

FİBEROPTİK HABERLEŞMENİN GELİŞİMİ

Fiber optik haberleşme, içinde bulunduğumuz bilgi çağına en ama en körukleyici ve temel taşı olduğu gibi, koherent optik ve çoklu erişim (multiple access) konuları da fiber optik teori ve teknolojisinin birkaç yıldır dayandığı en önemli iki yenilik olmuştur.

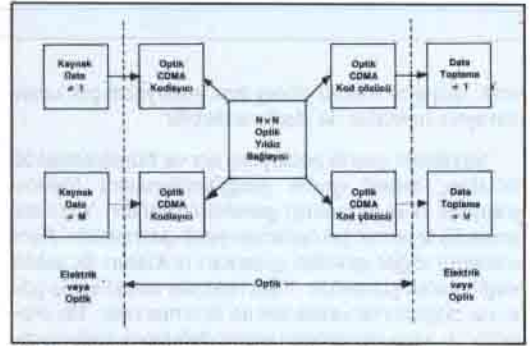
Hüsamettin BODUR*

Son 20 yıl içinde optik fiber haberleşmesi, bir laboratuvar merakı olmaktan çıkıp ticarî ve teknolojik bir gerçek haline gelmiştir. Optik cam fiberler, dünyanın hemen her yerinde, telefon, kablo-TV, ISDN¹ ve denizaltı iletim hatları gibi birçok uygulamada bakır kabloların ve en gelişmiş koaksiyel kabloların yerini almaktadır. Bu teknolojik devrimin başlıca sürücü faktörü, fiberin çok düşük iletim kaybına ve çok büyük bantgenişliğine sahip olmasıdır. Sonuçta tekrarlayıcı(repeater) istasyonlar maliyetinde düşüş ve bilgi taşıma kapasitesinde artış sağlanmakta, bu da optik sistemleri ekonomik yönden daha cazip bir hale getirmektedir. Fiberin bir diğer önemli özelliği de tesis etmede birçok avantaj getiren hafifliği ve küçük boyutlarıdır.

Bugün fiber optik haberleşme sistemlerinin belli başlı beş kuşağından söz edebiliyoruz. Kısa dalgaboylu ve çokmodlu(multimode) ilk kuşak, kanal kapasitesi ve tekrarlayıcı aralığı konularında o zamanın(1973-78) en iyi koaksiyel ve dalgakılavuzu sistemlerine üstünlük sağladı. Kullanılan elektrooptik elemanlar galyumarsenit (GaAs) esaslı ışık kaynakları ve silikon (Si) fotodedektörler olup 2 ilâ 140 Mbps(sn² de milyon bit) arasındaki bit hızlarında çalışıldı. Söz konusu bu ilk linklerde 810-900 nm dalgaboyu bölgesi kullanıldı ve iletim kaybı 4 dB/km altında tutulabildi. Bu kayıp oranı da 5-10 km tekrarlayıcı aralığı anlamına geliyordu.

1978 sonrasındaki ikinci kuşak sistemlerde indiumfosfit (InP) esaslı elemanların geliştirilmesi ile iletim kayıplarının 1 dB/km altına düşüğü 1300 nm dalgaboyu bölgesine kayıldı. Bu dalgaboyunda düşük kayıba ek olarak sıfır-yayıma² ve buna paralel olarak da daha yüksek bit hızları ve daha geniş tekrarlayıcı aralıkları elde edildi.

Üçüncü kuşak, 1983'te çokmodlu fiberlerin yerini tek-mod (single-mode) fiberlerin almasıyla baş-



FİBER-ÖPTİK CDMA HABERLEŞME SİSTEMİ

ladı. Böylece bant genişliği daha da büyürken, zayıflama iyice azaldı. Milyarda bir hatalı bit oranı sağlanırken, 40 km tekrarlayıcı aralığı gerçekleştirildi. Tipik iletim hızları ise 400-800 Mbps arasında olabiliyordu.

Bir sonraki gelişme, dalgaboyunun minimum kayıp görülen 1550 nm'ye kaydırılması oldu. Bu kuşaktaki sorun, ilgili laserlerin çıkışlarının spektral saçılması ve hem faz hem de frekans kararsızlığı görülmüştür. Fakat bu koşullarda bile 2 Gbps(sn² de milyar bit) data hızı ve 130 km tekrarlayıcı aralığı elde edilmiştir.

İlk dört kuşağın ortak özelliği, yoğunluk-modülasyonlu ve direkt algılmalı³ fiber sistemleri olmalıdır. Bir lokal osilatörün faz kilitleme amacıyla kullanıldığı heterodin- veya homodin-algılmalı koherent sistemlerindeki alıcı duyarlılığının 20 dB artabileceği görülünce, son birkaç yıldır içinde bulunduğumuz beşinci kuşak çalışmaları başladı.

Koherent Optik: Heterodin teknikler radyo, uydu ve mikrodalga sistemlerinde zaten uzun zamandır kullanılmaktadır. 1980'lerde yarıiletken laserlerin spektral kararlılığı ve saflığı konularında kaydedilen gelişmeler, koherent tekniklerini optik haberleşmenin literatürüne de soktu. Her bir taşıyıcıya değişik bir frekans atayarak bütün taşıyıcıları aynı fiberde iletmeyi sağlayan frekans-bölmeli-çoklama(FDM) tekniği de koherent yöntemlerle oldukça dar aralıklarla uygulanabilmektedir. Bu da fiberin 50 THz'lik o çok büyük bantgenişliğinin neredeyse sonsuz sayıda kanal ile doldurulabileceği umudunu getirmektedir. Fakat sorun laser gücünün kanallar arasında bölünecek olmasıdır ve bu yüzden koherent optik teknolojisinin parlak geleceği güçlü ve tek-frekanslı laserlerin üretilebilmesine bağlıdır.

Koherent iletimde, ASK, PSK ve FSK olarak bilinen genlik, faz veya frekans-kaydırmalı-anahtarlama formatlarından biri modülasyon formatı olarak kullanılabilir. Bunların üçü de tek bir puls periyodundan çok daha uzun bir kaynak koherent süresi kullanılır. Bu nedenle kaynak sinyali, genlik, faz veya frekans modüleli bir senkronize optik taşıyıcı olarak ele alınmış olur. Optik sistemlerde bantgenişliğinin verimli kullanımı önemli bir kriter olmadığından özellikle PSK'nin kompleks tasarım ge-

* S.Ü. Konya MYO Öğretim Görevlisi, Konya.

TRAFİK KARGAŞASINA ETKİLİ ÇÖZÜM

Bilgisayar kontrolünde, zaman ayarlı çalışan trafik lambaları bazen yayaların daha hızlı olmasını gerektirebilir. Çünkü öyle durumlar olur ki, bir tarafta tıkanıklık meydana gelmiştir, buna karşın diğer tarafta ise trafik nispeten seyrek. Fakat lambalar, biriken tarafa toleranslı davranamaz; trafik lambalarının bunu hissedecek yeteneği yoktur.

Son söylediğimiz cümle artık tarihe karışıyor. Şu sıralarda İngiltere'de yapılan trafik lambaları, trafiğin akışına göre yanıp sönmeyi öğrendiler.

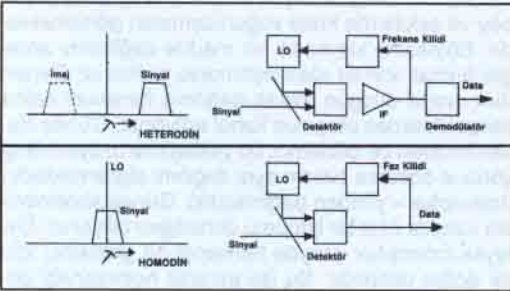
İngiliz hükümetinin ulaşım ve yol araştırma laboratuvarında geliştirilen sistem, şimdiye kadar bu işte kullanılan Scoot teknolojisinin özgün bir modeli. Birçok yerdeki lambaları kontrol edebilen büyük bir sistem yerine, bir kavşağa bir minik

bilgisayar. İşte yeni sistem buna dayanıyor.

Lambalara konulan algılayıcılar, gelen taşıtları sayıyor. Tabii ki bir kavşakta birden fazla lamba var. Ve bunlar arasında bir denge sağlanıyor. Sonuçta aralarında hangilerinin yeşil yanacağına karar veriyorlar.

Her şeye rağmen çok ağır trafik tıkanıklığında yeni sistem pek etkili gözüküyor. Bununla beraber sistemin en faydalı olduğu yerler düzensiz trafik akışının bulunduğu stadyum ve sinema kavşakları. Zaten bu, üç yıl boyunca Londra'daki Wembley stadının önündeki kavşakta denenmiştir. Çok olumlu sonuçlar alınması, İngiliz Ulaştırma Bakanlığı'nın sistemi ülke çapında birçok kavşağa yerleştirmesini sağladı. Artık İngiltere'de yeni yapılan yollar önce bu akıllı lambalarla tanıyor, sonra geçişe izin veriyor.

New Scientist'ten çev.:
Habibullah AKTAŞ



KOHERENT ALICILAR

reği de bir sorun olmaktan çıkar. Öte yandan, koherent fiber-optik sistemlerin dezavantajları fiziksel nitelikte olup, bunların başında taşıyıcının yani laser çıkışının faz gürültüsü ve yukarıda da bahsedilen laser çıkış gücü gelir. Her iki sorunu da giderebilecek olan tek-frekans laserlerinin geliştirilmesi çalışmaları başarıyla tamamlanmak üzeredir.

Çoklu Erişim(Multiple Access): Günümüz optik sistemlerinde, mevcut iletim kapasitesinin ancak çok küçük bir bölümü kullanılabilir. Bunun birinci sebebi alıcı ve verici uçlarındaki optoelektronik elemanların fiber bantgenişliğine yarışı hızlarda çalışmamasıdır. İkinci sebep ise bir çoklu erişim veya çoklama protokolünün gerekliliğidir ve bu sorun da yüksek hız seviyesinde çözülebilir. Optik teknikler uygulamaya sokulursa, bu iki dezavantaj tamamen veya kısmen giderilebilir. Örneğin, bütün yüksek hızlı sinyal-işleme ve çoklama işlemleri optik yöntemlerle yapılırsa, sadece kullanıcının bit hızının geçeri olduğu yerlerde elektroniğe başvurulur.

Frekans-bölmeli-çoklu-erişim(FDMA) kodlamada her kullanıcıya optik spektrumdan bir aralık verilir. Şebekeye erişim laser frekansını ve eğer bu frekans sabitse alıcıyı ayarlayarak sağlanır. Bu teknikte yüksek hızlı elektronik pek gerekli değildir. FDMA sis-

teminin başarısı, ayarlı laserler ve küçük bantgenişlikli ve geniş ayar bölgesi optik filtreler üretilebilmesine bağlıdır. Zaman-bölmeli-çoklu-erişim(TDMA) örneğinde ise, her adres bir zaman çerçevesi içindeki bir veya birkaç pulsun farklı konumları ile temsil edilir.

Öte yandan büyük gelecek vaat eden kod-bölmeli-çoklu-erişim (CDMA) tekniğinde birçok kullanıcı aynı bandı paylaşabilmektedir; çünkü her adres özel bir kodla tanımlanmakta ve bu kod dijital formdaki dataya bindirilip birlikte frekans spektrumunda yayılmaktadır. Alıcı da senkronize biçimde aynı kodu kullanarak istediği sinyali tanımlayıp bir çeşit spektrum toparlamasıyla görevini yapar. Mevcut elektronik mantık devreleri bu tür bir algılama için yeterlidir.

CDMA için gerekli olan büyükçe bir iletim ortamı bantgenişliğidir ve fiber buna sahiptir. Böyle bir çoklu erişim tekniğinin koherent optik ile birlikte işlenmesi ise bütün kapasite, hız, maliyet, kalite ve güvenilirlik sorunlarını birlikte giderebilecek gibi görünmektedir.

1. ISDN: Dijital audio-data-video entegre servis şebekesi.
2. Sıfır-yayılmaz(zero-dispersion): Bir pulsa ait modların fiber boyunca farklı patikalar izleyip alıcı uca farklı anlarda ulaşması sonucu, pulsta görülecek genişlemenin minimum olması hali.
3. 1 yani "ON" bitinin kaynağın ışın yayması, 0 yani "OFF" bitinin ise ışın verilmemesi ile temsil edildiği modülasyon ve algılama teknikleri.

Not: Optik haberleşme literatüründe LO kullanılan her algılama tekniğine "koherent" denilir.

İçinde iyi bir yanı bulunmayacak
kadar kötü kitap yoktur.

Goethe