

เทคนิคการลดความชื้นชื้นในเครื่องรับที่ใช้การปรับตัวแบบบอด
ด้วยขั้นตอนลิเนียร์ลีคอนเสตรนคอนเสตนต์มอดูลัส



นายสุวิชัย คุณารัตนพฤกษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-319-4

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 2 ๓.๓. 2545

I19450084

COMPLEXITY REDUCTION TECHNIQUES FOR LINEARLY CONSTRAINED
CONSTANT MODULUS ALGORITHM BLIND ADAPTIVE DETECTOR

Mr Suwich Kunaruttanapruk

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 974-346-319-4


หัวข้อวิทยานิพนธ์ เทคนิคการลดความซับซ้อนในเครื่องรับที่ใช้การปรับตัวแบบบอด
ด้วยขั้นตอนลิเนียร์ลึคอนเสครนคอนเสครนต็มอดูลัส

โดย นาย สุวิชัย คุณารัตนพฤษ


ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล

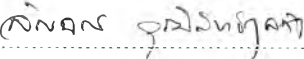
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


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

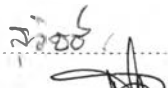
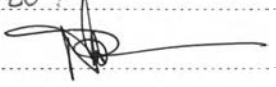

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิณกร วุฒิสัทติกุลกิจ)

สุวิรัช คุณารัตนพฤกษ์ : เทคนิคการลดความซับซ้อนในเครื่องรับที่ใช้การปรับตัวแบบบอดด้วยขั้นตอนลิเนียร์ลีคอนเสตรนคอนเสตรนดัมมอดุลัส (COMPLEXITY REDUCTION TECHNIQUES FOR LINEARLY CONSTRAINED CONSTANT MODULUS ALGORITHM BLIND ADAPTIVE DETECTOR) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล, 132 หน้า. ISBN 974-346-319-4

วิทยานิพนธ์นี้เสนอเทคนิคการลดความซับซ้อนในกระบวนการปรับตัวอย่างอัตโนมัติของเครื่องรับที่มีการปรับตัวแบบบอดด้วยขั้นตอนลิเนียร์ลีคอนเสตรนคอนเสตรนดัมมอดุลัส ในสถานะแวดล้อมของระบบการสื่อสารแบบแบ่งแยกด้วยรหัสชนิดโคเรคต์ซีแควนซ์ ความซับซ้อนส่วนมากของเครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติจะอยู่ที่ขั้นตอนการปรับตัว ความซับซ้อนดังกล่าวจะแปรผันกับจำนวนค่านำหนักถ่วงที่ใช้ในวงจรกรองปรับตัวได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงลดความซับซ้อนโดยการลดจำนวนค่านำหนักถ่วงที่ใช้ในวงจรกรองปรับตัวได้ เทคนิคในการลดจำนวนค่านำหนักถ่วงที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาจากการปรับใช้เทคนิคที่ถูกเสนอให้ใช้กับเครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังเสนออัลกอริทึมค้นหาการแปลงเพื่อแก้ข้อด้อยต่าง ๆ ของวิธีที่นำมาปรับใช้ จากผลการจำลองระบบทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ รวมทั้งยังพบว่าเครื่องรับที่มีการลดจำนวนค่านำหนักถ่วงโดยใช้อัลกอริทึมค้นหาการแปลงมีสมรรถนะที่ดีกว่าเครื่องรับที่ใช้เทคนิคอื่น ๆ ในการลดจำนวนค่านำหนักถ่วง เช่นการแปลงแบบดั้งเดิมที่ใช้เมทริกซ์การแปลงชนิดต่าง ๆ

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

9

SUWICH KUNARUTTANAPRUK : COMPLEXITY REDUCTION TECHNIQUES
FOR LINEARLY CONSTRAINED CONSTANT MODULUS ALGORITHM BLIND
ADAPTIVE DETECTOR. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DR.SOMCHAI
JITAPUNKUL, Dr.Ing. 132 pp. ISBN 974-346-319-4

This thesis proposed complexity reduction techniques for a linearly constrained constant modulus algorithm (LCCMA) blind adaptive detector in the direct-sequence code division multiple access (DS-CDMA) system. Since the complexity of the adaptive receiver is proportional to its number of adaptive weights, the number is reduced for simplicity. In this thesis, many adaptive weights reduction techniques that were formerly introduced in other adaptive receivers are applied to the LCCMA receiver. This thesis not only applied the previously proposed reduction techniques to the receiver but also proposed a transformation searching algorithm to overcome the disadvantages of those techniques. The computer simulation results in this thesis showed the advantages as well as the disadvantages of each adaptive weights reduction techniques. The results also showed that the performance of the receivers, using transformation searching algorithm, is superior to those using other techniques such as conventional transformation using various kinds of transformation matrix.

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยด้วยดี มาตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยกรรมวิธีสัตวญาณดิจิทัลซึ่งเป็นสถานที่ทำการวิจัย รวมถึงเพื่อนพี่น้องนิสิตห้องปฏิบัติการวิจัยกรรมวิธีสัตวญาณดิจิทัลทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ และกำลังใจตลอดระยะเวลาการทำวิจัยอย่างดียิ่ง

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
บัญชีคำศัพท์	น
บัญชีสัญลักษณ์	ป
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ CDMA	2
1.2 เครื่องรับแบบธรรมดา	3
1.3 มัลติยูสเซอร์ดีเทกชัน	4
1.3.1 เครื่องรับที่เหมาะสมที่สุด	4
1.3.2 เครื่องรับที่เหมาะสมรองลงไป	5
1.3.2.1 เครื่องรับที่เหมาะสมรองลงไปแบบเชิงเส้น	5
1.3.2.2 เครื่องรับที่เหมาะสมรองลงไปแบบไม่เชิงเส้น	6
1.3.3 เครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติ	7
1.4 เครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติและไม่จำเป็นต้องใช้ ความรู้เกี่ยวกับสเปกตรัมกำลังของผู้ใช้คนอื่นๆ	7
1.5 ปัญหาของเครื่องรับที่มีการปรับตัวแบบบอดด้วยขั้นตอน ลิเนียร์ลึคอนเสตรนคอนสแตนต์มอดุลัส	9
1.6 วิธีการแก้ปัญหาที่มีผู้เสนอขึ้นมา	9
1.7 แนวทางของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้	9
1.8 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	10
1.9 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์	10
1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
1.11 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ	10

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
1.12 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์	11
1.13 นิยามสัญลักษณ์	12
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
2.1 สาเหตุของ MAI	13
2.1.1 ปราบปรามการแกว่ง-ไกล	13
2.2 สเปรดคิงโค้ด	14
2.3 การสเปรดและดีสเปรด	16
2.3.1 ขั้นตอนการสเปรด	16
2.3.2 ขั้นตอนการดีสเปรด	16
2.4 แบบจำลองระบบ	17
2.4.1 แบบจำลองระบบด้านส่ง	17
2.4.2 แบบจำลองระบบด้านรับ	18
2.4.3 แบบจำลองระบบเวลาไม่ต่อเนื่อง	19
2.5 เครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์	19
2.6 เครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติและไม่จำเป็นต้องใช้ ความรู้เกี่ยวกับสเปรดคิงโค้ดของผู้ใช้คนอื่นๆ	20
2.6.1 วิธี Steepest Descent และระเบียบวิธีกำลังสองค่าเฉลี่ยต่ำสุด (LMS)	20
2.6.2 เครื่องรับที่มีการปรับตัวเพื่อให้ค่าเฉลี่ยของกำลังสอง ของค่าผิดพลาดต่ำที่สุด	21
2.6.3 เครื่องรับที่มีการปรับตัวแบบบอดเพื่อให้ค่าเฉลี่ย ของกำลังของสัญญาณออกต่ำที่สุด	21
2.6.4 เครื่องรับที่มีการปรับตัวแบบบอดด้วย ขั้นตอนคอนสแตนต์มอดุลัส	24
2.7 Weiner-Hopt Equations และวงจรกรองที่เหมาะสมที่สุด	25
2.7.1 Weiner-Hopt Equations สำหรับวงจรกรองเชิงเส้น ที่มีผลตอบจำกัด	27
2.7.2 วงจรกรองที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องรับที่มีการปรับตัว โดยอัตโนมัติและไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับ สเปรดคิงโค้ดของผู้ใช้คนอื่นๆ	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.7.2.1	28
2.7.2.2	29
2.7.2.3	29
2.8	30
2.8.1	30
2.8.1.1	30
2.8.1.2	31
2.8.1.3	32
2.8.2	32
2.9	34
2.9.1	34
2.9.2	35
3	36
3.1	36
3.2	38
3.3	41
3.3.1	42
3.3.2	43
3.3.3	43
3.3.4	44
3.3.5	45
3.4	47
4	54
4.1	54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2 การใช้การแปลงที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าการใช้เวกเตอร์เจาะจง ในการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง	66
4.3 ระเบียบวิธีค้นหาการแปลง	85
4.4 อัตราการลู่เข้าของเครื่องรับที่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง	108
5 บทสรุป	110
5.1 สรุปผลการวิจัย	110
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต	113
รายการอ้างอิง	114
ภาคผนวก	118
ภาคผนวก ก	119
ภาคผนวก ข	122
ภาคผนวก ค	125
ภาคผนวก ง	130
ภาคผนวก จ	131
ประวัติผู้เขียน	132

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	รูปแบบการประมาณ $\chi(i)$ สำหรับกระบวนการปรับตัวด้วยวิธีต่างๆ	37
ตารางที่ 4.1	ค่า SIR ของเครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์ และ เครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 20 dB	56
ตารางที่ 4.2	ค่าเจาะจงที่คำนวณจากสภาพแวดล้อมที่ใช้ทดสอบเครื่องรับในรูปที่ 4.1	57
ตารางที่ 4.3	ค่า SIR ของเครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์ และ เครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	58
ตารางที่ 4.4	ค่า SIR ของเครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์ และ เครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน ผู้ใช้คนที่สนใจมีค่า SNR เท่ากับ 20 dB และสัญญาณของผู้ใช้คนอื่นๆ มีแอมพลิจูดมากกว่าของผู้ใช้คนที่สนใจ 20 เท่า	59
ตารางที่ 4.5	ค่า SIR ของเครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์ และ เครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Asynchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	61
ตารางที่ 4.6	ค่า SIR ของเครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์ และ เครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 5 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	63
ตารางที่ 4.7	ค่า SIR ของเครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์ และ เครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Asynchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 5 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	63
ตารางที่ 4.8	ตัวอย่างการกำหนดสเปคตรดิงโค้ด สำหรับปฏิภูมิของรหัสลำดับที่ 1 ถึง 8 ของระบบที่มีผู้ใช้ 11 คน	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.9	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.9 ถึงรูปที่ 4.13 70
ตารางที่ 4.10	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.14 ถึงรูปที่ 4.17 73
ตารางที่ 4.11	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.18 ถึงรูปที่ 4.21 76
ตารางที่ 4.12	ค่าทางสถิติต่างๆ ของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ที่มีการเลือกเวกเตอร์การแปลงโดยใช้ค่าเฉลี่ยในช่วงบิตข้อมูลจำนวนต่างๆ ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB 84
ตารางที่ 4.13	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.33 86
ตารางที่ 4.14	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.35 88
ตารางที่ 4.15	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.36 89
ตารางที่ 4.16	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.43 93
ตารางที่ 4.17	ค่าเฉลี่ยในปริภูมิของรหัสและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันในปริภูมิของรหัส ของค่า SIR ของเครื่องรับชนิดต่างๆ ในรูป 4.44 94
ตารางที่ 4.18	ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(9+1) ที่มีการหาค่าเฉลี่ยเพื่อคำนวณพารามิเตอร์ r_{AIX} ในช่วงบิตข้อมูลจำนวนต่างๆ ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB 98
ตารางที่ ก.1	ตัวอย่าง Gold Code ที่มีจำนวนชิฟเท่ากับ 31 ชิฟ 120

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	ตัวอย่างกราฟสหสัมพันธ์ข้ามระหว่าง Orthogonal Code	14
รูปที่ 2.2	ตัวอย่างกราฟสหสัมพันธ์ตัวเองของ Orthogonal Code	15
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างกราฟสหสัมพันธ์ข้ามระหว่าง PN Sequence	15
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างกราฟสหสัมพันธ์ตัวเองของ PN Sequence	15
รูปที่ 2.5	ตัวอย่างขั้นตอนการสเปรด	16
รูปที่ 2.6	แบบจำลองระบบด้านส่ง	17
รูปที่ 2.7	แบบจำลองระบบด้านรับ	18
รูปที่ 2.8	โครงสร้างของ MMSE adaptive detector สำหรับผู้ใช้ลำดับที่ k	21
รูปที่ 2.9	โครงสร้างของ MMOE blind adaptive detector สำหรับผู้ใช้ลำดับที่ k	22
รูปที่ 2.10	โครงสร้างแบบลิเนียร์ลึคอนเสตรน สำหรับผู้ใช้ลำดับที่ k	23
รูปที่ 2.11	โครงสร้างของ CMA blind adaptive detector สำหรับผู้ใช้ลำดับที่ k	25
รูปที่ 2.12	โครงสร้างของเครื่องรับแบบ MMSE adaptive detector ที่ใช้การลดความซับซ้อนด้วยวิธี Eigen Decomposition	31
รูปที่ 2.13	โครงสร้างของเครื่องรับแบบ MMSE adaptive detector ที่ใช้การลดความซับซ้อนด้วยวิธี Cyclically Shifted Matched Filter	31
รูปที่ 2.14	โครงสร้างของเครื่องรับแบบ MMSE adaptive detector ที่ใช้การลดความซับซ้อนด้วยวิธี Symmetric Dimension Reduction	32
รูปที่ 2.15	โครงสร้างของเครื่องรับแบบ MMOE blind adaptive detector ที่มีการลดความซับซ้อนของวงจรกรองปรับตัวได้	33
รูปที่ 3.1	โครงสร้างแบบลิเนียร์ลึคอนเสตรนสำหรับผู้ใช้ลำดับที่ k	37
รูปที่ 3.2	โครงสร้างของวงจรกรองปรับตัวที่ใช้เวกเตอร์เจาะจง	39
รูปที่ 3.3	โครงสร้างทั่วไปสำหรับลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงของวงจรกรองปรับตัวได้	41
รูปที่ 3.4	การใช้การแปลง DCT แทนเมทริกซ์ลดมิติ Q	42
รูปที่ 3.5	โครงสร้างการใช้วิธี Summing Block	44
รูปที่ 3.6	แผนภาพขั้นตอนการทำงานของระเบียบวิธีค้นหาการแปลง	49
รูปที่ 3.7	แผนภาพแสดงช่วงเวลาในการหาค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ $r_{A/k}$ สำหรับใช้ในการคำนวณสมการ (3-24)	51
รูปที่ 3.8	ตัวอย่างตำแหน่งของเวกเตอร์ค่าน้ำหนักถ่วงที่เหมาะสมที่สุด	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.1	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงที่ต้องการกับค่า SIR ในการปรับตัวครั้งที่ 2000 ของเครื่องรับที่มีการลดค่าน้ำหนักถ่วง โดยการใช้แวกเตอร์เจาะจง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 20 dB	55
รูปที่ 4.2	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงที่ต้องการกับค่า SIR ในการปรับตัวครั้งที่ 2000 ของเครื่องรับที่มีการลดค่าน้ำหนักถ่วง โดยการใช้แวกเตอร์เจาะจง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	57
รูปที่ 4.3	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงที่ต้องการกับค่า SIR ในการปรับตัวครั้งที่ 2000 ของเครื่องรับที่มีการลดค่าน้ำหนักถ่วง โดยการใช้แวกเตอร์เจาะจง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน ผู้ใช้คนที่สนใจมีค่า SNR เท่ากับ 20 dB และสัญญาณของผู้ใช้คนอื่นๆ มี แอมพลิจูดมากกว่าของผู้ใช้คนที่สนใจ 20 เท่า.....	59
รูปที่ 4.4	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงที่ต้องการกับค่า SIR ในการปรับตัวครั้งที่ 2000 ของเครื่องรับที่มีการลดค่าน้ำหนักถ่วง โดยการใช้แวกเตอร์เจาะจง ในระบบ Asynchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	61
รูปที่ 4.5	ลักษณะการถูกรบกวนในช่วงบิตข้อมูลของผู้ใช้คนที่สนใจ ในระบบ Synchronous และระบบ Asynchronous DS-CDMA	62
รูปที่ 4.6	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงที่ต้องการกับค่า SIR ในการปรับตัวครั้งที่ 2000 ของเครื่องรับที่มีการลดค่าน้ำหนักถ่วง โดยการใช้แวกเตอร์เจาะจง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 5 แต่ละคนมีค่า SNR เท่ากับ 40 dB	62
รูปที่ 4.7	ลักษณะการลู่เข้าของ NSMSE ของผู้ใช้แต่ละคน เมื่อใช้ค่าช่วงก้าวเป็น 0.007 ที่ค่า SNR = 14 dB	63

สารบัญญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8	กราฟระหว่างช่วงบิตข้อมูลที่ใช้คำนวณค่าเฉลี่ยทางเวลา และค่า SIR ของเครื่องรับในการปรับตัวครั้งที่ 2000 ของเครื่องรับที่มีการลดค่าน้ำหนักถ่วง โดยการใช้เวกเตอร์เจาะจง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ที่มีผู้ใช้ 11 คน ผู้ใช้คนที่สนใจมีค่า SNR เท่ากับ 20 dB และสัญญาณของผู้ใช้คนอื่นๆ มีแอมพลิจูดมากกว่าของผู้ใช้คนที่สนใจ 20 เท่า	64
รูปที่ 4.9	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและ SIR ของเครื่องรับ LCCMA และ LCCMA-PBAD EIGEN(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	68
รูปที่ 4.10	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	68
รูปที่ 4.11	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD HT(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	68
รูปที่ 4.12	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD CSMF(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	69
รูปที่ 4.13	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD SB(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	69
รูปที่ 4.14	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(16) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	72
รูปที่ 4.15	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD HT(16) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	72
รูปที่ 4.16	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD CSMF(16) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.17 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD SB(16) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	73
รูปที่ 4.18 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(8) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	74
รูปที่ 4.19 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD HT(8) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	74
รูปที่ 4.20 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD CSMF(8) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	75
รูปที่ 4.21 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD SB(8) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	75
รูปที่ 4.22 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD (MAXMOE) ที่มีจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงต่างๆ ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	77
รูปที่ 4.23 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD (SPECIFIED) ที่มีจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงต่างๆ ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	77
รูปที่ 4.24 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA- PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	78

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.25	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA- PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB 79
รูปที่ 4.26	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA- PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB 80
รูปที่ 4.27	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA- PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB 80
รูปที่ 4.28	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA- PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB 81
รูปที่ 4.29	กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA- PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB 81
รูปที่ 4.30	กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10)ที่มีการเลือกเวกเตอร์การแปลงโดยใช้ค่าเฉลี่ย พารามิเตอร์ในช่วงบิตข้อมูลจำนวนต่างๆ ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB 82
รูปที่ 4.31	กราฟระหว่างจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้สำหรับหาค่าเฉลี่ยของค่าพารามิเตอร์ และ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB 83
รูปที่ 4.32	กราฟระหว่างจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้สำหรับหาค่าเฉลี่ยของค่าพารามิเตอร์ และ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB 83

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.33 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและ SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	86
รูปที่ 4.34 การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	87
รูปที่ 4.35 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและ SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(5) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	88
รูปที่ 4.36 กราฟระหว่างปริภูมิของรหัสและ SIR ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(10) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	89
รูปที่ 4.37 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	90
รูปที่ 4.38 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	90
รูปที่ 4.39 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	91
รูปที่ 4.40 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	91
รูปที่ 4.41 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	92
รูปที่ 4.42 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของ เครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.43 การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD HT(10) ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	93
รูปที่ 4.44 การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD CSMF(10) ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	94
รูปที่ 4.45 กราฟระหว่างจำนวนครั้งในการปรับตัวของเครื่องรับก่อนที่จะทำการเลือกเวกเตอร์การแปลงออกและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(9+1) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	95
รูปที่ 4.46 กราฟระหว่างจำนวนครั้งในการปรับตัวของเครื่องรับก่อนที่จะทำการเลือกเวกเตอร์การแปลงออกและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(9+1) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	96
รูปที่ 4.47 กราฟระหว่างจำนวนบิตในการหาค่าเฉลี่ยและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(9+1) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	97
รูปที่ 4.48 กราฟระหว่างจำนวนครั้งในการปรับตัวของเครื่องรับก่อนที่จะเลือกเวกเตอร์การแปลงออกและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(9+1) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	99
รูปที่ 4.49 กราฟระหว่างจำนวนครั้งในการปรับตัวของเครื่องรับก่อนที่จะเลือกเวกเตอร์การแปลงออกและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(9+1) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	99
รูปที่ 4.50 กราฟระหว่างจำนวนเวกเตอร์การแปลงที่จะถูกเลือกออกและเพิ่มเข้าไปใหม่ในแต่ละครั้งและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	101

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.51 กราฟระหว่างจำนวนเวกเตอร์การแปลงที่จะถูกเลือกออกและเพิ่มเข้าไปใหม่ ในแต่ละครั้งและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	101
รูปที่ 4.52 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA (3-24)/(COEF) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	102
รูปที่ 4.53 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA (3-24)/(COEF) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	103
รูปที่ 4.54 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA (3-24)/(COEF) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	104
รูปที่ 4.55 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA (3-24)/(COEF) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	104
รูปที่ 4.56 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ mean(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA (3-24)/(COEF) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	105
รูปที่ 4.57 กราฟระหว่างจำนวนค่าน้ำหนักถ่วงและ C.V.(SIR) ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA (3-24)/(COEF) ในการปรับตัวครั้งที่ 8000 ระบบ Asynchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 5 คน SNR เท่ากับ 40 dB	105
รูปที่ 4.58 การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA blind adaptive detector ที่มีค่าช่วงก้ำวค่าต่างๆ ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	107
รูปที่ 4.59 การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(18) ที่มีการกำหนดใช้เวกเตอร์การแปลง ที่มีค่าช่วงก้ำวค่าต่างๆ ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	107

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.60	การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(18) ที่มีการใช้ระเบียบวิธีค้นหาการแปลง ที่มีค่าช่วงก้ำวค่าต่างๆ ระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB	108
รูปที่ 4.61	การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT(18) SPECIFIED เทียบกับเครื่องรับ LCCMA ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB สัญญาณของผู้ใช้คนหนึ่งมีแอมพลิจูดมากกว่าคนอื่น 15 เท่า	109
รูปที่ 4.62	การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับ LCCMA-PBAD DCT TSA(17+1) เทียบกับเครื่องรับ LCCMA ที่ไม่มีการลดจำนวนค่าน้ำหนักถ่วง ในระบบ Synchronous DS-CDMA ผู้ใช้ 11 คน SNR เท่ากับ 40 dB สัญญาณของผู้ใช้คนหนึ่งมีแอมพลิจูดมากกว่าคนอื่น 15 เท่า	109
รูปที่ ง.1	การลู่เข้าของค่า SIR ของเครื่องรับที่มีค่าช่วงก้ำวค่าต่างๆ	130

บัญชีคำศัพท์

การกระโดดเปลี่ยนความถี่	Frequency Hopping	ย่อว่า FH
การควบคุมกำลังส่ง	power control	
การปรับตัวแบบบอด	blind adaptation	
การมอดูเลตแบบสเปกตรัมแผ่	spread spectrum	
การสื่อสารแบบแบ่งแยกด้วยรหัส	Code Division Multiple Access	
หรือ การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งแยกด้วยรหัส	ย่อว่า CDMA	
การสื่อสารแบบแบ่งแยกด้วยรหัสชนิดไคเรกต์ซีแควนซ์	Direct Sequence-Code Devision	
	Multiple Access	
	ย่อว่า DS-CDMA	
ค่าน้ำหนักถ่วง	adaptive weight	
เครื่องรับแบบแมตซ์ฟิลเตอร์	match filter	
เครื่องรับที่มีการปรับตัวแบบบอดด้วยขั้นตอน	Linearly Constrained Constant	
ความกว้างแถบ	Bandwidth	
ลิเนียร์ลีคอนสเตรนคอนสแตนต์มอดุลัส	Modulus Algorithm Blind	
	Adaptive Detector	
เครื่องรับที่เหมาะสมที่สุด	optimal receiver	
เครื่องรับที่เหมาะสมรองลงไป	suboptimal receiver	
จัดลำดับเข้าถึงโดยตรง หรือ ไคเรกต์ซีแควนซ์	Direct Sequence	ย่อว่า DS
ชิป	chip	
ซิงโครนัส	synchronous	
ดีคอร์เรเลเตอร์	decorrelator	
เทรนนิ่งซีแควนซ์	training sequence	
ปริภูมิของรหัส	code space	
ปรากฏการณ์ใกล้-ไกล	Near-Far effect	
พารามิเตอร์	parameter	
มัลติยูสเซอร์ดีเทกชัน	multiuser detection	
หลายอัตรา	multirate	

บัญชีสัญลักษณ์

a_k	ขนาดของสัญญาณที่รับได้ที่เครื่องรับของผู้ใช้ลำดับที่ k
b_k	บิตข้อมูลของผู้ใช้ลำดับที่ k
c_k	ผลตอบของเครื่องรับสำหรับผู้ลำดับที่ k
L_c	จำนวนชิปของสเปรดดิ้งโค้ด
Q	เมทริกซ์ลาคูนิตี
M_k	บล็อกกิงเมทริกซ์
r	สัญญาณที่รับได้ที่เครื่องรับ
s_k	สเปรดดิ้งโค้ดของผู้ใช้ลำดับที่ k
T_c	คาบของชิป
T_s	คาบสัญลักษณ์ของบิตข้อมูล
τ_k	ค่าหน่วงเวลาสัมพันธ์ของผู้ใช้ลำดับที่ k
y_k	สัญญาณออกจากเครื่องรับสำหรับผู้ลำดับที่ k
μ	ค่าช่วงก้าว (step size)
σ^2	กำลังของสัญญาณรบกวน
v_j	เวกเตอร์เจาะจงลำดับที่ j
λ_j	ค่าเจาะจงที่สัมพันธ์กับเวกเตอร์เจาะจงลำดับที่ j
χ	สัญญาณแทรกสอดที่ปะปนมาในสัญญาณออกของวงจรกรองคั้งในส่วนบนของเครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติเพื่อหักล้างสัญญาณแทรกสอด
δ_i	กำลังของสัญญาณแทรกสอดในส่วนบนของเครื่องรับที่มีการปรับตัวโดยอัตโนมัติเพื่อหักล้างสัญญาณแทรกสอด