


การปรับสเกลความละเอียดของเกรนแบบทนทาน โดยใช้การทำนายรั้วสำหรับการเข้ารหัสวิดีโออัตราบิตต่ำ



นางสาวสุจรรยา อัจฉรงค์กร

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

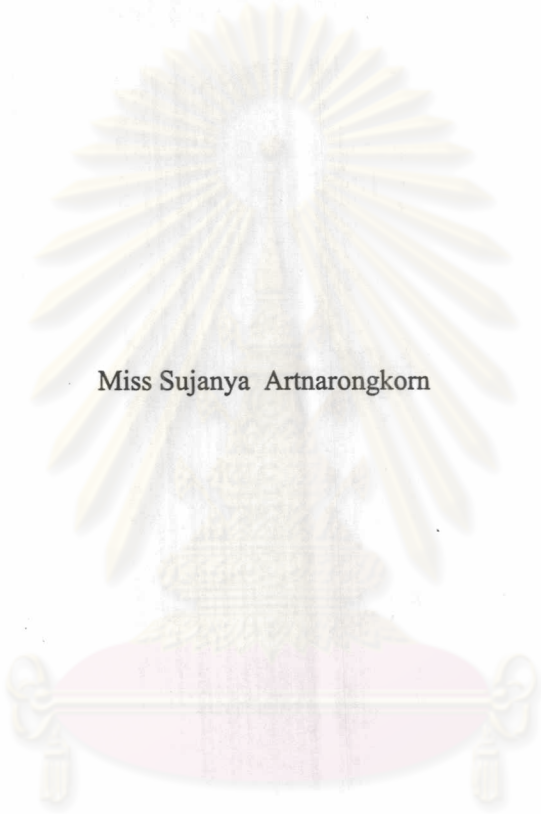
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3518-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ROBUST FINE GRANULARITY SCALABILITY USING LEAKY PREDICTION
FOR LOW BIT RATE VIDEO CODING



Miss Sujanya Artnarongkorn

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

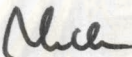
Chulalongkorn University

Academic Year 2003

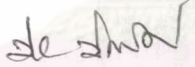
ISBN 974-17-3518-9

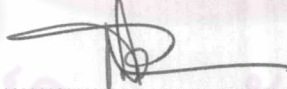
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับสเกลความละเอียดของเกรนแบบทันทาน โดยใช้การทำนายรั้ว
โดย	นางสาวสุจรรยา อดจนรงค์กร
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.สุภาวดี อร่ามวิทย์

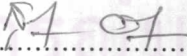
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.สุภาวดี อร่ามวิทย์)


..... กรรมการ
(ดร.เสาวลักษณ์ อารีพงษ์)

สุจรรยา อาจณรงค์กร : การปรับสเกลความละเอียดของเกรนแบบทันทานโดยใช้การทำนายรั้ว
สำหรับการเข้ารหัสวิดีโออัตราบิตต่ำ (ROBUST FINE GRANULARITY SCALABILITY
USING LEAKY PREDICTION FOR LOW BIT RATE VIDEO CODING) อ. ที่ปรึกษา : รศ.
ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล , อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ดร.สุภาวดี อร่ามวิทย์, 120 หน้า. ISBN
974-17-3518-9.

การส่งผ่านสัญญาณวิดีโอบนช่องสัญญาณที่มีแบนด์วิดท์ไม่คงที่ ดังเช่น อินเทอร์เน็ต นั้น
ต้องการความสามารถในการสเกลบิตสูงเพื่อปรับตามสภาพของโครงข่าย ณ เวลาจริง โดย MPEG-4
ได้รับรองว่า MPEG-4 ไลน์เกรนูลาริตีสูงสเกลบิตสูง (FGS) ที่เป็นการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอสตรีมมิ่ง
สามารถรองรับความต้องการดังกล่าวได้ ในวิทยานิพนธ์นี้เสนอการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอแบบ FGS
ตามมาตรฐาน MPEG-4 โดยใช้เทคนิคการทำนายรั้วเพื่อปรับปรุงการทำนายทางเวลา และการทำนายรั้ว
นี้ใช้เพื่อเพิ่มความทนทานต่อความผิดพลาดโดยแลกกับประสิทธิภาพของการเข้ารหัส นอกจากนี้ นำ
เสนอกรรมวิธีการปรับค่าตัวประกอบการรั้วเพื่อระบุค่าตัวประกอบการรั้วที่เหมาะสมสำหรับแต่ละ
ลำดับภาพวิดีโอ และแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ โดยผลการจำลองระบบพบว่า กรรมวิธีการปรับค่าตัว
ประกอบการรั้วให้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณสูงขึ้นจากวิธี FGS เดิม 1.3 dB. และสูงกว่าวิธี
1-loop MC-FGS ประมาณ 1.4 dB. นอกจากนี้ ยังให้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณสูงกว่าวิธี
FGS-LP ประมาณ 0.7 dB.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่อนิสิต.....สุจรรยา อาจณรงค์กร.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2546.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4470601121 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: FINE GRANULARITY SCALABILITY (FGS) / MPEG-4 / INTERNET VIDEO STREAMING / ADAPTIVE LEAKY PREDICTION

SUJANYA ARTNARONGKORN : ROBUST FINE GRANULARITY SCALABILITY USING LEAKY PREDICTION FOR LOW BIT RATE VIDEO CODING. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMCHAI JITAPUNKUL, Dr.Eng., THESIS CO-ADVISOR: SUPAVADEE ARAMVITH, Ph.D., 120 pp. ISBN 974-17-3518-9.

Transmission of video over bandwidth variation networks like the Internet requires a highly scalable solution capable of adapting to the network condition in real-time. To address this requirement, the MPEG-4 committee has approved the MPEG-4 fine granularity scalability (FGS) profile as a streaming video tool. This thesis proposed a robust fine granularity scalability based on MPEG-4 video coding scheme by using leaky prediction to improve the temporal prediction. Leaky prediction is used to increase error robustness by trading off coding efficiency. An adaptive leakage factor algorithm is proposed to identify a suitable value of leakage factor for each video sequence and channel bandwidth. As comparing with the traditional FGS, our simulation results show that an adaptive leakage factor algorithm has improved by about 1.3 dB in PSNR and up to 1.4 dB over the one-loop MC-FGS. Moreover, average PSNR is up to 0.7 dB in the proposed algorithm compared with FGS using the leaky prediction.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department..... Electrical Engineering..... Student's Signature..... *Sujanya Artnarongkorn*
Field of study..... Electrical Engineering..... Advisor's signature..... *Somchai*
Academic year..... 2003..... Co-advisor's signature..... *Supavadee*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รศ. ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล พร้อมทั้งแรงกระตุ้นและคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คือ ดร.สุภาวดี อร่ามวิทย์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณ

ขอขอบคุณ โครงการเสริมสร้างความเชื่อมโยงระหว่างภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและภาคเอกชน ทางด้านการวิจัยและพัฒนา (Cooperation Project Between Department of Electrical Engineering and Private Sector for Research and Development) ปี พ.ศ. 2546 ที่ช่วยสนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำงานวิจัยนี้

ขอบพระคุณ ดร. วุฒิพงศ์ อารีกุล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ชุดภาพทดสอบมาตรฐาน เพื่อใช้สำหรับงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ ในห้องปฏิบัติการวิจัยทุกๆ คน รวมถึงเพื่อน ๆ และครอบครัวของผู้วิจัยทุก ๆ คน ไม่ว่าจะเป็นที่อยู่ภายในห้องปฏิบัติการวิจัยกรมวิธีสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Processing Research Laboratory) หรือที่ใดก็ตาม สำหรับความช่วยเหลือและแรงบันดาลใจ ขอขอบคุณที่ทำให้วันเวลาของผู้วิจัยผ่านไปอย่างมีความหมาย

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บัญชีคำศัพท์.....	ด
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 แนวเหตุผลและความเป็นมา.....	1
1.2 มาตรฐานการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอ.....	3
1.3 แนวทางที่นำเสนอ.....	5
1.4 วัตถุประสงค์.....	6
1.5 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	6
1.6 แนวทางการดำเนินงาน.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
2 ความรู้พื้นฐาน.....	8
2.1 มาตรฐานการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอ MPEG-4.....	8
2.2 แบบจำลองเพื่อทดสอบสัญญาณวิดีโอตามมาตรฐาน MPEG-4.....	9
2.3 ข้อกำหนดสำหรับหน้าที่ของ content-based.....	9
2.4 ชนิดของการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอแบบบีบอัดข้อมูล.....	10
2.5 โครงสร้างของการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอของ MPEG-4.....	12
2.5.1 การประมาณการเคลื่อนที่.....	12
2.5.2 การชดเชยการเคลื่อนที่.....	13
2.5.3 การเข้ารหัสรูปทรง.....	15
2.5.4 การเข้ารหัสพื้นผิว.....	16
2.6 รูปแบบการจัดเรียงสัญญาณวิดีโอมาตรฐาน MPEG-4.....	17
2.7 การควบคุมอัตราบิต TM5.....	18

บทที่	หน้า
2.8 การเข้ารหัสแบบสเกลลาเบิล.....	21
2.8.1 การเข้ารหัสแบบ Signal-to-Noise Ratio (SNR) Scalability.....	22
2.8.2 การเข้ารหัสแบบ Temporal Scalability.....	24
2.8.3 การเข้ารหัสแบบ Spatial Scalability.....	25
2.9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเข้ารหัสแบบต่างๆ.....	25
2.10 การเข้ารหัสแบบ FGS (Fine Granularity Scalability).....	26
2.10.1 การเข้ารหัสสัมประสิทธิ์ DCT แบบระนาบบิต.....	27
2.10.2 คุณสมบัติพิเศษของ FGS.....	28
2.11 การเข้ารหัสแบบ MC-FGS (Motion Compensation FGS).....	31
2.11.1 การเข้ารหัสแบบ two-loop MC-FGS.....	31
2.11.2 การเข้ารหัสแบบ single-loop MC-FGS.....	32
3 กรรมวิธีที่นำเสนอ.....	34
3.1 การเข้ารหัสแบบไฟน์แกรนูลาริตีส์เกลลาเบิลิตีส์โดยใช้การทำนายรั้ว.....	34
3.2 กรรมวิธีปรับค่าตัวประกอบการรั้ว (α) ของการทำนายรั้ว.....	38
3.3 วิธีการทดสอบ.....	40
4 ผลการทดสอบ.....	41
4.2 ขั้นตอนการทดสอบ.....	41
4.1.1 การกำหนดพารามิเตอร์ในการเข้ารหัส.....	41
4.1.2 ลำดับภาพที่ใช้ทดสอบ.....	42
4.2 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลเข้ารหัส.....	43
4.2.1 เปรียบเทียบผลการทดสอบของโครงสร้างที่นำเสนอ (FGS-LP) กับโครงสร้างอื่นๆ.....	44
4.2.1.1 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Carphone.....	44
4.2.1.2 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Foreman.....	51
4.2.1.3 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Grandmother.....	57
4.2.1.4 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Mother.....	64
4.2.2 เปรียบเทียบผลการทดสอบการลดทอนความผิดพลาดของโครงสร้างที่นำเสนอ กับโครงสร้าง 1-loop MC-FGS.....	70
4.2.3 เปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อปรับค่าตัวประกอบการรั้วในช่วง 0-1	

สารบัญ (ต่อ)

ณ

บทที่

หน้า

(0, 0.1, 0.2, ..., 1).....	73
4.2.3.1 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Carphone.....	73
4.2.3.2 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Foreman.....	76
4.2.3.3 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Grandmother.....	79
4.2.3.4 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Mother.....	82
4.2.4 เปรียบเทียบผลการทดสอบของกรรมวิธีปรับค่าตัวประกอบการรั้วของการ ทำนายรั้ว (FGS-ALP) กับโครงสร้างอื่นๆ.....	85
4.2.4.1 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Carphone.....	86
4.2.4.2 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Foreman.....	89
4.2.4.3 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Grandmother.....	92
4.2.4.4 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Mother.....	94
4.2.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบการจำลองช่องสัญญาณที่มีแบนด์วิดท์ไม่คง ที่.....	97
4.2.5.1 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Carphone.....	98
4.2.5.2 ผลการทดสอบกับลำดับภาพ Foreman.....	100
4.2.6 เปรียบเทียบความซับซ้อนในการประมวลผลของวิธีที่นำเสนอ กับวิธีอื่นๆ.....	101
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	104
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	104
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต.....	105
รายการอ้างอิง.....	106
บทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่.....	108
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	120

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 มาตรฐานการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอของ ITU-T.....	4
ตารางที่ 1.2 มาตรฐานการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอของ MPEG.....	4
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคุณภาพ Carphone ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	48
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคุณภาพ Carphone ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	49
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบคุณภาพ Carphone ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	49
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบคุณภาพ Carphone ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 512 กิโลบิตต่อวินาที.....	50
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบคุณภาพ Carphone ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 1024 กิโลบิตต่อวินาที.....	50
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบคุณภาพ Foreman ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	55
ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบคุณภาพ Foreman ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	55
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบคุณภาพ Foreman ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	56
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบคุณภาพ Foreman ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 512 กิโลบิตต่อวินาที.....	56
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบคุณภาพ Foreman ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 1024 กิโลบิตต่อวินาที.....	57
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบคุณภาพ Grandmother ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	61
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบคุณภาพ Grandmother ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	62
ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบคุณภาพ Grandmother ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	62
ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบคุณภาพ Grandmother ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ	

สารบัญ (ต่อ)

ฉ

บทที่	หน้า
512 กิโลบิตต่อวินาที.....	63
ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบคุณภาพ Grandmother ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 1024 กิโลบิตต่อวินาที.....	63
ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบคุณภาพ Mother ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	68
ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบคุณภาพ Mother & Daughter ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	68
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบคุณภาพ Mother & Daughter ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	69
ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบคุณภาพ Mother & Daughter ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 512 กิโลบิตต่อวินาที.....	69
ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบคุณภาพ Mother & Daughter ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 1024 กิโลบิตต่อวินาที.....	70
ตารางที่ 4.21 PSNR ของลำดับภาพ Carphone ที่อัตราบิตต่างๆ.....	76
ตารางที่ 4.22 PSNR ของลำดับภาพ Foreman ที่อัตราบิตต่างๆ.....	79
ตารางที่ 4.23 PSNR ของลำดับภาพ Grandmother ที่อัตราบิตต่างๆ.....	82
ตารางที่ 4.24 PSNR ของลำดับภาพ Mother & Daughter ที่อัตราบิตต่างๆ.....	85
ตารางที่ 4.25 PSNR ของลำดับภาพ Carphone จากการจำลองระบบการเปลี่ยนแปลง แบนด์วิดท์ทั้ง 3 รูปแบบ.....	98
ตารางที่ 4.26 PSNR ของลำดับภาพ Foreman จากการจำลองระบบการเปลี่ยนแปลง แบนด์วิดท์ทั้ง 3 รูปแบบ.....	101
ตารางที่ 4.27 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลการเข้ารหัส / ถอดรหัสของแต่ละลำดับภาพ.....	102

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบ FGS สำหรับการใช้งานแบบยูนิแคสต์.....	2
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของมาตรฐาน MPEG-4 แบ่งประเภทตามอัตราบิต และฟังก์ชันการใช้งาน.....	8
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของความสามารถในการจัดการกับวัตถุในฉาก.....	10
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเข้ารหัสเฟรม IB และเฟรม P.....	11
รูปที่ 2.4 ภาพแสดงโครงสร้างพื้นฐานตัวเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอของ MPEG-4.....	12
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการหาเวกเตอร์การเคลื่อนที่ในการประมาณการเคลื่อนที่.....	14
รูปที่ 2.6 ลักษณะการชดเชยการเคลื่อนที่.....	14
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบ Sprite.....	15
รูปที่ 2.8 การจัดเรียงสัญญาณวิดีโอตามมาตรฐาน MPEG-4.....	18
รูปที่ 2.9 ระบบการเข้ารหัสแบบสเกลเลเบิล.....	21
รูปที่ 2.10 โครงสร้างตัวถอดรหัสแบบ SNR Scalability.....	23
รูปที่ 2.11 คุณภาพของการเข้ารหัสแบบ SNR Scalability.....	23
รูปที่ 2.12 คุณภาพของการเข้ารหัสแบบ Temporal Scalability.....	24
รูปที่ 2.13 คุณภาพของการเข้ารหัสแบบ Spatial Scalability.....	25
รูปที่ 2.14 กราฟประสิทธิภาพของการเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอแบบ scalability.....	26
รูปที่ 2.15 โครงสร้างตัวเข้ารหัส FGS.....	27
รูปที่ 2.16 โครงสร้างตัวถอดรหัส FGS.....	27
รูปที่ 2.17 bit shift สำหรับ frequency weighting.....	29
รูปที่ 2.18 selective enhancement.....	29
รูปที่ 2.19 โครงสร้าง FGS bitstream ที่มี resynchronization.....	30
รูปที่ 2.20 เพิ่มชั้น enhancement FGST ต่อจาก FGS layer.....	30
รูปที่ 2.21 FGST ที่เพิ่มเข้าไปในชั้นเอนแฮนส์เมนต์.....	31
รูปที่ 2.22 โครงสร้างของ 2-loop MC-FGS.....	32
รูปที่ 2.23 โครงสร้างของ 1-loop MC-FGS.....	32
รูปที่ 2.24 การเปรียบเทียบ PSNR ของทั้ง 3 แบบ.....	33
รูปที่ 2.25 เปรียบเทียบผลของการเข้ารหัสทั้ง 3 แบบ.....	33
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการเข้ารหัส FGS-LP.....	35
รูปที่ 3.2 โครงสร้างการถอดรหัส FGS-LP.....	35

ต่อวินาที.....	81
รูปที่ 4.46 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Grandmother ที่ α ต่างๆ โดยกำหนดอัตราบิตชั้น เอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 1024 กิโลบิตต่อวินาที และอัตราบิตชั้นฐานเท่ากับ 32 กิโลบิต ต่อวินาที.....	81
รูปที่ 4.47 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter ที่ α ต่างๆ โดยกำหนดอัตราบิตชั้น เอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที และอัตราบิตชั้นฐานเท่ากับ 32 กิโลบิต ต่อวินาที.....	82
รูปที่ 4.48 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter ที่ α ต่างๆ โดยกำหนดอัตราบิตชั้น เอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที และอัตราบิตชั้นฐานเท่ากับ 32 กิโลบิต ต่อวินาที.....	83
รูปที่ 4.49 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter ที่ α ต่างๆ โดยกำหนดอัตราบิตชั้น เอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที และอัตราบิตชั้นฐานเท่ากับ 32 กิโลบิต ต่อวินาที.....	83
รูปที่ 4.50 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter ที่ α ต่างๆ โดยกำหนดอัตราบิตชั้น เอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 512 กิโลบิตต่อวินาที และอัตราบิตชั้นฐานเท่ากับ 32 กิโลบิต ต่อวินาที.....	84
รูปที่ 4.51 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter ที่ α ต่างๆ โดยกำหนดอัตราบิตชั้น เอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 1024 กิโลบิตต่อวินาที และอัตราบิตชั้นฐานเท่ากับ 32 กิโลบิต ต่อวินาที.....	84
รูปที่ 4.52 ค่า PSNR เฉลี่ยของสัญญาณวิดีโอ เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตต่างๆ.....	85
รูปที่ 4.53 การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวประกอบการรั่วของลำดับภาพ Carphone ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	86
รูปที่ 4.54 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตต่างๆ.....	87
รูปที่ 4.55 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	87
รูปที่ 4.56 ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	88

รูปที่ 4.57	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	88
รูปที่ 4.58	การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวประกอบการรบกวนของลำดับภาพ Foreman ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	89
รูปที่ 4.59	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตต่างๆ.....	90
รูปที่ 4.60	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	90
รูปที่ 4.61	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	91
รูปที่ 4.62	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	91
รูปที่ 4.63	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Grandmother เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตต่างๆ.....	92
รูปที่ 4.64	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Grandmother เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	93
รูปที่ 4.65	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Grandmother เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	93
รูปที่ 4.66	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Grandmother เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	94
รูปที่ 4.67	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตต่างๆ.....	95
รูปที่ 4.68	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที.....	95
รูปที่ 4.69	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 128 กิโลบิตต่อวินาที.....	96
รูปที่ 4.70	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Mother & Daughter เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่อัตราบิตชั้นเอนแฮนส์เมนต์เท่ากับ 256 กิโลบิตต่อวินาที.....	96
รูปที่ 4.71	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิดท์สำหรับทดสอบแบบที่ 1.....	97

รูปที่ 4.72	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิดท์สำหรับทดสอบแบบที่ 2.....	97
รูปที่ 4.73	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิดท์สำหรับทดสอบแบบที่ 3.....	97
รูปที่ 4.74	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่แบนด์วิดท์เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบที่ 1.....	98
รูปที่ 4.75	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่แบนด์วิดท์เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบที่ 2.....	99
รูปที่ 4.76	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Carphone เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่แบนด์วิดท์เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบที่ 3.....	99
รูปที่ 4.77	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่แบนด์วิดท์เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบที่ 1.....	100
รูปที่ 4.78	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่แบนด์วิดท์เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบที่ 2.....	100
รูปที่ 4.79	ค่า PSNR ของสัญญาณวิดีโอ Foreman เปรียบเทียบวิธี FGS-ALP กับวิธีอื่น ที่แบนด์วิดท์เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบที่ 3.....	101

บัญชีคำศัพท์

Adaptive Quantization	การปรับค่าควอนไทซ์
Arbitrary Shape	ภาพแบบไม่เจาะจงรูปร่าง
Backward Motion Compensation	การชดเชยการเคลื่อนที่แบบไปข้างหลัง
Base Layer	ชั้นฐาน
Binary Format	เลขฐานสอง
Bitplane Coding	การเข้ารหัสแบบระนาบบิต
Bit Rate	อัตราบิต
Chat	การสนทนาทางเครือข่าย
Coding Gain	อัตราการเข้ารหัส
Distance Education	การศึกษาทางไกล
Enhancement Layer	ชั้นเอนแฮนส์เมนต์
Error Resilience	ความทนทานต่อความผิดพลาด
E-mail	จดหมายอิเล็กทรอนิกส์
Fine Granularity Scalability (FGS)	ไฟน์แกรนูลาริตีส์เกลาบิลิตี
Forward Motion Compensation	การชดเชยการเคลื่อนที่แบบไปข้างหน้า
Frame Memory	หน่วยความจำภาพ
Frame Rate	อัตราเฟรม
Ftp	การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล
Global Motion Compensation	การชดเชยการเคลื่อนไหวเชิงกว้าง
Group of VOP	กลุ่มระนาบวัตถุ
Higher Bit Rate Video	วิดีโออัตราบิตสูง
Input Format	รูปแบบสัญญาณขาเข้า
Interframe Loop	วงรอบการเข้ารหัสระหว่างเฟรม
Inter-Frame Coding	การเข้ารหัสระหว่างเฟรม
Intra-Frame Coding	การเข้ารหัสภายในเฟรม
IPTV	ทีวีผ่านเครือข่าย IP

Leakage Factor	ค่าตัวประกอบการรั่ว
Leaky Prediction	การทำนายรั่ว
Macroblock-Level Decision	การตัดสินใจระดับมาโครบล็อก
Motion Compensation	การชดเชยการเคลื่อนที่
Motion Estimation	การประมาณการเคลื่อนที่
Motion Vector	เวกเตอร์การเคลื่อนที่
MPEG-4 Video Verification Model	แบบจำลองเพื่อทดสอบสัญญาณวิดีโอตามมาตรฐาน MPEG-4
Network Congestion	ความคับคั่งของโครงข่าย
Packet Loss Resilience	ความทนทานต่อการสูญหายของข้อมูล
Panorama Background	พื้นหลังมุมกว้าง
Pixel Element	จุดภาพ
Polygon	รูปหลายเหลี่ยม
Prediction Drift	ความผิดพลาดในการทำนาย
Quantize Error Residue	ส่วนเหลือที่เป็นความผิดพลาดเนื่องจากการควอนไทซ์
Rate Control	การควบคุมอัตรา
Reference Quantization Parameter	ค่าอ้างอิงควอนไทซ์
Residual Errors	ความผิดพลาดที่เหลือหลังจากการชดเชยการเคลื่อนที่
Scalability	การสเกลabilitี้
Scalable Video Coding	การเข้ารหัสแบบสเกลาเบิล
Spatial Activity Measure	ค่าการเปลี่ยนแปลงทางพื้นที่
Spatial Resolution	ความละเอียดทางพื้นที่
Spatial Scalability	การปรับระดับการแสดงผลในเชิงตำแหน่ง
Temporal Resolution	ความละเอียดทางเวลา
Temporal Scalability	การปรับระดับการแสดงผลในเชิงเวลา
Texture Coding	การเข้ารหัสพื้นผิว
Transparency Information	ข้อมูลของความโปร่งแสง
TV Broadcast	การกระจายภาพทางโทรทัศน์
Very Low Bit Rate	อัตราบิตต่ำมาก

Video Conferencing	การประชุมทางวิดีโอ
Video Object	วัตถุวิดีโอ
Video Object Layer	ชั้นของวัตถุวิดีโอ
Video Object Plane	ระนาบวัตถุ
Video Phone	เครื่องโทรศัพท์ภาพ
Variable Length Coding (VLC) Table	ตารางการเข้ารหัสแบบปรับความยาว
Wavelet Transform	การแปลงเวฟเลต
Zigzag Scan	การสแกนแบบซิกแซก



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย