

การควบคุมกำลังด้านย้อนกลับสำหรับระบบรังผึ้ง DS/CDMA โดย
ใช้หลักการพีชชีลอจิก ร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม

กัญญา ทองถิ่น

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ขจรศักดิ์ กันธพนิต

.....กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย แสงอินทร์

.....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์

.....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย แสงอุดม

ตุลาคม 2545

© ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ขจรศักดิ์ คันทพนิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ขจรศักดิ์ คันทพนิต ผศ.ดร. รัชชัย แสงอุดม รศ.เอกชัย แสงอินทร์ ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และ ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์ ที่ให้ความกรุณาตรวจทาน และแก้ไขหนังสือวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ไพรพนธ์ อนุสารสุนทร ที่กรุณาให้คำปรึกษา และให้ความรู้เรื่องระบบการสื่อสารโดยละเอียด อาจารย์อัญชลี พึ่งนิ่ม ที่กรุณาให้คำปรึกษาเรื่องระบบสื่อสารแบบ CDMA คุณประยูรศักดิ์ พรายจันทร์ ที่ให้ความเอื้อเฟื้อในด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์ทั้งหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณแม่ ที่ได้ให้ความสนับสนุนทุนการศึกษาแก่ผู้เขียน และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ หากมีสิ่งขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้คงมีประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจ ที่จะศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับระบบ CDMA ต่อไป

กัญญา ทองถิ่น

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การควบคุมกำลังด้านย้อนกลับสำหรับระบบรังผึ้ง DS/CDMA โดยใช้หลักการฟิชเชิลจิก ร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม	
ชื่อผู้เขียน	นางสาวกัญญา ทองถิ่น	
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รศ. ขจรศักดิ์ กันธพนิต	ประธานกรรมการ
	รศ. ดร. เอกชัย แสงอินทร์	กรรมการ
	ผศ. ดร. เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์	กรรมการ
	ผศ. ดร. รัชชัย แสงอุดม	กรรมการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการควบคุมกำลังในด้านย้อนกลับของระบบรังผึ้ง DS/CDMA โดยใช้ฟิชเชิลจิก ร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อควบคุมกำลังที่สถานีฐานได้รับจากอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ให้มีค่าคงที่ เนื่องจากกำลังส่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เดินทางผ่านช่องสัญญาณที่เกิดการเฟดดิ้ง และ AWGN จึงเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดการแทรกสอดของสัญญาณ และลดประสิทธิภาพในการสื่อสารของผู้ใช้งานที่อยู่ไกลจากสถานีฐาน

งานวิจัยนี้เสนอตัวควบคุมฟิชเชิลจิกแบบพีไอ ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าผิดพลาดกำลังที่ได้รับที่สถานีฐาน เมื่อเทียบกับค่ากำลังที่สถานีฐานต้องการ และค่าผิดพลาดที่เปลี่ยนไป ค่าเอาต์พุตที่ได้จากตัวควบคุม คือกำลังที่เพิ่มหรือลดลง โดยอาศัยเจเนติกอัลกอริทึมในการหากฎ, รูปร่างและพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่เหมาะสมที่สุด ค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมที่ได้ จะถูกส่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ ให้เพิ่มหรือลดกำลังลง เพื่อควบคุมให้กำลังที่สถานีฐานได้รับจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีค่าใกล้เคียง 1 W ผลจากการวิจัยพบว่าค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ที่ได้จากตัวควบคุมที่สร้างขึ้นนี้มีค่าต่ำกว่าประมาณ 38% เมื่อเทียบกับตัวควบคุมแบบฟิชเชิลจิก ร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม

Thesis Title	Reverse Link Power Control for DS/CDMA Cellular System Using Fuzzy Logic with Genetic Algorithm	
Author	Miss Gansaya Thongtin	
M.Eng.	Electrical Engineering	
Examining Committee	Assoc. Prof. Kajornsak Kantapanit	Chairman
	Assoc. Prof. Dr. Akachai Sang-In	Member
	Asst. Prof. Dr. Sermsak Uatrongjit	Member
	Asst. Prof. Dr. Ratchai Saeng-Udom	Member

ABSTRACT

This paper presents the application of fuzzy logic control (FLC) using genetic algorithm (GA) to control the power in the reverse link of direct sequence, code-division multiple access (DS/CDMA) cellular system. The use of power control is essential in DS/CDMA system to compensate for the varying received powers due to the effect of fading and AWGN.

To tackle the power control problem, a fuzzy proportional-plus-integral (PI) control whose input variables are the received power and its error change is used for determining the user's transmitting power in order to maintain 1W received power at the base station. Genetic algorithm is used for generating the fuzzy rule-base, the shape and the range of membership functions to achieve the optimal fuzzy logic controller's parameter. Results from the simulation studies indicate that the outage probability of fuzzy logic with genetic algorithm is approximately 38% lower than that obtained by using fuzzy logic with neuron network.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ CDMA	
2.1 พื้นฐานระบบ DS/CDMA	5
2.2 สเปกตรัมแผ่กระจาย (Spread Spectrum)	7
2.3 มาตรฐาน IS-95 ของเครือข่ายไร้สายที่ใช้ระบบ CDMA	13
2.4 การส่งสัญญาณจากสถานีฐานไปยังโทรศัพท์ (Forward Link)	22
2.5 การส่งสัญญาณจากโทรศัพท์ไปยังสถานีฐาน (Reverse Link หรือ Up Link)	25
2.6 แบบจำลองการลดทอนของ Hata	26

บทที่ 3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบ DS/CDMA	
3.1 การออกแบบตัวควบคุม Fuzzy Ga Controller (FGa)	29
3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฟัซซี่ลอจิก	32
3.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เลียนแบบวิธีเจเนติกอัลกอริทึม	42
3.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองระบบ DS/CDMA ในด้านย้อนกลับ	51
3.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทดสอบตัวควบคุม FGa	63
3.6 เงื่อนไขของแบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัย	64
 บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลจากโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับโปรแกรมฟัซซี่ลอจิก (FGa)	67
4.2 ผลจากโปรแกรมสร้างแบบจำลองระบบ DS/CDMA ด้านย้อนกลับ	72
4.3 ผลของโปรแกรม FGa ที่ใช้กับระบบ DS/CDMA ด้านย้อนกลับ	74
4.4 ผลจากโปรแกรมทดสอบตัวควบคุม	78
 บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลงานวิจัย	83
5.2 ปัญหา และการแก้ปัญหา	84
5.3 ข้อเสนอแนะ	85
 เอกสารอ้างอิง	86
 ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รหัส Walsh 64-array (W0 - W63)	88
 ประวัติผู้เขียน	89

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ตัวอย่างการเข้ารหัสกฎ	45
4.1 ยีนที่ใช้แทนกฎของฟิชชีลอจิกของโครโมโซมชุดที่ 1	69
4.2 ยีนที่ใช้แทนกฎของฟิชชีลอจิกของโครโมโซมชุดที่ 2	70
4.3 โครโมโซมลูกที่เกิดจากการครอสโอเวอร์ตัวที่ 1	70
4.4 โครโมโซมลูกที่เกิดจากการครอสโอเวอร์ตัวที่ 2	71
4.5 ผลของโปรแกรม FGa โดยเปลี่ยนค่า p_c	75
4.6 ผลการทดลองโปรแกรม FGa ที่ใช้โครโมโซม 1,000 ชุดจำนวนรอบสูงสุด 1,000 รอบ อัตราการครอสโอเวอร์เป็น 0.3 และอัตราการมิวเตชันเป็น 0.01	76
4.7 พารามิเตอร์ของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก	77
4.8 ผลการทดลองหาค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้เมื่อเปลี่ยนจำนวนผู้ใช้งาน	81

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 การจัดการความถี่ของระบบ FDMA, TDMA และ CDMA	6
2.2 ระบบจำกัดแบนด์วิดท์ (Bandwidth limited system)	7
2.3 กำลังที่ใช้ในการส่งสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างระบบ CDMA, FDMA และ TDMA	7
2.4 ตัวอย่างการสร้างรหัส PN ที่ใช้ชิพรีจิสเตอร์จำนวน 4 ตัว ลำดับอินพุตเป็น 0,0,0,1	9
2.5 ตัวอย่างการทำสเปกตรัมแบบ Direct-sequence ของผู้ใช้ 3 คน	10
2.6 (ก), (ข) และ (ค) หลักการเข้ารหัส และถอดรหัสโดยใช้รหัส PN	11
2.7 โครงสร้างของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ CDMA และประเภทของช่องสัญญาณ	13
2.8 ระบบเครือข่าย CDMA และส่วนประกอบของชุมสาย	14
2.9 วงจรสร้างรหัส PN แบบยาวที่มีโครงสร้างเป็นแบบใช้ความยาวสูงสุด [1]	16
2.10 วงจรสร้างรหัสชุด I ที่มีโครงสร้างต่อกันแบบใช้ความยาวสูงสุด	17
2.11 วงจรสร้างรหัสชุด Q ที่มีโครงสร้างต่อกันแบบใช้ความยาวสูงสุด	17
2.12 รหัสข้อมูล และการชนกันของข้อมูล	18
2.13 โครงสร้างของช่องสัญญาณขาลง (Forward Link Channel หรือ Downlink Channel)	23
2.14 การจัดช่องสัญญาณที่ส่งออกโดยเครื่องลูกข่าย	25
3.1 โครงสร้างระบบควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบรังผึ้ง DS/CDMA ที่ใช้การควบคุม แบบ Fuzzy Genetic Power Control	31
3.2 ระบบควบคุมแบบฟัซซีลอจิก	32
3.3 กฎที่กฎที่ถูกใช้งานเมื่อ $E = 0.5$ และ $\Delta E = 5$	35
3.4 การหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรฟัซซีเอาต์พุต ด้วยตัวดำเนินการต่ำสุด	36
3.5 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม	38
3.6 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม ที่ได้จากการสุ่มจุด 3 จุด	41

3.7	ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปคางหมู ที่ได้จากการสุ่มจุด 4 จุด	41
3.8	ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปเกอซ์เซียน ที่ได้จากการสุ่มจุด 1 จุด	41
3.9	การเข้ารหัสของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม สำหรับตัวแปรอินพุต E	44
3.10	องค์ประกอบของโครโมโซม	44
3.11	ขั้นตอนในการสร้างสัญญาณในทิศทางจากโทรศัพท์ไปยังสถานีฐาน	51
3.12	วงจรเข้ารหัสแบบคอนโวลูชัน	52
3.13	(ก), (ข), (ค) และ (ง) การเข้ารหัสของบิต	53
3.14	การทำอินเตอร์ลิฟเวอร์	56
3.15	สัญญาณที่ได้หลังจากมอดูเลตกับสัญญาณชาแนลที่มีความถี่ 900 MHz	58
3.16	สัญญาณที่ได้หลังจากมอดูเลตกับสัญญาณโคชาแนลที่มีความถี่ 900 MHz	59
3.17	รูปสัญญาณที่ส่งออกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่	59
3.18	(ก) การวัดรัศมีของเซลล์รูปหกเหลี่ยม (ข) แบบจำลองการแบ่งพื้นที่เซลล์ และตำแหน่งของสถานีฐานแต่ละเซลล์	61
3.19	กำลังที่ลดลงเนื่องจากระยะทาง จากแบบจำลองของ Hata	66
4.1	(ก) และ (ข) ตัวอย่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่สร้างจากโครโมโซมชุดที่ 1 และ 2 ของโปรแกรม FGa	67
4.2	ขั้นตอนการทำการครอสโอเวอร์ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของโครโมโซมชุดที่ 1 และ 2	68
4.3	(ก), (ข) และ (ค) ผลของโปรแกรมมิวเตชัน	72
4.4	กำลังของสัญญาณที่ลดทอนเนื่องจากช่องสัญญาณเฟดดิ้งและสัญญาณรบกวน	73
4.5	การหาค่าความผิดพลาดของกำลังสัญญาณเทียบกับกำลังที่สถานีฐานต้องการได้รับ (0 dB)	74
4.6	ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรฟัซซี	78
4.7	ตำแหน่งของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้จากการสุ่มในพื้นที่ 19 เซลล์	79
4.8	ค่า SIR ของระบบที่มีผู้ใช้ 14 คนต่อเซลล์ ที่ใช้ตัวควบคุม FGa ที่เหมาะสมที่สุด	80
4.9	การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ระหว่างตัวควบคุม FGa กับ FNN [21]	82