

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องการทำนายค่ากำลังด้านย้อนกลับสำหรับระบบซีดีเอ็มเอ โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์แมชีน จากนั้นจะกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย และในส่วนท้ายสุดจะเป็นการสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ (Code Division Multiple Access: CDMA) ได้มีการวิจัยและพัฒนามาตั้งแต่ต้นปี ค.ศ. 1989 โดยมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้บริการ ทำให้ต้องมีการคิดค้นวิจัยในการเพิ่มความจุช่องสัญญาณของระบบ จนกระทั่งปลายปี ค.ศ. 1992 จึงมีการกำหนดมาตรฐาน IS-95 ขึ้นเพื่อให้เป็นมาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ [1,2]

หลักการพื้นฐานของระบบซีดีเอ็มเอ คือการแบ่งความถี่ทั้งหมดออกเป็นช่วง แต่ละช่วงมีความกว้างเท่ากันคือ 1.25 MHz ผู้ใช้บริการโทรศัพท์แต่ละรายจะมีชุดรหัสเฉพาะค่าหนึ่ง ที่แตกต่างกับผู้ใช้รายอื่น จึงทำให้สามารถใช้งานแถบความถี่ร่วมกันได้ การใช้งานร่วมแถบความถี่เดียวกันนี้จะก่อให้เกิดการรบกวนกันในเชิงความถี่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นปัญหาอย่างหนึ่งต่อคุณภาพการให้บริการของระบบซีดีเอ็มเอ

ในการติดต่อกันระหว่างผู้ใช้บริการ ต้องมีการเชื่อมต่อสัญญาณกันผ่านสถานีฐาน ซึ่งประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อกันระหว่างสถานีฐานและเครื่องลูกข่าย จะเป็นส่วนที่กำหนดคุณภาพและขีดความสามารถในการให้บริการสื่อสาร โดยสามารถแบ่งการติดต่อระหว่างสถานีฐานและเครื่องลูกข่ายเป็น 2 ส่วน คือ การส่งข้อมูลจากสถานีฐานไปยังเครื่องลูกข่าย (Forward Link) และการส่งข้อมูลจากเครื่องลูกข่ายไปยังสถานีฐาน (Reverse Link) ปัญหาที่มีผลกระทบต่อลักษณะการส่งผ่านสัญญาณ ได้แก่ การลดทอนของสัญญาณที่แปรตามระยะทาง (Path Loss) ปัญหาความใกล้ไกล (Near-Far Problem) การเฟดดิ้ง (Fading) การบัง (Shadowing หรือ Large Scale Fading) การแทรกสอดแบบเข้าถึงหลายทาง (Multiple Access Interference) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้ระดับกำลังของสัญญาณที่สถานีฐานได้รับมีค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่าระดับอ้างอิงที่ต้องการ [3]

ในการควบคุมระดับกำลังส่งของเครื่องลูกข่ายทุกเครื่อง จะถูกทำให้มีระดับกำลังสัญญาณที่ได้รับที่สถานีฐานมีค่าเท่ากัน เพื่อให้เกิดการรบกวนกันจากเครื่องลูกข่ายหนึ่งไปยังอีกเครื่องลูกข่ายหนึ่งให้มีค่าน้อยที่สุด โดยสถานีฐานจะทำการวัดระดับกำลังสัญญาณของเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องแล้วทำการประมวลผลเพื่อสั่งการให้เครื่องลูกข่ายนั้นมีการเพิ่มหรือลดระดับกำลังให้อยู่ในระดับอ้างอิง แต่เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันไป เป็นสาเหตุทำให้สถานีฐานได้รับสัญญาณที่อาจไม่ต่อเนื่องรวมถึงเกิดการล่าช้า (Delay) ของสัญญาณ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการทำนายค่า (Prediction) ของสัญญาณที่ได้รับ [5-7]

ในการพัฒนาวิธีหรือเทคนิคเพื่อใช้ควบคุมกำลังของระบบซีดีเอ็มเอเริ่มต้นจากการคำนวณและการทำงานทางสถิติ ซึ่งพบว่ามีปัจจัยสภาพแวดล้อมมากมายที่มีผลกระทบต่อช่องสัญญาณสื่อสาร ต่อมาจึงมีการนำวิธีการทางด้านปัญญาประดิษฐ์เข้ามาประยุกต์ใช้ [5-10,28-33] ซึ่งพบว่าวิธีการเหล่านี้มีความยืดหยุ่นต่อสภาพแวดล้อมของระบบ แต่สิ่งที่ยังเป็นข้อบกพร่องก็คือ ความเร็วในการประมวลผล และความเหมาะสมของพารามิเตอร์

ซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชีน เป็นโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบใหม่ ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบดั้งเดิม [11,12] ได้มีการนำเอาซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชีนมาประยุกต์ใช้กับงานด้านวิศวกรรมกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งสำหรับการควบคุมกำลังของระบบซีดีเอ็มเอจะต้องมีส่วนของการทำนาย (Prediction) ค่ากำลังของเครื่องลูกข่ายที่รับได้ ณ สถานีฐาน จึงมีการนำคุณสมบัติของซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชีนแบบถดถอยมาใช้ในการทำนายค่ากำลังด้านย้อนกลับนี้ เพื่อให้สถานีฐานนำค่าเหล่านี้มาประมวลผลและใช้ในการสั่งให้เครื่องลูกข่ายเพิ่มหรือลดกำลังในการส่งสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนระหว่างผู้ใช้น้อยที่สุด และให้ความจุช่องสัญญาณหรือจำนวนผู้ใช้ในระบบมีมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงาน ออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมสำหรับใช้ในการทำนายค่ากำลังด้านย้อนกลับของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ โดยประยุกต์ใช้ความสามารถของซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชีนสำหรับการถดถอยเปรียบเทียบกับการทำนายจากโครงข่ายประสาทแบบเชิงเส้นและแบบไม่เชิงเส้น

1.2.2 เพื่อให้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ สามารถเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการได้มากขึ้น โดยที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนอันเนื่องมาจากการแทรกสอดจากผู้ใช้อื่นให้น้อยที่สุด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 สร้างโปรแกรมในการทำนายค่ากำลังด้านย้อนกลับสำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ โดยใช้โปรแกรม MATLAB
- 1.3.2 นำโปรแกรมที่สร้างได้มาทดสอบร่วมกับแบบจำลองช่องสัญญาณด้านย้อนกลับซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ
- 1.3.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายค่าสัญญาณด้านย้อนกลับของตัวทำนายซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนแบบถดถอยกับตัวทำนายโครงข่ายประสาท

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1.4.1 ได้รู้หลักการงานและวิธีการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการทำนายค่ากำลังด้านย้อนกลับสำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอทั้งในส่วนตัวทำนายซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนแบบถดถอยและตัวทำนายโครงข่ายประสาท
- 1.4.2 สามารถนำเอาขั้นตอนวิธีการทำนายซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนแบบถดถอยไปประยุกต์ใช้กับระบบงานควบคุมอื่น ๆ

1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Gao และ คณะ [5] ได้ทำการเปรียบเทียบการทำนายกำลังของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอแบบไคเรกซ์ซีเควนซ์ (DS-CDMA) ระหว่างการทำนายแบบเชิงเส้น (Linear Prediction) และการทำนายโดยใช้โครงข่ายประสาท (Neural Network) พบว่า การทำนายโดยใช้โครงข่ายประสาทสามารถให้ผลที่ดีกว่า โดยทำให้สัญญาณรบกวนลดลงมากกว่า และได้สัญญาณเอาต์พุตที่มีค่า Signal-to-Noise Ratio (SNR) ดีกว่าการทำนายแบบเชิงเส้น งานวิจัยนี้ได้นำมาพัฒนาต่อเพื่อใช้ในระบบที่มีการควบคุมกำลัง (Power Control)

Gao และ คณะ [6] ได้นำโครงข่ายประสาทแบบเหมาะสมที่สุด (Optimal Neural Network) มาใช้ในการทำนายกำลังของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอแบบไคเรกซ์ซีเควนซ์ (DS-CDMA) โดยที่ตัวทำนายประกอบด้วย Adaptive Linear Element (Adaline) และ Multilayer Perceptron (MLP) และใช้หลักการของ Predictive Minimum Description Length (PMDL) ในการเลือกจำนวนของอินพุตและจำนวนโหนดซ่อน (Hidden Node) ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งผลการวิจัยพบว่าสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดี และทำให้ความจุของช่องสัญญาณเพิ่มขึ้น แต่มีเงื่อนไขของระบบคือ ระบบจะต้องไม่มีความล่าช้าของสัญญาณ และมีการลดลงของเฟดดิ้งอย่างรวดเร็ว

Wongsathan [9] ได้นำเอาระบบควบคุมแบบนิวโรฟuzzyมาใช้ควบคุมกำลังในระบบซีดีเอ็มเอแบบไคเรกซ์ซีเควนซ์ (DS-CDMA) ซึ่งพารามิเตอร์ของตัวควบคุมถูกปรับด้วยเทคนิคอัลกอริทึม โดยทำการเปรียบเทียบกับระบบควบคุมแบบฟuzzy มีข้อมูลขาเข้าเป็นค่าผิดพลาดระหว่างกำลังส่งของเครื่องลูกข่ายกับกำลังอ้างอิงที่สถานีฐานและการเปลี่ยนแปลงของกำลังส่ง ข้อมูลขาออกจะเป็นการปรับกำลังให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยทำการทดสอบกับแบบจำลองช่องสัญญาณหลายแบบพบว่าระบบควบคุมแบบนิวโรฟuzzyให้ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise Ratio: SNR) ที่ดีกว่าระบบควบคุมแบบฟuzzy

Ardalani และ คณะ [10] ได้ทำการเปรียบเทียบผลการทำนายค่าสัญญาณต่อสัญญาณแทรกสอด (Signal-to-Interference Ratio: SIR) ในระบบซีดีเอ็มเอแบบไคเรกซ์ซีเควนซ์ ของตัวทำนายแบบโครงข่ายประสาทสองแบบคือ Adaptive Linear Element (Adaline) และ Multilayer Perceptron (MLP) โดยเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมจากค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด (Minimum Mean Square Error: MMSE) พบว่าที่ความเร็วเครื่องลูกข่าย 5 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตัวทำนาย Adaline และตัวทำนาย MLP ให้ค่าความผิดพลาดใกล้เคียงกัน แต่ถ้าเครื่องลูกข่ายมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตัวทำนาย MLP จะให้ค่าผิดพลาดเฉลี่ยสูงกว่าตัวทำนาย Adaline เป็น 2 เท่า แสดงว่าตัวทำนาย Adaline มีความเหมาะสมมากกว่าตัวทำนาย MLP เมื่อเครื่องลูกข่ายมีความเร็วสูง

Rohwer และ คณะ [13] ได้นำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนแบบค่ากำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Support Vector Machine: LS-SVM) มาใช้ในการเรียนรู้เพื่อแบ่งกลุ่มค่าประมาณของค่าไอเกน (Eigenvalues estimate) เพื่อใช้ในการควบคุมระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอ โดยใช้ อัลกอริทึม 2 แบบ คือ แบบ Binary LS-SVM ซึ่งจะสั่งการให้เครื่องลูกข่ายเพิ่มหรือลดกำลังที่ละขั้น และแบบ Multiclass LS-SVM ซึ่งจะสั่งการให้เครื่องลูกข่ายเพิ่มหรือลดกำลังโดยมีกลุ่มขั้นให้เลือกหลายค่า ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองแบบให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ต่ำ และให้สมรรถนะของระบบที่ดีถ้าใช้พารามิเตอร์ของเคอร์เนลแบบเชิงเส้น

Trafalis และ Ince [14] ได้นำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนโดยใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลชนิด ฟังก์ชันเรเดียเบซิส (RBF Kernel Function) มาประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์ทางการเงิน โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคโครงข่ายประสาทแบบฟังก์ชันเรเดียเบซิส และโครงข่ายประสาทแบบแพร่กลับค่าผิดพลาด ซึ่งผลการทดสอบได้ทำนายราคาสินค้าราคาหุ้น (Stock Prices) ของบริษัท IBM บริษัท YAHOO และ บริษัท AOL พบว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนมีประสิทธิภาพดีกว่าทั้งสองเทคนิคข้างต้น

Theera-Umpon และ Boonpasert [15] ได้พัฒนาแบบจำลองกระแสไฟฟ้าที่มีปัจจัยมาจากกระแสลม ใช้ชื่อว่า “แบบจำลองกระแสไฟฟ้าเชิงใหม่” เพื่อทำนายและติดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของผู้ประสพภัยทางทะเล โดยใช้ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีนสำหรับการวิเคราะห์ถดถอย เปรียบเทียบกับแบบจำลองกระแสไฟฟ้าพริ้นซ์ตัน ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ที่มีราคาแพง พบว่าแบบจำลองกระแสไฟฟ้าเชิงใหม่ให้ผลการทำนายออกมาใกล้เคียงกับแบบจำลองกระแสไฟฟ้าพริ้นซ์ตัน

Li และคณะ [16] ได้นำซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีนโดยการใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลชนิดฟังก์ชันเรเดียลเบซิส (RBF Kernel Function) มาประยุกต์สำหรับพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นของสถานีไฟฟ้าย่อย โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่น เช่น แบบจำลองของอนุกรมเวลา ระบบผู้เชี่ยวชาญ โครงข่ายประสาทเทียม ฯลฯ ซึ่งพบว่า การพยากรณ์ค่าโหลดสูงสุดรายชั่วโมงในแต่ละวันตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง ให้ผลที่ถูกต้องกว่าเทคนิคแบบอื่น

Pasaha และ Theera-Umpon [17] ได้ประยุกต์ใช้การแปลงเวฟเล็ตร่วมกับซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีนในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้น โดยเปรียบเทียบกับการพยากรณ์ 3 แบบคือ การพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาท (NN) การพยากรณ์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ตร่วมกับโครงข่ายประสาท (WTNN) การพยากรณ์โดยใช้ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีนสำหรับวิเคราะห์การถดถอย (SVR) พบว่าการพยากรณ์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ตร่วมกับซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีนได้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่า

ในบทต่อไปจะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบซีดีเอ็มเอ การรับส่งสัญญาณระหว่างสถานีฐานกับเครื่องลูกข่าย การควบคุมกำลังส่ง ปัญหาของการส่งสัญญาณ และความจุของช่องสัญญาณ บทที่ 3 อธิบายเกี่ยวกับซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีน การทำนายด้วยซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีนสำหรับการถดถอย บทที่ 4 อธิบายในส่วนการออกแบบตัวทำนายค่ากำลังส่งย้อนกลับโดยใช้ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีน เปรียบเทียบกับตัวทำนายโครงข่ายประสาท บทที่ 5 เป็นผลของการหาแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับตัวทำนายแต่ละแบบ และผลการทำนายที่ได้จากแบบจำลองข้างต้น รวมถึงการหาประสิทธิภาพของตัวทำนายที่ได้โดยพิจารณาจากค่า SNR และค่าความจุของระบบ ในส่วนสุดท้ายในบทที่ 6 จะเป็นการสรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ