

ระบบสแควมเบิลสัญญาณโทรศัพท์ด้วยวิธีกลับสัญญาณภาพแบบสุ่ม
และตัดสัญญาณชิงโครไนซ์แบบทั้งหมด

นาย ยูวณท์ อีรพจน์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-580-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

119A5C102

A TELEVISION SCRAMBLING SYSTEM BASED ON RANDOM VIDEO INVERSION
AND TOTAL SYNC REMOVAL

YUWANON TIRAPOTJANI

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 2000

ISBN 974-346-580-4

ยุวพันธ์ ธีรพจน์ : ระบบสแครมเบิลสัญญาณโทรทัศน์ด้วยวิธีการกลับสัญญาณภาพแบบสุ่มและตัดสัญญาณซิงโครไนซ์แบบทั้งหมด. (A TELEVISION SCRAMBLING SYSTEM BASED ON RANDOM VIDEO INVERSION AND TOTAL SYNC REMOVAL) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร.เอกชัย ลีลาวัศม์, 88 หน้า. ISBN 974-346-580-4.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบสแครมเบิลสัญญาณโทรทัศน์ ระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนที่ทำให้ไม่สามารถรับชมสัญญาณภาพได้ด้วยวิธีการปกติที่เรียกสั้นๆ ว่าสแครมเบิล และส่วนการเข้าถึงแบบมีเงื่อนไข การสแครมเบิลในวิทยานิพนธ์นี้มี 2 วิธีคือ การกลับสัญญาณภาพแบบสุ่มและการตัดสัญญาณซิงโครไนซ์แบบทั้งหมด การเข้าถึงแบบมีเงื่อนไขจะใช้ค่าควบคุมเพื่อกำหนดลำดับของตัวเลขสุ่มเทียมที่ใช้เป็นพารามิเตอร์ให้กับส่วนสแครมเบิล การดีสแครมเบิลจำเป็นต้องรู้ค่าค่าควบคุมจึงจะสามารถดำเนินการได้ ค่าควบคุมที่ส่งไปยังเครื่องรับปลายทางจะถูกเข้ารหัสลับ กุญแจที่ใช้เข้ารหัสมีได้หลายอันและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ การจัดการกับกุญแจที่ดีจะสามารถควบคุมการรับชมของสมาชิกแต่ละคน, การแบ่งกลุ่มของสมาชิก และทำให้สามารถให้บริการแบบจ่ายเงินเพื่อรับชมบางรายการได้

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2543

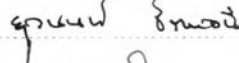

ลายมือชื่อนิสิต ยุวพันธ์ ธีรพจน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เอกชัย ลีลาวัศม์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

#: 4070388121 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: SCRAMBLE / DESCRAMBLE / CONDITIONAL ACCESS / COMPOSITE VIDEO

YUWANON TIRAPOTJANI : A TELEVISION SCRAMBLING SYSTEM BASED ON
RANDOM VIDEO INVERSION AND TOTAL SYNC REMOVAL. THESIS ADVISOR :
ASSO. PROF. EKACHAI LEELARASMEE, Ph.D., 88 pp. ISBN 974-346-580-4.

This thesis presents a television scrambling system. The system consists of two parts: the scrambling and the conditional access. The scrambling utilizes random video inversion and total sync removal methods. For conditional access, a control word is used to generate a sequence of pseudo random numbers, which are used as scrambling parameters. Descrambling requires the control word, which is sent in an encrypted form to the receivers. There are a number of keys used in the encrypting process. By managing these keys, it is possible to provide the conditional access, e.g. controlling individual view, dividing members into groups and giving a pay-per-view service.

Department	Electrical Engineering	Student's signature	
Field of study	Electrical Engineering	Advisor's signature	
Academic year	2000	Co-advisor's signature	



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลาธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ยังมีเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนให้ห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลขที่คอยห่วงใยว่าทำไปได้กี่เปอร์เซ็นต์แล้ว และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำที่ดีต่าง ๆ มาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้องแจ๊ค (พล ศิริเหลืองทอง) ที่ได้เสนอไอเดียสุดยอดในการแก้ปัญหาทางเทคนิคหลายๆ อย่าง

ขอขอบคุณโส (โสภิต ชมกลิ่น) สำหรับกำลังใจมากมายและยังคอยส่งข้าวส่งน้ำ ช่วยให้ผู้วิจัยกินอิ่มนอนหลับอุดมสมบูรณ์มีแรงทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณประเทศไทย ที่ยังมีทรัพยากรการท่องเที่ยวอันอุดมสมบูรณ์ ช่วยให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสไปท่องเที่ยวพักผ่อนยังสถานที่อันงดงาม เต็มไปด้วยความอุดมสมบูรณ์ สัมผัสได้ถึงความยิ่งใหญ่ของธรรมชาติ หวังว่าสิ่งเหล่านี้ยังคงอยู่ไปอีกนานแสนนาน

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา รวมถึงน้องๆ ทั้งสองคนด้วยที่ขันอาสาช่วยเหลืองานเล็กๆ น้อยๆ ที่พอช่วยได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 แนวเหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	2
2. ปรีทัศน์วรรณกรรมของระบบสแควมเบิ้ล.....	5
2.1 โครงสร้างของสัญญาณวีดิทัศน์.....	5
2.1.1 เฟรมภาพ.....	5
2.1.2 เส้นภาพ.....	5
2.1.3 สัญญาณเสียง.....	6
2.2 การสแควมเบิ้ลสัญญาณวีดิทัศน์.....	7
2.2.1 คลื่นไซน์รบกวน (Interfering Carrier).....	7
2.2.2 หน่วงเวลาสัญญาณภาพ (Video Line Delay).....	8
2.2.3 ปกปิดหรือยกชิ่ง (Sync Shifted / Suppressed).....	9
2.2.4 แทนที่ชิ่ง (Sync Replaced).....	10
2.2.5 กลับสัญญาณภาพแบบแอกทีฟ (Active Video Inversion).....	11
2.2.6 ตัดและหมุน (Cut & Rotate).....	13
2.2.7 สลับเส้นภาพ (Line Shuffle).....	13
2.2.8 วิธี D2-MAC.....	14
2.3 การสแควมเบิ้ลสัญญาณเสียง.....	16
2.3.1 กลับสเปกตรัม.....	16
2.3.2 เข้รหัสแบบดิจิตอล.....	16
3. ข้อกำหนดของระบบสแควมเบิ้ล.....	17
3.1 วิธีการสแควมเบิ้ล.....	17
3.1.1 การตัดสัญญาณซิงโครไนซ์.....	17

สารบัญ (ต่อ)

ท
หน้า

3.1.2	การกลับสัญญาณภาพแบบสุ่ม.....	19
3.2	การเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไข.....	19
3.2.1	การทำงาน.....	19
3.2.2	โครงสร้างของกลุ่มข้อมูล.....	21
3.2.3	การแทรกข้อมูลในสัญญาณวีดิทัศน์.....	25
3.2.4	ลำดับสุ่มเทียม.....	29
3.2.5	การควบคุมและแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล.....	32
3.2.6	การเข้ารหัสลับ.....	35
4.	ระบบสแครมเบิล.....	36
4.1	เครื่องส่ง.....	36
4.1.1	แผนภาพบล็อก.....	36
4.1.2	ส่วนคงระดับแรงดัน.....	37
4.1.3	ส่วนสแครมเบิล (Scrambler).....	38
4.1.4	ส่วนควบคุมเวลา (Timing Controller).....	39
4.1.5	ส่วนประวิงเวลาแบบกำหนดค่าได้ (Programmable Delay).....	41
4.1.6	ส่วนแทรกข้อมูล (Data Inserter).....	42
4.1.7	ส่วนควบคุมการทำงาน.....	43
4.2	เครื่องรับ.....	51
4.2.1	แผนภาพบล็อก.....	51
4.2.2	ส่วนชักตัวอย่าง (Sampling).....	52
4.2.3	ส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BVF.....	52
4.2.4	ส่วนประวิงเวลาแบบกำหนดค่าได้ (Programmable Delay).....	53
4.2.5	ส่วนกลับสัญญาณภาพ (Inversion Controller).....	54
4.2.6	ส่วนสร้างซิงก์ขึ้นมาใหม่ (Sync Regenerator).....	54
4.2.7	ส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BDF.....	55
4.2.8	ส่วนควบคุมการทำงาน.....	56
4.3	ซอฟต์แวร์จัดการระบบ.....	62
4.3.1	การใช้งาน.....	62
4.3.2	การติดต่อกับเครื่องส่ง.....	64
5.	การทดสอบ และสรุปผล.....	66
5.1	การทดสอบการทำงาน.....	66
5.1.1	การทดสอบการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิล.....	67
5.1.2	การทดสอบการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไข.....	71
5.2	วิจารณ์ผลการเกิดภาพซ้อน.....	72

สารบัญ (ต่อ)

	ณ หน้า
5.3 ปัญหาในการทำงาน.....	74
5.4 สรุป	74
5.5 ข้อเสนอแนะ	74
รายการอ้างอิง	75
ภาคผนวก ก แผนภาพวงจรต้นแบบเครื่องสแครมเบิลและดีสแครมเบิล	76
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	88

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของเฟรม.....	5
รูปที่ 2.2 สัญญาณภาพโทรทัศน์ 1 เส้นภาพ	6
รูปที่ 2.3 ข้อกำหนดของสัญญาณสี.....	6
รูปที่ 2.4 สเปกตรัมของสัญญาณวีดิทัศน์.....	7
รูปที่ 2.5 สัญญาณวีดิทัศน์เมื่อผ่านการสแครมเบิลด้วยวิธีคลื่นไซน์รบกวน.....	7
รูปที่ 2.6 ผลของการสแครมเบิลแบบหน่วงเวลาสัญญาณภาพ.....	8
รูปที่ 2.7 การสแครมเบิลของ RITC Discret 1 System.....	8
รูปที่ 2.8 ลักษณะของสัญญาณวีดิทัศน์เมื่อผ่านการสแครมเบิลด้วยวิธีปกปิดหรือยกชิ่งก	
(ก) สัญญาณชิ่งโครโนซ์ปกปิดเป็นพัลส์ลบบอยู่ต่ำกว่าสัญญาณภาพ	
(ข) สัญญาณชิ่งโครโนซ์ถูกกลับขึ้นเป็นพัลส์บวก	
(ค) สัญญาณชิ่งโครโนซ์ถูกยกขึ้นเหนือสัญญาณภาพ.....	9
รูปที่ 2.9 ผลของการสแครมเบิลด้วยวิธีปกปิดหรือยกชิ่งก	
(ก) ภาพต้นฉบับก่อนการสแครมเบิล (ข) ภาพหลังผ่านการสแครมเบิล	9
รูปที่ 2.10 ลักษณะสัญญาณวีดิทัศน์ที่ใช้การสแครมเบิลแบบแทนที่ชิ่งก.....	10
รูปที่ 2.11 ลักษณะสัญญาณวีดิทัศน์ที่ใช้การสแครมเบิลด้วยวิธีกลับสัญญาณภาพ	
(ก) สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับ (ข) สัญญาณวีดิทัศน์หลังกลับสัญญาณภาพ.....	11
รูปที่ 2.12 ผลของการกลับสัญญาณภาพทั้งภาพ (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพหลังผ่านการสแครมเบิล.....	11
รูปที่ 2.13 ผลของการกลับสัญญาณภาพเป็นรอยเส้นแบบสุ่ม	
(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพหลังผ่านการสแครมเบิล.....	12
รูปที่ 2.14 การสแครมเบิลด้วยวิธีตัดและหมุน.....	13
รูปที่ 2.15 การสแครมเบิลด้วยวิธีสลับเส้นภาพ	13
รูปที่ 2.16 การสแครมเบิลของระบบ D2-MAC.....	14
รูปที่ 3.1 การตัดสัญญาณชิ่งโครโนซ์.....	17
รูปที่ 3.2 สัญญาณวีดิทัศน์เมื่อตัดชิ่งกและยกระดับแรงดันไฟตรงในช่วงไรภาพทางแนวราบ	18
รูปที่ 3.3 การส่งสัญญาณเริ่มต้นเฟรมมาล่วงหน้า	18
รูปที่ 3.4 สัญญาณวีดิทัศน์ในช่วงไรภาพทางแนวตั้งหลังจากตัดสัญญาณชิ่งโครโนซ์	18
รูปที่ 3.5 การกลับสัญญาณภาพ.....	19
รูปที่ 3.6 ระบบการเข้าถึงแบบมีเงื่อนไข	20
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของกลุ่มข้อมูล ECM.....	22
รูปที่ 3.8 โครงสร้างของกลุ่มข้อมูล EMM.....	23
รูปที่ 3.9 โครงสร้างของกลุ่มข้อมูล Data Packet.....	24
รูปที่ 3.10 การนับเวลาประวิง x	26
รูปที่ 3.11 ส่วนขยายของเบิรสต์สี่ที่ไม่ต้องการให้มีกลุ่มข้อมูล BVF สำหรับเส้นภาพที่ 6-22 และ 319-335.....	26
รูปที่ 3.12 ผังงานแสดงเงื่อนไขการตัดแปลงค่าเวลาประวิงสำหรับเส้นที่ 6-22 และ 319-335	27

สารบัญญภาพ (ต่อ)

๗

หน้า

รูปที่ 3.13 ส่วนขยายในช่วงซิงก์แควรบบแสดงบริเวณที่สามารถแทรกกลุ่มข้อมูล BVF ได้	27
รูปที่ 3.14 ผังงานแสดงเงื่อนไขการตัดแปลงค่าเวลาประวิงสำหรับเส้นที่ 23-310 และ 336-623	28
รูปที่ 3.15 รีจิสเตอร์เลื่อนแบบป้อนกลับเชิงเส้น	29
รูปที่ 3.16 การนำลำดับสุ่มเทียมไปเป็นพารามิเตอร์ของการสแครมเบิล	30
รูปที่ 3.17 การซิงโครไนซ์ลำดับสุ่มเทียม	31
รูปที่ 3.18 การซิงโครไนซ์ลำดับสุ่มเทียมแบบละเอียด	32
รูปที่ 3.19 วงจรสร้างรหัสวงเวียนแฮมมิงลดขนาด (80,73) ที่กำเนิดโดย $g(X) = 1+X^3+X^7$	34
รูปที่ 3.20 วงจรตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดของรหัสวงเวียนแฮมมิงลดขนาด (80,73)	34
รูปที่ 4.1 แผนภาพบล็อกการทำงานของเครื่องส่ง	37
รูปที่ 4.2 แผนภาพบล็อกส่วนคงระดับแรงดัน	38
รูปที่ 4.3 แผนภาพบล็อกส่วนสแครมเบิล	38
รูปที่ 4.4 แผนภาพเวลาแสดงสัญญาณจากส่วนควบคุมเวลาในช่วง 1 เส้นภาพ	39
รูปที่ 4.5 แผนภาพบล็อกส่วนควบคุมเวลา	40
รูปที่ 4.6 การสร้างสัญญาณให้เริ่มนับ (\overline{SC})	41
รูปที่ 4.7 แผนภาพบล็อกส่วนประวิงเวลาแบบกำหนดค่าได้	42
รูปที่ 4.8 แผนภาพบล็อกส่วนแทรกข้อมูล	42
รูปที่ 4.9 แผนภาพบล็อกส่วนควบคุมการทำงาน	44
รูปที่ 4.10 ผังงานเมื่อเกิดการขัดจังหวะเนื่องจากสัญญาณ PBVF	45
รูปที่ 4.11 ผังงานเมื่อเกิดการขัดจังหวะหลังการแทรกกลุ่มข้อมูล BVF ไปเล็กน้อย	45
รูปที่ 4.12 ผังงานของการขัดจังหวะเมื่อคาดว่าถึงตำแหน่งซิงก์แควที่ตั้ง	46
รูปที่ 4.13 ผังงานของการขัดจังหวะจากการร้องขอข้อมูลของส่วนควบคุมเวลา	47
รูปที่ 4.14 ผังงานของการขัดจังหวะเมื่อได้รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล	48
รูปที่ 4.15 ผังงานของการปรับค่าเวลาประวิง	49
รูปที่ 4.16 แผนภาพสเตตของโปรแกรมหลัก	50
รูปที่ 4.17 ผังงานของโปรแกรมย่อยประมวลผลคำสั่งที่รับจากซอฟต์แวร์จัดการระบบ	50
รูปที่ 4.18 แผนภาพบล็อกการทำงานของเครื่องรับ	51
รูปที่ 4.19 แผนภาพบล็อกส่วนซีกตัวอย่าง	52
รูปที่ 4.20 แผนภาพส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BVF	53
รูปที่ 4.21 แผนภาพบล็อกส่วนประวิงเวลาแบบกำหนดค่าได้	53
รูปที่ 4.22 แผนภาพบล็อกส่วนกลับสัญญาณภาพ	54
รูปที่ 4.23 แผนภาพบล็อกส่วนสร้างซิงก์ขึ้นมาใหม่	54
รูปที่ 4.24 แผนภาพบล็อกส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BDF	56
รูปที่ 4.25 แผนภาพการส่งสัญญาณควบคุม	57
รูปที่ 4.26 ผังงานของการขัดจังหวะเมื่อมีกลุ่มข้อมูล Data Packet เข้ามา	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

๗
หน้า

รูปที่ 4.27	ผังงานของการขัดจังหวะเมื่อร้องขอค่าเวลาประวิงค่าต่อไป.....	58
รูปที่ 4.28	ผังงานของการขัดจังหวะจากตัวตั้งเวลาเพื่อบันทึกเส้นภาพ	60
รูปที่ 4.29	แผนภาพสเตตของการทำงานหลัก	60
รูปที่ 4.30	ผังงานของโปรแกรมย่อยสำหรับแยกชนิดของกลุ่มข้อมูล	61
รูปที่ 4.31	ผังงานของโปรแกรมย่อยสำหรับจัดการกลุ่มข้อมูล ECM.....	61
รูปที่ 4.32	ผังงานของโปรแกรมย่อยสำหรับจัดการกลุ่มข้อมูล EMM	62
รูปที่ 4.33	หน้าจอติดต่อกับผู้ใช้งานของซอฟต์แวร์จัดการระบบ	63
รูปที่ 4.34	การส่งกลุ่มข้อมูล EMM ให้แก่เครื่องส่ง.....	64
รูปที่ 4.35	การกำหนดหมายเลขกุญแจและกุญแจสำหรับเครื่องส่ง.....	65
รูปที่ 5.1	ต้นแบบเครื่องสแครมเบิลและดีสสแครมเบิล	66
รูปที่ 5.2	ผลการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิลเมื่อใช้สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับเป็นสัญญาณแถบสี (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพเมื่อผ่านการสแครมเบิล (ค) ภาพเมื่อผ่านการดีสแครมเบิล.....	67
รูปที่ 5.3	ผลการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิลเมื่อใช้สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับเป็นภาพนิ่ง (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพเมื่อผ่านการสแครมเบิล (ค) ภาพเมื่อผ่านการดีสแครมเบิล.....	68
รูปที่ 5.4	ผลการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิลเมื่อใช้สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับเป็นภาพเคลื่อนไหว (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพเมื่อผ่านการสแครมเบิล (ค) ภาพเมื่อผ่านการดีสแครมเบิล.....	68
รูปที่ 5.5	เปรียบเทียบสัญญาณวีดิทัศน์ (2) ต้นฉบับ (3) ถูกตัดสัญญาณชิงโครโนซ์ และยกระดับแรงดันในช่วงไร้ภาพทางแนวราบ (4) ไล่สัญญาณชิงโครโนซ์กลับคืน.....	69
รูปที่ 5.6	สัญญาณวีดิทัศน์ที่ได้รับการแทรกกลุ่มข้อมูล BVF	70
รูปที่ 5.7	สัญญาณวีดิทัศน์ที่ถูกกลับสัญญาณภาพแบบสุม.....	70
รูปที่ 5.8	สัญญาณวีดิทัศน์ที่ได้รับการแทรกกลุ่มข้อมูล Data Packet	71
รูปที่ 5.9	ส่วนขยายตอนต้นของกลุ่มข้อมูล Data Packet.....	72
รูปที่ 5.10	ภาพที่ผ่านการดีสแครมเบิลขยายให้เห็นว่ามีภาพซ้อนเกิดขึ้น	72
รูปที่ 5.11	ความไม่เท่ากันอย่างสมบูรณ์ของระยะเวลา 1 เส้นภาพ	73
รูปที่ 5.12	การเกิดภาพซ้อน.....	73

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะของการสแควมเบิลแบบ D2-MAC	14
ตารางที่ 3.1 ตาราง Authorization Table	21
ตารางที่ 3.2 ขนาดของกุญแจ	21
ตารางที่ 3.3 การกำหนดความหมายของแต่ละบิตใน SCF	22
ตารางที่ 3.4 ตำแหน่งที่สามารถแทรกกลุ่มข้อมูล Data Packet ได้	28
ตารางที่ 4.1 ความหมายของข้อมูลขนาด 2 บิตที่เก็บในรวม	55