บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันความต้องการในการเพิ่มความเร็วการรับส่งข้อมูลนั้น เป็นที่สนใจอย่างต่อเนื่อง ความมุ่งหวังในการสร้างอุปกรณ์ที่มีความสามารถส่งผ่านข้อมูลในระยะไกลๆและมีอัตราข้อผิดพลาดต่ำด้วยขบวนการที่ไม่ซับซ้อน เป็นที่สนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งในระบบการสื่อสารไร้สายนั้น ได้มีการพัฒนาระบบการส่งสัญญาณแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) ซึ่งเป็นลักษณะ MCM (Multiple Carrier Modulation) ที่มีการเพิ่มความหนาแน่นของสัญญาณพาหะย่อยและการซ้อนทับสัญญาณพาหะที่อยู่ติดกัน โดยเทคนิคการมอดูเลชั่นแบบหลายคลื่นพาหะ และเป็นรูปแบบของการสื่อสารแบบขนาน แตกต่างจากมาตรฐาน Spread Spectrum ทั่วไปที่ใช้แถบความถี่เดียวสาหรับรับส่งข้อมูลช่องเดียว

OFDM เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับถ่ายทอด สัญญาณผ่านทางคลื่นวิทยุ ซึ่งกระบวนการนี้จะเป็นการแบ่งสัญญาณ ความถี่ออกเป็นหลาย ๆ เซ็กเมนต์ และในแต่ละเซ็กเมนต์จะมีความถี่เฉพาะตัว ซึ่งจะทำให้สามารถรองรับความจุและอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่าและใช้แบนวิดท์ได้เต็มประสิทธิ์ภาพ แต่การส่งสัญญาณจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยตัวกลางที่เป็นอากาศเพื่อนำพาข้อมูลข่าวสาร (Information เมื่อสัญญาณเดินทางผ่านตัวกลาง ก็จะมีการลดทอน (Attenuation) ของสัญญาณเกิดขึ้น โดย “ขนาด” ของการลดทอนก็จะขึ้นอยู่กับสภาวะของช่องสัญญาณนั้นๆ และสัญญาณ อาจจะมีการสะท้อนกับตึกสูง ทำให้การเดินทางของสัญญาณมาถึงสถานีรับนั้นล่าช้ากว่าสัญญาณที่มาจากเส้นทางตรง เราก็จะเรียกว่าเกิด “ค่าหน่วงเวลา หรือดีเลย์ (Delay)” ของสัญญาณนั้นซึ่งจะเป็นการแสดงเวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทาง

ในการใช้งานจริงนั้น การเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางของสัญญาณ จะไม่ได้มีเพียงแค่คลื่นที่เป็นเส้นตรงเพียงอย่างเดียว แต่กลับมีการสะท้อนไปมาระหว่าง ตึกสูงหรือสิ่งก่อสร้าง หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่สามารถสะท้อนได้ เช่น ยานพาหนะ เป็นต้น ทำให้สัญญาณที่มาถึงเครื่องรับประกอบด้วยสัญญาณสะท้อนมากกว่าหนึ่งสัญญาณ โดย ค่าขนาด และ ค่าหน่วงเวลาของแต่ละสัญญาณ ก็จะมีค่าแตกต่างกันไป โดยสัญญาณอันเกิดจากการสะท้อนหลายๆ

สัญญาณนั้นจะเรียกรวมๆว่าเป็นพหุวิถี หรือ “มัลติพาธ (Multipath)” ดังที่ได้กล่าวมานี้เป็นผลให้สัญญาณที่ปลายทางผิดเพี้ยนไป จึงได้หาวิธีการต่างๆ ที่สามารถลดความผิดเพี้ยนของข้อมูลปลายทางตามสภาพแวดล้อมต่างๆโดยหลักการทำงานจะใช้ การจำแนกประเภทของวงจรปรับเท่าหรือ อีควอไลเซอร์ (Equalizer) จากนั้นก็นำค่าของ Intersymbol Interference หรือ ISI ที่ประมาณได้นี้ ไปหักลบกับสัญญาณข้อมูลที่ตามมาภายหลังเพื่อกำจัดค่า ISI ก่อนที่จะทำการตรวจจับสัญญาณและทำการตัดสินใจ แต่สำหรับช่องการสื่อสารโทรศัพท์เคลื่อนที่มีปัญหาความผิดเพี้ยนสูงมาก ทำให้ไม่สามารถนำวงจรมาใช้ในทางปฏิบัติ ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาวิธีที่ดีกว่า ซึ่งต่างจากวิธีเดิมคือกระบวนการดึงสัญญาณกลับมาจะมีการพิจารณาสัญญาณคราวละมากๆ แทนการพิจารณาสัญญาณทีละค่า โดยวิธีการต่อเนื่องนี้ทุกๆรูปแบบที่เป็นไปได้ เพื่อหาชุดสัญญาณที่ดีที่สุด ดังนั้นสัญญาณในลักษณะนี้ จำเป็นต้องอาศัยการคำนวณเป็นจำนวนมาก

บทความนี้จึงขอนำเสนอการป้อนข้อมูลย้อนกลับขนาดต่ำเพื่อปรับชดเชยสัญลักษณ์สำหรับช่องสัญญาณแบบพหุวิถีในระบบการส่งสัญญาณแบบโอเอฟดีเอ็ม ที่มีการจางหายเรย์ลี โดยมีการป้อนข้อมูลย้อนกลับในอัตราที่ต่ำ (Low Information Feedback) นำจัดกลุ่มสัญลักษณ์แบบปรับตัวได้โดยใช้บิตย้อนกลับมายังต้นทางเพื่อปรับกลุ่มสัญลักษณ์ใหม่ พร้อมทั้งการปรับขนาดของเฟสและแอมพลิจูดของสัญญาณที่จะส่งไปยังปลายทางทำให้ได้สัญญาณที่ดีขึ้น โดยใช้แบบจำลองเบสแบนด์ ในส่วนขององค์ประกอบด้านเครื่องรับสัญญาณนั้นจะมีตัวปรับชดเชยสัญลักษณ์ล่วงหน้า พร้อมด้วยวงจรปรับเท่าหรืออิควอไลเซอร์ (Equalizer) แบบ Zero Forcing เพื่อเทียบกับแบบจำลองเบสแบนด์ ที่ไม่มีปรับกลุ่มสัญลักษณ์ใหม่ เพื่อให้ทราบถึงข้อแตกต่างของอัตราบิตผิดพลาด ข้อดีของระบบนี้ก็คือช่วยลดการใช้แบนวิดท์ในการป้อนข้อมูลย้อนกลับ ลดอัตราการผิดพลาดของข้อมูลในภาครับเป็นระบบที่ไม่มีความซับซ้อนเข้าใจได้ง่าย และมีการใช้งานแบนวิดท์อย่างเต็มประสิทธิ์ภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานและทฤษฎีพื้นฐานของระบบการส่งสัญญาณแบบ OFDM
2. เพื่อสร้างแบบจำลองการจัดกลุ่มสัญลักษณ์โดยใช้บิตข้อมูลย้อนกลับที่ขนาดต่ำ และนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง
3. เพื่อทำการทดสอบแบบจำลองพร้อมวัดผลของสัญญาณภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ
4. เพื่อลดข้อมูลที่ส่งไปการตรวจสอบคุณลักษณะช่องสัญญาณของอิควอไลเซอร์

5. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณและใช้งานแบนวิดท์ที่มีให้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด

1.3. ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาหลักการทำงานของระบบการส่งสัญญาณแบบ OFDM
2. สร้างแบบจำลองระบบโดยใช้โปรแกรม Matlab ในการใช้บิตนำร่องที่เป็นการป้อนข้อมูลย้อนกลับขนาดต่ำเพื่อปรับชดเชยการจัดกลุ่มสัญลักษณ์ใหม่
3. ทดสอบแบบจำลองภายใต้สภาพแบบมัลติพาธเฟดดิ้ง สัญญาณรบกวนสีขาวบนช่องการสื่อสารที่มีการจางหายเรย์ลีสำหรับช่องสัญญาณแบบพหุวิถี
4. ทดสอบแบบจำลองระบบโดยเทียบกับ Precoding และ Equalizer
5. วิเคราะห์และบันทึกผลแบบจำลองเทียบกับงานวิจัยต่างๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เข้าใจหลักการทำงานและทฤษฎีพื้นฐานของระบบการส่งสัญญาณแบบ OFDM
2. สามารถสร้างแบบจำลองการจัดกลุ่มสัญลักษณ์โดยใช้บิตนำร่องที่สามารถใช้งานนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง
3. สามารถวิเคราะห์สัญญาณที่บันทึกแบบจำลองการจัดกลุ่มสัญลักษณ์ใหม่โดยใช้บิตนำร่องได้
4. สามารถลดประมาณข้อมูลที่ส่งไปตรวจสอบคุณลักษณะช่องสัญญาณเป็นผลทำให้ Equalizer ทำงานน้อยลงและสามารถใช้งานปริมาณของแบนวิดท์ได้เต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
5. สามารถรับปริมาณที่ข้อมูลที่ถูกต้องได้มากขึ้นเนื่องจากอัตราข้อมูลผิดพลาดลดลงทำให้ใช้แบนวิดท์ได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด
6. นำผลการทดลองไปปรับใช้ในการสร้างอุปกรณ์ต่างๆต่อไปได้หลายแบบ

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาหลักการ Precoding ที่ใช้งานร่วมกับระบบ OFDM
2. ออกแบบและพัฒนาการ Precoding ร่วมกับระบบ OFDM
3. กำหนดตัวแปร พารามิเตอร์ ค่าของพารามิเตอร์และสมการที่ใช้ในการออกแบบ Precoding ที่ใช้งานร่วมกับระบบ OFDM
4. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลเชิงตัวเลขของ Precoding โดยคำนวณค่าผิดพลาดด้วยโปรแกรม MATLAB และแสดงผลด้วยกราฟ
5. สรุปและประเมินผลที่ได้
6. รวบรวมข้อมูลที่ได้จัดทำวิทยานิพนธ์