การดัดแปลงสถาปัตยกรรม วี-บีแอลเอเอสที สำหรับระบบสื่อสาร เอ็มซี-ซีดีเอ็มเอ บนพื้นฐานการหักล้างสัญญาณรบกวนแบบผสม

นาย รัฐพล กาญจนวัฒน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4910-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I21378010

MODIFICATION OF V-BLAST ARCHITECTURE FOR MC-CDMA SYSTEMS BASED ON HYBRID INTERFERENCE CANCELLATION

Mr. Rattaphol Kanchanawat

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 974-17-4910-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การดัดแปลงสถาปัตยกรรม วี-บีแอลเอเอสที สำหรับระบบสื่อสาร เอ็มซี-ซีดีเอ็มเอ บนพื้นฐานการหักล้างสัญญาณรบกวนแบบผสม
โดย	นาย รัฐพล กาญจนวัฒน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย รัฐพล กาญจนวัฒน์ : การดัดแปลงสถาปัตยกรรมวี-บีแอลเอเอสทีสำหรับระบบสื่อสารเอ็มซี-ซีดีเอ็มเอบนพื้นฐานการหักล้างสัญญาณรบกวนแบบผสม. (MODIFICATION OF V-BLAST ARCHITECTURE FOR MC-CDMA SYSTEMS BASED ON HYBRID INTERFERENCE CANCELLATION) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล, จำนวนหน้า 96 หน้า. ISBN 974-17-4910-4.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการเพิ่มความจุและความเร็วในการส่งข้อมูลของระบบเอ็มซี-ซีดีเอ็มเอ โดยได้นำเอาหลักการของสถาปัตยกรรมวี-บีแอลเอเอสทีซึ่งเป็นระบบมัลติเพิลอินพุทมัลติเพิลเอาท์พุทมาประยุกต์ใช้ในระบบเอ็มซี-ซีดีเอ็มเอทางช่ายเชื่อมโยงขาขึ้น ซึ่งการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสามารถทำได้เนื่องจากระบบที่นำเสนอนี้จะสามารถส่งข้อมูลโดยใช้รหัสแผ่ที่มีอัตราแผ่ที่ต่ำได้ และในระบบที่นำเสนอนี้ผู้ใช้สามารถใช้รหัสแผ่ที่ซ้ำกันได้จึงทำให้ระบบที่ได้นี้มีความจุที่สูง โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะแตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องเพราะจะให้ความสำคัญกับความผิดพลาดที่เกิดจากการประมาณช่องสัญญาณด้วย ดังนั้นจึงทำการจำลองระบบโดยให้มีการส่งสัญญาณนำเพื่อใช้ในการประมาณช่องสัญญาณ และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการจำลองระบบทั้งในสภาพแวดล้อมแบบเมืองและแบบชนบท ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่า ระบบที่นำเสนอนี้จะมีสมรรถนะที่ดีเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเมือง นอกจากนี้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังได้นำเสนออัลกอริทึมที่ถูกปรับปรุงเพื่อลดความซับซ้อนทั้งสิ้น 3 วิธี คือ วิธีการละทิ้งผลของสัญญาณแทรกสอดจากผู้ใช้รายอื่น วิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสม และวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสมที่มีการใช้วิธีการมัลติเพิลสไลส์ซิงร่วมด้วย และจากผลการจำลองระบบ พบว่าเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมที่นำเสนอนี้มีจะมีความซับซ้อนที่ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับอัลกอริทึม วี-บีแอลเอเอสทีเดิม โดยที่เครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสม และวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสมที่มีการใช้วิธีการมัลติเพิลสไลส์ซิงร่วมด้วยนั้น จะมีสมรรถนะที่เหนือกว่าเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึม วี-บีแอลเอเอสทีเดิม

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต รัฐพล กาญจนวัฒน์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2546

4470487021 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: MC-CDMA / V-BLAST / MIMO / RICH SCATTERING / COMPLEXITY

RATTAPHOL KANCHANAWAT : MODIFICATION OF V-BLAST ARCHITECTURE FOR MC-CDMA SYSTEMS BASED ON HYBRID INTERFERENCE CANCELLATION. THESIS ADVISOR :ASSOC. PROF. SOMCHAI JITAPUNKUL, Dr.Ing., 96 pp. ISBN 974-17-4910-4.

In this thesis, we propose a new approach for MC-CDMA system. For our proposed system, a efficient MIMO technique, called as V-BLAST (Vertical Bell Laboratories Layered Space-Time), is applied in order to increase the capacity of uplink Multi-Carrier Code Division Multiple Access (MC-CDMA) system. High speed transmission can be also achieved by using low spreading factor. In this system, different users can use same spreading code, so system capacity can be increased significantly. Different from, most of V-BLAST related researches which assume the perfect knowledge of channel, we also consider the effect of the practical channel estimation to the system performance. Moreover, we investigate the performance of this system in both urban area and rural area. We show that this system can be used efficiently in urban environment. In addition, we propose the modified V-BLAST algorithms which have low complexity. They are Ignored MAI V-BLAST algorithm (I-MAI BLAST) , Hybrid Interference Cancellation BLAST algorithm (HIC BLAST), Multiple Slicing - Hybrid Interference Cancellation BLAST algorithm (MS-HIC BLAST) . The result of simulation shows that the receivers using HIC BLAST algorithm and MS-HIC BLAST algorithm are superior to that using original V-BLAST algorithm.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Electriccal Engineering Student's signature.....

Field of study Electrical Engineering Advisor's signature.....

Academic year 2003

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวิจัยมาโดยตลอดผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้การสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆด้านเสมอมา

ขอขอบคุณโครงการเสริมสร้างความเชื่อมโยงระหว่างภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและภาคเอกชนทางด้านการวิจัยและพัฒนา (Cooperative Project between Department of Electrical Engineering and Private sector for Research and Development) ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยกรรมวิธีสัญญาณดิจิตอลซึ่งเป็นสถานที่ทำวิจัย รวมถึงเพื่อนพี่น้องนิสิตทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำและกำลังใจ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บัญชีคำศัพท์ ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ OFDM และ ระบบ MC-CDMA 1

1.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ V-BLAST 3

1.3 เครื่องรับแบบธรรมดา 5

1.4 เครื่องรับสำหรับผู้ใช้หลายราย 6

1.4.1 เครื่องรับที่เหมาะสมที่สุด 6

1.4.2 เครื่องรับที่เหมาะสมรองลงไป 7

1.4.3 เครื่องรับแบบเชิงเส้น 7

1.4.4 เครื่องรับแบบไม่เชิงเส้น 8

1.5 การนำระบบ MC-CDMA มาประยุกต์ใช้ระบบ MIMO แบบ V-BLAST 9

1.6 ปัญหาความซับซ้อนของอัลกอริทึม V-BLAST 10

1.7 วิธีการปรับปรุงและพัฒนา สมรรถนะของอัลกอริทึม V-BLAST ที่มีผู้นำเสนอขึ้นมา 12

1.8 แนวทางของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ 13

1.9 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 14

1.10 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 14

1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

1.12 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ 15

1.13 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์ 15

1.14 นิยามสัญลักษณ์ 16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	17
	2.1 ระบบ MC-CDMA	17
	2.1.1 แบบจำลองภาคส่งของระบบ MC-CDMA	20
	2.1.2 แบบจำลองภาครับ เครื่องรับแบบแมตช์ฟิลเตอร์	21
	2.2 ระบบการสื่อสารไร้สายแบบ MIMOที่ใช้สถาปัตยกรรม V-BLAST	23
	2.3 V-BLAST อัลกอริทึม	24
	2.4 ปัจจัยที่ส่งผลเสียต่อสมรรถนะของระบบ	27
	2.5 ช่องสัญญาณที่ใช้ในการจำลองระบบ	30
	2.6 การประมาณช่องสัญญาณในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นของระบบ MC-CDMA	36
	2.7 วิธีการสมรรถนะและความหมายของค่าต่างๆ	39
	2.7.1 อัตราความผิดพลาดบิต	39
	2.7.2 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน	39
3	ระบบ MC-CDMA ที่ประยุกต์ใช้อัลกอริทึม V-BLAST และอัลกอริทึมที่ถูกปรับปรุงเพื่อลดความซับซ้อน	40
	3.1 การดัดแปลงสถาปัตยกรรม V-BLAST เพื่อใช้ในระบบโทรศัพท์ไร้สาย MC-CDMA	40
	3.2 การปรับปรุงอัลกอริทึมของระบบที่นำเสนอด้วยวิธีการละทิ้งผลของ MAI	43
	3.3 ปรับปรุงอัลกอริทึมของระบบที่นำเสนอโดยวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสม	45
	3.4 การปรับปรุงอัลกอริทึมของระบบที่นำเสนอด้วยวิธี multiple slicing ร่วมกับวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสม	50
4	ผลการวิจัย	58
	4.1 วิธีการจำลองระบบ	58
	4.1.1 รหัสแผ่ที่ใช้	58
	4.1.2 สัญญาณรบกวนจากช่องสัญญาณ	59
	4.1.3 เฟดดิงจากช่องสัญญาณ	59
	4.1.4 ดอปเพลอร์	59
	4.1.5 สมมติฐานต่างๆที่ใช้ในการจำลองระบบ	60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4.2 สมรรถนะของระบบ MC-CDMA ที่ประยุกต์ใช้อัลกอริทึม V-BLAST ที่นำเสนอ 60

4.3 สมรรถนะและความซับซ้อนของเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมลดความซับซ้อนต่างๆที่นำเสนอ 73

4.3.1 เครื่องรับที่ใช้วิธีการละทิ้งผลของ MAI 74

4.3.2 เครื่องรับที่ใช้วิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสม 77

4.3.3 เครื่องรับที่ใช้วิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสมร่วมกับวิธี Multiple Slicing 81

5 บทสรุป 86

5.1 สรุปผลการวิจัย 86

5.2 ข้อดีและข้อเสียของระบบที่นำเสนอ 87

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 88

รายการอ้างอิง 89

ภาคผนวก 92

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2-1 รายละเอียด Delay power spectral densities ของแบบจำลองช่องสัญญาณตามมาตรฐาน COST207 31

ตารางที่ 2-2 รายละเอียด Doppler power spectral densities ของแบบจำลองช่องสัญญาณตามมาตรฐาน COST207 33

ตารางที่ 2-3 รายละเอียดของแบบจำลองช่องสัญญาณตามมาตรฐาน COST207 35

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าความผิดพลาดในการประมาณช่องสัญญาณที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ 62

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าความซับซ้อนของเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมวิธีการละทิ้งผลของ MAI 75

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าความซับซ้อนของเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสม 78

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าความซับซ้อนของเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสมร่วมกับวิธี Multiple Slicing 82

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าความซับซ้อนของเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึมวิธีการหักล้างสัญญาณแบบผสมร่วมกับวิธี Multiple Slicingเมื่อคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ 82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
รูปที่ 1-1	แผนผังแบบจำลองการรับส่งข้อมูลของระบบ V-BLAST	4
รูปที่ 1-2	แผนผังแสดงอัลกอริทึมของระบบ V-BLAST	10
รูปที่ 2-1	หลักการของระบบ MC-CDMA	17
รูปที่ 2-2(ก)	ไดเวอร์ซิตีทางความถี่ของระบบแถบความถี่แคบ	19
รูปที่ 2-2(ข)	ไดเวอร์ซิตีทางความถี่ของระบบ DS-CDMA	19
รูปที่ 2-2(ค)	ไดเวอร์ซิตีทางความถี่ของระบบ MC-CDMA ก่อนส่งผ่านช่องสัญญาณ	19
รูปที่ 2-2(ง)	ไดเวอร์ซิตีทางความถี่ของระบบ MC-CDMA หลังส่งผ่านช่องสัญญาณ	19
รูปที่ 2-3	แบบจำลองภาคส่งของระบบ MC-CDMA	20
รูปที่ 2-4	แบบจำลองภาครับของระบบ MC-CDMA	21
รูปที่ 2-5	หลักการของสถาปัตยกรรม V-BLAST	24
รูปที่ 2-6	แสดงมุม α_n ของคลื่นสัญญาณที่มาถึงของปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	29
รูปที่ 2-7	Delay power spectral densities ของแบบจำลองช่องสัญญาณตามมาตรฐาน COST207	31
รูปที่ 2-8	Doppler power spectral densities ของแบบจำลองช่องสัญญาณตามมาตรฐาน COST207	33
รูปที่ 2-9	กระบวนการประมาณช่องสัญญาณของระบบ MC-CDMA ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น	36
รูปที่ 2-10	การกำหนดรหัสแผ่ที่มีการหมุนวนทางความถี่และทางเวลาเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณนำ	37
รูปที่ 3-1	แบบจำลองของระบบ MC-CDMA ที่ใช้ประยุกต์ใช้สถาปัตยกรรม V-BLAST	41
รูปที่ 3-2	แสดงสมาชิกของเมตริกซ์ space-code cross correlation ซึ่งมีจำนวนผู้ใช้ทั้งสิ้น 9 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน	44
รูปที่ 3-3(ก)	แสดงเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึม V-BLAST	45
รูปที่ 3-3(ข)	แสดงเครื่องรับที่ใช้วิธีการละทิ้งผลของ MAI	45
รูปที่ 3-4	แบบจำลองภาครับของระบบ MC-CDMA ที่ใช้สถาปัตยกรรม V-BLAST ที่ประยุกต์ใช้แนวคิดของการหักล้างสัญญาณรบกวนแบบขนาน	46
รูปที่ 3-5	แบบจำลองภาครับของระบบ MC-CDMA ที่ใช้สถาปัตยกรรม V-BLAST ที่ประยุกต์ใช้แนวคิดของการหักล้างสัญญาณรบกวนแบบขนานที่มีการวนซ้ำ	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
รูปที่ 3-6	แบบจำลองภาครับของระบบ MC-CDMA ที่ใช้สถาปัตยกรรม V-BLAST ที่ประยุกต์ใช้แนวคิดของการหักล้างสัญญาณรบกวนแบบผสม	49
รูปที่ 3-7	กระบวนการ multiple slicing	52
รูปที่ 3-8	โครงสร้างต้นไม้ กรณี S = 2 และ T = 2	53
รูปที่ 3-9	กระบวนการ multiple slicing ในรอบที่ 1 กรณี S = 2 และ T = 2	54
รูปที่ 3-10	กระบวนการ multiple slicing ในรอบที่ 2 กรณี S = 2 และ T = 2	55
รูปที่ 3-11	การเล็มกิ่งของ node ที่ไม่ต้องการทิ้ง	56
รูปที่ 3-12	การนำ node ที่เลือกมาเป็น root node ใหม่	57
รูปที่ 4-1	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอเปรียบเทียบกับระบบ MC-CDMA ในสภาพแวดล้อมแบบชนบท และแบบเมือง	61
รูปที่ 4-2	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอเมื่อส่งข้อมูลด้วยค่าความยาวของเฟรมต่าง ๆ	62
รูปที่ 4-3	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอเมื่อความถี่ดอปเพลอร์สูงสุดเปลี่ยนแปลงไปโดยส่งข้อมูลด้วยค่าความยาวของเฟรม เท่ากับ 50 สัญลักษณ์	64
รูปที่ 4-4	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอเมื่อความถี่ดอปเพลอร์สูงสุดเปลี่ยนแปลงไปโดยส่งข้อมูลด้วยค่าความยาวของเฟรม เท่ากับ 100 สัญลักษณ์	64
รูปที่ 4-5	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอในสภาพแวดล้อมรูปแบบต่างๆ เมื่อมีการเติม cyclic prefix ที่เพียงพอโดยกำหนดให้มีการประมาณช่องสัญญาณอย่างถูกต้องสมบูรณ์	66
รูปที่ 4-6	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอ เมื่อมีการเติม cyclic prefix ที่ไม่เพียงพอ โดยกำหนด ให้มีการประมาณช่องสัญญาณอย่างถูกต้องสมบูรณ์	68
รูปที่ 4-7	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนสายอากาศทางภาครับ โดยกำหนดให้มีการประมาณช่องสัญญาณอย่างถูกต้องสมบูรณ์	70
รูปที่ 4-8	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ใช้ที่ใช้รหัสแผ่ที่ซ้ำกัน โดยกำหนดให้มีการประมาณช่องสัญญาณอย่างถูกต้องสมบูรณ์	71
รูปที่ 4-9	BER เฉลี่ยของระบบที่นำเสนอ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ใช้ในระบบ	73
รูปที่ 4-10	BER เฉลี่ยแสดงสมรรถนะของเครื่องรับ I-MAI BLAST เมื่อมีการใช้รหัสแผ่ที่มีอัตราแผ่เท่ากับ 16	75
รูปที่ 4-11	BER เฉลี่ยแสดงสมรรถนะของเครื่องรับ I-MAI BLAST เมื่อมีการใช้รหัสแผ่ที่มีอัตราแผ่เท่ากับ 32	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 4-12 BER เฉลี่ยแสดงสมรรถนะของเครื่องรับ HIC BLASTเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักในกรณีที่มีการวนซ้ำ 1 รอบ 78

รูปที่ 4-13 BER เฉลี่ยแสดงสมรรถนะของเครื่องรับ HIC BLASTเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักในกรณีที่มีการวนซ้ำ 2 รอบ 79

รูปที่ 4-14 BER เฉลี่ยแสดงสมรรถนะของเครื่องรับ HIC BLASTเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักในกรณีที่มีการวนซ้ำ 3 รอบ 79

รูปที่ 4-15 BER เฉลี่ย แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องรับ HIC BLASTกับเครื่องรับที่ใช้อัลกอริทึม V-BLAST เดิม 81

รูปที่ 4-16 BER เฉลี่ย แสดงสมรรถนะของเครื่องรับ MS-HIC BLAST (S=2,T=2) 83

รูปที่ 4-17 BERเฉลี่ย แสดงสมรรถนะของเครื่องรับ MS-HIC BLAST (S=2,T=2)ในกรณีที่มีการประมาณช่องสัญญาณอย่างถูกต้องสมบูรณ์ 83

รูปที่ 4-18 BERเฉลี่ย แสดงสมรรถนะของเครื่องรับ MS-HIC BLAST (S=4,T=4) 85

รูปที่ 4-19 BERเฉลี่ย แสดงสมรรถนะของเครื่องรับ MS-HIC BLAST (S=4,T=4)ในกรณีที่มีการประมาณช่องสัญญาณอย่างถูกต้องสมบูรณ์ 85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีคำศัพท์

การกระเจิง	Scattering
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งความถี่	Frequency Division Multiple Access ย่อว่า FDMA
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยเวลา	Time Division Multiple Access ย่อว่า TDMA
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยรหัส	Code Division Multiple Access ย่อว่า CDMA
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยรหัสการวนซ้ำ	Direct Sequence-Code Division Multiple Iteration
ชนิดลำดับโดยตรง	Access ย่อว่า DS-CDMA
การตัดสินบิต	Bit Decision
การปรับเท่า	Equalization
การประมาณช่องสัญญาณ	Channel Estimaiton
การแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง	Discrete Fourier Transform ย่อว่า DFT
การแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว	Fats Fourier Transform ย่อว่า FFT
การแผ่	Spread
การแผ่กลับ	Despread
การมอดูเลต	Modulation
ข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น	Up Link หรือ Reverse Link
ข่ายเชื่อมโยงขาลง	Down Link หรือ Forward Link
คลื่นพาห์	Carrier
คลื่นพาห์ย่อย	Subcarrier
คอร์รีเลเตอร์	Correlator
เครื่องรับชนิดที่ทำให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าผิดพลาดต่ำที่สุด	Minimum Mean Square Error Receiver ย่อว่า MMSE
เครื่องรับที่เหมาะสมที่สุด	Optimum Receiver
เครื่องรับที่เหมาะสมรองลงไป	Sub-optimum Receiver
เครื่องรับแบบเชิงเส้น	Linear Receiver
เครื่องรับแบบดีคอรีเลต	Decorrelating Detector

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องรับแบบดั้งเดิม	Conventional Receiver หรือ Match Filter
เครื่องรับแบบไม่เชิงเส้น	No-linear Receiver
เครื่องรับแบบหักล้างสัญญาณแทรกสอดอย่างขนาน	Parallel Interference Cancellation ย่อว่า PIC
เครื่องรับแบบหักล้างสัญญาณแทรกสอดอย่างต่อเนื่อง	Successive Interference Cancellation ย่อว่า SIC
เครื่องรับแบบหักล้างสัญญาณแทรกสอดอย่างผสม	Hybrid Interference Cancellation ย่อว่า HIC
เครื่องรับสำหรับผู้ใช้หลายคน	Multiuser Detection
ความตั้งฉาก	Orthogonality
ความแปรปรวน	Variance
ชิพ	Chip
ซิงโครนัส	Synchronous
ดิจิตอล	Digital
ดีคอรีเลเตอร์	Decorrelator
น้ำหนักถ่วง	Weight
นัลลิงก์	Nulling
ปรากฏการณ์ใกล้-ไกล	Near-far Effect
พหุวิถี	Multipath
เฟดดิง	Fading
เฟดดิงแบบเลือกความถี่	Selective Fading
เฟดดิงแบบเรียบ	Flat Fading
แถบความถี่ร่วมนัย	Coherence bandwidth
แถว	Row
เวลาประวิง	Delay time
รหัสแผ่	Spreading Code
รหัสสุ่ม	Random Code
ระยะความผิดพลาด	Error Distance
สหสัมพันธ์ข้าม	Cross correlation
สัมประสิทธิ์ของช่องสัญญาณ	Channel Gain

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญาณแทรกสอดจากผู้ใช้รายอื่น	Multiple Access Interference ย่อว่า MAI
สัญญาณแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์	Intersymbol interference ย่อว่า ISI
สัญญาณแทรกสอดระหว่างคลื่นพาห์ย่อย	Intercarrier interference ย่อว่า ICI
สัญญาณนำ	Pilot Signal
สัญญาณรบกวนเกาส์เซียนขาวแบบบวก	Additive White Gaussian Noise
หลัก	Column
อะซิงโครนัส	Asynchronous
อัตราแผ่	Processing Gain หรือ Spreading factor
อัตราความผิดพลาดบิต	Bit Error Rate ย่อว่า BER
อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน	Signal-to-noise Ratio ย่อว่า SNR
อัตสหสัมพันธ์	Autocorrelation

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย