บทที่ 8

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการส่งสัญญาณ OFDM และการประมาณค่าเฟดดิงของช่องสัญญาณด้วยสัญลักษณ์นำ โดยหลักการระบบ OFDM สามารถทนต่อการรบกวนในสัญญาณพหุวิถีได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะว่าระบบ OFDM จะมีอัตราการส่งบิตข้อมูลลดลงตามจำนวนคลื่นพาห์ย่อยที่เพิ่มขึ้น และแต่ละคลื่นพาห์ย่อยจะไม่เกิดการรบกวนกันเพราะคุณสมบัติการตั้งฉาก ระบบ OFDM โดยพื้นฐานจะสามารถจัดการกับปัญหา ICI ซึ่งเป็นการรบกวนระหว่างคลื่นพาห์และ ITSI ซึ่งเป็นการรบกวนจากสัญลักษณ์อื่นได้เป็นอย่างดี แต่ในงานวิจัยอ้างอิงได้กล่าวถึงการรบกวนแบบ INSI ซึ่งเกิดขึ้นในสัญญาณพหุวิถีมีผลทำให้สัญญาณที่รับได้เกิดความผิดเพี้ยนไป การรบกวนในลักษณะนี้ตัวระบบ OFDM ไม่สามารถแก้ไขเองได้ โดยในงานวิจัยอ้างอิงได้เสนอการใช้กระบวนการหักล้าง เพื่อแก้ปัญหาของ INSI ซึ่งก็สามารถให้ผลออกมาเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการหักล้างที่งานวิจัยอ้างอิงเสนอนั้นค่อนข้างมีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหาของ INSI โดยลดความซับซ้อนของระบบลง โดยในขั้นแรกได้เสนอให้มีการใช้อีควอไลเซอร์แบบ Zero-Forcing เพื่อแก้ปัญหาพหุวิถีนี้ และจากการทดสอบพบว่าอีควอไลเซอร์สามารถใช้ในการแก้ปัญหานี้ได้เช่นกัน แต่ถ้าจะให้ได้ประสิทธิภาพเทียบเท่ากับระบบที่ใช้กระบวนการ กระบวนการหักล้างจำเป็นที่ต้องให้อีควอไลเซอร์มีแท็ปเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในขั้นต่อมางานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำข้อดีของทั้งอีควอไลเซอร์และกระบวนการหักล้างมารวมกันโดยผ่านระบบจัดสรรการทำงาน แนวคิดนี้เกิดมาจากความพยายามที่จะแก้ปัญหาพหุวิถีโดยให้ระบบมีความซับซ้อนน้อยที่สุด ซึ่งอีควอไลเซอร์นั้นเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนนักเมื่อเทียบกับกระบวนการหักล้าง แต่ประสิทธิภาพที่ได้ออกมาอาจจะด้อยกว่า ในทางกลับกันกระบวนการหักล้างสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็มีขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่า ระบบจัดสรรการทำงานที่งานวิจัยนี้เสนอจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ส่วนแรกเป็นอีควอไลเซอร์ที่มีแท็ปจำนวนหนึ่งซึ่งไม่จำเป็นต้องมากนัก ส่วนที่สองเป็นของกระบวนการหักล้างหลักการทำงานของระบบจัดสรรการทำงานคือ ค่าตัวคูณประจำแท็ปในอีควอไลเซอร์ซึ่งคำนวณมาจากค่าเฟดดิงที่ประมาณได้ จะถูกนำมาคำนวณเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของอีควอไลเซอร์ ถ้าค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ระบบก็จะสั่งให้กระบวนการหักล้างเข้าจัดการแทน ด้วยวิธีการเช่นนี้จะทำให้ระบบซึ่งแม้จะอยู่ภายใต้การทำงานของอีควอไลเซอร์ซึ่งมีวิธีการทำงานไม่ซับซ้อนเป็นหลัก แต่

ก็ยังสามารถคงประสิทธิภาพไว้ได้ตามที่กำหนด นั่นคือเมื่อระบบต้องเจอกับสถานการณ์ที่อีควอไลเซอร์ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบก็จะทำการเปลี่ยนให้กระบวนการหักล้างซึ่งมีความซับซ้อนกว่าจัดการแทนได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการ และจากผลการทดสอบพบว่า ค่าการตัดสินใจที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับพลังงานของสัญญาณที่ได้รับ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทดลองให้ระบบจัดสรรการทำงานมีความสามารถในการปรับค่าการตัดสินใจตามระดับพลังงานสัญญาณที่ได้รับ โดยจะเรียกว่าระบบจัดสรรการทำงานแบบปรับค่าได้ ซึ่งการที่ค่าการตัดสินใจสามารถปรับค่าได้ตามระดับพลังงาน จะช่วยให้ระบบมีการพึ่งพากระบวนการหักล้างในเวลาที่จำเป็นจริง ๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้นเมื่อเทียบกับระบบที่ไม่สามารถปรับค่าการตัดสินใจตามระดับพลังงานได้

จากการทดสอบในงานวิจัยนี้พบว่า ระบบจัดสรรการทำงานทั้งแบบปรับค่าได้และไม่ได้สามารถแก้ปัญหาสัญญาณพหุวิถีได้จริง โดยประสิทธิภาพที่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนคลื่นพาห์ย่อยที่ใช้และความเร็วของเฟดดิงเป็นสำคัญ ระบบ OFDM ที่มีคลื่นพาห์ย่อยจำนวนมากก็จะสามารถทนต่อ ICI และ ITSI ได้ในช่วงเวลาประวิงที่มากขึ้น แต่ก็ทำให้การประมาณค่าเฟดดิงในสัญลักษณ์นั้นคลาดเคลื่อนตามไปด้วยและประสิทธิภาพในการแก้ไข INSI ก็จะลดลง สำหรับเรื่องเฟดดิงของช่องสัญญาณนั้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงไม่เร็วนักก็จะทำให้การประมาณค่าเฟดดิงถูกต้องมากขึ้น แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเฟดดิงอย่างรวดเร็วในช่องสัญญาณ ก็จะทำให้การประมาณค่าเฟดดิงคลาดเคลื่อนทำให้การรบกวนแบบ INSI ไม่สามารถถูกแก้ไขได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถใช้ได้เพียงกับช่องสัญญาณพหุวิถีซึ่งประกอบไปด้วยสัญญาณหลัก 2 ชุดเท่านั้นคือสัญญาณที่มาถึงก่อนและใช้เป็นตัวอ้างอิงกับสัญญาณที่ประวิงไป โดยสัญญาณทั้ง 2 ชุดต่างก็ผ่านช่องสัญญาณที่มีการแจกแจงแบบเรย์ลีซึ่งเป็นอิสระต่อกัน

8.2 ข้อเสนอแนะและหัวข้อที่สามารถทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในอนาคต

1. การปรับปรุงกระบวนการหักล้างให้ใช้ได้กับสัญญาณพหุวิถีมากกว่า 2 ชุด
2. การทดลองนำอีควอไลเซอร์แบบอื่น ๆ หรือวิธีการอื่น ๆ มาใช้แทน