

**HAREKET Dengelemeli ve Liftin Tabanlı
Video Kodlayıcı Tasarımı**

Sedat TELÇEKEN
Doktora Tezi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Haziran-2010

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Sedat Telçeken’in “Hareket Dengelemeli ve Lifting Tabanlı Video Kodlayıcı Tasarımı” başlıklı Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalındaki Doktora Tezi 05.07.2010 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) :	Prof. Dr. ÖMER NEZİH GEREK	
Üye :	Prof. Dr. ATALAY BARKANA	
Üye :	Yard. Doç. Dr. CÜNEYT AKINLAR	
Üye :	Doç. Dr. YUSUF OYSAL	
Üye :	Yard. Doç. Dr. EROL SEKE	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

HAREKET DENGELLEMELİ VE LİFTİNG TABANLI VIDEO KODLAYICI TASARIMI

Sedat TELÇEKEN

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer Nezih GEREK

2010, 85 sayfa

Bu tezde, hareket dengeleme yöntemini kullanan yükseltme tabanlı hibrit bir kodlayıcı tasarlanarak görüntü kalitesinden fark edilir düzeyde ödün vermeden video sinyallerinin sıkıştırma oranının artırılması üzerine çalışılmıştır. Bu amaçla video çerçeveleri zamansal doğrultuda gruplara ayrılmış ve zamansal yükseltme tabanlı ayrıştırma işlemi blok tabanlı hareket dengeleme ile birlikte kullanılarak çerçeveler öngörülmeye çalışılmıştır. Öngörü için kenar-uyarlamalı yükseltme ve blok karşılaştırma yöntemleri farklı düzeylerde kullanılmıştır. Üzerinde öngörü işlemi yapılmayan çerçeveler ve öngörü çerçevelerinin orijinallerinden farkları nicemlenerek kodlanmıştır. Kodlamanın başarımını değerlendirmek için PSNR ölçümleri kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar, blok karşılaştırma düzeyi arttıkça daha fazla sıkıştırma elde edilirken PSNR değerinin kabul edilebilir seviyelerde kaldığını göstermiştir. Buna göre 37,04 : 1 oranında sıkıştırılarak kodlanan videolar 29 dB sinyal gürültü seviyesinde geri çatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hareket Dengeleme, Yükseltme, Kenar-Uyarlamalı Yükseltme, Blok Karşılaştırma, Video Kodlama, Dalgacıklar

ABSTRACT

PhD Dissertation

MOTION COMPENSATED AND LIFTING BASED VIDEO CODER DESIGN

Sedat TELÇEKEN

Anadolu University

Graduate School of Sciences

Electrical and Electronics Engineering Program

Supervisor: Prof. Dr. Ömer Nezir GEREK

2010, 85 pages

In this thesis, it is aimed to compress video signals, without compromising the quality, by using a lifting based hybrid encoder which uses motion compensation method. For this purpose, video frames are separated into temporal groups and some frames in each group are predicted from other frames using temporal lifting with motion compensation. Edge-adaptive lifting and block-matching methods with different levels are used for the prediction. Unpredicted frames and residues between predicted frames and their originals are quantized and encoded. PSNR measurements are used to measure the performance of the suggested encoding method. Experimental results reveal that higher compression ratios are obtained as block-matching level is increased, while PSNR values remain in reasonable ranges. 29 dB of PSNR value is obtained in a 37.04 : 1 compression ratio.

Keywords: Motion Compensation, Lifting, Edge-Adaptive Lifting, Block Matching, Video Coding, Wavelets

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TERİMLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Video Sıkıştırma Yöntemleri ve Standartları	2
1.2. DWT ile Video Kodlama Alanında Yapılmış Çalışmalar	5
2. İMGE VE VİDEO SIKIŞTIRMANI TEMELLERİ	7
2.1. İnsan Görme Sistemi ve Sıkıştırma	7
2.2. İzgesel Fazlalık	7
2.3. Uzamsal Fazlalık	8
2.3.1. Ayrık Kosinüs Dönüşümü (DCT)	9
2.3.2. Ayrık Dalgacık Dönüşümü (DWT)	13
2.3.3. DCT ile DWT'nin karşılaştırılması	17
2.4. Zamansal Fazlalık	18
2.5. İstatistiksel Fazlalık	18
3. HAREKET DENGELLEMELİ VE LİFTİNG TABANLI VİDEO KODLAYICI TASARIMI	19
3.1. Hareket Dengeleme ve Hareket Kestirimi	19
3.2. Zamansal Lifting Şeması	22
3.3. Fark Verinin Kodlanması	25
3.4. Önerilen Hareket Dengelemeli ve Zamansal Lifting Hibrit Modeli	26
3.4.1. Hareket Dengelemede Kenar-Uyarlamalı Yükseltme Yöntemi	26
3.4.2. Hareket Dengelemede Blok Karşılaştırma Yöntemi	33

3.4.3. Hareket Dengelemede Farklı Düzeylerde Blok Karşılaştırma Yöntemi	37
4. DENEYSEL SONUÇLAR	56
4.1. Hareket Dengelemede Kenar Uyarlamalı Yükseltme Yöntemi'nin	
Deneysel Sonuçları.....	58
4.2. Hareket Dengelemede Blok Karşılaştırma Yöntemi'nin Deneysel	
Sonuçları	62
4.3. Hareket Dengelemede Farklı Düzeylerde Blok Karşılaştırma Yöntemi'nin	
Deneysel Sonuçları.....	65
5. SONUÇLAR	75
KAYNAKLAR	78
Ek-1 RGB $\leftrightarrow$ YUV Renk Uzayı Dönüşümü	82
Ek-2 Ayrık Dalgacık Dönüşümü	83

Şekil 3.15.	<i>Bus</i> videosu Düzey3 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri	45
Şekil 3.16.	<i>Coastguard</i> videosu Düzey1 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri ..	47
Şekil 3.17.	<i>Coastguard</i> videosu Düzey2 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri ..	48
Şekil 3.18.	<i>Coastguard</i> videosu Düzey3 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri ..	50
Şekil 3.19.	<i>Container</i> videosu Düzey1 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri	52
Şekil 3.20.	<i>Container</i> videosu Düzey2 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri	53
Şekil 3.21.	<i>Container</i> videosu Düzey3 Blok Eşleştirme Yöntemi Görselleri	55
Şekil 4.1.	" <i>Lena</i> " imgesinin SPIHT kodlayıcı ile 0.5 bpp oranında sıkıştırılması ile elde edilen sonuçlar	57
Şekil 4.2.	" <i>bus</i> " videosunun 2. çerçevesinin SPIHT kodlayıcı ile 0.5 bpp oranında sıkıştırılması ile elde edilen sonuçlar	58
Şekil 4.3.	Düzey1 ayrışımının ve geri çatılmasının F1 ve F3 çerçeveleriyle gösterimi	59
Şekil 4.4.	" <i>bus</i> " videosu için PSNR – (1/CR) grafiği.	60
Şekil 4.5.	" <i>coastguard</i> " videosu için PSNR – (1/CR) grafiği	61
Şekil 4.6.	" <i>container</i> " videosu için PSNR – (1/CR) grafiği	62
Şekil 4.7.	Düzey2 ayrışımının ve geri çatılmasının F1 ve F5 çerçeveleriyle gösterimi	65
Şekil 4.8.	Düzey3 ayrışımının ve geri çatılmasının F1 ve F9 çerçeveleriyle gösterimi	66

Çizelge 4.8. " <i>container</i> " videosunun farklı bpp oranları ile blok karşılaştırma yöntemi kullanılarak kodlanması ile elde edilen PSNR değerleri ...	64
Çizelge 4.9. " <i>container</i> " videosunun Düzey1'de elde edilen PSNR grafiği	64
Çizelge 4.10. " <i>bus</i> " videosunun farklı bpp oranları ile Düzey2 ile elde edilen PSNR değerleri	67
Çizelge 4.11. " <i>bus</i> " videosunun Düzey2'de elde edilen PSNR grafiği	68
Çizelge 4.12. " <i>coastguard</i> " videosunun farklı bpp oranları ile Düzey2 ile elde edilen PSNR değerleri	68
Çizelge 4.13. " <i>coastguard</i> " videosunun Düzey2'de elde edilen PSNR grafiği	69
Çizelge 4.14. " <i>container</i> " videosunun farklı bpp oranları ile Düzey2 ile elde edilen PSNR değerleri	69
Çizelge 4.15. " <i>container</i> " videosunun Düzey2'de elde edilen PSNR grafiği	70
Çizelge 4.16. Tüm videoların Düzey2 PSNR-1 değerlerinin grafiği	70
Çizelge 4.17. " <i>bus</i> " videosunun farklı bpp oranları ile Düzey3 ile elde edilen PSNR değerleri	71
Çizelge 4.18. " <i>bus</i> " videosunun Düzey3'te elde edilen PSNR grafiği	71
Çizelge 4.19. " <i>coastguard</i> " videosunun farklı bpp oranları ile Düzey3 ile elde edilen PSNR değerleri	72
Çizelge 4.20. " <i>coastguard</i> " videosunun Düzey3'te elde edilen PSNR grafiği	72
Çizelge 4.21. " <i>container</i> " videosunun farklı bpp oranları ile Düzey3 ile elde edilen PSNR değerleri	73
Çizelge 4.22. " <i>container</i> " videosunun Düzey3'te elde edilen PSNR grafiği	73
Çizelge 4.23. Tüm videoların Düzey3 PSNR-1 değerlerinin grafiği	74

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BBMC	: Block-Based Motion Compensation
BPP	: Bit-per-pixel
BMA	: Block-Matching Algorithm
CD-ROM	: Compact Disc Read-Only Memory
CIF	: Common Intermediate Form
CR	: Compression Ratio
DCT	: Discrete Cosine Transform
DivX	: Digital Video Express
DV	: Digital Video
DVB-C	: Digital Video Broadcasting-Cable
DVB-S	: Digital Video Broadcasting-Satellite
DVB-T	: Digital Video Broadcasting-Terrestrial
DVD	: Digital Versatile Disc
DWT	: Discrete Wavelet Transform
EZW	: Embedded Zerotree Wavelet
F	: Frame
FPS	: Frame-per-second
HD	: High Definition
HF	: High Frequency
HVS	: Human Visual System
ISDN	: Integrated Services Digital Network
ISO/IEC	: Intern. Standards for Organization / Intern. Electrotechnical Commission
ITU	: International Telecommunication Union
KLT	: Karhunen–Loève Transform
LB	: Lifting Based
LF	: Low Frequency
LOT	: Lapped Orthogonal Transform
MC	: Motion Compensation
MCTF	: Motion Compensated temporal filtering
ME	: Motion Estimation

MPEG	: Moving Picture Experts Group
MP3	: MPEG-1 Audio Layer III
MV	: Moving Vector
OKH	: MSE, Mean Squared Error
P	: Predicted Frame
PSNR	: Peak Signal to Noise Ratio
QCIF	: Quarter Common Intermediate Form
R	: Residual Frame
ReC	: Reconstructed Frame
RGB	: Red-Green-Blue
SPIHT	: Set Partitioning In Hierarchical Trees
SQCIF	: Sub Quarter Common Intermediate Form
VHS	: Video Home System
VQ	: Vector Quantization
YUV	: Color space Y-Luminance, UV-Chrominance
1B	: 1 Boyut
2B	: 2 Boyut
3B	: 3 Boyut
3D-DWT	: 3 Dimensional-Discrete Wavelet Transform
3G	: 3rd Generation
4CIF	: 4 x Common Intermediate Form
16CIF	: 16 x Common Intermediate Form

TERİMLER DİZİNİ

Alçak-geçiren	: Low-pass
Alt bant	: Subband
Analiz	: Analysis
Arka plan	: Background
Aşağı örnekleme	: Down sampling
Ayrık Dalgacık Dönüşümü	: Discrete Wavelet Transform
Ayrık Kosinüs Dönüşümü	: Discrete Cosinus Transform
Ayrışım	: Decomposition
Aydınlatma	: Illumination
Bağıl	: Relative
Belirtim	: Specification
Birim dik	: Orthonormal
Bit düzlemi	: Bit plane
Blok	: Block
Bozulum oranı	: Distortion rate
Çekirdek	: Kernel
Çerçeve	: Frame
Çerçeveler arası	: Interframe
Çift-dik	: Bi-Orthogonal
Çözü	: Warping
Dalgacık	: Wavelet
Dekorelasyon	: Decorrelation
Dik	: Orthogonal
Dönel	: Rotational
Dönüşüm alanı	: Transformed Domain
Fark	: Residual
Fazlalık	: Redundancy
Frekans konumlama	: Frequency Localization
Genlik	: Magnitude
Genişleme ve daralma	: Expansion and contraction

Uzamsal fazlalık	: Spatial redundancy
Tersinir	: Reversible
Yerel Blok Çözücü	: Local Block Warping
Yukarı Örnekleme	: Up-Sampling
Yumuşak	: Smooth
Yüksek geçiren	: High-pass
Yükseltme	: Lifting
Zamansal	: Temporal
Zamansal fazlalık	: Temporal redundancy

klasik hareket dengelemeli Haar zamansal filtrelemeye karşı başarılı gelişmeler elde edilmiştir.

Bu tezde önerilen kodlayıcıda, yukarıda söz edilen çalışmalarda olduğu gibi hibrit bir kodlayıcı tasarlanması hedeflenmiştir. İkinci bölümde hareket dengelemeli kodlama yöntemlerinden bahsedilecek ve üçüncü bölümde önerilen yöntem ayrıntılı olarak açıklanacak ve yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri deneysel sonuçlar ile birlikte tablolar halinde dördüncü bölümde gösterilecektir. Son bölümde ise tez çalışmasının sonuçları verilecektir.

