

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 แนวทางการดำเนินการวิจัย.....	2
1.4 ผลสำเร็จของโครงการ	2
1.5 การสำรวจปริทรรศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 ความจุช่องสัญญาณในระบบโมโม.....	6
2.1 กล่าวนำ.....	6
2.2 แบบจำลองช่องสัญญาณ	7
2.2.1 แบบจำลองช่องสัญญาณแบบมีความอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเหมือนกัน	8
2.2.2 แบบจำลองช่องสัญญาณแบบ “Two-Ring”	9
2.3 ความจุช่องสัญญาณในระบบโมโม (MIMO channel capacity).....	13
2.3.1 ช่องสัญญาณไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Static channel)	13
2.3.2 ช่องสัญญาณที่มีการเฟด(Fading channel)	16
2.3.3 ช่องสัญญาณที่ใช้พิจารณาในโครงการวิจัย.....	17
2.4 อิมพีแดนซ์เมตริกซ์และคุณสมบัติของอิมพีแดนซ์เมตริกซ์	17
2.4.1 การนิยามอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ในวงจรท่อนำคลื่น N พอร์ต.....	17
2.5 ปรากฏการณ์เชื่อมต่อร่วม (Mutual coupling).....	19
2.5.1 อิมพีแดนซ์เมตริกซ์ (impedance matrices)	19

2.6	อิมพีแดนซ์ร่วมระหว่างสายอากาศไดโพล.....	22
2.7	กล่าวท้ายบท	30
บทที่ 3	วิธีการหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดบนโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	32
3.1	กล่าวนำ.....	32
3.2	GA อัลกอริทึม (Genetic Algorithm)	33
3.2.1	ข้อดีของ GA อัลกอริทึม	34
3.3	การประยุกต์ใช้ GA ในการหาตำแหน่งของระบบโมโม.....	36
3.4	การหาตำแหน่งที่เหมาะสมของการจัดวางสายอากาศด้วยวิธีจินเนติกอัลกอริทึม	37
3.4.1	ออบติไมซ์เซชันทูลบ็อกซ์ (optimization toolbox).....	37
3.4.2	ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function).....	39
3.4.3	เงื่อนไข (Constraint).....	41
3.4.4	พารามิเตอร์ (Parameter)	41
3.5	กล่าวท้ายบท	42
บทที่ 4	การทดสอบวิธีหาตำแหน่งที่เหมาะสม.....	43
4.1	กล่าวนำ.....	43
4.2	รูปแบบการจัดวางตำแหน่งสายอากาศ (antenna configuration)	43
4.3	ผลจากการหาตำแหน่งการจัดวางสายอากาศด้วยเทคนิควิธีจินเนติกอัลกอริทึมในช่องสัญญาณแบบมีความอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเหมือนกันโดยพิจารณาช่องสัญญาณการจางหายแบบเลย์ลี.....	47
4.4	ผลการจำลองการหาตำแหน่งโดยใช้โปรแกรม CST microwave studio เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความจุของช่องสัญญาณ.....	53
4.5	การทดสอบระบบโมโมในสถานการณ์จริง	61
4.6	การหาความจุช่องสัญญาณ.....	68
4.6.1	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบและการทดสอบ	73
4.7	จากการหาตำแหน่งการจัดวางสายอากาศด้วยเทคนิควิธีจินเนติกอัลกอริทึมในช่องสัญญาณแบบ “Two-Ring” โดยพิจารณามุมที่กระทำกันระหว่างภาครับและภาคส่ง.....	74
4.7.1	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบและการทดสอบ	79
4.8	กล่าวท้ายบท	79
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	80
5.1	สรุปผลการวิจัย	80

5.2	ข้อเสนอแนะ	81
	บรรณานุกรม	82
	ภาคผนวก ก การเผยแพร่ผลงานวิจัย	84
	ภาคผนวก ข บทความวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่	85
	ประวัติผู้วิจัย	96

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2-1 การรับส่งข้อมูลในระบบไมโม	7
รูปที่ 2-2 แบบจำลองช่องสัญญาณแบบ “Two-Ring”	9
รูปที่ 2-2 ผลตอบสนองที่ได้จากช่องสัญญาณในแบบจำลอง	12
รูปที่ 2-4 วงจรท่อนำคลื่น N พอร์ต	18
รูปที่ 2-5 ระบบมัลติพอร์ต	20
รูปที่ 2-6 เครือข่าย 2 พอร์ต	22
รูปที่ 2-7 เครือข่าย 3 พอร์ต	23
รูปที่ 2-8 รูปสายอากาศไดโพลที่ใช้คำนวณปรากฏการเชื่อมต่อรวม.....	25
รูปที่ 2-9 การจัดวางสายอากาศไดโพลที่เหมือนกันสองตัวเพื่อคำนวณอิมพีแดนซ์ร่วม.....	27
รูปที่ 3-1 การจัดวางสายอากาศบนโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	32
รูปที่ 3-2 หน้าต่างเครื่องมือ optimization toolbox.....	38
รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการจัดวางสายอากาศในพิกัด $x-y$ บนพื้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่.....	40
รูปที่ 4-1 ผลการจำลองด้วยโปรแกรม CST microwave studio	44
รูปที่ 4-2 ผลค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ s_{11} ที่ ที่ความถี่ 5.725 GHz	44
รูปที่ 4-3 ผลค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ s_{11} ที่ความถี่ 5.85GHz.....	45
รูปที่ 4-4 ตัวอย่างการจัดวางสายอากาศโมโนโพลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่	46
รูปที่ 4-5 ค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ s_{11} ที่ 5.725-5.85 GHz.....	46
รูปที่ 4-6 ผลของการหาตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 3 ดันที่ดีที่สุดด้วยวิธีจินเนติกอัลกอริทึม.....	48
รูปที่ 4-7 ผลของการหาตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 4 ดันที่ดีที่สุดด้วยวิธีจินเนติกอัลกอริทึม.....	49
รูปที่ 4-8 ผลของการหาตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 4 ดันที่ดีที่สุดด้วยวิธีจินเนติกอัลกอริทึม.....	50
รูปที่ 4-9 การจัดวางสายอากาศ 3 ดันในแต่ละกรณีบนพื้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่	51
รูปที่ 4-10 การจัดวางสายอากาศ 4 ดันในแต่ละกรณีบนพื้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่	51
รูปที่ 4-11 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณี ไมโม 4x4 ในกรณี สุ่มเปรียบเทียบ	52
รูปที่ 4-12 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 3 ดันในกรณี (a).....	54

รูปที่ 4-13 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (b).....	55
รูปที่ 4-14 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (c).....	56
รูปที่ 4-15 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (d).....	57
รูปที่ 4-16 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (a).....	58
รูปที่ 4-17 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (b).....	59
รูปที่ 4-18 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (c).....	60
รูปที่ 4-19 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (d).....	61
รูปที่ 4-20 การวัดผลค่า Z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศผ่านเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรข่าย.....	62
รูปที่ 4-21 การจัดวางสายอากาศ 3 ต้นในแต่ละกรณี.....	62
รูปที่ 4-22 ค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ s11 ที่ 5.85 GHz.....	63
รูปที่ 4-23 ผลวัดค่าเฟสของสายอากาศ s11 ที่ 5.85 GHz.....	64
รูปที่ 4-24 การจัดวางสายอากาศ 4 ต้นในแต่ละกรณี.....	66
รูปที่ 4-25 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณีโม โม 3x3 โดยใช้ผล ตำแหน่งจากวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม.....	68
รูปที่ 4-26 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณีโม โม 3x3 โดยใช้ผล Z อิมพีแดนซ์จากโปรแกรม CST microwave studio.....	69
รูปที่ 4-27 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณีโม โม 3x3 โดยใช้ผล Z อิมพีแดนซ์จากการวัดจริง.....	70
รูปที่ 4-28 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณีโม โม 4x4 โดยใช้ผล ตำแหน่งจากวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม.....	71
รูปที่ 4-29 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณีโม โม 4x4 โดยใช้ผล Z อิมพีแดนซ์จากโปรแกรม CST microwave studio.....	72
รูปที่ 4-29 ความจุช่องสัญญาณเทียบกับอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในกรณีโม โม 4x4 โดยใช้ผล Z อิมพีแดนซ์จากการวัดจริง.....	73
รูปที่ 4-31 ความจุช่องสัญญาณ CDF สำหรับมุมส่งที่ 360 และมุมรับที่ 360 เปรียบเทียบกับกรณีอื่น.....	77
รูปที่ 4-32 ความจุช่องสัญญาณ CDF สำหรับมุมส่งที่ 360 และมุมรับที่ 60 เปรียบเทียบกับกรณีอื่น.....	77
รูปที่ 4-33 ความจุช่องสัญญาณ CDF สำหรับมุมส่งที่ 60 และมุมรับที่ 360 เปรียบเทียบกับกรณีอื่น.....	78
รูปที่ 4-34 ความจุช่องสัญญาณ CDF สำหรับมุมส่งที่ 60 และมุมรับที่ 60 เปรียบเทียบกับกรณีอื่น.....	78

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้บนเครื่องมือ optimization toolbox	41
ตารางที่ 4-1 แสดงการจัดวางตัวของสายอากาศโดยพิจารณาช่องสัญญาณแบบมีความอิสระต่อกันและมีการ แจกแจงเหมือนกัน ในระบบไมโม 3x3 และ 4x4	50
ตารางที่ 4-2 แสดงตำแหน่งของการจัดวางสายอากาศในระบบไมโม 3x3	53
ตารางที่ 4-3 แสดงตำแหน่งของการจัดวางสายอากาศในระบบไมโม 4x4	53
ตารางที่ 4-4 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (a)	54
ตารางที่ 4-5 การจำลองผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (b)	55
ตารางที่ 4-6 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (c)	56
ตารางที่ 4-7 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (d)	57
ตารางที่ 4-8 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (a)	58
ตารางที่ 4-9 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (b)	59
ตารางที่ 4-10 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (c)	60
ตารางที่ 4-11 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (d)	61
ตารางที่ 4-12 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (a)	64
ตารางที่ 4-13 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (b)	65
ตารางที่ 4-14 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (c)	65
ตารางที่ 4-15 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 3 ต้นในกรณี (d)	65
ตารางที่ 4-16 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (a)	66
ตารางที่ 4-17 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (b)	67
ตารางที่ 4-18 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (c)	67
ตารางที่ 4-19 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณี (d)	67
ตารางที่ 4-20 แสดงผลตำแหน่งการจัดวางสายอากาศซึ่งได้จากวิธีจินเนติกอัลกอริทึมในแต่ละกรณี	74
ตารางที่ 4-21 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณีมุมส่งที่ 360 และมุมรับที่ 360	75
ตารางที่ 4-22 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณีมุมส่งที่ 360 และมุมรับที่ 60	75

ญ

ตารางที่ 4-23 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณีมุมส่งที่ 60 และมุมรับที่ 360.....	75
ตารางที่ 4-24 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณีมุมส่งที่ 60 และมุมรับที่ 60.....	76
ตารางที่ 4-25 แสดงค่า z อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 4 ต้นในกรณีค่าเฉลี่ยจากกรณีทั้งหมด	76