บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ได้ดำเนินการศึกษาวิจัย และพัฒนาแบบจำลองช่องสัญญาณระบบมัลติเพิลอินพุท-มัลติเพิลเอาท์พุท และทำการวัดผลแบบจำลอง โดยพิจารณาผลที่เกิดจากแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ ที่มีต่อความจุช่องสัญญาณระบบมัลติเพิลอินพุท-มัลติเพิลเอาท์พุท โดยได้ทำการเลือกสายอากาศแบบมีทิศทางสองชนิดคือ สายอากาศไดโพลและยากิอุดะห้าองค์ประกอบ เทียบกับสายอากาศแบบไอโซทรอปิก โดยการจำลองแบบด้วยวิธีมอนติ คาร์โล เพื่อคำนวณ ค่าความจุช่องสัญญาณที่ได้ของระบบมัลติเพิลอินพุท-มัลติเพิลเอาท์พุท ซึ่งความจุช่องสัญญาณที่พิจารณาจะเป็นตัวแปรสุ่ม โดยอาศัยการหาค่าส่วนเติมเต็มของฟังก์ชันการแจกแจงสะสม สำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบค่าความจุช่องสัญญาณที่ได้จากการจำลองแบบ จะพิจารณาจากความจุช่องสัญญาณที่จะให้ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 90% ซึ่งที่ระดับความน่าจะเป็นดังกล่าวจะบอกถึงความน่าจะเป็นที่ไม่เกิดขึ้นเป็น 10% แทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $C_{out,0.1}$ โดยผลที่ได้จากการวิจัย พบว่า ในสภาวะแวดล้อมที่การกระจายของสัญญาณ ที่มาถึงสายอากาศด้านรับมีการแจกแจงแบบเอกรูป ซึ่งจะเป็นลักษณะของการกระจายของสัญญาณในสภาวะแวดล้อมที่เป็นการใช้งานภายในอาคาร โดยการใช้สายอากาศแบบมีทิศทางนั้น จะทำให้ค่าความจุช่องสัญญาณที่ได้รับมีค่าลดลง โดยสายอากาศแบบยากิอุดะห้าองค์ประกอบ จะลดลงมากกว่าสายอากาศแบบไดโพล เมื่อเทียบกับสายอากาศแบบไอโซทรอปิก

สำหรับในกรณีที่การกระจายของสัญญาณที่เข้ามาที่สายอากาศ มีการแจกแจงแบบลาพลาเซียน การใช้สายอากาศแบบมีทิศทางจะทำให้ค่าความจุของระบบเพิ่มขึ้น โดยต้องมีการตั้งทิศทางลำคลื่นหลักของสายอากาศให้ตรงกันด้วย ซึ่งผลจากการจำลองแบบพบว่าค่าความจุช่องสัญญาณ $C_{out,0.1}$ สำหรับสายอากาศแบบไอโซทรอปิก มีค่าเป็น 19.667 bps/Hz ส่วนสายอากาศไดโพลและสายอากาศยากิอุดะห้าองค์ประกอบให้ค่าเป็น 20.291 bps/Hz และ 22.784 bps/Hz ตามลำดับ โดยค่า $C_{out,0.1}$ จะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสายอากาศแบบไอโซทรอปิกประมาณ 15.85 เปอร์เซ็นต์สำหรับสายอากาศยากิอุดะห้าองค์ประกอบ และเพิ่มขึ้น 3.17 เปอร์เซ็นต์สำหรับสายอากาศไดโพล อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการปรับทิศทางลำคลื่นหลักของสายอากาศไป 60 องศา ทำให้ค่าความจุของสายอากาศแบบมีทิศทางจะมีค่าต่ำกว่าสายอากาศแบบไอโซทรอปิก โดยสายอากาศแบบไอโซทรอปิกให้ค่าความจุช่องสัญญาณเป็น 19.695 bps/Hz ส่วนสายอากาศไดโพลและสายอากาศยากิอุดะห้าองค์ประกอบให้ค่าเป็น 16.992 bps/Hz และ 16.431 bps/Hz ตามลำดับ

โดยค่า $C_{out,0.1}$ จะลดลงไปเมื่อเทียบกับสายอากาศแบบไอโซทรอปิกประมาณ 16.57 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสายอากาศยากิอูดะห้าองค์ประกอบ และลดลง 13.52 เปอร์เซ็นต์สำหรับสายอากาศไดโพล

แต่อย่างไรก็ตาม ในสภาวะแวดล้อมที่การกระจายของสัญญาณที่มาถึงสายอากาศด้านรับมีการแจกแจงแบบลาพลาเซียน ซึ่งจะเป็นการกระจายในสภาวะแวดล้อมที่เป็นการใช้งานภายนอกอาคาร จะพบว่าการใช้สายอากาศแบบมีทิศทางนั้น จะทำให้ค่าความจุช่องสัญญาณที่ได้รับมีค่าเพิ่มขึ้น โดยสายอากาศแบบยากิอูดะห้าองค์ประกอบ เพิ่มขึ้นมากกว่าสายอากาศแบบไดโพล และมากกว่าเมื่อเทียบกับสายอากาศแบบไอโซทรอปิก โดยที่มีข้อแม้ว่า ทิศทางการจัดวางของสายอากาศจะต้องมีทิศทางที่ถูกต้อง นั่นคือ ต้องวางสายอากาศโดยให้ลำคลื่นหลักของสายอากาศอยู่ไปในทิศทางที่สายอากาศด้านส่งติดตั้งอยู่นั่นเอง ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการสื่อสารแบบไร้สาย เช่น การสื่อสารระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย และระบบเซลลูลาร์ เป็นต้น โดยสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้สายอากาศที่เหมาะสมสำหรับสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันไป

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

ในการศึกษาวิจัยในอนาคต ในหัวข้อแบบจำลองความจุช่องสัญญาณระบบมัลติเพิลอินพุท-มัลติเพิลเอาท์พุท โดยการพิจารณาแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ สามารถพัฒนาต่อยอดไปได้ในหลายทิศทาง อาทิเช่น สามารถพัฒนาวิจัยในเรื่อง การทดสอบแบบจำลองที่ได้โดยใช้สายอากาศที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างออกไป รวมทั้งการวิจัยแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของสายอากาศในด้านต่าง ๆ โดยพิจารณาร่วมกับแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นต้น

ในลำดับสุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิธีการศึกษาวิจัยและพัฒนา รวมถึงการวิเคราะห์และผลการทดลองจากงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางที่ดีให้แก่ผู้สนใจศึกษา และค้นคว้าในเรื่องของแบบจำลองความจุช่องสัญญาณระบบมัลติเพิลอินพุท-มัลติเพิลเอาท์พุท โดยการพิจารณาแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศในงานวิจัยนี้ และในแบบจำลองอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป