortadan kaldırmak için "bit eklemesi" ne başvurulur. Bu yüzden, yüksek hiyerarşide düşük hiyerarşi bit akımını tesbit etmek mümkün olmaz ve ancak ardarda yalınlaşma yapılarak düşük bit akımına erişilir. Düşük hiyerarşide bir bit akımı da, bir adımda yüksek hiyerarşi içerisine katılamaz.

SDH, senkron iletme dayanır. Şebekedeki saatler yüksek doğrulukta bir referans saattan alınmıştır. Dolayısı ile yüksek bir bit akımı içerisindeki 2 Mbit/sn'ye erişmek mümkün olur. Ayrıca işaretler, bit eklemesi yapılmaksızın bir araya getirilebilir.

2.1. SDH Taşıma Yapısı

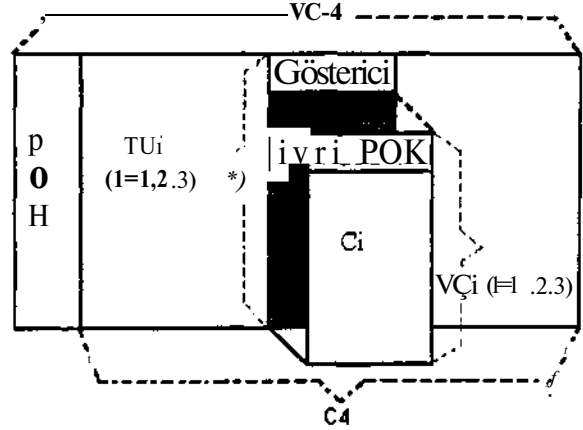
ITU-T, 1989'da SDH'in temel taşıma birimini Senkron Taşıma Modülü-1 (STM-1) olarak belirlemiş ve 125 /sn de iletilen 270x9 byte'lık (155,52 Mbit/sn'lik) çerçeveler tanımlanmıştır. STM-N için (N=4, 16), byte dönüşümlü olarak çalışan 622,08 Mbit/sn ve 2,488 Gbit/sn hızlarında çerçeve standartları da verilmiştir. Şekil-1, STM-1 yapısını oluşturan unsurları ve STM-N'yi göstermektedir. Burada ilk 9 sütun işletme, idare ve bakım için gereken enformasyonu taşır ve bir çok fonksiyon,



Şekil-1 SDH'te yüksek hızda çoğullama

bunlara dayanarak yazılımla icra edilir.

PDH'te karşımıza çıkan daha düşük hızda bit akımları (örneğin 1., 2., 3. mertebe PCM işaretleri) alt akımlar (tributary) olarak, uygun bir tarzda STM-1 içerisine çoğullandır (Şekil 2). Burada da yol başlığı çeşitli kontrol, işletici haberleşmesi v.b. işaretleri taşımaktadır.



Şekil-2 Düşük hızda işaretlerin çoğullandırılması

SDH'te gösterici (pointer) kullanılarak, iletilecek bit akımının, çerçevenin enformasyon alanı içerisinde yüzmesine izin verilir. Gösterici, iletilecek işaretin enformasyon alanı içerisinde nerede başladığını belirtir ve başlangıç değiştiğinde değeri de değişir.

2.2. SDH'm Özellikleri

SDH'in şimdiki teknolojiye göre bir çok cazip özelliği vardır. Bunlar,

- İntegre bir şebeke standardı olması, her tip trafiği taşıyabilmesi
- Dünya çapında standart olması
- Yüksek bit hızlarına doğru basit bir şekilde geliştirilebilmesi
- Şebeke yönetimine imkan hazırlaması
- Çerçeve kayımlarını olmaksızın, bağımsız şebekeler arasında bağlantı sağlaması
- Çoğullama, yalınlaşma işlemlerinde ADM ile getirilen basitleştirme

- Bir imkan içerisinde bir çok yerden gelen trafiğin basit bir şekilde birleştirilmesi ve ayrılması

olarak sıralanabilir. Bu özellikler hem üreticilere, hem de şebeke işleticilerine yarar sağlamaktadır.

3- SDH UYGULAMALARI

Halen, haberleşme alt yapısı iyi olan ülkelerde SDH uygulamaları STM-1, STM-4 ve STM-16 olarak başlamıştır. Daha yüksek hızlara çıkma çalışmalarının da ilk ürünleri alınmıştır. 121

SDH¹ in şebekeye girişi, şehirlerdeki abone sayılarının, dolay ısı ile şehir içi ve şehirler arası trafiğin çok artması ve mevcut şebeke kapasitesinin tamamen kullanılmış olması, ya da mevcut PDH şebekeyi iyileştirme isteğinden kaynaklanmaktadır. SDH ilkin, daha yoğun trafikli uzak mesafe bağlantılarında uygulanmakta, lokal şebekeye girişin daha yavaş ve geç olması beklenmektedir.

Türkiyede Durum

Türkiye'de 1980'lerde optik iletme geçilmiştir ve şehir içi ve uzak mesafe bağlantılarında PDH iletim yapılmaktadır. Türkiye'yi diğer ülkelere fiber optik yollarla bağlama projeleri de kısmen tamamlanmıştır. Bu bağlantılarda halen büyük ölçüde PDH kullanılmaktadır.

Türkiye'de bir kaç yıldan beri SDH çalışmaları da başlamıştır. Halen İstanbul-Ankara arasında STM-16 hızında çalışan SDH kurulmuştur. Ankara-İzmir bağlantısı yakında hizmete girecektir. İstanbul-İzmir, Ankara-Kayseri bağlantıları gibi projeler de gündemdedir. Karadeniz fiber optik kablo projesinde, bir SDH alternatifi üzerinde durulmaktadır.

5- SONUÇ VE YORUMLAR

Sayısallaşmanın başladığı 1960'lardan bu yana iletim ve bağlaşma alanındaki yenilikler ve gelişmeler birbirini etkileyerek devam edegelmekte, santralciann giderek daha çok iletimden anlaması ve iletimcilerinde daha çok santral tekniği bilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Gereksinim duyulan geniş bantlı çok ortamlı, çok bit hızlı, çok hedefli haberleşme için çözüm BISDN ve anahtar teknolojiler ATM bağlaşma ve SDH iletim teknolojileridir. Ancak bunlar izole edilerek incelenemez; birbirleri ile sıkı ilişkisi ve etkileşimi vardır. Örneğin bir ADM'a sadece çoğullayıcı gözü ile bakılmaz; bir ölçüde bağlaşma da gerçekleştirmekte, bağlaşmanın gereklerine ve sınırlamalarına uymaktadır.

Önümüzdeki 10-15 yıl, BISDN'e geçişin yaşanacağı yıllardır ve SDH'in sağladığı avantajlar dolayısı ile yaygınlaşması bu geçişi kolaylaştıracaktır.

REFERANSLAR

- 1) Handel, R., Huber, M.N., Schröder, S., "ATM Networks", Addison-Wesley, 1994.
- 2) Huber, M.N., Steigmeier, K., Stein, V., VViedeberg, k.H., "Evolution to Photonic Networking", Proceedings ISS 95, Vol. II, C7.1, pp.372-376, Berlin, 1995.
- 3) ITU-T Recommendations G707, G708, G709, Gen. 1993.
- 4) Desecures, M., Bars, G., Cabet, A., Marc, B., "The Synchrononous Digital Hierarchy, Concept and Introduction in the Network", Cominu & Trans. 1990, No.3, pp.43-61.

Günsel Durusoy 1961'de İ.T.Ü. Elektrik Fakültesi, Zayıf Akım Kolundan mezun oldu. Halen aynı fakültenin Haberleşme Anabilim Dalında Profesör olarak görev yapmakta; "bağlaşmasistemleri", "teletrafik teorisi", "haberleşme şebekeleri", "veri haberleşmesi" ve "genişbandlı haberleşme sistemleri" alanlarında öğretim ve araştırma faaliyetlerinde bulunmakta, tezler yönetmektedir.

ÇOK DÜZEYLİ KODLAMA YARDIMIYLA DÖRTLÜ HAT KODU TASARIMI

Ali Yaşar ZORLU*

ÜmitAYGÖLÜ**

* Yıldız Teknik Üniversitesi. Elek.-Elektronik Fak. Elektronik ve Hab. Müh. Bl. 80670. Maslak. İstanbul

** İstanbul Teknik Üniversitesi. Elek.-Elektroik Fak. Elektronik ve Hab. Müh. Bl. 80626. Maslak. İstanbul

ÖZET: Bu çalışmada, çok düzeyli kodlama tekniğine dayanarak $\{\pm 1 \pm 3\}$ genlik kümesi için, her düzeyde katlamalı kodların kullanıldığı iki düzeyli, doğru akım bileşeni içermeyen, alçak frekanslarda düşük spektral genlik bileşenlerine ve yüksek hata başanlımlarına sahip kodlayıcılar tasarlanmıştır. Tasarlanan kodlayıcıların ürettikleri işaret dizilerinin güç spektral yoğunlukları analitik yöntemle elde edilerek literatürdeki hat kodlarıyla karşılaştırılmış, diğer yandan bu kodlara göre sağlanan kodlama kazançları verilmiştir.

1. GİRİŞ

Son yıllarda, bant ve/veya güç verimlilikli iletişim sistemlerinin hata başarımının artırılmasında kodlamalı modülasyon tekniğinden yararlanılmaktadır. Çok aşamalı kod çözme yöntemine olanak vermesi ve bu yolla kod çözme karmaşıklığını azaltması nedeniyle çok düzeyli kodlama, kodlamalı modülasyon tekniğinin geliştirilmiş bir biçimi olarak önem kazanmaktadır. Bu yolla aynı iletim bandında, iletim gücünü arttırmaksızın önemli kodlama kazançları daha düşük kod çözme karmaşıklığıyla sağlanabilmektedir. Çok düzeyli kodlama yöntemi ilk olarak Imai-Hirakava /1/ tarafından önerilmiştir. Daha sonra Pottie-Taylor /2/ tarafından önerilen yöntemle, çok düzeyli kodlayıcılar daha genel bir yapıya oturtulmuştur.

Bir iletim kanalından gönderilecek modülasyonlu işaretlere ilişkin güç spektrumu, iletişim sisteminin tasarımı için önemli bir ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır. Frekans spektrumunda, alçak frekans bileşenlerinin düşük genlikli olması ve sıfır frekans bileşeninin de sıfır olması istenir. Bu amaçla son yıllarda hat kodlarının, kodlamalı modülasyon tekniğine dayalı tasarımına yönelik çalışmalar yoğunlaşmıştır. (+.0.-) kod alfabesini kullanan çok düzeyli kafes yapıda hat kodları /3/ de verilmiştir.

Bu çalışmada, Pottie-Taylor tipi kodlama yönteminden yararlanılarak $j \pm 1 \pm 3$ genlik kümesine sahip, iki düzeyli, hat kodları tasarlanmıştır. Tasarlanan hat kodları, literatürdeki

hat kodları ile, güç spektrumları açısından karşılaştırılmış, kodlamasız duruma göre sağlanan kodlama kazançları vurgulanmıştır.

2. ÇOK DÜZEYLİ KODLAYICILAR

İletişim sistemlerinde, bant genişliğinden ödün vermeksizin iletim hızının artırılması için, tasarım sırasında kodlama ve modülasyonun bir bütün olarak düşünülmesi gerektiği bilinmektedir. Özellikle, yüksek iletim hızı ve yüksek hata başanına sahip olması nedeniyle çok düzeyli kodlayıcılar son yıllarda ilgi odağı haline gelmiştir. Çok düzeyli kodlayıcıların en önemli üstünlüğü, çok aşamalı kod çözme yönteminin kullanılmasına olanak vermesi ve bunun da kod çözme karmaşıklığını azaltmasıdır. İlk olarak Imai-Hirakava /1/ tarafından önerilen çok düzeyli kodlama yönteminde, her düzeyde hata düzeltme kodu olarak blok kodlar kullanılmakta ve her düzeydeki kodlayıcının çıkış bitlerinden bir tanesi kullanılarak iletilecek modülasyonlu işaret belirlenmektedir. Daha sonra Pottie-Taylor tarafından önerilen yöntemde ise modülasyonlu bir işaretin belirlenmesinde, her düzeydeki kodlayıcının bir veya birden fazla çıkış biti etkili olabilmektedir.

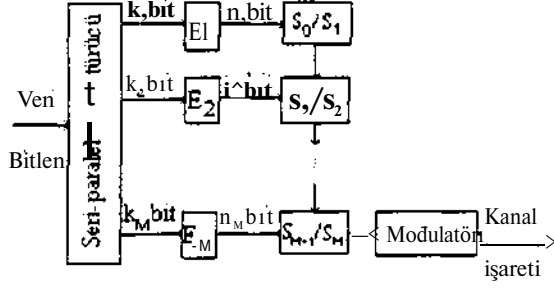
Şekil 1. M düzeyli bir kodlayıcı yapısını göstermektedir. Bu yöntemde veri bitleri, seri-paralel dönüştürücü ile k_j uzunluklu ($j=1,2,...,M$) bloklar biçiminde M düzeye ayrılırlar ve her düzeydeki $R_j = k_j / n_j$ kodlama oranına sahip E_j kodlayıcılar ile, n_j uzunluklu kod sözcüklerine dönüştürülürler. Tüm sisteme ait kodlama oranı ise:

$$R = \left(\sum_{i=1}^M k_i \right) / \left(\sum_{i=1}^M n_i \right) \quad (D)$$

bağıntısı ile tanımlanır.

Her düzeydeki E_j kodlayıcısının çıkışlarındaki belirli sayıdaki ikili bloklar, S_0 kod alfabesini farklı alt kümelerine bölerler. Bu işlem M. düzeye kadar devam eder ve sonuç olarak M. düzeydeki

kodlayıcının çıkış bitleri yardımıyla modülasyonlu işaret belirlenir.



Şekil 1. M-düzeyle Pottie-Taylor tipi kodlayıcı yapısı

Her düzeydeki E_i kodlayıcısına ilişkin serbest Hamming uzaklığı ($d_{H(i)}$) ve küme bölmeleyerek eşleme yöntemindeki her bölmelemede elde edilen en küçük alt küme uzaklığı A_{j_i} , ($i=1,2,...,M$) ile gösterilmek üzere, inci düzeydeki kodlayıcıya ilişkin serbest Öklit uzaklığı:

$$d_{f,ED(i)} = \sqrt{d_{H(i)} \Delta_{i-1}} \quad (2)$$

bağıntısı ile elde edilir. Tüm sisteme ait serbest Öklit uzaklığı ise:

$$d_{f,ED} = \min_i (d_{f,ED(i)}) \quad (3)$$

bağıntısı ile tanımlanır.

Çok düzeyli kodlayıcıya ilişkin asimptotik kodlama kazancı (AKK) ise:

$$AKK = 10 \log \frac{(d_{f,ED}^2 / E_b)_{kodlamalı}}{(d_{f,ED}^2 / E_b)_{kodlamasız}} \quad (4)$$

ile verilir. $(d_{f,ED}^2)_{kodlamalı}$, ve $(d_{f,ED}^2)_{kodlamasız}$ sırasıyla çok düzeyli kodlayıcının ve referans olarak alınan kodlamasız yapının serbest Öklit uzaklıklarını göstermektedir. $(E_b)^{1/2}$, ve $(E_b)^{1/2}$ kodlamalı ve kodlamasız sistemlere ilişkin bit başına enerjiyi belirtmektedir.

Çok düzeyli kodlayıcıda kod çözme algoritması olarak Viterbi Algoritması kullanılması durumunda, alınan bir kanal işaretini çözmek için, her bir durumdaki en küçük yol uzunluğunu bulmak amacıyla yapılan karşılaştırma sayısı, kullanılan kodlayıcı için karmaşıklık belirtir. $R_c = k_r / n_r$ oranlı bir katlamalı kodlayıcı yapısında K_r tane bellek elemanı bulunuyorsa, bu

koda ilişkin karmaşıklık aşağıdaki bağıntı ile tanımlanır:

$$L_i = 2^{K_i} (2^{K_i} - 1) r_i / n_i \quad (5)$$

Burada, r_i , bir kod sözcüğünün belirlenmesi için gerekli bit sayısını belirtmektedir. Tüm sisteme ilişkin karmaşıklık ise şöyle verilir:

$$L = \sum_{i=1}^M L_i \quad (6)$$

3. İKİ DÜZEYLİ DÖRTLÜ HAT KODLARI

2 düzeyli dörtlü hat kodu tasarımı için, 2 uzunluklu kod sözcüklerinden oluşan 8 elemanlı bir kod alfabesi kümesinin (S_0) oluşturulması gerekmektedir.

M düzeyli kodlayıcı için, S_0 kod alfabesi, sırasıyla M düzeyli alt kümelerle bölünür. Bu bölünme sırasında; her bir düzeydeki alt küme uzaklığı A_j ile gösterilirse, bu uzaklıkların $A_0 \leq A_1 \leq \dots \leq A_M$ özelliğini sağlaması gerekmektedir. Her bir düzeydeki kodlayıcıya ait karesel serbest Öklit uzaklığı (2) bağıntısı yardımıyla elde edilir. M. düzeydeki kodlayıcıya ilişkin minimum Öklit uzaklığı; iletilecek dörtlü simgenin belirlenmesinde bu düzeyden iki bitin birlikte kullanılması nedeniyle bu düzeydeki kodlayıcının serbest Hamming uzaklığına bağlı değildir. Son düzeydeki kodlayıcıya ait serbest Öklit uzaklığı $d_{f,ED(M)}$ ile tanımlanırsa, tüm sisteme ait karesel Öklit uzaklığı şu şekilde bulunur:

$$d_{f,ED}^2 = \min_{1 \leq i \leq M-1} (d_{f,ED(i)}^2 \cdot d_{f,ED(M)}^2) \quad (7)$$

Son düzeyde 1/2 oranlı kodlayıcının kullanılması, sistemin toplam kodlama oranında bir azalma meydana getirmektedir. Sisteme ilişkin asimptotik kodlama kazancı (4) bağıntısı yardımıyla bulunabilir.

3.1. İki Düzeyli Dörtlü Hat Koduna İlişkin Kümeler ve Bu Kümelerin Bölmelemesi

Bir hat kodlamalı işaretin güç spektrumunda sıfır frekans bileşeninin olmaması için gerek ve yeter koşul, iletilen kod simgelerinin akan sayısal toplamalarının (AST) belirli simetrik değerler arasında kalmasıdır [3].

arasında sınırlandığı sistem için Şekil 5.a'da. (+4,-4) arasında sınırlandığı sistem için ise Şekil 5b "de gösterilmiştir.

$$\begin{array}{c}
{}^3\text{O} \begin{array}{cccc} +3-3 & +1-1 & +3-1 & -3+1 \\ \swarrow & \searrow & \swarrow & \searrow \\ .3+3 & -1+1 & -1+3 & +1-3 \end{array} \quad \circ = 4 \\
\\
\begin{array}{c} 0/ \quad \quad \quad \backslash 1 \\ \swarrow \quad \quad \quad \searrow \end{array} \\
\mathfrak{S}_1 \left\{ \begin{array}{cc} -3+3 & -1+3 \\ -1+1 & +1-3 \end{array} \quad \begin{array}{cc} -3+3 & +3-1 \\ +1-1 & -3+1 \end{array} \right\} \Delta_1^2 = 4 \\
\\
\begin{array}{cc} 00/01 & | \quad 10 \backslash 11 \\ \swarrow & \searrow \end{array} \quad \begin{array}{cc} 00/01 & | \quad 10 \backslash 11 \\ \swarrow & \searrow \end{array} \\
+3-3 \quad -1+3 \quad +1-3 \quad -1+1 \quad -3+3 \quad +3-1 \quad -3+1 \quad +1-1
\end{array}$$

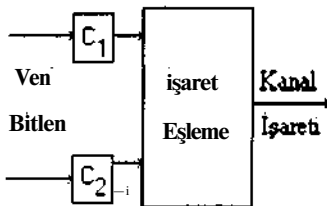
Şekil 2. AST değerleri (+2.-2) arasında sınırlı kalan, iki düzeyli dörtlü hat koduna ilişkin küme bölmelemesi

$$\begin{array}{ccccccc}
s_0 & \left\{ \begin{array}{cccc} +3-3 & +1-1 & +1+3 & -1-3 \\ -3+3 & -1+1 & +3+1 & -3-1 \end{array} \right. & \Delta_0^2 = 4 \\
& \begin{array}{cc} 0 & 1 \end{array} \\
& \swarrow & \searrow \\
s_1 & \left\{ \begin{array}{cc} r+3-3 & +3+1 \\ * -1+1 & -3-1 \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{cc} -3+3 & +1+3 \\ +1-1 & -1-3 \end{array} \right. & \Delta_1^2 = 4 \\
& \begin{array}{cc} 00/01 & 10/11 \end{array} & \begin{array}{cc} 00/01 & 10/11 \end{array} \\
& +3-3 & +3+1 & -3-1 & -1+1 & -3+3 & +1+3 & -1-3 & +1-1
\end{array}$$

Şekil 3. AST değerleri (+4.-4) arasında sınırlı kalan, iki düzeyli dörtlü hat koduna ilişkin küme bölmelemesi

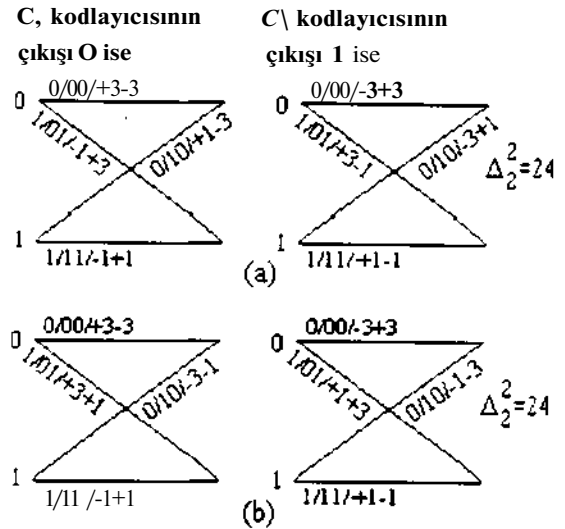
3.2. İki Düzeyli Dörtlü Hat Kodları

Şekil 4'de iki düzeyli bir hat kodlayıcısının genel yapısı görülmektedir.



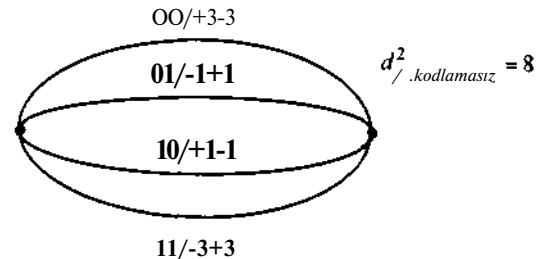
Şekil 4. İki düzeyli hat kodlayıcı yapısı

2.düzeyde 1/2 oranlı C_2 kodlayıcısının kullanılmasının amacı AST değerlerini belirli simetrik değerler arasında sınırlamaktır. Bu düzey için iki durumlu kafes yapı; AST değennin (+2,-2)



Şekil 5. AST değerleri (+2.-2) arasında sınırlı (a) ve (+4.-4) arasında sınırlı (b); 2. düzey kodlayıcı kafes yapılan.

Tasarlanan kodlar için kodlama kazançları, kodlamasız duruma göre hesaplanmıştır. Şekil 6. referans olarak alınan kodlamasız yapıdaki (tek durumlu), doğru akım bileşeni sıfır olan kafes yapıyı göstermektedir.



Şekil 6. Kodlamasız durumda (tek durumlu) kafes yapısı

Kodlamasız durumda, iki bitlik girişe, bir tane kod sözcüğü karşılık düştüğünden, iletim oranı $R_{\text{kod}}=2(\text{bit/kodsözcüğü})$ 'dür. Simge enerjisi $\mathcal{E} = 10$ olup bit başına enerji $E_b = E_s / 2$ 'dir.

I. düzeydeki çeşitli kodlama oranlı (/?) katlamalı kodlayıcılar için oluşturulan ve AST değerleri (+2.-2) ile (+4.-4) arasında sınırlı kalan 2 düzeyli dörtlü hat kodlayıcılar sırasıyla Tablo 1 ve Tablo2de verilmiştir.

Tablo1'deki 1 numaralı (Kod1) ve Tablo2'deki 2 numaralı (Kod2) kodlayıcılara ilişkin spektral çözümlmeler Cariolaro /4/ tarafından verilen analitik yöntemle elde edilmiş ve literatürdeki 151

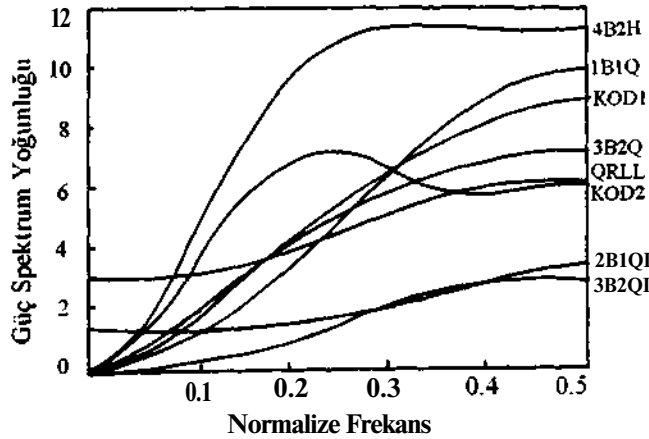
çok genlikli hat kodlarıyla karşılaştırılarak sonuçlar Şekil 7'de gösterilmiştir.

Tablo 1. AST değerleri (+2,-2) arasında sınırlı, 2 düzeyli dörtlü hat kodları

N	R ₁	R ₂	Δ_{r-1}^2	d_H	$\sigma_{f,ED}^2$	K _c	AKK (dB)	U	L
1	2/3	5/3	4	3	12	2	0.968	4	6
2	1/2	5/3	24	4	16	1	2.218	8	10
3	2/3	5/3	4	5	20	4	3.188	16	18
4	1/2	5/3	24	6	24	1	3.979	32	34
5	2/3	5/3	4	4	16	3	2.430	14	16
6	1/2	5/3	24	4	16	1		8	10

Tablo 2. AST değerleri (+4,-4) arasında sınırlı, 2 düzeyli dörtlü hat kodları

N	R ₁	R ₂	Δ_{r-1}^2	d_H	$\sigma_{f,ED}^2$	K _c	AKK (dBI)	L ₁	L ₂
1	2/3	5/3	8	2	16	1	2.21	2	4
2	1/2	5/3	24	3	24	1	3.98	4	6
3	2/3	5/3	8	3	24	1	4.19	7	9
4	1/2	5/3	24	3	24	1	4.39	41	43
5	2/3	5/3	8	3	24	3	4.49	127	129
6	1/2	5/3	24	3	24	1		2	4



Şekil 7 Tasarlanan hat kodlayıcıları ile literatürdeki hat kodlayıcılara ilişkin güç spektrumları

4.SONUÇ

Temeiband veri iletişimde, bir çift tel üzerinden iletilecek olan ikili sözcüklerin doğru akım bileşenlerinin olmaması ve alçak frekanslarda düşük spektral bileşenlere sahip olması istenir. Bu özellikler, hat kodlayıcılarının kullanılması ile sağlanabilir. Bu çalışmada, bu spektral özelliklerin

sağlanmasının yanında kafes kodlama tekniklerinden yararlanarak kodlanmış işaretlere hata düzeltme yeteneği katılmaktadır. Genlik düzeyi sayısının dört seçilmesi band verimliliği açısından da aynı bir üstünlük getirmektedir. Çok düzeyli kodlama tekniğinden yararlanmak simge başına iletilen bit sayısının seçiminde de bir esneklik sağlamaktadır.

Şekil 7'de görüldüğü gibi, Tablo 1'deki 1 nolu kodlayıcı için alçak frekanslardaki bileşenler 4B2H, 2B1QI, 3B2Q ve QRLL kodlarına göre daha düşük. 1B1Q ve 3B2QI kodlarına göre ise daha yüksek genliklidir. Tablo 2'de yer alan kodlayıcılar için ise hata başanlarının daha iyi olmalarına karşılık, alçak frekans bileşenlerinin Tablo 1'deki kodlayıcılara göre daha yüksek genlikli oldukları söylenebilir.

KAYNAKÇA

- 1/ M. H. Imai and S. Hirakawa, "A New Multilevel Coding Method Using Error Correcting Codes", IEEE Trans. Inform. Theory, vol.23, no. 3, pp. 371-377, May 1977.
- 2/ G.J. Pottie and D.P. Taylor, "Multilevel Codes Based on Partitioning", IEEE Trans. Inform. Theory, vol.35, no.1, pp.87-98, January 1989.
- 3/ Ü. Aygölü and E. Panayircı, "Multilevel Ternary Line Codes with Trellis Structure", IEE Proc-Com, vol.141, no.1, pp.7-12, Feb 1994.
- 4/ G. Cariolaro, G. Pierobon and G. Tronca, "Analysis of Codes and Spectral Calculations", Int. J. Electronics, vol.55, no.1, pp.35-49, 1983.
- 5/ L. Botha, H.C. Ferreira and I. Brocck, "Multilevel Sequences and Line Codes", IEE Proc.I, vol.140, no.4, pp.255-261, August 1993.

A.Y. ZORLU Mühendis ve yüksek mühendis unvanlarını sırasıyla 1991 ve 1994'de Yıldız Teknik Üniversitesi'nden aldı. Halen İstanbul Teknik Üniversitesi'nde doktora yapmaktadır ve de Yıldız Teknik Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.



Ü. AYGÖLÜ Mühendis, yüksek mühendis ve doktor unvanlarını sırasıyla 1978, 1984 ve 1989'da İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi'nden aldı. Yıldız Üniversitesi'nde 1980-1986 yılları arasında araştırma görevlisi, 1986-1989 yılları arasında öğretim görevlisi olarak çalıştı. 1989-1992 yılları arasında İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi, Haberleşme Anabilim Dalında yardımcı doçent olarak görev yaptı. 1992'de doçent oldu. Analog ve sayısal iletişim konularında dersler vermekte, halen kodlama ve modülasyonlu sistemlerle ilgili araştırmalar yapmaktadır.



YENİDEN DÜZENLENEBİLİR ÜÇ KATLI BAĞLAŞMA ŞEBEKELERİNDE KONTROL ALGORİTMASI

Sıtkı ÖZTÜRK

Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak. Elektronik ve
Haberleşme Bölümü. 41050 İzmit-KOCAELİ

Günsel DURUSOY

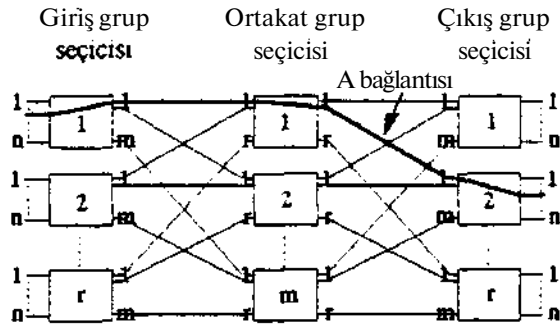
İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fak. Hab. Anabilim Dalı.
80626 Maslak-İSTANBUL

ÖZET:

Kesişmeli seçicilerle kurulan bağlaşma şebekelerinde iç blokaj olasılığını veren bir değerin altında tutmak için şebekeye yük dengelemesi uygulanır. İç blokaj azaltılarak veya ortadan kaldırılarak, bağlaşma verimliliği artırılır. Yeniden düzenleme böyle bir sonucu, çok katlı bağlaşma şebekelerinde var olan bağlanılan değiştirerek başanır.

1. GİRİŞ:

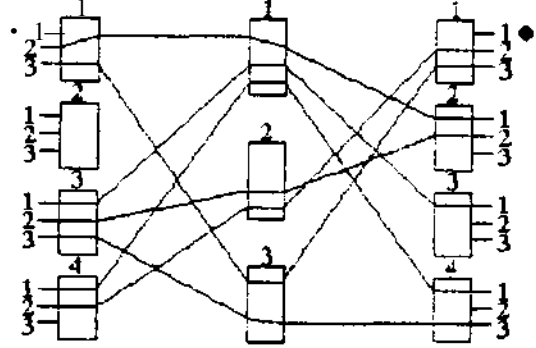
Üç katlı bağlaşma şebekesi, Şekil 1 'de görüldüğü gibi r tane $(n \times m)$ boyutunda birincil (giriş) ve üçüncül (çıkış) grup seçme katları ile m tane $(r \times r)$ boyutunda ikincil (ortak) grup seçme katından oluşur.



Şekil 1. Üç katlı bağlaşma şebekesi.

Şebekede giriş ve çıkış grup seçicileri ortak grup seçicilerinin herbirine yalnız bir yolla bağlanabilmektedir. Böyle bir şebekeyi (m, n, r) parametreleriyle karakterize edebilirsiniz. Üç katlı bağlaşma şebekesinde, $(n \times r)$ girişlerinden biri, $(n \times r)$ çıkıştan herhangi birine bağlantı isteyebilir. Bu bağlantı, ancak giriş ve çıkış grup seçicileri için ortak serbest bir ortak grup seçicisi varsa gerçekleşir; aksi takdirde yani, çağırma çıkan giriş grup seçicisi ve çağırılan çıkış grup seçicisi farklı ortak grup seçicilerine eriştiğinden, ortak bir yol bulunamaz. Bu durum, çağırmanın blokajı

(çağırmanın kurulamaması) demektir ve kısaca *iç blokaj* (internal blocking) olarak adlandırmaktadır. Örneğin Şekil 2 'deki birinci giriş grup seçicisinden, birinci çıkış grup seçicisine çıkan çağırma, iç blokaj nedeniyle kurulamaz.

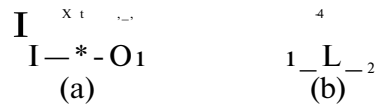


• Blokajlı çağırma

Şekil 2. Yeniden düzenlenebilir blokajlı şebeke.

$n \leq m \leq 2n-1$ olan bağlaşma şebekesine, *yeniden düzenlenebilir üç katlı bağlaşma şebekesi* denir. Eğer $2n-1 \leq m$ ise bu şebeke, *blokajsız* (Clos) *üç katlı bağlaşma şebekesi* adını alır *İM*. Yeniden düzenlenebilir bağlaşma şebekesinde bağlantı durumunu göstermek için, aşağıdaki tanımlar yapılabilir *121, 121*.

TANIM 1. (Kurulu çağırma): I , $(1 \leq I, \leq r)$ giriş grup seçicisi üe O , $(1 \leq O, \leq r)$ çıkış grup seçicisi, x , $(1 \leq x, \leq m)$ ortak grup seçicisi üzerinden kurulu çağırma Şekil 3 a 'daki gibi gösterilir. Şekil 1 'deki A bağlantısı bu tanımdan yararlanarak Şekil 3 b 'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 3. Kurulu çağırmanın, bağlantı zinciri üe gösterilmesi.

TANIM 2. (Serbest ortak grup seçicisi): I , giriş grup seçicisi ve x , ortak grup seçicisi arasında bir bağlantı kurulmamış ise, x , 'e. I , giriş grup seçicisinin serbest ortak grup seçicisi denir. Bu durum Şekil 4a 'daki gibi

gösterilir. O, çıkış grup seçicisi ile x , ortakat grup seçicisi arasında bir bağlantı kurulmamış ise x , 'e, O, çıkış grup seçicisinin serbest ortakat grup seçicisi denir ve benzer gösterim kullanılır.

Şekil 2 'de birinci ortakat grup seçicisi, ikinci giriş grup seçicisinin serbest ortakat grup seçicisi, Şekil 4b 'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 4. Serbest ortakat grup seçicisinin gösterilmesi

Yeniden düzenlenebilir bağlaşma şebekesinde I , ($1 \leq I, \leq r$) giriş grup seçicisi ve O , ($1 \leq O, \leq r$) çıkış grup seçicisi arasında iç blokaj meydana gelsin. I , için x , ($1 \leq x_2 \leq m$) ortakat grup seçicisi serbest, O , için x , ($1 \leq x, \leq m$) ortakat grup seçicisi serbest olsun. I ,in, serbest ortakat grup seçicisi x_1 ile bağlantı kurmuş olduğu ortakat grup seçicisi x ,in, yeniden düzenlenmesiyle, I , ve O , içm ortak serbest ortakat grup seçicisi x , elde edilir ve böylece iç blokaj kalkar.

Bununla beraber genelde O_2 ile x_2 arasında başka bir bağlantı vardır. Giriş ve çıkış grup seçicilen arasındaki kurulu bağlantının bozulmaması için yeniden düzenleme işlemine devam edilir. Bu bağlantı başka bir ortakat grup seçicisine, örneğin x_3 , 'e, yeniden düzenlenmelidir. Bunun için x_3 ile x_2 arasındaki bağlantı da bir sonraki ortakat grup seçicisine yeniden düzenlenmelidir yani, genelde I , giriş grup seçicisi ile O ,i çıkış grup seçicisi arasında bağlantıyı yeniden düzenlemek için I , 'in veya O , ' in bağlantısı başka bir ortakat grup seçicisine aktarılmalıdır. Böylece sırayla yeniden düzenleme işlemi uygulanarak iç blokaj kaldırılır. Yeniden düzenlemedeki bağlantı değişikliği bağlantı zinciri (connection chain) denilen bir notasyonla gösterilir 121.

TANIM 3. {Bağlantı zinciri}: Mevcut herbir çağırmanın bağlantı zinciri Şekil 5a 'da, bu çağırmanın aynı giriş ve çıkışları birleştirilerek Şekil 4b 'deki gibi özetlenebilir.

Bu I , 'de başlayan bağlantı zinciri olarak isimlendirilir. I_k giriş grup seçicisi için x_{2k} , ortakat grup seçicisi serbest ise, bu zincir Şekil 5c 'deki gibi gösterilebilir.

$$i1JEi02.02-S.i2...i_k \frac{x_{2k-1}}{I_k} O_{k+1} O_{k+1} \frac{x_{2k}}{I_{k+1}} I_{k+1} \dots$$

(a)

$$r_1 \ddot{U} I o_2 J S . i_2 \dots \frac{x_{2k-2}}{I_k} I_k \frac{x_{2k-1}}{O_{k+1}} O_{k+1} \frac{x_{2k}}{I_{k+1}} I_{k+1} \dots$$

(b)

$$I_1 \frac{x_1}{O_2} O_2 \frac{x_2}{I_k} \dots \frac{x_{2k-2}}{I_k} I_k \frac{x_{2k-1}}{I_{k+1}} I_{k+1} \dots$$

(c)

Şekil 5. Yeniden düzenlenebilir bağlaşma şebekesinin bağlantı zinciri.

2. ÜÇ KATLI BAĞLAŞMA ŞEBEKESİNDE İÇ BLOKAJ

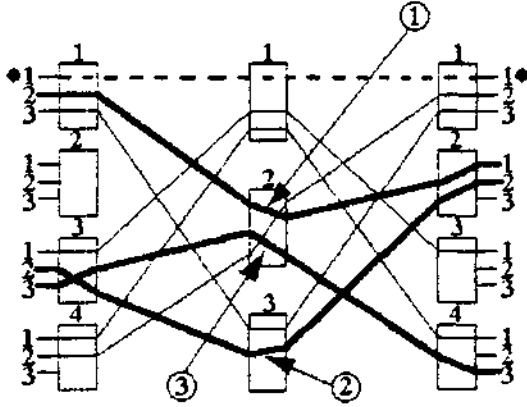
Üç katlı bağlaşma şebekesinde I , giriş grup seçicisi ile O , çıkış grup seçicisi arasında çağırma çıktığı kabul edilsin. I , ile O , arasındaki çağırmayı kurmak için, I , ve O , için ortak bir serbest ortakat grup seçicisi bulunmamaktadır. Üç katlı yeniden düzenlenebilir bağlaşma sistemlerinde ($n \leq m \leq 2n-1$) şartından dolayı, I , ve O , içm en az bir serbest ortakat grup seçicisi daima vardır 1M. Bununla beraber, I , ve O , için ortak bir serbest ortakat grup seçicisi her zaman bulunamaz. Böylece blokaj oluşur.

Bu durum bir örnekle gösterilebilir. Şekil 2 'deki bağlaşma şebekesi, bininci giriş grup seçicisi ile bininci çıkış grup seçicisi arasında çağırmanın çıktığı andaki mevcut bağlantı durumunu gösterebilir. Burada birinci giriş grup seçicisi için ikinci ortakat grup seçicisi, bininci çıkış grup seçicisi için de bininci ortakat grup seçicisi, serbestir. Dolayısıyla çağırma, ortak bir serbest ortakat grup seçicisi olmadığından kurulamaz.

Yeniden düzenlenebilir üç katlı bağlaşma şebekelerinde, iç blokaj yeniden düzenleme algoritmasıyla kaldırılır. Şekil 2 'deki blokajın kaldırılması bölüm 2.1 'de anlatılmaktadır.

2.1. Yeniden Düzenleme ile İç Blokajın Kaldırılması

Yeniden düzenlenebilir üç katlı bağlaşma şebekesinde, çağırma isteği geldiğinde iç blokaj meydana gelirse, yeniden düzenleme üe blokajı kaldırmak mümkündür. Yeniden düzenleme, ortakat grup seçicilerindeki mevcut bağlantıları değiştirme işlemidir. Bu işlem sırasında, kurulu çağırmanın kaybolmaması gerekir. Şekil 2 'de birinci giriş ve çıkış grup seçicilerindeki blokajlı çağırma isteği, Şekil 6 'daki gibi 1, 2 ve 3 bağlantılarını düzenleyerek giderilir. Yeniden düzenleme, bağlantı zinciri ile Şekil 7 'de gösterilmiştir. Bu bağlantı "birinci giriş grup seçicisinden başlayan bağlantı zinciri" olarak Şekil 8 'deki gibi de gösterilebilir.



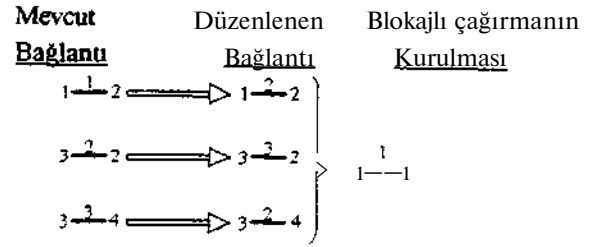
- Blokajı kaldırılan çağırma
- • Yeni bağlantı
- Yeniden düzenlenen bağlantılar

Şekil 6. Yeniden düzenleme üe blokajın kaldırılması

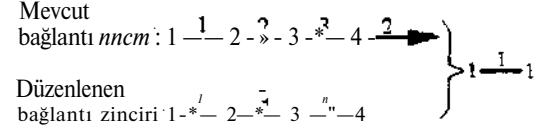
Sonuç olarak, birinci giriş grup seçicisi ile birinci çıkış grup seçicisi arasında, birinci ortakat grup seçicisi serbest hale getirilerek, çağırma kurulur.

Yeniden düzenlemede en az değişiklik gerektirecek ortakat grup seçicilerinin bulunması, hesaplama zamanını büyük ölçüde azaltır. Uygun seçiciler,

- Sabit bir noktadan başlayıp sıralı arama,
- Rastgele bir noktadan başlayıp sıralı arama,
- En az kullanılan ortakat grup



Şekil 7. Yeniden düzenlenen çağırma.



Şekil 8. Yeniden düzenlenen çağırmanın bağlantı zinciri ile gösterilmesi.

seçicisinden başlayıp arama,

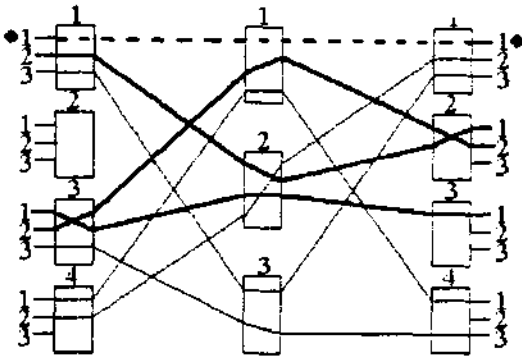
- En az kullanılan ortakat grup seçicisinden başlayıp arama,
- En fazla kullanılan ortakat grup seçicisinden başlayıp arama,

yöntemleriyle bulunur **141**. Önerilen algortmada, serbest ortakat grup seçicüen, sabit bir ortakat grup seçicisinden başlayarak araştırılmaktadır.

3. GELİŞTİRİLEN ALGORİTMA

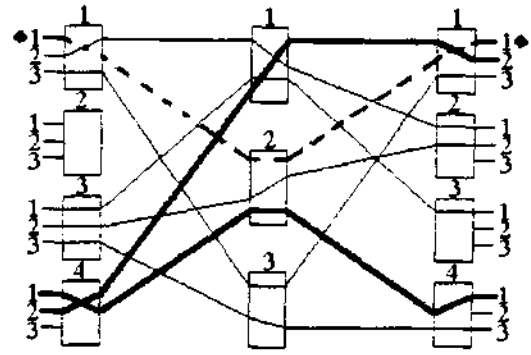
Tarafımızdan yapılan çalışmalar, S. Ohta ve H. UEDA 'nın "bağlantı zinciri" yöntemine benzemektedir **131**. Ancak ortakat grup seçicilerinin seçiminde farklı bir yol izlenmiş ve mantıklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, bu algortma Şekil 2 'deki bağlaşma şebekesine uygulanırsa Şekil 9 ve Şekil 10 'daki gibi bir düzenleme elde edilir. Çalışmada, yeniden düzenlenecek devrenin parametreleri ($m=30$, $n=30$, $r=300$) alınmıştır. Bu düzen uygun bağlantı yapıldığında eş zamanlı 9000 çağırma imkanı vermektedir.

Sistemde 8950 çağırmanın bağlandığı genye kalan 50 çağırmanın ise yeniden düzenleme yapılarak bağlanabilmesi ve bunun için gerekli "yeniden düzenleme sayısı" ve yeniden düzenleme süresi" incelenmiştir. Bu incelemeler için algortma geliştirilmiş, sistem



- Blokajı kaldırılan çağırma
- - Yeni bağlantı
- Yeniden düzenlenen bağlantılar

Şekil 9. Geliştirilen algoritma yeniden düzenlemenin gerçekleştirilme



- Blokajı kaldırılan çağırma
- - Yeni bağlantı
- Yeniden düzenlenen bağlantılar

Şekil 10. Geliştirilen algoritma yeniden düzenlemenin gerçekleştirilme

giriş başına ortalama çağırma çıkma olasılığı 0,2 alınarak simule edilmiştir. Yeniden düzenleme süresinin "gamma" dağılım fonksiyonuna uyduğu görülmüş, bu sürenin öngörülen bir değeri aşması olasılığı incelenmiştir. Gerçek dünyadaki olaylardan gidilerek bu süre 0,2 saniye alındığında, iç blokajın %70 'inin yeniden düzenleme ile ortadan kaldırılabilirliği; öngörülen sürenin 0,5 saniye alınması halinde ise iç blokajın %99 oranında gidenildiği sonucu elde edilmiştir.

Bir başka inceleme şebekenin (m, n, r) parametreleri üzerinde yapılmış ve bu boyutların küçültülmesinin yeniden düzenleme süresini daha da azalttığı görülmüştür.

4. SONUÇ

SPC santrallerinde ve hatta ISDN 'de *yeniden düzenleme* yapılarak aynı servis kalitesi daha



Sıtkı ÖZTÜRK 1982 'de Yıldız Teknik Üni. Kocaeli Müh. Fak. Elektronik ve Haberleşme Böl. 'den mezun oldu. Halen Kocaeli Üni. Müh. Fak. Elektronik ve Hab. Bölümü Haberleşme Anabilim Dalında Öğr. Gör. olarak görev yapmaktadır;

"bağlaşma sistemleri" üzerinde doktora çalışmasına devam etmektedir.



Günsel DURUSOY 1961 'de İ.T.Ü. Elektrik Fakültesi Zayıf Akım Kolundan mezun oldu. Halen aynı fakültenin Haberleşme Anabilim Dalında Profesör olarak görev yapmaktadır; "bağlaşma sistemleri", "teletrafik teonisi", "haberleşme şebekeleri", "ven haberleşmesi" ve "genişbandlı haberleşme sistemleri" alanlarında öğretim ve araştırma faaliyetlerinde bulunmakta, tezler yönetmektedir.

KONUŞMACIYA BAĞIMLI AYRIK SÖZCÜK TANIMA SİSTEMİ

A. DALOĞLU

Elektronik ve Hab. Müh..Kocaeli Ün., İZMİT

ÖZET

Söz Tanıma İşlemi, temel olarak, girişteki bir ses işaretinin söylenmiş kelime ya da cümle kümesi içinden herhangi biri olarak belirlendiği bir örüntü (= pattern) sınıflandırma işlemi olarak modellenenir. Bu modelde giriş, söylenmiş bir kelime veya kelimeler dizisine ilişkin analog bir ses işareti, çıkış ise, eldeki referans şablonlardan girişe 'en yakın' olan sözcük ya da sözcük dizisidir. Bu çalışmada, bu model esas alınarak, sayısal bir telefon santralı için tasarlanmış Ayrık Sözcük Tanıma Sistemi anlatılmış ve sistemin kullandığı algoritmalar ile sistemin eğitim ve test modları tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

Konuşma tanıma. insan-makina iletişiminin konuşma yoluyla sağlandığı ve metne ilişkin mesaj ya da konuşmacının kimliğine ilişkin bilginin konuşma işaretinden çıkarılmasıyla ilgilenen bir araştırma konusudur. Bu araştırmalarda varılmak istenen nokta; binlerce sözcükten oluşmuş akıcı ve doğal konuşmayı insan kadar iyi tanıyabilmektir. Günümüzde pek çok uygulama alanı olan konuşma tanıma sistemlerinin bir uygulaması, TELETAS'ta Türk mühendisleri tarafından gerçekleştirilen 512 aboneli LEVENT-1 sayısal santralı üzerinde yapılmıştır. Sayısal santral üzerinde 'Konuşma Tanıma' uygulaması Konuşmacıya Bağımlı ve Konuşmacıdan Bağımsız olmak üzere iki ayrı şekilde de kullanılabilir.

Konuşmacıya Bağımlı Hizmetler:

- Konuşan abonenin kimliğinin belirlenerek, özel servislere erişim güvenliği
- Sözle numara çevirme uygulaması

Konuşmacıdan Bağımsız Hizmetler :

- Ödemeli Konuşma hizmetinin otomasyonu
- Sözle numara çevirme uygulaması

şeklinde tanımlanabilir.

Bu çalışmada, gelecekteki hedef olarak belirlenen Otomatik Ödemeli Konuşma Sistemi'nin ilk adımı olarak. 'Konuşmacıya Bağımlı Ayrık Sözcük Tanıma Sistemi' tasarlanmıştır. Gerçeklenen sistem üzerinde değerlendirme yapan ve sayısal santral üzerinde üst düzeyli yazılımlarla iletişim kuran birim olarak 80186 türü bir mikroişlemci. alt düzeyde işaret işleme ve konuşma işaretlerini parametrize eden birim olarak da bir Sayısal İşaret İşleyici kullanılmıştır. Tasarlanan sist. em. sayısal konuşma işaretinin 10 ms'lik çerçevelerine ilişkin hesaplanan ;

- Ortalama Enerji Bilgisi.
- Sıfır Geçiş Oranı.
- Doğrusal Tahmin Katsayıları.
- Formant Frekansları,

parametrelerinin, ayrı ayrı bloklar halinde Vektör Kuantalama Algoritması ile kuantalanarak. parametrize edilmesi ilkesine dayandırılmıştır. Gerçeklenen sistemin iki ayrı modu vardır :

- Eğitim (= Training) Modu
- Tanıma (= Recognition) Modu

Eğitim modunda. konuşmacıya çeşitli kelimeler birçok kez tekrarlatılarak, tüm söyleyişlerin aritmetik ortalamaları alınır ve her kelime için referans şablonları elde edilerek. tanıma aşamasında kullanılmak üzere kelime kütüphanesi oluşturulur.

Tanıma modunda ise, konuşma işaretinin yukarıda belirtilen parametreleri hesaplanarak, bilinmeyen kelimeye ilişkin elde edilen test şablonu en iyi eşlemeyi bulmak amacıyla, eğitim modunda oluşturulmuş kütüphanedeki referans şablonları ile belirli bir benzerlik ölçüsüne göre karşılaştırılır. Test şablonuna en yakın benzerliği sağlayan referans şablonu, bilinmeyen kelime olarak sınıflandırılır.

/1/2/6/7/

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 6. ULUSAL KONGRESİ

2. SİSTEME BİLİŞKİN DONANIM

Tasarlanan konuşmacı eğitilmiş, kelime tanıma sisteminin donanımında, konuşma işaretinin analizi ve konuşma çerçevelerine ilişkin parametrelerin oluşturulması işlemleri TMS320C15 Sayısal İşaret İşlemcisi ile. konuşma işaretinin örneklenmesi, analiz parametrelerinin vektör kuantalanması, kelime kütüphanesinin oluşturulması, sonuçların değerlendirilmesi ve karar verme işlemleri de INTEL 80C186 mikroişlemcisiyle gerçekleştirilmektedir. Konuşma Tanıma Panosu üzerinde; iki mikroişlemcinin veri veya mesaj iletişimini sağlamak üzere; iki adet 2KByte'lık Çift Kapılı RAM kullanılmıştır. 80C186 işlemcisi çevresinde 512KByte EPROM, 512KByte Dinamik RAM, bilgisayar ile seri haberleşme arabirimi. PCM linki ile arabirim oluşturmak üzere özel bir seri/paralel Dönüştürücü kullanılmıştır. Sistemde. 1MByte adres uzayının üst yansı. EPROM. diğer yansı ise RAM bellek olarak tasarlanmıştır. 512KByte EPROM ' lann üst yansında sistemi çalıştırmak üzere monitör programı, diğer yansında ise. ses merkezleri kütüphanesi yerahr.512KByte 'lık RAM belleklerde, örneklenen ses işareti verileri, konuşma işaretinin analiz parametreleri, analiz parametrelerinin kuantalanmış değerleri ve karar vermek üzere hesaplanan uzaklık tabloları yer alırlar. /1/2/

3. GERÇEKLENEN DENEYSEL SİSTEM

Tasarlanan Konuşma Tamma sisteminde, LEVENT.1 Sayısal Santralı üzerinde kurulan abone telefonu ile Konuşma Tanıma Panosu arasında sağlanan PCM veri kanalı aracılığıyla, teyp kasetinde kayıtlı bulunan konuşma işareti 8 KHz. örnekleme frekansı ile, 5 sn. süresince örneklenerek. RAM bellek üzerine kaydedilir. İşaret İşleyici. kaydedilen konuşma işaretinin 10ms.'lik zaman çerçevelerine

ilişkin, Özdeş Katsayılarını, Doğrusal Tahmin Katsayılarını, formant frekanslarını, enerji ve sıfır geçiş sayısını hesaplar ve sonuçları 80C186 mikroişlemcisine gönderir. Kaydedilen 5 saniyelik konuşma verisinin analiz işlemi bitirilince. elde edilen parametre verileri Vektörel Kuantalama Algoritması kullanılarak, kuantalanır. Kuantalanmış analiz parametrelerindeki, sıfır geçiş ve enerji bilgisinin değişimleri gözlenerek, konuşma işaretindeki, sessizlik bölümleri atılır, sözcüğün başlangıç ve sonu bulunur. 80C186 İşlemcisi, sözcüğü oluşturan ses segmenti parametrelerini, kütüphanedeki sözcüklere ilişkin ses segmentlerinin parametreleri ile teker teker karşılaştırarak. ilgili sözcüğün kütüphanedeki herbir sözcük ile aralarındaki uzaklıkları hesaplar. Hesaplanan uzaklıklardan, belirli bir karar kuralı yardımıyla ilgili sözcüğün kütüphanedeki sözcüklerden hangisine yakınsadığına karar verilerek, sözcüğün kimlik numarası sisteme tamma mesajı olarak , gönderilir, /1/2/

3.1 Konuşma İşaretinin Analizi

8 KHz. örnekleme frekansı ile örneklenen 5 saniye' lik konuşma işaretinin. 10 ms. 'lik alt çerçevelerine karşılık gelen, analiz parametrelerini oluşturmak amacıyla ilk olarak, ard arda gelen aynı ses verilerinin işaretleri incelenerek, ilgililenilen zaman çerçevesindeki sıfır geçiş oramı hesaplanır. işaret bir ön-dengeleme filtresi (= pre-emphasize filter)'nden geçirilir, Hamming Penceresi kullanılarak pencerelenir. Bundan sonraki adım. pencerelenmiş ses işaretinin, özdeş analizi olarak öngörölmüş, 8 tane özdeş katsayısı hesaplanmıştır. Gerçekleştiğinde özdeş analizi sonucunda hesaplanan R(0) özdeş katsayısı ,üğü zaman çerçevesindeki konuşma işaretinin enerjisi olarak ele alınmıştır. Hesaplanan özdeş katsayısından rekürsif Levinson - Durbin algoritması kullanılarak. Doğrusal Tahmin Katsayısının hesabı gerçek-

lenmiştir. Son adımda ise, hesaplanan Doğrusal Tahmin Katsayıları 'ndan ($a_j, j = 1, 2, 3, \dots, 8$) oluşturulan $\{1, a_1, a_2, a_3, \dots, a_8, 0, 0, \dots, 0\}$ şeklindeki giriş dizisinin Aynk Founer Dönüşümü alınarak, formant frekansları belirlenmiştir. /1/2/3/4/

3.2 Parametrelerin Kuantalanması

Vektörel Kuantalama işlemine giriş vektörleri ($x_i, 1 \leq i \leq 16$) olarak. 10 ms'n'lik zaman çerçevelerine karşı gelen analiz parametreleri vektörlerinden, ardışıl olan 16 tane seçilmiş, bu durumda, 5 saniye'lik konuşma verisi, 160 ms'n'lik alt çerçevelere ayrılarak, 32 adet ardışıl zaman dilimi elde edilmiştir. Vektör Kuantalama işlemi için kuantalama seviyesi sayısı $L=4$ seçilmiş, çıkış vektörlerinin ($y_i, 1 \leq i \leq 4$) değerleri, kuantalama altprogramında her iterasyon sonucunda güncellenerek elde edilmiş, sonuçlar ana programa geri döndürülerek, konuşma işaretinin. 160 ms'n'lik zaman çerçevelerinin, 4 kuantalama seviyesi için, $4 \times 13 = 52$ adet parametre ile temsil edilmesi sağlanmıştır. /1/2/5/7/

3.3 Sistemin Eğitimi

Tasarlanan, Konuşmacıya Bağımlı, Aynk Konuşma Tanıma Sisteminde, sistemin eğitimi için, teyp kasetinde kayıtlı bulunan bir erkek sesinden yararlanılmış ve bu ses ile sistemin eğitimi tamamen manuel olarak gerçekleştirilmiştir.

Tanıma adımı, karşılaştırma için referans teşkil edecek olan kütüphanenin oluşturulması aşamasında, her buketime için çeşitli söyleyişlerin parametre ortalamaları alınarak, tüm kelimeler için ayn ayn referans şablonları (= reference patterns) hazırlanmıştır. Eğitim aşamasında, erkek konuşmacı için 10 kelime uzunluğunda bir kütüphane gerçekleştirilmiştir. Sistemin eğitimi için kütüphane 'yi' oluşturan kelimelerin tümü erkek konuşmacıya 10-12 kez tek-

rarlatılarak kayıt yapılmış, bu kayıtlar incelenerek sessizlik segmentleri kayıtlardan çıkardılmış, sözcüğü oluşturan ses segmentlerinin herbiri için parametrelerin aritmetik ortalama değerleri ayn ayn hesaplanarak, sözcüklere ilişkin referans şablonları hazırlanmıştır. /1/2/6/7/

3.4 Benzerlik Ölçümleri ve Karar Verme

Tasarlanan konuşmacıya bağımlı Aynk Konuşma Tanıma sisteminin, konuşmacı tarafından eğitimi tamamlanıp, kelimelere ait, referans şablonların yer aldığı kütüphane oluşturulduktan sonra, tanıma aşamasında kütüphanedeki veriler arasından, konuşma işaretine ilişkin bilinmeyen test şablonuna en benzer şablon aranır. Tanıma aşamasında, test şablonuna ait tüm konuşma segment parametrelerinin, kütüphanedeki tüm kelimelerin ilgili segment parametreleri ile teker teker karşılaştırılarak, uzaklıklar hesaplanmış, minimum uzaklığı (s maksimum benzerlik) sağlayan referans şablon, bilinmeyen kelime olarak değerlendirilmiştir. Söylenmiş olan bilinmeyen kelime'nin kaç segment devam ettiği kontrol edilerek, Doğrusal Tahmin Katsayısı uzaklıklar, enerji ve sıfır geçiş sayısı uzaklıklar ile formant frekansları'na ilişkin uzaklıkların aritmetik ortalamaları alınarak, ortalama uzaklık değerleri hesaplanır. Ortalama uzaklıklar teker teker taranarak en fazla parametre grubunun minimum uzaklığını sağlayan kelime kimlik numarası bulunmuş ve bilinmeyen kelimeye ait test şablonu, kütüphanedeki ilgili kimlikli kelime şablonuna atanmıştır. /1/2/6/7/

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tasarlanan sistemde, bir erkek konuşmacı için, 10 kelime uzunluğunda bir sözlük hazırlanarak, kütüphanedeki kelimeler ile sistem test edilmiş ve %70'ler civarında başarımlar elde edilmiştir. Sistemin tasarımında, örneklenen konuşma işaretinin analiz edilmesi ve pa-

rametre elde edilmesi aşamasında kullanılan İşaret İşleyici üzerinde gerçekleştirilen analiz yazılımında kullanılan algoritmalar, işlemcinin komut kümesinin kayan noktalı aritmetik işlemlere destek vermemesi nedeniyle, tüm yazımlarda, parametrelerin ölçeklendirilmesi (=scaling) yoluna gidilmiştir. Bu da, konuşma işaretinin analiz parametreleri ile yeterince hassas biçimde takdim edilememesine neden olmuş, sistemin eğitimi sırasında yapılan incelemelerde, doğrusal tahmin katsayıları ve formant frekanslarının bazı sözcükler için, standart sapmalarının çok fazla çıktığı gözlemlenmiştir. Bu durum, gelecekte konuşma işaretini analiz eden yazılımın iyileştirilerek, kütüphanedeki kelimeleri temsil eden parametrelerin standart sapmalarını azaltmak suretiyle çözülmesi gereken bir problem olarak görülmektedir. Tasarlanan sistemde kelimenin başlangıcı ve bitişi, enerji ve sıfır geçiş oran eşikleri ile belirlendiği ve tüm karşılaştırmaların, bu parametrelerin eşik değerleri üzerine çıktığı konuşma bölümleri için yapılarak, uzaklıkların belirlendiği düşünülürse, kelimenin uç-noktalarının (send-points) doğru olarak belirlenmesinin önemi açıktır. Kelimenin başlangıç noktasının hatalı olarak bulunması, sistemde yanlış kelimelere yakınsama olarak kendini gösterecektir. Ayrıca, temiz ve gürültüsüz kayıtların yapılabildiği akustik ortamlar dışında, sadece enerji ve sıfır geçiş parametresi eşiklerinin ölçümünün, kelimenin uç noktalarını bulmak için yeterli olmadığından, tasarlanan sistemin başarımını arttırmak ve gürültülü ortamlarda da etkin kılabilmek için, aynı parametrelerden yararlanarak kelimenin başlangıç ve bitişini daha kesin ve güvenilir biçimde veren etkin algoritmalarla yararlanılması düşünülmektedir. Kelimenin başlangıç ve bitişinin daha güvenilir biçimde bulunarak, kaydedilen ses işaretinden baş-

langıçtan itibaren sessizlik parçalarının ayrılarak atılması ve sadece elde kalan kelime üzerinde analiz ve kuantalama işlemlerinin yapılarak, test şablonunun oluşturulması, şu andaki sisteme göre hem daha doğru ve hem de daha hızlı karar vermeyi sağlayacak bir yöntem olarak düşünülmektedir.

5. KAYNAKÇA

- [1] A. Daloğlu, M. Aktekin, 'Speaker Independent Isolated Speech Recognition System \1. Yapay Zeka ve Yapay Sinir Alan Sempozyumu. Bilkent Üniversitesi, Ankara, Haziran, 1992
- [2] A. Daloğlu, M. Aktekin, 'Konuşmacı Bağımsız Ayrık Sözcük Tanıma Sistemi'. 3. Sinyal İşleme Kurultayı (SİU-95), Kapadokya, Nisan, 1995
- [3] L.R. Rabiner, R.W. Schafer 'Digital Processing of Speech Signals', 1978, by Bell Lab., Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- [4] J. D. Markel 'Digital Inverse Filter - A New Tool For Formant Trajectory Estimation' IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics Vol. AU - 20, No.2. Jan. 1980. page. 129 - 137
- [5] Y. Linde, A. Buzo, R.M. Gray 'An Algorithm for Vector Quantizer Design' IEEE Transactions on Communications Vol. COM-28, No. UJanuary 1980 page. 84-95
- [6] L.R. Rabiner, S. Levinson 'Isolated and Connected Word Recognition Theory and Selected Application' IEEE Transactions on Communications Vol. COM-29, No.5, May 1981, page. 621-639
- [7] G.E. Copec, M.A. Bush 'Network Based Isolated Digit Recognition Using Vector Quantization' IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing Vol. ASSP- 33, No.4, August 1985, page. 850 - 867



Ayşen Daloğlu
Yıldız Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği bölümünden master derecesi aldı. Aynı üniversitenin Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünde doktoraasını tamamladı. Halen Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

SES İŞLEMCİSİ KULLANARAK SAYISAL SES KAYIT /OKUMA DEVRESİ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

M. F. GÜVEN

TRT Ankara TV. Tek. Md. 06660 Kavaklıdere-ANKARA.

M. SARITAŞ

Gazi Üniversitesi. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü. 06570 Maltepe-ANKARA

ÖZET: Özel amaçlı ses işlemci entegreler ve kişisel bilgisayarlar kullanılarak bazı kısa ve sürekli tekrar edilen mesajları insanlara iletmek mümkün olmaktadır. Bu ses işlemcilerin salt-oku bellekli ses sentezleri TÜRKÇE'ye uyarlanamamaktadır. Bu çalışmada, analog ses sinyalleri, ses işlemcilerin Kayıt/Oku belleklerine sürekli değişken eğimli delta modülasyon, CVSDM. tekniği kullanarak saklanmaktadır. Ses işlemcisi bir mikroişlemci ile yönetilerek, isteğe göre, çoklu Kayıt/Oku işlemi de yapılabilmektedir. Burada ses örnekleme frekansları 16, 32, ve 64 kHz seçilerek 1 Mbit hafızaya, sırasıyla 60, 30 ve 15 saniyelik sürelerde kayıt işlemi yapılabilmekte; gürültü bastırma özelliğine sahip olan devremiz, gürültüyü en aza indirerek ses kalitesini de arttırmaktadır.

1. GİRİŞ

Akustik ses dalgalarının kolayca elektriksel ifade edilebilmesi ve işlenebilmesi nedeniyle, iletişimde en çok kullanılan organımız işitme organımızdır. Sesin analog olarak manyetik ortamlarda saklanması ve tekrar okunması günümüzde 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 görülmüştür. Yan iletken teknolojisinin ilerlemesi, sayısal entegrelerin küçülmesi ve ucuzlaması sonucu, sesin sayısal dönüştürülerek hafıza birimlerinde saklanması ve okunması,

istenilen sesin istenildiği kadar işlenmesine olanak tanımaktadır. Böylece baa mesajları belirli yer ve zamanda insanlara iletmek için ses sinyallerini sayısal olarak Yaz-Oku belleklerinde saklamak ve isteğe göre çağırmak mümkün olmaktadır. Örneğin, bir saat, bir asansörün göstergesi veya bir yazar kasanın veya tartının gösterge paneli insanı görsel olarak uyarmaktadır. Bu örneklerde sırasıyla, karanlıkta bir düğmeye basılarak saatin kaç olduğu, asansörde kaçına kata gelindiği ve kat hakkında bilgi veya müşterinin borcu önceden kaydedilen seslerle ifade edilebilir. Benzen şekilde, bir sinyal sesiyle yapılan alarm veya uyan sesleri yerine kısa bir hostes konuşma kaydı üe uyartım sağlanabilir. Bu tip devrelerin bir başka kullanım alanı da yayıncılık ve reklamcılık olabilir. Uzun süreli olmayan ve sürekli tekrar edilen ses paketlerinin, örneğin radyo çingıllan ve reklam spot müzikleri gibi, kayıt ve okunmasında tercih edilebilirler. Bu devreler insanla iletişimi kolaylaştıracağından multimedya ve interaktif uygulamalarda da kullanılabilirler.

İlen teknoloji ülkelerinde, insan-makine iletişimde ses işlemci devreleri başarıyla kullanılmakta; ancak kolayca kullanılabilecek sah -oku bellekli ses işlemcileri (BLX281, DT10XX sena, MM54104, AN252 /I/, TMS5220 IH) İngilizce olarak depolandığından Türkçe uyartımda kullanılamamaktadır. Bu durumda pratik ve ucuz çözüm, bir biçimde istenen müzik veya konuşmanın sayısal kodlanarak depolanması ve istenildiğinde çağrılarak kullanılmasıdır. Bu tip bir işlem, bir kişisel bilgisayarla kolayca gerçekleştirilebilir Sesli yanıt sistemleri/3/, örneğin Alo-Okul ve Alo-Banka gibi sistemler, bahsedilen gereğin makro

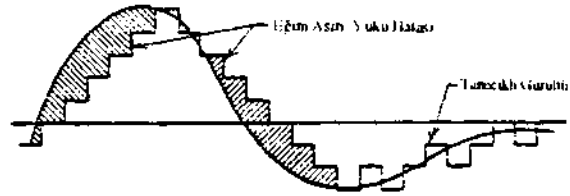
uygulamalarıdır. Ancak özel kullanım amaçlı ses işleme entegrelerin kullanılması daha pratik ve ucuz olacağından şu andaki bir boşluğu doldurmuş olacaktır. Bu çalışmada, bu amaç için, sesin sayısallaştırılarak saklanması ve okunmasının temelleri ve bir uygulama devresi verilecek, isteğe göre bir mikroişlemci kullanarak çoklu Kayıt/Okuma işlemi yapılabilecektir.

2. TEORİK BİLGİLER

Analog bir sinyalin sayısal formda elde edilmesinin en temel yolu sinyalin belirli zaman aralıklarında örneklenmesi ve bir analog-sayısal dönüştürücü ile ikili biçimde ifade edilmesidir/4/. Bu işleme Vurum Kod Modülasyonu(PCM) denir. PCM'de analog geniş sinyali, bir ön sınırlayıcı filtreden geçirilir. Böylece sinyalin frekans içengi, istenen aralık içinde sınırlanır. Bir örnekleme ve tut devresi üe, örnekleme teoremine uygun bir örnekleme frekansında, $f_s > 2BW$. çalışılarak analog sinyalin vurum genlik ile modüle edilmiş formu oluşturulmuş ve tutulmuş olur. Analog sayısal dönüştürücü veya kuantalayıcı. genlik modüleli örnek seviyelerini sayısal forma çevirir. Sonuç, n bitlik bir **ikili** kelime olur. Bit sayısı (n) arttıkça hassasiyet yani kuantizasyon gürültüsü düşer; buna karşılık depolamak için gerekli hafıza artar. PCM'nin ses kalitesine iyi yarat vermesi ancak geniş hafızaya ihtiyaç duyması sonucu bunun bir türevi olan Diferensiyel Vurum Kod Modülasyonu(DPCM) ve onun da bir türevi olan Delta Modülasyonu ses işlemci devrelerde tercih edilmektedir. DPCM'de, ard arda gelen iki örneklenmiş değer arasındaki fark yine belirli uzunlukta bir vurum dizinine dönüştürülür. Deha modülasyonunda ise birbirini takip eden iki örneklenen değer arasındaki farklar bir vurum dizini olarak değil de sürekli bir vurumlar akışı olarak ifade edilir. Bu vurum dalgası ise sadece sinyaldeki pozitif ve negatif farkları bir bit üe ifade eder. Böylece harcanacak hafıza minimuma indirilmiş olur.

Deha modülasyonunda, adım uzunluğunun ayarlanması sesin kodlama kalitesi bakımından çok önem taşımaktadır. Adım uzunluğu, sinyalin ani çıkışlarına yetebilecek kadar büyük veya

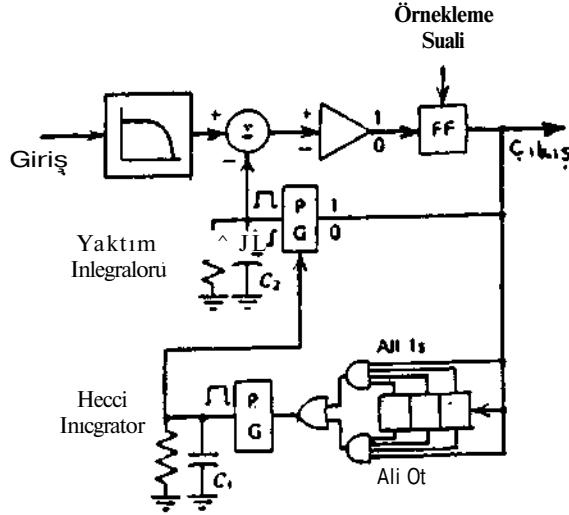
yavaş değişimlerini ifade edebilecek kadar küçük olmalıdır(Şekil 1). Eğim aşın yüklenmesi algılandığında adım uzunluğunu arttıracak veya geniş sinyali düştüğünde tanecik gürültüsünü bastırmak için adım uzunluğunu azaltacak en uygun deha modülasyon algoritması. Sürekli Değişken Eğimli Deha Modülasyonu(CVSDM)'dur/5/. Ayarlanabilir Deha Modülasyonun bu özel tipi, Greefkes ve Reimens tarafından 'Sayısal Kontrollü Kompandasyon üe Deha Modülasyonu' çalışmasından geliştirilmiş/6/ olup basit olması, istenen geneli özelliklere iyi uyum sağlaması açısından tercih edilmiştir. CVSDM. üeülen bit dalgasından adım uzunluğu bugisini türeterek kodlama yapar. Ayarlanmanın oranı hecel(syllabic) olup adım uzunluğundaki kayda değer değişimler normal konuşmadaki bir hecenin telaffuz süresi kadar olur/7/.



Şekil 1. Analog ve modüle edilmiş sinyal.

CVSDM'nin blok diyagramı. Şekil 2'de görülmektedir. Buradaki mantıksal ayarlama devresi üe bir kaydırmalı kayıtcıya çıkış bugüen kaydedilir. Böylece ard arda gelen dört bir veya dört sıfır oluşması algılanabilir. Bu kayıtcıda oluşacak birler kümesi, gen besleme sinyalinin geniş kadar hızlı artmadığını gösterir. Aynı şekilde ard arda gelen sıfırlar dizini ise, gen besleme sinyalinin giriş kadar hızlı düşmediğini ve adım uzunluğunun artırılması gerektiğini belirtir. Bu hep bir ve sıfır sinyalleri bir mantıksal 'Veya' kapısından geçirilerek bir vurum üretici teüklenir ve C1 kapasitörü doldurularak adım uzunluğu artırılır. Eğim artmadığında, gerilimin bir direnç üzerinden boşalarak adım uzunluğunun artması sağlanır. Bu azıntı(leaky) integral aha devreye hecel integratörün sinyali tekrar oluşturmaya yarayan integral alıcıya ise yaklaşım (esümate) integratörü denir. Yeniden oluşturulan bu sinyal

bir sonraki giriş sinyali ile karşılaştırılarak çıkan bit dalgası hafıza binminlerinde adreslenerek saklanır/8/.



Şekil 2. CVSDM'nin blok diyagramı.

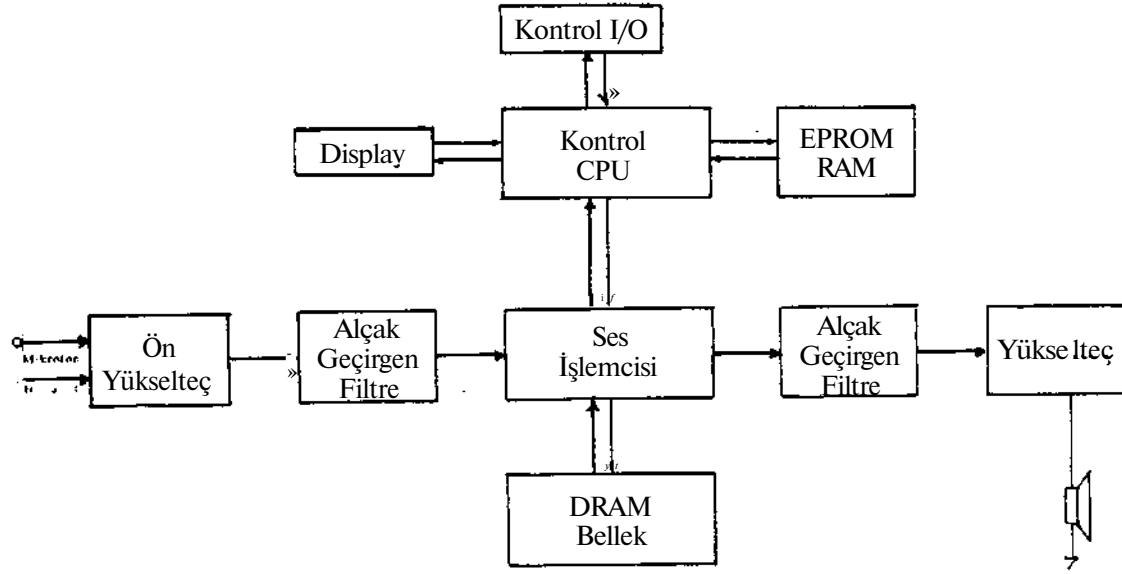
3. SİSTEMİN ÇALIŞMASI VE SONUÇLARI

CVSD modülatörler, tek çip üzerinde çok kolay ve ucuz üretilmektedir. Bunun yanı sıra PCM ile yarışabilir bir kaliteye de sahiptirler. Motorola'nın ürettiği MC3417, MC3418, Harnis Semiconductor'ın ürettiği HC55564 entegreleri CVSD modülatörlere birer örnektir. Bu çalışmada, içinde bir ses işlemci içeren Consumer Microcircuits'in FX-709 ve Texas Instruments'in TMS3477/78 entegreleri en uygun ses işlemcileri olarak seçilmişlerdir.

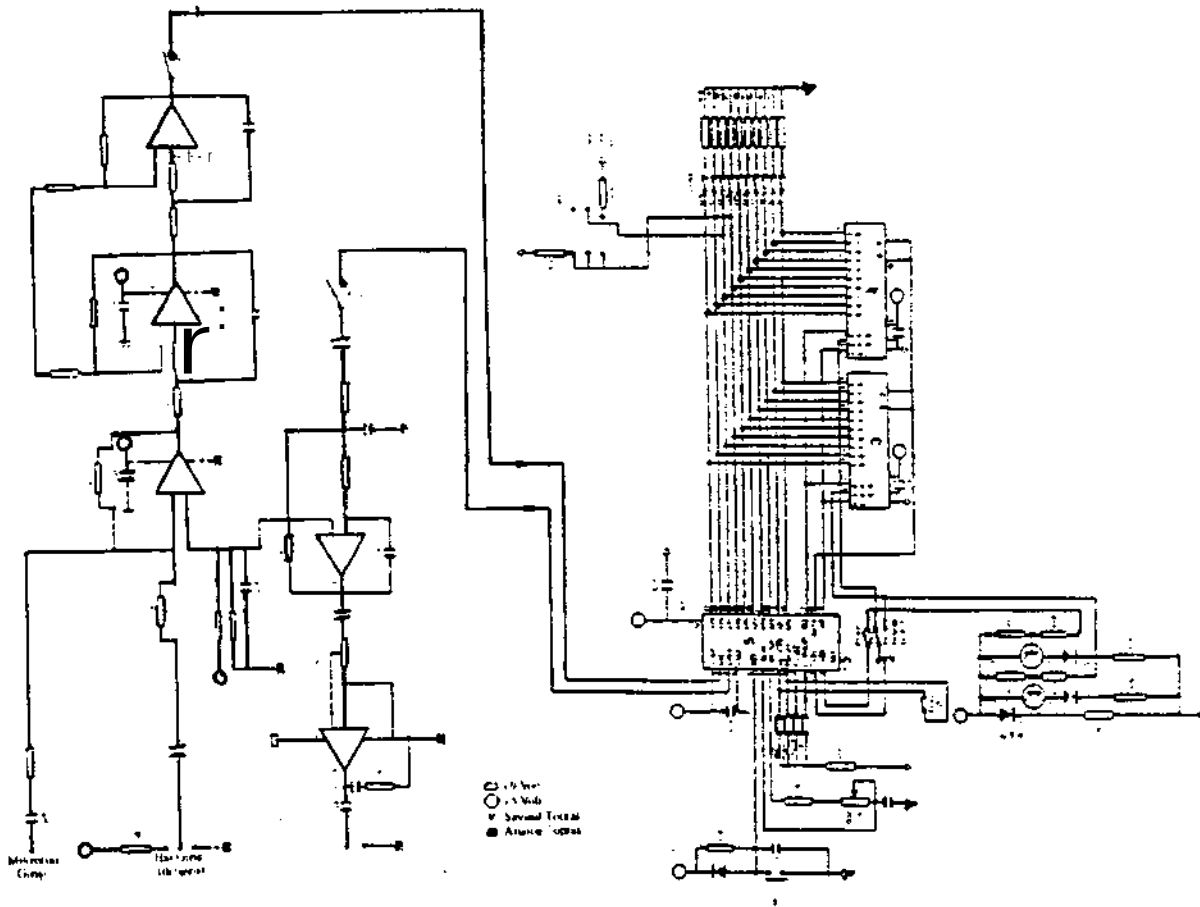
Mikroişlemci denetimli ses işlemcisi kullanarak gerçekleştirilen ses Kayıt/Okuma devresinin blok diyagramı Şekil 3'te verilmiş olup devrenin kendisi, mikroişlemci hariç, Şekil 4'te görülmektedir. Şekil 3 ve 4'te mikrofona veya hat seviyesinden alınan analog önce bir önyükseheç devresinden geçirilerek işlenecek seviyeye getirildikten sonra bir alçak geçiren filtre (Bessel) devresinden süzülür. Burada amaç, hem örnekleme teoremine (Nyquist Kriterine) uymak hem de gereksiz frekansları süzmektir/9/. Yükseltilmiş ve filtre edilmiş bu ses, blok diyagramı Şekil 2'de verilen CVSD modülatörünü içeren ses işlemcisinde kodlanır.

CVSDM olarak kullanılan TMS3477'in iç blok diyagramı ise Şekil 5'te ki gibidir.

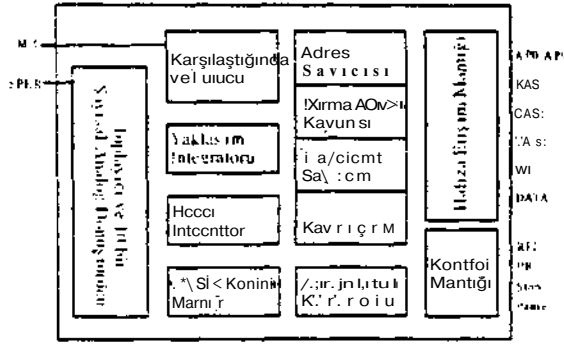
TMS3477/78, CVSDM kullanarak ses kaydeden ve yeniden okuma yapabilen monolitik bir entegre devredir. Entegrenin 5 komutu mevcuttur. Bu komutlar, anahtarlama ara birimi veya bir mikroişlemci (CPU) arabirim kullanarak kontrol edilebilmektedir. REC komutu, kayıt işlemini başlatır veya durdurulan bir kayıt işlemini tekrar başlatır. PB komutu, aynı şekilde yeniden okumayı başlatmaya yarar. PAUSE komutu, kayıt veya yeniden okuma işlemini durdurur. STOP komutu ise, uygulamadaki işlemleri (REC, PB) iptal eder. Mikroişlemci kontrolünde bu pinlere 1 milisaniye mantıksal sıfır verilerle aktif hale getirilirler. Kayıt modunda çalışırken, ses işlemcisi kodlanmış bitler dizini, adres baraa ve sen veri pinleri üzerinden dışarıdan bağlı DRAM'lara depolar. Entegre devre üzerinde bir Tazeleme (Refresh) sayıcısı mevcut olup TMS4C1024 hafıza entegresi ile direkt uyumludur. Kodlanmış her bit, adres sayıcısı tarafından adreslenmektedir. STOP komutu ile veya hafızanın sonuna gelindiği algılanarak kayıt işlemi sona erdiğinde; durma adresi, durma adresi kayıtçısında (stop address register) tutulur. Bu durma adresi yeniden okuma işleminde veri kod çözümünü durdurmak için kullanılır. Mod kayıtçısı ise ses işlemcisinin uygulama modunu tanımlar ve AP0-AP9 pinleriyle dışarıdan bağlanan dirençlerle programlanır. TMS3477/78, Hi-fi kalitede ses veren tamamı sayısal elemanlardan oluşmaktadır. Bu devrede, mikrofona pininden alınan analog geniş bantlı ile örneklenmiş ve gen besleme yolunda 10 bitlik DAC ile yeniden oluşturulmuş sinyal karşılaştırılır. Bu karşılaştırmacının çıkışından elde edilen veri sensörü entegreye dışarıdan bağlanan RAM'lara depolanır. Sayısal analog dönüştürücünün çıkışı, daha önce örneklenen veri değerine göre yaklaşık integratörü ve hecel integratörü tarafından oluşturulur. CVSD modülatörü, dalga formunun adım uzunluğu seviyesini ayarlayarak, 64 kHz'lik tipik aşırı örnekleme saat vuruşunu kullanarak ve aşırı eğim gürültüsünü bastırarak yüksek kalitede ses sinyali oluşturur. Örnekleme frekansları, mod seçici dirençlerle 16, 32 ve 64 kHz seçilerek



Şekil 3: Sayısal Ses Kayıt-Okuma Devresi Blok Diyagramı



Şekil 4: Sayısal Ses Kayıt-Okuma Devre Şeması



Şekil 5. TMS 3477'nin iç blok diyagramı..

1 Mbit hafızaya sırasıyla 60, 30 ve 15 saniyelik kayıt yapılabilir/10/.

Sonuç olarak devrenin, çok az elemana ihtiyaç duyması, kolayca CPU üe kontrol edilebilmesi. 64 kHz örnekleme frekansında Hi-fi kaitede ses verebilmesi ve ucuza mal olması bakımından birçok uygulamada başarılı sonuçlar vereceği umulmaktadır.

KAYNAKÇA:

1. Nanonal Semiconductor, Lineer Data Book, 1987.
2. Texas Instruments, Lineer Data Book, 1992.
3. İlhami Kul, Bilgisayarla Ses ve Müzik Teknolojisi, Sistem Yayıncılık, 1995.
4. C. Rovden, Speech Processing, Mc Graw Hill Company, 1992.
5. H. Nakajima, T. Ooi, J. Fukuda and A Iga, Digital Audio Technology, Sony Corporation, 1979.
6. D A. Greetkes, K. Reimens, "Code Modulation with Digitally Controlled Companding for Speech Transmission", Philips Tech. Rev. Vol.31, No 11/12, pp:335-53, 1970.
7. N. S. Jayant, "Digital Coding of Speech Waveforms: PCM, DPCM, and DM Ouanüzers", Proc. of EEE, Vol. 62, No.5, 1974.
8. Digital Telephony, Bell Company, 1980.

9. C. R. Rabiner, R. W. Schafer, Prenoce Hail, 1978.

10. 10Texas Instruments. TMS3477, TMS3478 CVSD Voice Recorder Data Sheets, 1989 and 1990.



Prof Dr. Müzeyyen Santaş, 20/2/1952 Biga-Çanakkale doğumlu. İDc Orta, Lise 'yi Biga'da tamamladı. 1976'da Hacettepe Üniv, Fiz Yük. Müh. Bölümünden mezun oldu. 1981'de UMIST, Manchester- İngiltere, Elektrik ve Elektronik Müh.

Böl. 'den Doktora dereceli. Elektronik ABD'da, 1988 yılında Doçent, 1994 yılında Prof unvanlarını aldı. 1976-1991 araa ODTÜ Gaziantep Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümünde çalıştı. Burada. Elektronik ABD Bşk, Böl. Bşk. Yard. ve Böl. Başkanlığı görevlerinde bulundu. 1987'de TÜBİTAK'tan doktora sonrası bursu ile ve 1991'de kendi imkanları üe UMST'te Doktora üstü çalışmalar yapı. Mart 1991'den buyana Gaa Üniv, Müh. Mim. Fak. Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.'de Öğretim Üyesi ve Elektronik ABD Başkanıdır. Mikroelektronik, Elektronik Devre Elemanları, Elektronik Devreler, Fotovoltaj Piller, Mikroşlemci Denetimli Devreler ve Haberleşme konularında yayınları vardır.



M. Ferhan Güven, 1970 yılı Ankara doğumlu. Dk, Orta, Lise tahsillerini TED Ankara Kolejinde tamamladı. 1991'de Gaa Üniv Müh. Mim. Fak., Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünden Bölüm 3. 'sü olarak mezun oldu.

1992 yılında TRT'ye girdi. İki yü TRT Prodüksiyon MÜd. Ses servisinde çalıştıktan sonra, son bir yıldır yayım mühendisi olarak görev yapmaktadır. Aynı zamanda, Gaa Üniv, Müh. Mim Fak, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezini bitirme aşamasındadır.