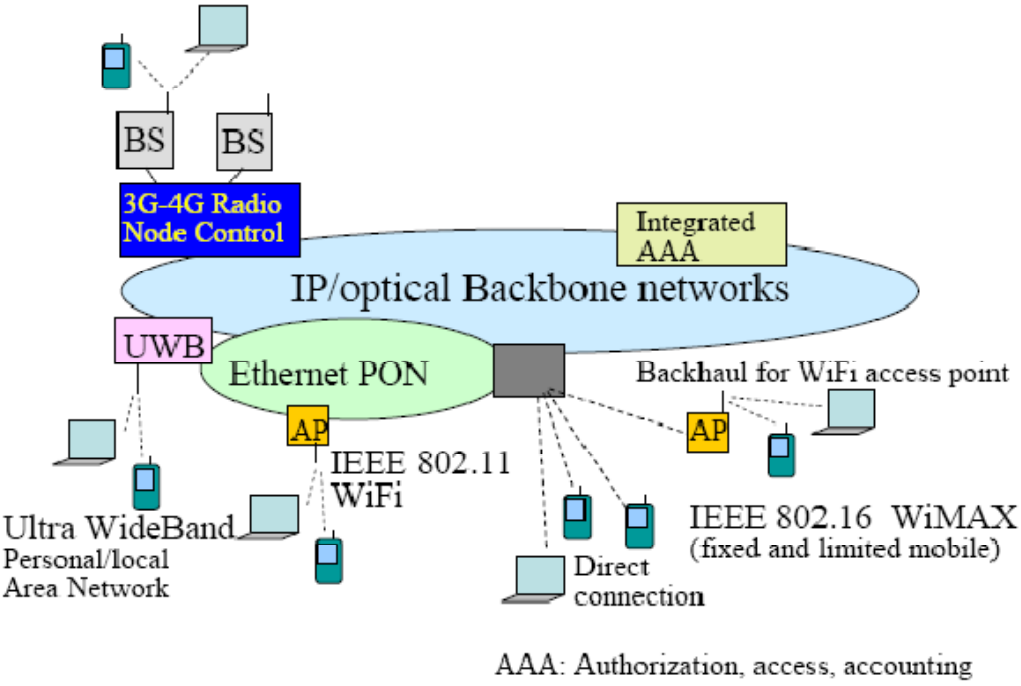
บทที่ 1
บทนำ

การโทรคมนาคมจากอดีตจนถึงปัจจุบันและอนาคตข้างหน้านั้นล้วนเป็นความต้องการมนุษย์เพื่อบรรลุผลในการสื่อสารส่งข่าวสารระยะไกลและการส่งข่าวสารไปในระยะไกลนี้ ข่าวสารจากจุดส่งไปถึงจุดรับต้องเดินทางผ่านตัวกลางหรือเส้นทางในการส่งผ่าน เส้นทางในการส่งผ่านนี้ยิ่งไกลยิ่งต้องผ่านกระบวนการมากเพื่อให้ส่งผ่านไปถึงจุดรับและรับได้อย่างถูกต้องอย่างไม่ผิดเพี้ยน จึงได้มีการคิดค้นกระบวนการมากมายในการส่งข่าวสารเพื่อนำข่าวสารไปถึงที่หมายซึ่งกระบวนการและตัวกลางในการส่งผ่านมีด้วยกันหลายรูปแบบ การส่งผ่านด้วยสายส่งจะเป็นสาย หรือ ไฟเบอร์อ๊อฟตริก (Fiber optic) การส่งผ่านไปในอากาศหรือเรียกว่าการส่งด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RF: Radio Frequency) และในการส่งด้วยคลื่นความถี่นี้เมื่อต้องการส่งไปในระยะไกลนั้นจะต้องมีกระบวนการทวนสัญญาณมีทั้ง ระบบไมโครเวฟ (Microwave) เป็นตัวทวนสัญญาณทางภาคพื้นดินอุปกรณ์ทวนสัญญาณที่อยู่เหนือชั้นบรรยาการที่เรียกันว่า ระบบดาวเทียม (Satellite) เป็นตัวทวนสัญญาณที่อยู่บนวงโคจรของโลกและเป็นระบบการส่งผ่านที่ส่งได้ครอบคลุมพื้นที่โลก

การส่งสัญญาณผ่านไปในย่านความถี่นี้เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยเริ่มต้นจากวิทยุเอเอ็ม วิทยุเอฟเอ็ม วิทยุสื่อสาร เป็นการส่งแบบทิศทางเดียวและ ส่งแบบผลัดรับผลัดส่ง (Walkie-talkies) ตามลำดับ พัฒนามาถึงโทรศัพท์ไร้สายเคลื่อนระบบ Cellular Telephones ที่ต้องมีระบบโครงข่ายมารองรับการติดต่อและรองรับส่งข้อมูลอย่างอื่นๆเพิ่มขึ้นอีกเป็นลำดับ เช่น ภาพวิดีโอ และมีการพัฒนาต่อมาอย่างไม่หยุดยั้ง มาถึงปัจจุบัน

ปัจจุบันผู้คนมิได้ต้องการเพียง การส่งเสียงพูด การส่งข้อความ แต่มีความต้องการส่งทั้งภาพและเสียงหรือที่เรียกว่า มัลติมีเดีย การรองรับการส่งผ่านมัลติมีเดียนั้นต้องมีกระบวนการที่ให้ประสิทธิภาพในการส่งผ่านเนื่องจากมัลติมีเดีย เป็นการส่งทั้งภาพและเสียงในเวลาเดียวกันและข้อมูลข่าวสารนี้มีขนาดใหญ่ จึงต้องมีกระบวนการส่งผ่านที่ให้ประสิทธิภาพในการส่งผ่านเพื่อใช้ตัวกลางหรือช่องสัญญาณอย่างคุ้มค่าและมีกระบวนการในการจัดการแบ่งรูปแบบโครงข่ายและและการเชื่อมต่อให้เหมาะสม การรวมโครงข่ายย่อยหลายๆโครงข่ายเข้าด้วยกันเป็นโครงข่ายใหญ่ การเชื่อมโครงข่ายใยแก้วเข้ากับโครงข่าย การเชื่อมโครงข่ายเข้าด้วยกันดังจะแสดงได้ดังรูปที่ 1.1 เป็นการเชื่อมต่อที่รวมครอบคลุมการสื่อสาร



รูปที่ 1.1 การรวมโครงข่ายไฟเบอร์และโครงข่ายไร้สายเข้าด้วยกันเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่

ระบบโครงข่ายไร้สายขนาดย่อยดังแสดงในรูปที่ 1.2 เป็นโครงข่ายย่อย (WLAN Wireless Local Area Network) ที่ปัจจุบันจะเป็นมาตฐาน IEEE 802.11 เมื่อมาพิจารณาที่ชั้น Physics Layer สัญญาณที่ใช้ให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านได้สูงและสัญญาณมีความทนทานต่อการรบกวนในช่องสัญญาณได้ดี และเป็นการส่งผ่านที่ได้ ซึ่งเทคนิควิธีการส่งผ่านของระบบข้างต้นใช้สัญญาณโอเอฟดีเอ็ม (Orthogonal frequency division multiplexing) ในการจัดส่งสัญญาณซึ่งเป็นเทคนิควิธีนึงที่ช่วยให้ใช้ช่องสัญญาณได้อย่างคุ้มค่า

รูปที่ 1.2 การส่งสื่อสารในระบบโครงข่ายแบบไร้สาย (WLAN)

วิธีการของโอเอฟดีเอ็มเป็นอีกหนึ่งวิธีการ ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากและได้มีการนำมาใช้ปัจจุบัน และพัฒนายิ่งขึ้นสำหรับใช้ในระบบสื่อสารในอนาคต ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงศึกษาข้อดีและข้อด้อยของวิธีการโอเอฟดีเอ็มนี้ พร้อมกันนี้ยังได้เสนอวิธีการแก้ไขข้อด้อยสำหรับวิธีการของโอเอฟดีเอ็ม ดังจะได้แสดงเป็นลำดับได้ดังต่อไปนี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย และพื้นฐานของระบบโอเอฟดีเอ็ม ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคการมอดูเลตแบบโอเอฟดีเอ็มช่องสัญญาณที่มีการจางหายหลายเส้นทาง (Muti-path fading) และวงจรภาคขยายแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear Amplifier) การประมาณช่องสัญญาณทางด้านรับ (Equalization)

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์สำหรับระบบโอเอฟดีเอ็มแบบที่นำเสนอ ซึ่งเป็นกระบวนการทางด้านเครื่องส่ง และช่องสัญญาณที่มีการจางหายแบบหลายวิถี โดยที่ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้สภาวะการจางหายของสัญญาณแบบมีการจางหายแบบ 16 เส้นทางเป็นสมมุติฐานในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ และหลังจากกระบวนการลดค่าพีเอพีอาร์ทางด้านเครื่องส่งและผ่านช่องสัญญาณไปจะเป็นกระบวนการทางด้านเครื่องรับด้วยวิถีการประมาณช่องสัญญาณ

บทที่ 4 เป็นกล่าวถึงการหาค่าสมรรถนะของวิธีการที่นำเสนอในระบบโอเอฟดีเอ็ม พารามิเตอร์ที่ใช้ และผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นสามารถจะทำให้ระบบโอเอฟดีเอ็มมีสมรรถนะที่ดีขึ้น

บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสื่อสารข้อมูลแบบไร้สำหรับคอมพิวเตอร์หรือ WLAN ในปัจจุบันนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการติดตั้ง ซึ่งมาตราฐานที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันคือ IEEE 802.11 a/b/g หรือ HIPERLAN/2

จากมาตราฐานการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายสำหรับคอมพิวเตอร์ จะเห็นได้ว่าปัจจุบันวิธีการโอเอฟดีเอ็มได้รับความสนใจเป็นอย่างมากสำหรับการกำหนดมาตราฐานในอนาคต เนื่องจากข้อดีของวิธีโอเอฟดีเอ็ม (OFDM :Orthogonal frequency division multiplexing) คือเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการใช้งานความถี่และทนทานต่อการจางหายในช่องสัญญาณแบบหลายวิถี (Multi-path fading channel) แต่เทคนิคการสื่อสารด้วย วิธีการของโอเอฟดีเอ็มนี้ก็ยังมีข้อด้อย คือค่าพีเอพีอาร์ของสัญญาณโอเอฟดีเอ็มในแกนเวลามีค่าสูง[3] สัญญาณของ โอเอฟดีเอ็มที่มีค่าพีเอพีอาร์สูง จึงเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของบิทเออร์เลอร์เลท(BER: Bit Eror Rate) หรือ

ประสิทธิภาพอัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูลในระบบโอเอฟดีเอ็มลดลง ซึ่งเกิดขึ้นที่วงจรของเครื่องส่งแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear amplifier transmitter) นอกจากนี้แล้วค่าพีเอพีอาร์ของสัญญาณในแกนเวลาที่มีค่าสูงของสัญญาณโอเอฟดีเอ็มนี้ จะทำให้ประสิทธิภาพการ ใช้พลังงานแย่ลงและความต้องการใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอลมีย่านการทำงานที่กว้างขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาอย่างขว้างขวาง เพื่อลดพีเอพีอาร์ของสัญญาณโอเอฟดีเอ็มในแกนเวลาที่มีค่าสูงนี้ เพื่อให้ประสิทธิภาพของอัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูลดีขึ้น

จากผลงานวิจัยในปัจจุบันได้มีนักวิจัยเสนอวิธีการเพื่อลดพีเอพีอาร์ของสัญญาณโอเอฟดีเอ็มในแกนเวลา ซึ่งวิธีการที่ได้เสนอไปแล้วนั้นมีอยู่หลายวิธีการด้วยกัน เช่น วิธีการเอสแอลเอ็ม (SLM: SeLected Mapping) วิธีการพีทีเอส (PTS: Partial Transmit Sequence) ซึ่งหลักการของวิธีการเอสแอลเอ็มและวิธีการพีทีเอส จะใช้วิธีการควบคุมเฟสของคลื่นพาหะย่อยข้อมูล เพื่อลดค่าพีเอพีอาร์ของสัญญาณโอเอฟดีเอ็ม ดังนั้นวิธีเอสแอลเอ็มและวิธีการพีทีเอส จำเป็นต้องส่งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเฟส เพื่อให้ทางด้านเครื่องรับทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเฟส หรือเรียกว่า ไซด์อินเฟอร์เมชั่น(Side information) เพื่อให้สามารถทำการดีมอดดูเลท (Demodulation) สัญญาณเดิมได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าไซด์อินเฟอร์เมชั่นจำเป็นต้องมีการส่งรับ ที่มีความแม่นยำสูงเพื่อป้องกันความผิดพลาด ทำให้ระบบที่ใช้วิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ดังกล่าว มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ไซด์อินเฟอร์เมชั่นจะทำให้อัตราการรับส่งข้อมูลลดลง เนื่องจากช่องสัญญาณสำหรับสื่อสารข้อมูลส่วนหนึ่งจะถูกมาใช้ในการส่งรับข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงเฟสข้อมูล

ในระบบการสื่อสารนั้น มักจะมีความจำเป็นที่จะต้องทำการจัดส่งสัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณรวมกันไปในตัวกลางหรือสายส่งสัญญาณเดียวกัน โดยที่จะต้องสามารถที่จะทำการแยกสัญญาณแต่ละสัญญาณที่ส่งรวมกันมานั้นออกจากกันได้ทางด้านเครื่องรับ วิธีการรวมสัญญาณเข้าด้วยกันดังกล่าวมีชื่อว่าการมัลติเพล็กซ์ (Multiplexing) สัญญาณ และวิธีการจัดแยกสัญญาณเหล่านั้นมีชื่อว่า การดีมัลติเพล็กซ์ (Demultiplexing) สัญญาณ ในยุคที่ผ่านมาการมัลติเพล็กซ์สัญญาณที่รู้จักกันทั่วไปมีอยู่ 3 แบบคือ การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งย่านความถี่ (Frequency Division Multiplexing) การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งช่วงเวลา (Time Division Multiplexing) และการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งรหัส (Code Division Multiplexing) ในปัจจุบันการมัลติเพล็กซ์สัญญาณอีกแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจของกลุ่มนักวิจัยคือการมัลติเพล็กซ์แบบโอเอฟดีเอ็ม (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์ที่ทำให้สามารถใช้ย่านความถี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรองรับการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง พื้นฐานของการมัลติเพล็กซ์แบบต่างๆ มีละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เทคนิคการสื่อสารด้วยวิธีการของโอเอฟดีเอ็ม เป็นเทคนิคหนึ่งที่คาดกันว่า จะถูกนำไปใช้ในการสื่อสารไร้สายในยุคอนาคต ซึ่งเป็นยุคที่มีความต้องการสื่อสารข้อมูล ด้วยความเร็วสูง ดังที่

กล่าวมาแล้วข้างต้น หากแต่วิธีการของโอเอฟดีเอ็มยังมีข้อจำกัดของสัญญาณ ทางด้านแกนเวลา คือ มีค่าพีเอพีอาร์มากหรืออีกนัยหนึ่งคือสัณฌาณโอเอฟดีเอ็มมีการสวิงมากทางด้านแกนเวลา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ของสัญญาณโอเอฟดีเอ็มในแกนเวลา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูลของระบบโอเอฟดีเอ็มให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยปกติแล้วค่าพีเอพีอาร์ควรที่จะลดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ อีกความนัยหนึ่งก็คือ อัตราความผิดพลาดของบิทข้อมูลในช่องสัญญาณแบบไม่เป็นเชิงเส้นดีขึ้นเมื่อค่าพีเอพีอาร์ลดลง กระทั่งปัจจุบันหลากหลายวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ได้ถูกนำเสนอ ซึ่งวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ที่เป็นที่รู้จักกันได้ดี ได้แก่ วิธีพีทีเอส และวิธีเอสแอลเอ็ม ซึ่งทั้งสองวิธีการนี้สามารถลดค่าพีเอพีอาร์ได้เป็นอย่างดี แต่ข้อเสียของสองวิธีการนี้คือ จำเป็นจะต้องมีไซด์อินฟอร์เมชัน เพื่อให้ในการดีมอดดูเลทสัญญาณทางด้านเครื่องรับ ซึ่งทำให้ระบบมีความซับซ้อนและอัตราการส่งข้อมูลลดลง เนื่องจากช่องสัญญาณจะถูกใช้สำหรับไซด์อินฟอร์เมชัน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งศึกษาหาวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ให้ได้มากที่สุดโดยไม่มีจำเป็นต้องใช้ไซด์อินฟอร์เมชันและไม่ทำให้อัตราการส่งข้อมูลไม่ลดลง นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพของอัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูลของระบบโอเอฟดีเอ็มในช่องสัญญาณแบบไม่เป็นเชิงเส้นดีขึ้น

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

แบบจำลองสำหรับการสื่อสารแบบไร้สายสามารถแบ่งออกได้เป็นสามส่วนใหญ่ๆด้วยกัน คือ เครื่องส่ง เครื่องรับ และช่องสัญญาณ คุณภาพของสัญญาณจะลดลงส่วนหนึ่งเกิดจากช่องสัญญาณที่สัญญาณนั้นๆเดินทางผ่าน ซึ่งอาจจะเกิดสัญญาณแทรกสอดหรือเกิดการจางหายต่างๆได้ ซึ่งวิธีการพื้นฐานที่รู้จักกันดีคือ วิธีการปรับระดับของสัญญาณ(Equalization) หรืออีครอวไลซ์เซชัน ซึ่งเครื่องรับโดยทั่วไปจะให้วิธีการปรับระดับของสัญญาณด้วยวิธีการปรับระดับสัญญาณนี้ชดเชยสัญญาณแทรกสอดและการจางหายที่เกิดจากช่องสัญญาณที่สัญญาณเดินทางผ่าน ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและทำให้ประสิทธิภาพของความผิดพลาดของบิทข้อมูลดีขึ้นได้เป็นอย่างดี โดยการใช้สัญญาณที่ได้จากการประมาณช่องสัญญาณ(Channel estimation) เป็นตัวปรับระดับสัญญาณที่รับได้ทางด้านเครื่องรับ

นอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนอีกประเภทหนึ่งที่เกิดจากความไม่เป็นเชิงของวงจรขยายทางด้านเครื่องส่ง ซึ่งโดยปกติแล้วเครื่องส่งของอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ จะประกอบด้วยวงจรขยายเป็นวงจรภาคสุดท้าย เพื่อที่จะขยายสัญญาณให้มีกำลังสูงๆ สามารถที่จะส่งไปได้ไกล แต่เนื่องจากวงจรขยายจะมีคุณลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น (**Non-linear)** จากคุณลักษณะความไม่เป็นเชิงเส้นของวงจรภาคขยายนี้จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนจากวงจรขยายได้ เรียกว่า อินเตอร์มอดดูเลทชั่นน้อยส์ (**Intermodulation noise)** สัญญาณรบกวนที่เกิดจากวงจรภาคขยายนี้จะมากเกิดมากขึ้นเมื่อจุดการทำงาน (**Operating point)** ทำงานใกล้จุดอิ่มตัว (**Saturation point)** หรือ อีกทางหนึ่งเกิดจากสัญญาณที่มีการสวิงของสัญญาณมาก

วิธีการลดอินเตอร์มอดดูเลทน้อยส์นี้ สามารถทำได้โดยง่ายคือ กำหนดจุดการทำงานของวงจรขยายไม่ให้ใกล้จุดอิ่มตัว หากแต่วิธีการนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานวงจรขยายต่ำ ส่งผลให้เกิดพลังงานสูญเสียที่วงจรขยายมาก อีกวิธีหนึ่งก็คือ ลดค่าการสวิงของสัญญาณ ซึ่งวิธีการนี้ สามารถลดอินเตอร์มอดดูเลทชั่นน้อยส์ลงได้และยังสามารถกำหนดจุดการทำงานของวงจรขยายใกล้จุดอิ่มตัวส่งผลให้สามารถใช้วงจรขยายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอีกด้วย ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็นำเสนอวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์วิธีการหนึ่ง ที่สามารถจะทำให้อัตราความผิดพลาดของบิทข้อมูลดีขึ้นและประสิทธิภาพการของการให้งานวงจรขยายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย โดยที่ไม่จำเป็นต้องมีไซท์อินฟอร์เมชั่น เช่นเดียวกับวิธีการเอสแอลเอ็มหรือวิธีการพีทีเอสดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ในระบบโอเอฟดีเอ็มที่ทราบกันโดยทั่วไปได้แก่ วิธีเอสแอลเอ็มและวิธีพีทีเอส ซึ่งทั้งสองวิธีการจะมีการกำหนดค่าสัมประสิทธิที่ใช้ในการคูณกลับสัญญาณข้อมูล หรือ มีการกำหนดรูปแบบของสัมประสิทธิที่ใช้ในการคูณไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ในการคูณกับสัญญาณข้อมูลและค้นหาสัญญาณภายหลังจากการคูณนี้ จากนั้นเลือกเอาสัญญาณที่มีค่าพีเอพีอาร์ที่ต่ำที่สุดสำหรับทำการส่งต่อไป ทางด้านเครื่องรับสามารถดีมอดดูเลทสัญญาณเดิมกลับมาได้จำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิที่คูณทางด้านเครื่องรับจากไซท์อินฟอร์เมชัน ซึ่งทั้งสองวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ระบบมีความยุ่งยากซับซ้อน

หลักการใหม่ที่เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์แบบที่ไม่ต้องมีไซด์อินฟอร์เมชัน ซึ่งจะทำให้ระบบมีความยุ่งยากซับซ้อนน้อยลง หลักการคราวๆคือ การหาค่าสัมประสิทธิที่เหมาะสมสำหรับลดค่าพีเอพีอาร์และคูณค่าสัมประสิทธิที่เหมาะสมนี้แต่ละซับแคร์เรีย (Sub-carrier) ตลอดเฟรม ซึ่งในหนึ่งเฟรมจะประกอบด้วย พรีแอมเบิลซิลบอล (Preamble symbol) และข้อมูล (Data Symbol) ทางด้านเครื่องรับสามารถดีมอดดูเลทสัญญาณเดิมกลับคืนมาโดยง่าย จากการทำการทำอีครอวไลซ์เซชันทางด้านเครื่องรับ โดยทั่วไปทางด้านเครื่องรับจำเป็นต้องทำการอีครอวไลซ์เซชันอยู่แล้วเพื่อชดเชยสัญญาณที่เกิดการแทรกสอดและจางหลายเพื่อเดินทางผ่านช่องสัญญาณ เมื่อใช้วิธีการที่นำเสนอดังกล่าวนี้ ทางด้านเครื่องรับไม่จำเป็นต้องเพิ่มเต็มวงจรใดๆ นอกจากนี้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังเสนอ ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิที่นำมาคูณเพื่อลดค่าพีเอพีอาร์โดยใช้อนาล็อกเฟส (Analog phase) ซึ่งประสิทธิภาพการลดค่าพีเอพีอาร์สามารถทำได้ดีกว่าดีสคลีต (Discrete phase) วิธีการคำนวนหาค่าสัมประสิทธิชนิดอนาล็อกจะใช้**วิธีการ**คำนวนแบบ**สลับ**แกน**เวลา-ความถี่ (Time-Frequency Domain Swapping** Algorithm) ซึ่งรายละเอียดจะอธิบายในบทต่อไป

1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน

วิธีการลดค่าพีเอพีอาร์แบบทั่ว จะให้วิธีการกำหนดค่าสัมประสิทธิที่ใช้คูณเพื่อลดค่าพีเอพีอาร์ไว้แน่นอนตายตัว จากนั้นเปรียบเทียบหาค่าสัมประสิทธิที่ใช้คูณนี้ทีละตัว โดยจะเลือกเอาตัวที่สามารถลดค่าพีเอพีอาร์ได้มากที่สุดจากทั้งหมด เพื่อใช้ในการคูณและส่งสัญญาณต่อไป

ส่วนหลักการที่เสนอใหม่อีกอย่างหนึ่งคือ วิธีการคำนวนแบบสลับแกนเวลา-ความถี่ จากวิธีการคำนวนแบบที่นำเสนอนี้สามารถกำหนดค่าสัมประสิทธิที่ใช้คูณเพื่อลดค่าพีเอพีอาร์ได้โดยตรงจากการคำนวน นอกจากนี้วิธีการคำนวนแบบที่นำเสนอนี้สามารถที่จะกำหนดค่าสัมประสิทธิแบบอนาล็อกได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการลดค่าพีเอพีอาร์สามารถทำได้ดีกว่าแบบดีสครีต

1.6 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์แบบไม่มีไซท์อินฟอร์เมชัน และวิธีการคำนวนหาการค่าเฟสที่เหมาะสมเพื่อใช้สำหรับลดค่าพีเอพีอาร์สำหรับโอเอฟดีเอ็ม วิธีการที่นำเสนอนี้สามารถที่จะลดพีเอพีอาร์ได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องใช้ไซด์อินฟอร์เมชัน เช่นเดียวกับวิธีการลดค่าพีเอพีอาร์แบบเดิม ค่าของพีเอพีอาร์ที่ลดลงนี้จะทำให้อัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูลของการรับ-ส่งข้อมูลดีขึ้นในช่องสัญญาณแบบไม่เป็นเชิงเส้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้อธิบายวิธีการจำลองการทำงานของระบบโอเอฟดีเอ็ม โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองการทำงานและใช้โปรแกรม **MATLAB** ในการทดลอง จำลองการทำงานของเครื่องส่งและเครื่องรับ โดยส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณรบกวนแบบจางหายหลายทิศทาง (Multi-path fading channel) และแบบขาวบวก **(AWGN: Additive White Gausian Noise)** จากนั้น ทำการหาค่าอัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูล เปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่มีอยู่เดิมกับวิธีการที่นำเสนอ จากผลการทดลองจำลอง การของระบบโอเอฟดีเอ็มทั้งสองวิธีการ พบว่าวิธีการที่นำเสนอแสดงสมรรถนะของอัตราการผิดผลาดของบิทข้อมูลได้ดีว่าวิธีการโอเอฟดีเอ็มแบบทั่วไปที่ไม่ใช้วิธีการลดค่าพีเอพีอาร์โดยที่ไม่ทำให้สมรรถนะ อัตราการส่งข้อมูลลดลง

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

เริ่มต้นจากการศึกษาปัญหาที่เป็นข้อด้อยสำหรับระบบโอเอฟดีเอ็ม ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เน้นเรื่องค่าพีเอพีอาร์ของสัญญาณโอเอฟดีเอ็มที่มีค่าสูง จากนั้นศึกษาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อกำจัดข้อด้อยของระบบโอเอฟดีเอ็ม ในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธีการเพื่อกำจัดข้อด้อยนี้ วิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ยังสามารถแบ่งย่อยออกได้อีกหลายวิธีการด้วยกัน

การลดค่าพีเอพีอาร์ด้วยวิธีเอสแอลเอ็ม และวิธีพีทีเอสที่ได้ทำการศึกษานั้นมีข้อด้อยคือระบบมีความซับซ้อนจากการส่งรับไซท์อินฟอร์เมชันของทั้งสองวิธี วิธีการลดค่าพีเอพีอาร์ที่นำเสนอนั้น สามารถระบบมีความง่ายกว่า เนื่องจากได้จำเป็นต้องใช้ไซท์อินฟอร์เมชั่น ได้ถูกเลือกเพื่อทำการศึกษา เนื่องจากวิธีการนี้มีข้อดีคือ ระบบสามารถทำได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบวิธีการ

ลดค่าพีเอพีอาร์แบบอื่นๆ แต่วิธีการดีเอสไอนี้มีข้อด้อยคือ อัตราการส่งข้อมูลจะลดลง ซึ่งในการวิจัยได้ศึกษาและพัฒนาวิธีการดีเอสไอ ให้สามารถลดค่าพีเอพีอาร์ได้ดีขึ้น โดยที่มีอัตราการส่งข้อมูลไม่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดีเอสไอแบบเดิม

การตรวจสอบวิธีการที่นำเสนอจะให้คอมพิวเตอร์จำลองการทำงานของทั้งสองวิธีการ จากนั้นทำการเปรียบเทียบเพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของวิธีการที่นำเสนอ