บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันและอนาคตความต้องการใช้โปรแกรมประยุกต์ และความต้องการในการเชื่อมต่อความเร็วสูงมีการเพิ่มขึ้นอย่างมากในระบบเครือข่ายไร้สายแบบเคลื่อนที่ เทคนิคการส่งข้อมูลแบบหลายเสาส่ง (MIMO) จึงได้ถูกนำมาช่วยในการส่งสัญญาณในระบบสื่อสารแบบไร้สาย เนื่องจากสามารถส่งข้อมูลได้หลายทิศทางทั้งในแนวตรงและแนวสะท้อนจากสิ่งกีดขวางเรียกว่าความหลายหลากของการส่งสัญญาณ ทำให้สามารถส่งข้อมูลในอัตราการส่งที่สูงได้ แม้ว่าการใช้เทคนิคการส่งแบบหลายเสาส่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ แต่ไม่สามารถใช้ในการส่งข้อมูลในอุปกรณ์พกพาแบบไร้สาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีเสาส่งแบบเสาเดี่ยว และข้อจำกัดในการใช้พลังงานไฟฟ้า[1]

จึงได้เกิดแนวความคิดในการใช้รีเลย์โหนด (Relay node) ตามมาตรฐาน IEEE802.16j (Mobile multi-hop relay) เข้ามาช่วยในการส่งผ่านข้อมูลจากต้นทาง (Source node) ไปยังปลายทาง (Destination node) ซึ่งเรียกว่าระบบการสื่อสารแบบร่วมมือ (Cooperative communication system) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความถี่และพลังงาน (Spectral and power efficiency) ทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องพื้นที่การครอบคลุมของสัญญาณ โดยการใช้เทคนิคของ STBC-PC (Space time block code pre-coding scheme) [2]

เป็นที่รู้กันดีว่าระบบสื่อสารไร้สายแบบหลายทางเข้าหลายทางออก (Multiple-Input Multiple-Output: MIMO) สามารถรองรับความต้องการดังกล่าวในอนาคตได้ หลักการเบื้องต้นที่ทำให้ระบบสื่อสารไร้สายแบบหลายทางเข้าหลายทางออก มีคุณสมบัติดังที่กล่าวมา คือการใช้งานชุดสายอากาศที่มีมากกว่าหนึ่งตัว ติดตั้งทั้งที่เครื่องส่งและเครื่องรับ ซึ่งการเพิ่มจำนวนของสายอากาศนี้จะส่งผลให้ระบบสามารถเพิ่มช่องทางในการสื่อสารและเพิ่มทางเลือกในการส่งข้อมูล

---

[1] E. Zimmermann, P. Herhold and G. Fettweis, "A Novel Protocol for Cooperative Diversity in Wireless Networks," Proc. of the Fifth European Wireless Conference, 2004.

[2] Ho-Jung An, Jee-Hoon Kim, and Hyoung-Kyu Song, "Cooperative Transmission Scheme to Increase Gain by STBC," Engineering Letters, 2007.

ในช่องสัญญาณที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีระบบสื่อสารไร้สายชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถรองรับความต้องการ การส่งข้อมูลในอนาคตและเพิ่มทางเลือกในการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณที่ดีที่สุดได้เช่นเดียวกับระบบสื่อสารไร้สายแบบหลายทางเข้าหลายทางออก และไม่จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนของสายอากาศที่เครื่องส่งและเครื่องรับ การสื่อสารดังกล่าวนี้เรียกว่า การสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ (Cooperative communications)

การสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ เป็นเทคนิคการส่งต่อข้อมูล (Relaying) โดยให้ผู้ใช้งานคนอื่นๆในระบบ ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยส่งต่อข้อมูลไปยังเครื่องรับปลายทาง ซึ่งจะทำให้เกิดระบบการสื่อสารแบบหลายทางเข้า / ออกเสมือน (Virtual MIMO systems) ขึ้นมา เทคนิคนี้ช่วยเพิ่มความหลากหลายของช่องสัญญาณ (Diversity)ให้มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้อัตราความผิดพลาดของการตัดสินบิตข้อมูล (Bit error rate: BER) ของระบบโดยรวมลดลง แต่ปัญหาจากการจางหายหรือเฟดดิง (Fading) ที่เกิดขึ้นในช่องสัญญาณ จากสัญญาณรบกวน (Noise) ความล่าช้าของสัญญาณที่ส่งมา (Delays) และจากการสะท้อนในหลายทิศทาง (Multi-path) ของช่องสัญญาณ มีผลให้เกิดการลดทอนของสัญญาณ (Attenuations) เช่นกัน ทำให้อัตราความผิดพลาดของการตัดสินบิตข้อมูลที่ภาครับมีค่าสูงขึ้น จนเกิดความผิดพลาดในการรับ/ส่งสัญญาณ

การเข้ารหัสเชิงปริภูมิ-เวลา (Space-time coding: STC) เป็นวิธีที่อยู่บนพื้นฐานของวิธีการทำไดเวอร์ซิตี้ทางด้านส่ง ซึ่งเป็นการรวมเอาการออกแบบรหัสช่องสัญญาณและการใช้สายอากาศหลายต้นเข้าด้วยกัน โดยจะใช้สายอากาศส่งหลายๆต้น และสายอากาศรับต้นเดียว หรือหลายๆต้นร่วมกับการใช้ไดเวอร์ซิตี้ทางเวลา โดยอาศัยหลักการที่ว่า ถ้าหากตั้งสายอากาศส่งและรับในปริภูมิให้มีความเป็นอิสระเชิงปริภูมิแล้ว สัญญาณจากสายอากาศส่งแต่ละตัว ที่ส่งไปยังสายอากาศรับแต่ละตัว จะต้องได้รับผลกระทบจากเฟดดิงที่แตกต่างกัน เพื่อให้ข่าวสารที่ถูกส่งไป ณ เวลาหนึ่งๆ ในแต่ละเส้นทาง ไม่ถูกรบกวนจนทำให้สูญเสียไปพร้อมกันหมดทุกเส้นทาง ดังนั้นการเข้ารหัสเชิงปริภูมิ-เวลา จึงมีประสิทธิภาพในการช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากการจางหายและมีข้อดีกว่าการเข้ารหัสข้อมูลด้วยวิธีอื่นๆ คือ ให้ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลสูง มีความน่าจะเป็นในการตัดสินบิตผิดพลาดต่ำ ไม่เกิดผลกระทบต่ออัตราการขยายความหลากหลายของช่องสัญญาณ (Diversity gain) และออกแบบได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก เหมาะที่จะใช้งานกับช่องสัญญาณ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ปี 2009 H. Khoshbin [3] และคณะ นำเสนอวิธีการเลือกรีเลย์ โดยการใช้วิธีการเลือกรีเลย์ที่ดีที่สุด, วิธีการเลือกรีเลย์ที่ใกล้ที่สุด และวิธีการเลือกรีเลย์ที่ดีที่สุดสองรีเลย์ ซึ่งใช้ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) เป็นตัวแปรสำคัญในการเลือกรีเลย์เพราะว่ารีเลย์ที่ใกล้ที่สุดหรือเส้นทางที่สั้นที่สุด อาจจะไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุดเสมอไปในการส่งผ่านเนื่องจากผลกระทบจากการลดทอนแบบสุ่ม

และ Kaiser M.S. [4] และคณะได้นำเสนอวิธีการเลือกรีเลย์โดยใช้ขั้นตอนวิธีคิดแบบฟัซซี่ในระบบความร่วมมือแบบสองฮอบ ซึ่งยังใช้ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) และเวลารวมที่ใช้ในการส่งข้อมูล (Total time delay) เป็นตัวแปรของวิธีคิดแบบฟัซซี่ แต่การเลือกรีเลย์ยังอยู่บนพื้นฐานการตัดสินใจของสถานีฐานซึ่งไม่เหมาะกับระบบเครือข่ายเคลื่อนที่ซึ่งมีคุณสมบัติของช่องสัญญาณเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

จากปัญหาและความเป็นมาที่เกิดขึ้นดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดว่า หากนำเอาระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเข้ารหัสเชิงปริภูมิ-เวลา แบบ Alamouti น่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมให้กับระบบสูงขึ้น โดยจะมีอัตราความผิดพลาดของการตัดสินบิตข้อมูลและสัญลักษณ์ต่ำลง และช่วยลดผลกระทบจากการจางหายที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรับ/ส่งสัญญาณ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จึงนำเอาแนวความคิดดังกล่าวมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ และประยุกต์ใช้งานบนระบบเครือข่ายเคลื่อนที่ที่มีข้อจำกัดในเรื่องของสายอากาศในการรับ/ส่งข้อมูล โดยมีผู้ใช้งานทั้งหมดในระบบตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป และมี 1 สถานีฐาน เพื่อทำให้ระบบการสื่อสารไร้สาย มีประสิทธิภาพของการรับ/ส่งข้อมูลที่ดีขึ้น ภายใต้สภาพภูมิศาสตร์ของช่องสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยออกแบบประยุกต์ใช้งานกับระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ ในการส่งสัญญาณแบบต่างๆ เช่นสัญญาณภาพ สัญญาณเสียง และสัญญาณข้อมูลใดๆ ต่อไปในอนาคต

---

[3] H. Khoshbin Ghomash and NF. Mehr, “Outage Analysis of Relay Selection Methods for IEEE802.16j,” ICEE Comm., Vol. 4, 2009, pp. 592 – 596.

[4] Kaiser, M.S., Khan, I., Adachi, F. and Ahmed, K.M, “Fuzzy Logic Based Relay Search Algorithm for Cooperative Systems,” Communication Systems and Networks and Workshops, 2009, pp. 1-7.

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจำลองการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดจากค่าอัตราส่วนของสัญญาณที่ส่งต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise ratio) ในการส่งข้อมูลโดยใช้รีเลย์โหนด

2. ทำการเปรียบเทียบการเลือกเส้นทางที่เลือก จากการเลือกรีเลย์โหนดในแต่ละแบบ

3. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ระบบการสื่อสารแบบร่วมมือในระบบอุปกรณ์ไร้สายพกพาและนำมาทำโปรแกรมประยุกต์สำหรับการเลือกรีเลย์โหนดในอนาคต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดจากค่าอัตราส่วนของสัญญาณที่ส่งต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise ratio)

2. ทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการผิดพลาดของบิต จากแต่ละวิธีของการเลือกเส้นทาง จากการเลือกรีเลย์โหนดในแต่ละแบบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดจากค่าอัตราส่วนของสัญญาณที่ส่งต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise ratio) ในระบบการสื่อสารแบบร่วมมือได้อย่างถูกต้อง

2. ทำให้ผู้ใช้งานที่ไม่สามารถติดต่อกับสถานีฐาน สามารถติดต่อและส่งข้อมูลไปยังสถานีฐานผ่านรีเลย์โหนดได้

3. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกรีเลย์โหนดเพื่อส่งผ่านข้อมูล

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. สำรวจวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง และศึกษาหลักการของระบบสื่อสารแบบร่วมมือ การเข้ารหัสปริภูมิ-เวลาแบบ Alamouti และ หลักการของวิธีการเข้ารหัสก่อนการส่ง (Pre-coding) ตลอดจนเทคนิคการเลือกเส้นทางการส่งข้อมูลผ่านรีเลย์โหนดรวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาอุปกรณ์และโปรแกรมที่ใช้ทำการจำลองระบบ โดยทำการศึกษาค้นหาและรวบรวมโปรแกรมที่จะทำการจำลองระบบเพื่อที่จะสามารถประยุกต์ใช้ในการจำลองการระบบที่นำเสนอได้อย่างถูกต้อง

3. ศึกษาความน่าจะเป็นการจางหายในช่องสัญญาณและขั้นตอนวิธีการพิจารณาเลือกรีเลย์เพื่อที่จะนำรูปแบบการจางหายของช่องสัญญาณมาประยุกต์ใช้ในการแสดงถึงสภาวะแวดล้อมที่ใช้ในการจำลอง และการพิจารณาการเลือกเส้นทางส่งผ่านข้อมูล

4. ออกแบบและพัฒนาระบบที่ทำการนำเสนอในการเลือกเส้นทางส่งผ่านข้อมูล โดยการเขียนโปรแกรมที่ทำการศึกษาจากข้างต้น ออกแบบขั้นตอนวิธีในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางผ่านรีเลย์โหนด โดยใช้รูปแบบการส่งชนิดสองฮอบ พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลในการออกแบบระบบ เพื่อทำการจำลองและทดสอบระบบที่นำเสนอในการวัดประสิทธิภาพของระบบ

5. สร้างระบบระบบที่นำเสนอ โดยการรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการออกแบบข้างต้น และนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นตัวแปรในการจำลองระบบเพื่อแสดงในเห็นถึงประสิทธิภาพของระบบที่ทำการนำเสนอ

6. ทำการบันทึก วิเคราะห์เปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอ เพื่อที่จะสรุปผลการจำลองระบบว่าประสิทธิภาพของระบบนั้นเป็นอย่างไร โดยเปรียบเทียบผลการเลือกเส้นทางจากอัตราความผิดพลาดของบิตข้อมูล สำหรับการเลือกรีเลย์โหนดในแต่ละแบบ

7. รวบรวมข้อมูลของระบบที่นำเสนอตลอดจนผลการทดสอบระบบที่ได้ทำมาตั้งแต่ต้นเพื่อจัดทำเป็นวิทยานิพนธ์

1.6 เครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล CPU แบบ Intel Core 2 Duo (P7350) ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 2.0 GHz ใช้ในการคำนวณและเขียนโปรแกรม

2. ซอฟแวร์โปรแกรมสำเร็จรูป MATLAB 7.8.0 (R2009a)

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

เดือน / งาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ศึกษาหลักการของระบบสื่อสารแบบร่วมมือการเข้ารหัสปริภูมิ-เวลาแบบ Alamouti และ Precoding										
ศึกษาหลักการทำงานของโปรแกรม ที่ใช้จำลองระบบ										
ศึกษาความน่าจะเป็นของการจางหายในช่องสัญญาณและขั้นตอนวิธีการพิจารณาเลือกรีเลย์										
ออกแบบและพัฒนาระบบที่ทำการนำเสนอ										
สร้างแบบจำลองระบบที่ทำการนำเสนอ										
เปรียบเทียบ วิเคราะห์ผลที่ได้และสรุป										
รวบรวมข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจัดทำวิทยานิพนธ์										