

DVB-H Üzerinden Stereo Video Yayını

Stereo Video Broadcast Over DVB-H

M. Oğuz Bici¹, Anıl Aksay¹, Antti Tikanmaki², Atanas Gotchev², Gözde Bozdağı Akar¹

1. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ortadoğu Teknik Üniversitesi
{mobici, anil, bozdagi}@eee.metu.edu.tr

2. Department of Signal Processing
Tampere University of Technology, Finland
{tikanmaa@cs, atanas.gotchev@}tut.fi

Özetçe

Bu çalışma, el cihazları için gezgin üç boyutlu televizyon (3DTV) sistemlerinin modellenmesi ve analizini sunmaktadır. Sistemin arkasındaki teknoloji DVB-H belirtimidir. Bu belirtim, normal televizyon yayın servislerini pil ile güçlenmiş el alıcılarına getirmektedir. Sistemimizde stereo video bilgisinin DVB-H üzerinden gezgin el cihazlarına oto-stereo ekranlarda gösterilmek üzere benzetimledik. Bu şekilde gezgin kullanıcılar, herhangi bir özel gözlük ya da ekipmana gerek kalmadan 3 boyutlu televizyon izleyebilirler.

Abstract

This paper presents modelling and analysis of a mobile 3DTV broadcast system for handheld devices. The underlying technology behind our system is the DVB-H specification which brings ordinary TV broadcast services to battery-powered handheld receivers. In our system, we simulated the broadcast of stereo video content over DVB-H to mobile handheld devices with autostereoscopic displays. In this way, mobile users can watch 3D content without need for eye-glasses or any special equipment.

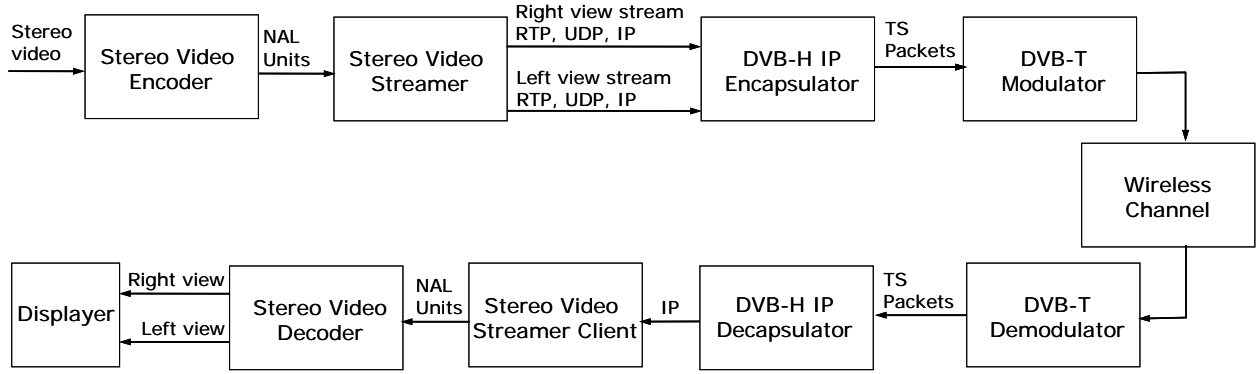
1. Giriş

Televizyon siyah-beyazdan renkliye, renkliden yüksek tanımlıya (high-definition) bir evrim geçirmektedir. Bir sonraki beklenen adım 3 boyutlu televizyondur (3DTV). Büyük televizyon setlerinin ve geleneksel yayıncılığın daha muhafazakar marketi ile karşılaştırıldığında, gezgin cihazların marketinin her zaman daha dinamik ve yeni teknolojilere açık olduğu görülmüştür. Yakın bir zamanda, gezgin televizyonlara özel sistemler tanıtılmıştır. Bunlardan en olgun olanı Avrupa sistem tabanlı olan DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld) standartıdır. DVB-H standartı, karasal (terrestrial) DVB (DVB-T) standartı temellidir. Tasarlanırken, gezgin mekanlardaki performansı arttırmak, ağ planlaması için esneklik kazandırmak ve el alıcıları için etkin güç kontrolü kazandırmak amaçları güdülmüştür. Literatürde, stereo video duraksız iletimi için birkaç sistem bulunmaktadır. [1]'de, MERL tarafından gerçek zamanlı

edinim, iletim, ve dinamik sahnelerin oto-stereo gösterimini destekleyen bir 3DTV prototip sistemi tanıtılmıştır. Çoklu video katarları kodlanıp geniş bantlı bir ağdan gönderilmektedir. 3 boyutlu ekranlar özel gözlük olmadan yüksek çözünürlüklü stereo renkli imgeleri çoklu izleme noktalarından göstermektedir. Bu sistemde görüşlerin doğru sanal kamera pozisyonlarında sentezlenebilmesi için light-field gerçekleştirme kullanılmaktadır. [2]'de lokal olarak stereo video oynatan oto-stereo bir el cihazı tanıtılmıştır. [3]'te hazır olan açık kodlu platformlar değiştirilerek stereo 3 boyutlu duraksız iletim sunucusu ve istemcisi tanıtılmıştır. 3B videonun T-DMB platformu üzerinden mobil platformlara yayını [4]'te gösterilmiştir. Bu çalışmada 3 boyutlu iletim çalışmalarını, DVB-H üzerinden stereo videonun iletimi olarak genişletmekteyiz.

2. Sisteme Genel Bakış

Önerdiğimiz sistemin yapıcı blokları Şekil 1'de gösterilmektedir. Sağ ve sol görüşten oluşan stereo video, öncelikle bir stereo video kodlayıcısı ile sıkıştırılmaktadır. Bunun sonucu oluşan ağ soyutlama katmanı (Network Abstraction Layer, NAL) birimi (Unit, NALU), stereo video duraksız iletimine verilmektedir. Duraksız iletimci, NAL birimlerini sırasıyla şu protokollerde sarmalar: Real Time Transport Protocol (RTP), User Datagram Protocol (UDP) ve Internet Protocol (IP). Bunun sonucu oluşan IP datagramları ise DVB-H veri bağı katmanında sarmalanır. Bu katmanda MPE-FEC (Multi Protocol Encapsulation Forward Error Correction) ve süre dilimleme (time slicing) meydana gelir. Veri bağı katmanının çıktısı MPEG-2 iletim katmanı (Transport Stream, TS) paketleridir. Bu paketler daha sonra fiziksel katmana geçirilir ve burda iletim için gerekli sinyal DVB-T modulatörü ile elde edilir. Kablosuz bir kanaldan iletimin ardından alıcı bozulmuş sinyali alır ve DVB-T demodulasyonu sonucu muhtemelen hatalı TS paketleri oluşturulur. MPE-FEC modülü ile veri bağı katmanında bu hatalar düzeltilmeye çalışılır ve TS paketleri IP datagramlarına sarmalama açılır (decapsulation). Oluşan IP datagramları stereo video duraksız istemcisi tarafından işlenir ve oluşan NAL birimleri stereo video kodçözümleri ile kodçözümlenerek sağ ve sol görüşler oluşturulur. Son olarak oluşan görüşler uygun formatta oto-stereo 3 boyutlu ekranda



Şekil 1 Önerilen sistem

oyunatılır. Bahsedilen blokların detayları sıradaki bölümlerde verilecektir.

referanslar sadece bir resim grubunun (group of pictures) başında izin verilmiştir.

3. Stereo Video Kodlayıcı

Şu anda 3B videonun saklanması ve iletimi için birkaç aday format bulunmaktadır. Bunlardan ilki stereo bir kamera tarafından çekilmiş stereo görüntülerinin iletilmesidir. Bu görüşler, “simulcast” olarak bilinen yöntemle ayrı ayrı da kodlanabilir [5], veya bir çoklu-görüş kodlayıcısı ile beraber kodlanabilir, ör: H.264 MVC uzantısı [6]. Çoklu-görüş kodlayıcılar görüşler arası korelasyonu da kullandığı için simulcast’tan daha iyi sonuç vermektedir.

Ayrıca 3B video, derinlik ile genişletilmiş normal mono video bilgisi ile de gösterilebilir. Bu durumda alıcının ekrana uygun olarak görüşleri oluşturması gerekmektedir.

Bu gösterimleri kodlamak için Şekil 2’de gösterildiği gibi üç ana yöntem vardır. Sistemimiz hepsini desteklemektedir.

a) Sağ ve sol görüşün birbirinden bağımsız olarak H.264/AVC ile kodlanması. Sistememiz H.264/AVC referans kodlayıcı versiyon 10.1 kullanmaktadır [7].

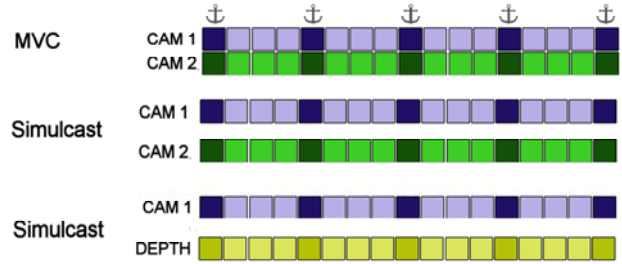
b) Video-artı-derinlik (Video-plus-depth, VPD) gösteriminde, videonun ve derinlik sinyalinin bağımsız olarak H.264/AVC ile kodlanması. Derinliğin kodlanması sonucu oluşan küçük bilgi yüksek-seviye sözdizimine gömülür. MPEG bununla ilgili bir barındırıcı format belirlemiştir: “ISO/IEC 23002-3 Auxiliary Video Data Representations”, ya da MPEG-C Part 3 [8].

c) Zamansal ve görüşler-arası artıklığın, kamera görüşlerinin serpiştirilmesi ve Çoklu-Görüş Video Kodlama’ya (Multi-View Video Coding, MVC) mahsus araçlarla kullanılması. Bu araçlara örnek olarak aydınlatma ve renk dengeleyici, iyileştirilmiş aykırılık kestirimi ve kodlaması ve yüksek-seviye sözdizim değişikliklerini verebiliriz. MVC’nin H.264/AVC için bir iyileştirme (Amendment 4) karar verilmiştir [9]. Sistemimizde kullandığımız MVC kodlayıcı JMVM 3.0.2’dir [10]. Ana öngörü yapısı imgeler ve görüşler arası birçok bağımlılığı kullandığından oldukça karmaşıktır. Bu bağımlılıklar hem mekansal hem zamansal yönlerde bulunan artıklıkları kullanarak bit hızını düşürürler. Ancak bu durum kodçözmede ve paket kaybı hassasiyetinde birçok sınırlamalar getirir. Buna alternatif daha basit bir yapı [11]’de tanımlanmıştır ve genel kodlama performansı bakımın ana öngörü yapısına çok yakın çıkmıştır. Bu bastırılmış öngörü yapısında B resimlerini kullanan hiyerarşik zamansal öngörü değişmeden kalır. Ama mekansal referanslar sadece çapa (anchor) çerçeveler için kullanılır. Öyle ki mekansal

4. Stereo Video Kodçözücü

Şu anda H264/AVC katarlarını gerçek zamanlı kodçözmek için ffmpeg kütüphanesini [12] kullanıyoruz. MVC katarlarını kodçözebilmek için gerekli sözdizim değişiklikleri ve iki görüşün serpiştirilmesinden oluşan değişiklikleri ffmpeg kütüphanesine uyguladık.

İletim sırasında kayıp olması durumunda kodçözücü her çerçevenin resim sıra sayısını (picture order count, poc) inceleyip kaybolmuş çerçeveleri belirler. Daha sonra kaybolmuş çerçeveler, çerçeve kopyalama metodu ile aynı görüşten en yakın çerçeve ile örtülür.



Şekil 2 Desteklenen stereo video kodlama çeşitleri

5. Stereo Video Duraksız İleticisi/İstemcisi

H264/AVC katarlarının RTP üzerinden duraksız iletimi IETF tarafından in RFC 3984 [13] ile standartlaştırılmıştır. Bu standart RTP başlık kullanımını, H264/AVC için gerekli paketleme kurallarını tanımlar. Simulcast kodlanmış gösterimler için (a-b) [13] kullanılmaktadır. MVC (c) için, [3]’te belirtildiği gibi [13]’e benzeyen bir katar paketleme kullanılmaktadır. MVC katarını RTP üzerinden tek bir H264/AVC katarı olarak göndermek yerine, katar iki parçaya ayrılmıştır ve NAL birimleri ayrı H264/AVC katarlarıymış gibi farklı RTP portlarından duraksız iletilir.

6. DVB-H Veri Bağı Katmanı

3B videonun sondan-sona bir DVB-H kanalından gönderimi, gönderici ve alıcı fonksiyonun olduğu bir yazılım ile benzetimlenmiştir. Gönderici tarafında, bir IP sarmalayıcı programı IP datagram katarlarını DVB-H uyumlu süre dilimlenmiş MPEG-2 TS olarak paketler. Gönderim

sırasındaki kayıpların benzetimi, TS paketlerinin uygun bir fiziksel kanal modellemesine göre filtrelenmesi ile sağlanır. Alıcı tarafında katar sarmalama açılır ve FEC bilgisi kullanılarak olası kayıplar düzeltilir. Son olarak elde edilen IP paketleri H264/AVC istemcisine verilir ve 3B video kodçözümlür. Kullanılan yazılım ve bu işlemler [14]'te detaylı olarak anlatılmıştır.

7. Fiziksel Katman

Veri bağı katmanındaki süre dilimleme ve MPE-FEC elemanları DVB-T fiziksel katmanında değişiklik yapmazlar. Bu yüzden varolan DVB-T alıcıları DVB-H sinyallerinden bozulmazlar ve DVB-H, DVB-T ile tamamen uyumludur. Bununla beraber DVB-H fiziksel katmanında 4K modu ve derinlemesine serpiştirici (in-depth interleaver) gibi yeni ilave yöntemler eklenmiştir. DVB-H fiziksel katmanı modülasyon/demodülasyon teknikleri için daha detaylı bilgi [15] ve [16]'dan alınabilir.

Sistemimizde fiziksel katmanı iki şekilde gerçekleştiriyoruz: Gerçek iletim ve yazılım benzetimi. Gerçek iletimde, donanımsal modülatör ile yayın yapıp, DVB-T demodülatör cihazı ile sinyalleri alıyoruz. Yazılım benzetiminde ise iletim parametrelerini ve kanalı Matlab Simulink ile modelliyoruz

8. Görüntüleyici

İstemcilerin görüntüleyici birimleri gözlük kullanmadan üç boyutlu görünüm sağlayan oto-stereo ekranlardır. Oto-stereo ekranlarda, sağ ve sol görüş çerçevelerinin piksellerinin uygun bir şekilde birleştirildiği kenetlenme (interdigitation) işleminden geçerler. Sistemimizde, sol ve sağ görüşler kodçözüldükten sonra kenetlenerek oto-stereo ekrana gönderilir.

9. Önceki Sistemler Uyumluluk

Sistemimizin önemli bir özelliği de önceki sistemlerle uyumlu olmasıdır, yani 3B özelliği bulunmayan eski gezgin kullanıcılar tek görüşlü video alıp izleyebilmektedirler (sağ veya sol görüş). Önceki sistemlerle uyumluluk iki şekilde elde edilebilir: Ya uygulama katmanında, ya da veri bağı katmanında.

Uygulama katmanında izlenecek yaklaşım daha açık ve kolaydır. Bu yaklaşımda, stereo video kodlanırken, stereo olmayan kodçözümlerinde çözebileceği bir şekilde bitkatarı oluşturulur. Bu yaklaşımın dezavantajı, kullanıcının kullanmayacak olsa da tüm bilgiyi alma gerekliliğidir.

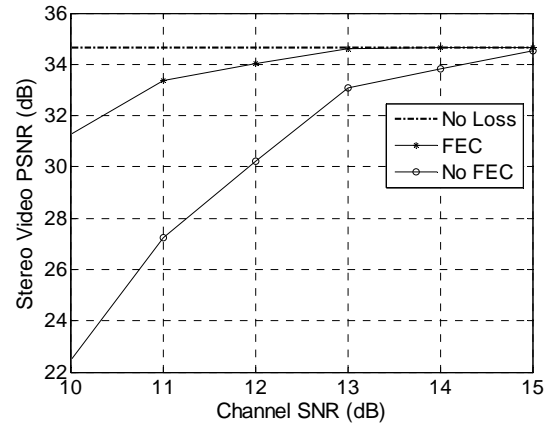
Veri bağı katmanı yaklaşımında, sol ve sağ görüş için oluşturulan IP datagramları farklı temel katarlara (Elementary Stream ,ES) konulur. Bu şekilde sağ ve sol görüş bilgileri farklı çoğuşmalarda iletilir ve stereo olmayan kodçözümlerinde sadece uygun olan temel katarı alarak tek görüşlü videoyu oluşturur. Bu yaklaşımda IP sarmalama açıcısı kısmı değiştirilerek alıcının sol ve sağ görüş için iki ayrı temel katar süzgeçlemesi sağlanmıştır.

10. Deneysel Sonuçlar

Benzetim kurulumunun başarımının geçerliliğini sınamak için MVC kodlanmış test videosunu benzetimlenmiş DVB-H kanalından iletecek basit bir deney gerçekleştirdik. Test videosunun her görüşünü kendi MPE akıtımı içine koyarak MPEG-2 TS içerisine sarmalanmıştır. Hatalı kanal durumları

yukarıda bahsedilen iletim sisteminin Simulink modeli ile benzetilmiştir. Sinyal gürültü oranı (Signal-Noise-Ratio, SNR) 10 ve 15 dB arasında değişen 6 değişik kanal durumu için benzetilme yapılmış ve sonuçlar TS seviyesinde paket hata izi olarak kaydedilmiştir [14].

Hata izleri daha sonra test TS üzerine uygulanarak, hatalar oluşturulmuştur. MPE-FEC kullanımının önemini TS'den H.264/MVC videosunu çıkarırken 2 ayrı senaryo ile değerlendirdik: 1) İstemci MPE-FEC çerçevesi içerisindeki FEC kodlarını alır, 2) İstemci MPE-FEC çerçevesi içerisindeki sadece bilgi kısmını alarak güç tüketimini azaltır. Son olarak alınan ve kodçözümlenen videolar ile orjinalleri arasında ışıklılık (luminance) tepe (peak, PSNR) hesaplanmıştır. Benzetim işlemi her kanal SNR'ı için 50 kere tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Hatasız durumdaki stereo videonun ortalama PSNR değerleri Şekil 3'te verilmiştir. Özellikle düşük kanal SNR değerlerinde MPE-FEC kullanımının kalitede önemli bir iyileşme getirdiği gözükmemektedir. Bir diğer gözlem ise kanal SNR değeri 13 ve üstünde iken, MPE-FEC çerçevelerinin hatasız duruma benzer bir başarımla gösterdiği'dir.



Şekil 3 Benzetimleme sonuçları

11. Vargılar ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışmada, DVB-H belirtilmelerine uygun, stereo video yayınlayan, gezgin üç boyutlu televizyon sistem mimarisi sunulmuştur. Sunulan sistem literatürdeki ilk DVB-H bazlı üç boyutlu yayınlama sistemidir. Sistem önceki sistemlerle uyumludur, yani eski gezgin kullanıcılar tek görüşlü video alıp izleyebilmektedirler. Sistemimiz gerçek-zamanlı yayınlama için kullanılabilirliği gibi çevrimdışı yazılımsal benzetimler için de kullanılabilir. Gelecek çalışmalarda iletim hataları varken video kalitesini eniyileyecek veri katman bağı ve fiziksel katman parametrelerini seçmek üzerine yoğunlaşacağız.

12. Teşekkür

MOBILE3DTV project has received funding from the European Community's ICT programme in the context of the Seventh Framework Programme (FP7/2007-2011) under grant agreement n° 216503.

The text reflects only the authors views and the European Community or other project partners are not liable for any use that may be made of the information contained herein.

Yazarlardan M. Oğuz Bici ve Anıl Aksay TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

13. Kaynakça

- [1] Matusik, W.; Pfister, H., "3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes", ACM Transactions on Graphics (TOG) SIGGRAPH, ISSN: 0730-0301, Vol. 23, Issue 3, pp. 814-824, August 2004 (ACM Press)
- [2] Kai Willner, Kemal Ugur, Marja Salmimaa, Antti Hallapuro, Jani Lainema, "Mobile 3D Video Using MVC and N800 Internet Tablet," 3DTV-CON 2008, Istanbul, Turkey
- [3] E. Kurutepe, A. Aksay, C. Bilen, C. G. Gurler, T. Sikora, G. Bozdagi Akar, A. M. Tekalp, "A Standards-Based, Flexible, End-to-End Multi-View Video Streaming Architecture," Packet Video Workshop 2007, Lausanne, Switzerland
- [4] S. Cho, N. Hur, J. Kim, K. Yun, and S-I. Lee, "Carriage of 3D audio-visual services by T-DMB", Electronics and Telecommunications Research Institute, Republic of Korea, in Proc ICME 2006.
- [5] I. Rec, "H. 264 & ISO/IEC 14496-10 AVC, Advanced video coding for generic audiovisual services," ITU-T, May, 2003.
- [6] K. Müller, P. Merkle, H. Schwarz, T. Hinz, A. Smolic, T. Wiegand, Multi-view Video Coding Based on H.264/AVC Using Hierarchical B-Frames, in Proc. PCS 2006, Picture Coding Symposium, Beijing, China, April 2006.
- [7] JM Reference Software Version 10.1. <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/>
- [8] A. Bourge and C. Fehn (Editors). White Paper on ISO/IEC 23002-3 Auxiliary Video Data Representations. ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, WG 11 Doc. N8039, Montreux, Switzerland, April 2006.
- [9] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, and A. Smolic, "Joint Draft 3.0 on Multiview Video Coding," Joint Video Team, Doc. JVT-W209, 2007.
- [10] P. Pandit, A. Vetro, and Y. Chen, "JMVM 3 software," ITU-T JVTV208, 2007
- [11] P. Merkle, A. Smolic, K. Mueller, and T. Wiegand, "Comparative Study of MVC Prediction Structures," ITU-T JVT-V132, 2007.
- [12] Ffmpeg homepage. [Online]. Available: <http://ffmpeg.sourceforge.net/>
- [13] S. Wenger, M. M. Hannuksela, T. Stockhammer, M. Westerlund, and D. Singer, "RFC 3984: RTP payload format for H.264 video." [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc3984>
- [14] M. Oksanen, A. Tikanmäki, A. Gotchev and I. Defee, "Delivery of 3D Video over DVB-H: Building the Channel", NEM Summit, 2008
- [15] G. Faria , J. A. Henriksson , E. Stare and P. Talmola "DVB-H: digital broadcast services to handheld devices," Proc. IEEE, vol. 94, pp. 194, Jan. 2006.
- [16] ETSI, EN 300 744, "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial Television." V1.5.1 (2004-11)