

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้การส่งข้อมูล ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบรังผึ้ง (Cellular Mobile Radio System) โดยใช้ระบบดิจิทัล ที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ DS/CDMA มากขึ้น และคาดว่าจะจะเป็นรูปแบบที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 [3], [9] ซึ่งมีจำนวนผู้ใช้ต่อเซลล์มากกว่า 20 เท่า เมื่อเทียบกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ FDMA แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญในการนำ DS/CDMA มาใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบรังผึ้ง คือการเปลี่ยนแปลงของระดับกำลังในช่องสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงกว้าง เนื่องจากการเฟดดิ้งของสัญญาณ (signal fading) ที่เกิดจากสภาพแวดล้อม อุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ ช่องสัญญาณเหล่านี้ยังถูกระทบจากการถูกบัง (shadowing) ซึ่งเป็นการสูญเสียกำลังอย่างช้า ๆ ที่เกิดเนื่องจากโครงสร้างทางกายภาพที่สักถกัน สัญญาณระหว่างสถานีฐาน (base station) กับอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile unit) ดังนั้นหากอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ เคลื่อนที่ออกจากสถานีฐาน กำลังที่สถานีฐานจะได้รับจากผู้ใช้งานจะลดลง ในขณะที่ถ้า อุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ เคลื่อนเข้าหาสถานีฐาน กำลังที่สถานีฐานจะได้รับก็จะมากขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า สถานีฐานที่ใช้ระบบ DS/CDMA จะได้รับกำลังจากผู้ใช้งานที่อยู่ใกล้ มากกว่า ผู้ใช้งานที่อยู่ไกลออกไป เป็นผลให้เกิดการแทรกสอด (interference) โดยสัญญาณที่แรงกว่า ทำให้คุณภาพในการสื่อสารของผู้ใช้งานที่อยู่ไกลออกไปลดลง เราเรียกปัญหานี้ว่าปัญหาความใกล้-ไกล (near-far problem)

เราจึงต้องทำการออกแบบวิธีการควบคุมกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการออกแบบระบบ DS/CDMA เนื่องจากวัตถุประสงค์สามประการคือ [16]

- 1) เพื่อเพิ่มจำนวนผู้ใช้ในเซลล์ระบบ CDMA ให้มากขึ้น
- 2) ลดปัญหาใกล้-ไกล และนอยส์ที่เกิดจากการแทรกสอด
- 3) ยืดเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เนื่องจากเทคนิคฟิซซีลอจิก เป็นการส่งทอดความสัมพันธ์ (mapping) ระหว่างตัวแปรอินพุตกับตัวแปรเอาต์พุต โดยผ่านกระบวนการตัดสินใจโดยใช้กฎ ซึ่งเราไม่จำเป็นต้องทราบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างตัวแปรอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้ จึงได้นำเอาเทคนิคการควบคุมที่ใช้ฟิซซีลอจิก มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบรังผึ้ง DS/CDMA เพื่อเพิ่มสมรรถนะในด้านความจุให้ดีขึ้น โดยอาศัยหลักการของเจนดิกอัลกอริทึมเพื่อทำการหากฎและพารามิเตอร์ของกฎ ที่มีความเหมาะสมที่สุด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ทำการออกแบบ และสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบรังผึ้ง DS/CDMA โดยใช้หลักการฟิซซีลอจิก ร่วมกับเจนดิกอัลกอริทึม โดยทำการเปลี่ยนรูปร่างของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟิซซีลอจิก เพื่อทำการหากฎ และพารามิเตอร์ที่ให้ค่ากำลังผิดพลาดน้อยที่สุด และให้ค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ (Outage Probability) มีค่าน้อย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารของผู้ใช้ แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ที่ได้กับวิธีควบคุมกำลังโดยใช้หลักการฟิซซีลอจิก ร่วมกับวิธีโครงข่ายประสาท (FNN) [21]

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

สามารถนำผลการวิจัยไปปรับใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบรังผึ้ง DS/CDMA จริงได้ และพัฒนาการควบคุมทางด้านการสื่อสารโดยใช้วิธีปัญญาประดิษฐ์

1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Szu-Lin Su และ Shinn-Shyue Shieh [19] ได้ทำการเปรียบเทียบการควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบรบกวน DS/CDMA โดยใช้เทคนิคการควบคุมสามแบบคือ ADM-PC (Adaptive DM-PC) และ DPCM-PC ทั้งสองวิธีนี้เป็นวิธีควบคุมที่ใช้กลไกการตัดสินใจที่พัฒนามาจากวิธี Fixed step power control (DM-PC) แต่ ADM-PC จะมีข้อแตกต่างตรงที่ ขนาดของ Step size แต่ละอันสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องใช้ตัวควบคุมที่มีความฉลาดมากพอที่จะเปลี่ยนขนาดของ Step size ส่วนวิธี DPCM-PC จะแตกต่างกับ DM-PC ตรงที่จะต้องทำการส่งสัญญาณควบคุมกำลังมากกว่า 1 บิต ไปยังอุปกรณ์โทรศัพท์ ผลที่ได้จากวิธีนี้ ยังไม่สามารถควบคุมการผิดพลาดของบิตที่เกิดขึ้นได้อย่างแม่นยำเท่าที่ควร

Tanskanen, *et al.* [20] ได้ใช้เทคนิคในการควบคุมกำลังของระบบรบกวน DS/CDMA โดยอาศัยการคาดเดาสัญญาณกำลังในช่องสัญญาณข้างเคียง โดยมีพื้นฐานมาจากโมเดลสัญญาณแบบโพลีโนเมียล และได้ค้นพบจากการทดลองว่าควรใช้โมเดลการกรอง (filtering) สัญญาณชนิด FIR โพลีโนเมียล ซึ่งจะให้สัญญาณกำลังที่มีความราบเรียบยิ่งขึ้น แต่จะต้องทำภายใต้เงื่อนไขที่ว่าช่องสัญญาณจะต้องไม่มีการล่าช้าของสัญญาณ ซึ่งยังคงต้องทำการปรับปรุงอย่างมากเพื่อให้ใช้ได้กับช่องสัญญาณจริงๆ

Gao X. M., *et al.* [7] ได้ใช้เทคนิคการควบคุมกำลังด้านย้อนกลับของระบบรบกวน DS/CDMA โดยการออกแบบตัวควบคุมที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ที่ประกอบด้วย Functional link neural network (FLNN) กับเพอร์เซปตรอน (perceptron) แบบหลายชั้น (MLP) และใช้เทคนิคที่เรียกว่า Predictive minimum description length (PMDL) ในการหาจำนวนโหนดทั้งด้านอินพุตและเอาต์พุต รวมทั้งจำนวนโหนดในชั้นซ่อนที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งพบว่าสามารถลดทอนของสัญญาณแทรกสอดได้มาก และให้ความจุที่ดี แต่มีเงื่อนไขของระบบคือ จะต้องมีความถี่การเกิดความล่าช้าของสัญญาณน้อยๆ และจะต้องมีการลดการเกิดเฟดดิ้งแบบเร็ว ก่อนจึงจะสามารถใช้การควบคุมแบบนี้ได้ดี

Gao X. M., *et al.* [8] ได้ใช้เทคนิคการออกแบบตัวควบคุมที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ MENN (Modified Elman Neural Network) มาทำการควบคุมกำลังในด้านย้อนกลับของระบบรบกวน DS/CDMA ซึ่งใช้ได้ผลดีกับระบบที่เป็นแบบพลวัต โดยยิ่งถ้าเพิ่มจำนวนชั้นซ่อนมากขึ้นเท่าไร ก็จะทำให้ได้ค่าผิดพลาดที่น้อยลงเท่านั้น แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มาก และอาจให้ผลที่ไม่ถูกต้อง ถ้ารับค่าอินพุตที่ไม่เคยได้รับการเรียนรู้มาก่อน

Po-Rong Chan, *et al.* [15], [16] ได้ใช้เทคนิคการออกแบบตัวควบคุมที่ใช้ฟuzzyลอจิก มาทำการควบคุมกำลังในด้านย้อนกลับของระบบบั้ง DS/CDMA โดยใช้ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมูในด้านอินพุตและเอาต์พุต ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้น มีค่าน้อยกว่าและให้ความจุที่มากกว่าการควบคุมแบบที่ใช้ Fixed step control แต่กฎและรูปแบบของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟuzzyลอจิก ที่ใช้นั้น ไม่มีเหตุผลมารองรับ จึงอาจจะยังไม่ใช่วิธีแบบที่เหมาะสมที่สุด

Wu Xinyu, *et al.* [21] ได้ใช้เทคนิคการออกแบบฟuzzyลอจิก โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม มาช่วยในการออกแบบกฎ โดยข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ได้มาจากการทดลองของ Po-Rong Chan, *et al.* [15], [16] แต่เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียม จำเป็นที่ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มาก ยังต้องการให้ได้การควบคุมที่ดีมากเท่าไร ก็ต้องใช้ข้อมูลในการเรียนรู้มาก และใช้เวลานาน ซึ่งอย่างไรก็ตาม แม้ว่าทำการเรียนรู้อย่างไร ก็อาจเกิดความผิดพลาดในการควบคุมได้ เพราะค่าอินพุตที่ให้กับตัวควบคุมอาจไม่เคยได้รับการเรียนรู้มาก่อน และนอกจากนี้กฎและฟังก์ชันการเป็นสมาชิกใน [15], [16] อาจจะยังไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นสมรรถนะของการควบคุมจึงอาจพัฒนาให้ดีกว่านี้ได้ ถ้าทำการหารูปแบบของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกและกฎที่เหมาะสมที่สุดในเงื่อนไขเดียวกัน

Andrea Abrardo, *et al.* [6] ได้ทำการวิเคราะห์ระบบควบคุมกำลังในด้านย้อนกลับของระบบบั้ง DS/CDMA โดยใช้โครงสร้างที่เป็นแบบวงปิด เพื่อทำการทดแทนการเฟดดิ้งแบบเร็ว และใช้ช่องสัญญาณแบบเลือกความถี่ โดยจะทำการประมาณค่าผิดพลาดแล้วนำกลับไปป้อนกลับเข้าสู่ระบบควบคุม ซึ่งพบว่ามีผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากกำลังที่ใช้ในการส่งสัญญาณจากโทรศัพท์เคลื่อนที่มีปริมาณที่จำกัด

จากงานวิจัยที่กล่าวมา ได้มีการพัฒนาวิธีการควบคุมกำลังของระบบบั้ง DS/CDMA โดยจากเดิม เริ่มต้นด้วยวิธีการคำนวณ และการคาดเดา ซึ่งพบว่ามีข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมของช่องสัญญาณมาก ซึ่งอาจไม่เป็นไปตามลักษณะของช่องสัญญาณจริง ต่อมาจึงมีการพัฒนามาใช้วิธีทางด้านปัญญาประดิษฐ์ พบว่าวิธีการควบคุมกำลังเหล่านี้มีความยืดหยุ่นต่อสภาพแวดล้อมของระบบ แต่ก็ยังคงมีข้อบกพร่องในด้านความเร็วในการคำนวณและความเหมาะสมของพารามิเตอร์ต่างๆ จึงต้องทำการพัฒนาเพื่อให้ได้ตัวควบคุมที่สมบูรณ์แบบ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้ จึงเสนอวิธีที่ใช้ฟuzzyลอจิก ที่ใช้เอนติกัลลอริทึมในการออกแบบฟuzzyลอจิก ซึ่งน่าจะให้ผลการควบคุมในด้านของความจุที่ดีขึ้น และให้ค่าผิดพลาดที่ลดน้อยลง