

sayısal televizyon

yazan : d.a.howeif
çeviren: öner ölcerel

UDK: 621.397.13: 621.376.56

ÖZET

Bu yazıda, yakın bir gelecekte uygulama olasılığı olan sayısal televizyon üzerinde, ayrıntılarına girilmeden kısa bir ön bilgi verilmiştir.

SUMMARY

The article discusses briefly the elements of digital television which has great potential for applications in the near future.

1. GELENEKSEL TELEVİZYON ÜZERİNE KISA BİLGİ

Günümüze değin kullanılan gelen televizyon örneksel televizyondur, örneksel televizyonda, bir sahne tarandığında, sahnenin her noktasından televizyon kamerası tübüne gelen ışığın büyüklüğüne göre bu tübün katodundan gelen akım değişir. Bu değişken akım, yayın imini oluşturmak üzere işlenen (process) imin elde edilmesinde kullanılır. Verici antenden gönderilen im atmosferde yayıldıktan sonra alıcı anten yoluyla alınır. Alıcının resim tübünün denetim ızgarasına uygulanan bir yükselen artı im gerilimi, televizyon ekranının belirli bir noktasındaki parlaklığın (luminance) artmasına neden olur. Böylece, bir televizyon kamerasında görüntü elektronik ime; alıcıda ise elektronik im görüntüye çevrilir. Renkli televizyon iletiminde; kırmızı, yeşil ve mavi nokta parlaklıkları kamerada elektrik akımına ve alıcıda yeniden çok küçük renkli ışık noktalarına çevrilir. Göz, bu noktalardaki üç rengi toplamsal olarak karıştırarak gerçek renkli görüntüyü oluşturur.

Otuz yıl öncesinin küçük, çokça karlı, siyah-beyaz görüntüsünden bugünün büyük, renkli görüntüsüne gelinceye değin, televizyonun ilkelerinde fazlaca bir değişiklik görülmemiştir. Örnek Gel televizyonla hesap cetveli arasında bir benzetme yapılabilir. Her ikisi de ayrışım (resolution)

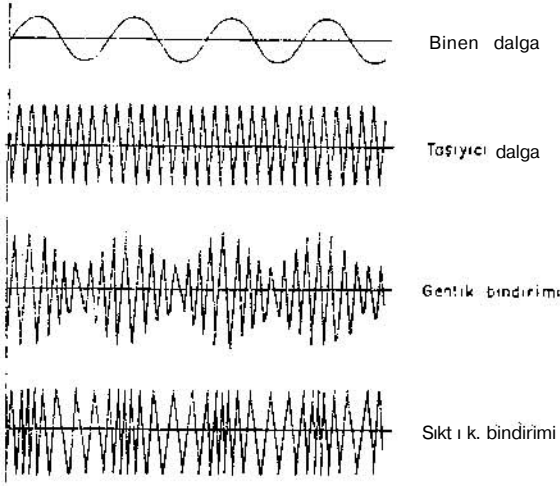
ve okuma yanılıgısı sorunlarıyla karşı karşıyadır ve şimdi sayısal aygıtlar kendilerine rakip olarak çıkmıştır.

2. GELENEKSEL TELEVİZYONUN EKSİKLİKLERİ

İncelenmesi gereken ilk konu, geleneksel televizyon kamerasmca oluşturulan gerilimin dalgabıçımındaki bozulmadır. Televizyon alıcısındaki görüntünün niteliği, bu dalgabıçımının saflığı, keskinliği ve kararlılığı ile kısıtlıdır. Bundan ayrı olarak, im, bir linkten ötekine birçok kez aktarıldığında bazı bozukluklar birbirine eklenerek çoğalır.

Örneğin, imin doğrusal olmaması, her bir aktarmada, karşıtlığın (contrast) aralıklarının giderek yitirilmesi sonucunu doğurur. Evre bozulması da, genişbantlı iletişim dizgelerinde özellikle yüksek hızlı veri dizgeleri ile görüntü iletim dizgelerinde- görülen bu tür bir sorundur. Bunun televizyondaki etkisi, karşıtlığın ansızın değiştiği ayrıtlarda, ışığın kırınmasından ötürü koyu çizgilerin ortaya çıkmasına benzer olayın görülmesidir. Bu durum, imdeki değişik sıklık bileşenleri, süzgeç, yükselteç vb. çeşitli empedans öğelerinden geçerken, bu bileşenlerde oluşan denge-siz gecikme (evre ötelenmesi) nedeniyle ortaya çıkar. Bunun optik alanda görülen karşılığı, bir prizmadan geçen beyaz ışığın değişik renklere dağılması (dir.perse), örneğin kırmızının maviden daha çok kırılmasıdır.

Öner Ölcerel, Eskişehir İTİA, TV Enstitüsü.



Şekil 1. Sürekli dalganın bindirilmesi (ömeksel iletim).

Bir sürekli dalganın (taşıyıcının) özelliklerinden biri başka bir sürekli dalgaya (binen dalga) bağlı olarak değişmektedir. Genlik bindiriminde, bindirilmiş imin genliği; sıklık bindiriminde ise bindirilmiş imin sıklığı, binen dalganın genliğine bağlı olarak değişir.

Evre bozulmasından ve bindirme ürünlerinden dolayı ortaya çıkan sorunlar günümüzde de süregelmektedir. Bununla birlikte, televizyon imlerinin sayısal açıdan ele alınması, ömeksel televizyon dizgeleriyle çözümü olanaksız yada çok güç olan sorunların giderilmesi yolunda olanaklar sağlamaktadır. Bu olanaklar arasında, Doppler bozulmasının ortaya çıktığı uydu iletişim dizgelerinden yada görüntü kayıt aygıtlarından gelen imlerin yeniden zamanlanmasını ve iletim ortamında oluşan bozulmaların ve gürültünün etkisini en aza indirmek amacıyla iletim hattında belirli aralıklarla imlerin yeniden üretilmesini sayabiliriz.

3. SAYISAL TELEVİZYON-ÖRNEKLEME ve ADIMLAMA

Sayısal televizyon dizgelerinde, bir görüntü öğesinin parlaklığını belirtmek amacıyla kamera tarafından üretilen dalgabıçımı saniyede milyonlarca kez örneklenir (*sampling*). Daha sonra her örnek adımlanır (*quantizing*). Burada, iki adımın tam ortasındaki bir örneğin her iki adıma da adimlanabilmesinden ve ayrışın; sınırının ötesinde bulunan sayıların atılmasından dolayı ortaya çıkacak yanılığın göz önünde bulundurulmalıdır (İkinci yanılığ türü için, altı-vecikli (*six-digit*) bir hesaplayıcıda $3 \sqrt{3}$ sayısının 3,33333 olarak adımlanması ve daha sonraki tüm 3'lerin atılması örnek olarak gösterilebilir).

Elektronikte, bu tür adımlayıcılar ömekselden-sayısal çeviriciler (Ö/S çeviriciler) olarak ad-

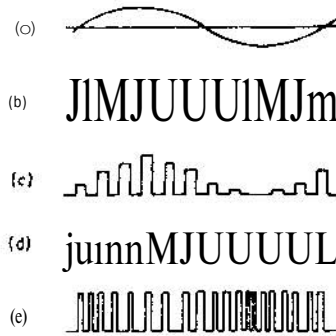
landırılır. Bunlardan çoğunun ayrışım düzeyi t 0,39 yada daha iyidir. Bu ayrışım düzeyi ile, tepeden tepeye gerilimi 1 V olan bir imin her örneği 3,3 mV'un en yakın katına yuvarlanır.

Bu yöntemde, ömeksel televizyonda olduğu gibi dalgabıçımının tümü alınmayıp yalnızca belirli bölümleri alınır. Ayrıca, dalgabıçımının belirli bir değeri yerine bu değere en yakın adım değeri verildiğinde kaçınılmaz olarak adımlama ve yuvarlama yanılığları ortaya çıkar. Bununla birlikte, örnekler yeterli doğrulukta ve sıklıkta alındığında ve daha sonra yuvarlama yanılıklarını en aza indirmek amacıyla küçük adımlarla adımlandığında, adımlanan örnekler, özgün dalgabıçımından ayırılmayacak bir dalga biçimini yeniden elde edecek biçimde kullanılabilir (Nyquist örnekleme teoremine göre, ardaşık örnekler arasındaki aralık, imdeki en yüksek sıklığın döneminin yarısına eşit yada daha az olmalıdır).

4. BİNDİRME ve KODLAMA

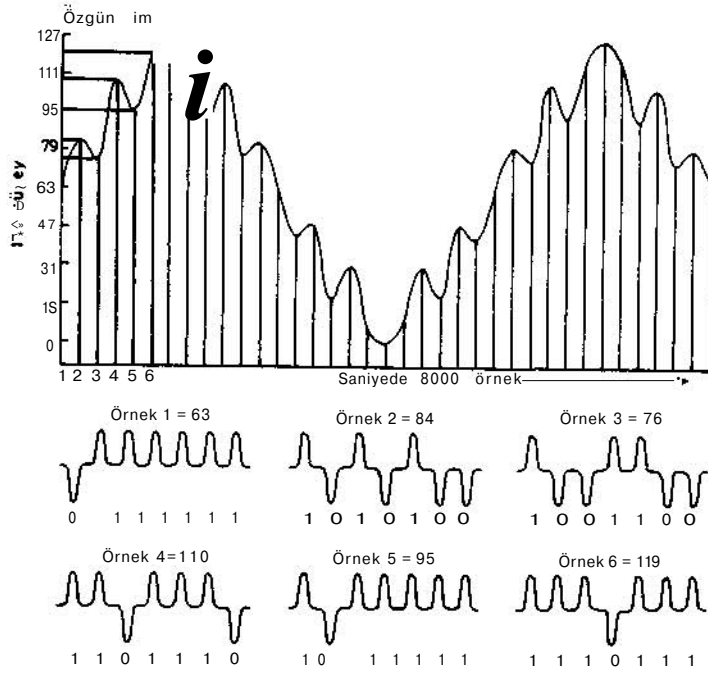
İletişim tekniklerinin hepsinde, bilgi bir çeşit "taşıyıcı" üzerine bindirilerek gönderilir ki bu da "bindirme" (*modulation*) olarak adlandırılır. Bunların arasında genlik bindirimi ve sıklık bindirimi ömeksel bindirmeye örnek olarak gösterilebilir (Şekil 1). Öte yandan süresiz iletim de olanaklıdır. Buna örnek olarak da, vuruş genlik bindirimi, vuruş süre bindirimi ve vuruş konum bindirimi gösterilebilir (Şekil 2).

Bazı koşullarda, herhangi bir biçimde vuruş bindirimli bir imle gösterilen bilgiyi kodlamak yararlıdır. Örneğin, vuruş genlik bindirimli bir im kodlandığında, vuruş kod bindirimli im elde edilir. Alec H.Reeves vuruş kod bindirimini 1939'da bulmuş ve bu yöntemin görülmeye karşı yüksek ölçüde dayanıklı olduğunu gözlemiştir. Bu nedenle, vuruş kod bindirimi, sayısal televizyon gibi iletişim biçimleri için uygun bir yöntemdir. Bu yöntemde kodlama, her bir vuruşun genliğine orantılı bir sayı tanımlayarak yapılır



Şekil 2. Vuruş bindirimi teknikleri.

a) Binen im/ b) taşıyıcı dalga/
c) vuruş genlik bindirimi) d) vuruş
süre bindirimi; e) vuruş konum bindirimi



Şekil 3.

Vuruş kod bindirimi bir ses iminin iletiminde kullanıldığında, özgün dalganın genliği saniyede 8000 kez örneklenir ve örneklenmiş değerler, l'lerden ve O'lardan (artı ve eksi vuruşlar) oluşan ikili kod kümelere çevrilir. Yedi ikili evcikli kod kümeleri, özgün dalganın anıl genliğinin büyük bir doğrulukla ölçülmesini (hata oranı 128'de bir olarak) olanaklı kılar. Genellikle, imleme (signalling) ve diğer işlemler için, her yedilik kümeye bir evcik daha eklenir. Böylece, bit hızı saniyede 64 000 olur (8000x8). Alıcıda, vuruş dizileri kod çözücü yoluyla çözülerek özgün im elde edilir.

(Şekil 2c). Vuruş genliğini tanımlayan bu sayı, daha sonra kesikli (discrete) vuruşlar biçiminde gösterilir ve bu yolla iletilir. Şekil 3'de bir ses iminin gürültüye karşı dayanıklı iletimi için bir biçimde gösterilmiştir.

5. VURUŞ KOD BİNDİRİMİ ve İLİŞKİ TEKNİKLERİ

Bilgisayar ilişki (correlation) teknikleriyle kullanıldığında, vuruş kod bindiriminin etkenliği daha açıklık kazanır. Şekil 3'de gösterilen vuruş kod bindirim türü kullanıldığında, imin ya artı vuruş yada eksi vuruş olduğu önceden bilinir. Bu durumda imin artıyla yada eksiyle ilişkili olduğunu (correlate) saptamak için alma noktasında bilgisayar ilişki teknikleri kullanılabilir. İlişki seziminde (correlation detection), imin, içsel olarak üretilen bir dayanakla (reference) nokta-nokta karşılaştırması yapılır. Böyle bir sezicinin çıkışı, giriş iminin dayanağa ne ölçüde yakın olduğunu gösterir. İnden çok daha yüksek olabilecek olan ve rasgele bir özelliği bulunan gürültü, ilişkilenebilir (uncorrelated) olacak ve ilişki teknikleri kullanıldığında, göz önüne alınmayacaktır.

Vuruş kod bindirimi ve bilgisayar ilişki sezimi, Venüs gezegeninin radar haritalarının oluşturulması gibi uzay uygulamalarında çok etken biçimde kullanılmıştır. Gönderilen imin gücü kilovatt düzeyinde olmasına karşın, geri dönen imin gücü 10^{-15} watt düzeyindedir ve gürültülüdür. Bununla birlikte, bir vuruş kod bindirimli imin bilgisayar ilişki tekniğiyle sezimi yalnızca imin varlığını saptamakla kalmaz, aynı zamanda bu imden yararlı bilgiler elde eder.

6. SAYISAL TELEVİZYONDAKİ KISITLAMALAR

Sayısal televizyondaki en büyük sorun tek bir sözcükle özetlenebilir: bant genişliği. Yeterli bir ayrışım elde etmek için en az sekiz bitlik ikili sayılara olan gereksinim ve Nyquist örnekleme teoremi, şimdiki durumda bile televizyonun en büyük sorunu olan bant genişliği sorununu daha da büyütmektedir. Renkli televizyon iminin bant genişliği yaklaşık 4,5 MHz olduğundan, saniyede 11 milyon kez örnekleme yapmak gerekir. Her örneği göstermek için sekiz bitlik ikili sayı kullanıldığında, açıkça görülebileceği gibi saniyede 88 milyon biti işlemek gerekecektir.

Bu büyüklükteki bir bilginin yayın yoluyla gönderilmesinin bugün için düşünülmemesinin ve yalnızca örneksel kamera ile örneksel verici arasında kullanılmasının birincil nedeni yukarıda sözü edilen bant genişliği sorunudur. Bu sorunun üstesinden gelmek için yoğun çalışmalar sürdürülmektedir.

Yine de, teknolojinin bir evrim içinde olması ve sürekli olarak daha etkin kodlama tekniklerinin geliştirilmesi, sayısal televizyonun geleceği hakkında ümit vermektedir. Lazerlerin ve ışık kılavuzlarının kullanılması, binlerce televizyon programının tek bir lif (fiber) üzerinden aynı anda iletimini olanaklı kılmaktadır. Ayrıca tümleşik devre teknolojisi hızla gelişmekte ve tümleşik devre birimlerinin maliyetleri düşmektedir.

Sayısal televizyonun geliştirilmesi yalnızca alıcı ekranında daha net bir görüntü elde edilmesini sağlamakla kalmayacak, bunun yanı sıra, sayısal imleri işleme aygıtlarını kullanarak özel etkilerin ve diğer birçok işlevlerin çok daha kolay ve giderek özdevimsel olarak yapılması gerçekleştirilecektir.