

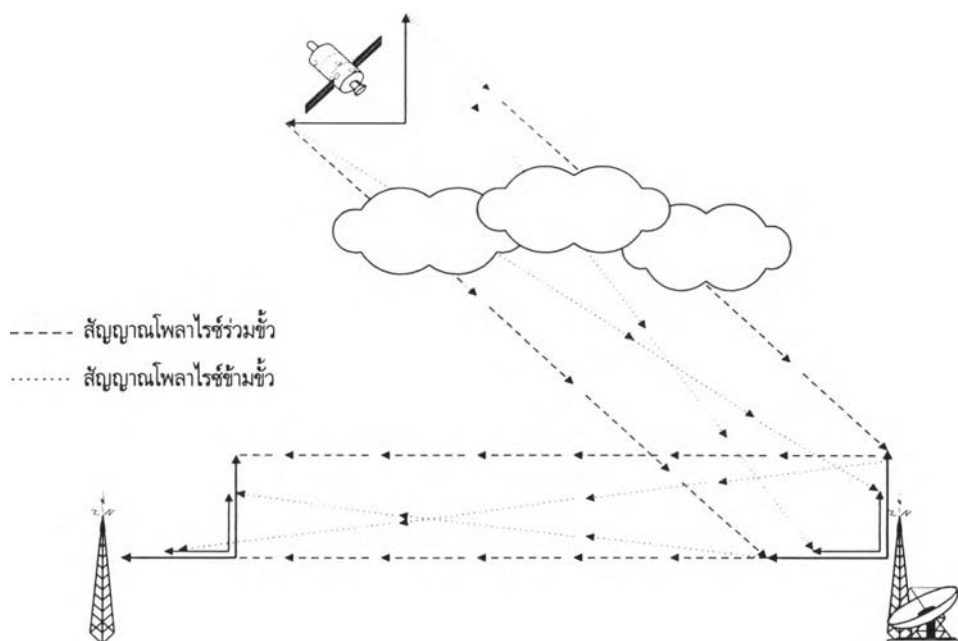


บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา

ระบบสื่อสารที่รับส่งข้อมูลด้วยวิธีการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปในบรรยากาศไม่ว่าจะเป็น ข่ายเชื่อมโยงภาคพื้นดิน (terrestrial link) หรือข่ายเชื่อมโยงระหว่างภาคพื้นดินและอวกาศ (earth-space link) ล้วนแต่ได้รับผลกระทบเนื่องจากฝนทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบที่นำกรรมวิธีการใช้ความถี่ซ้ำโดยนำ คลื่นโพลาไรซ์คู่มาใช้ (dual polarization frequency reuse technique) เพื่อเพิ่มความจุช่องสัญญาณ นอกจากได้รับผลกระทบจากการลดทอนสัญญาณในแต่ละช่องแล้ว ปัญหาเนื่องจากฝนอีกประการหนึ่งคือการเกิด สัญญาณไขว้แทรก (crosstalk) หรือเกิดการรบกวนข้ามช่องระหว่างช่องสัญญาณที่มีโพลาไรเซชันตั้งฉากกัน แสดงดังรูป 1.1 ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งของข่ายเชื่อมโยงโดยมีสถานีภาคพื้นดินรับสัญญาณทั้งสองโพลาไรเซชัน จากดาวเทียมและส่งสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดินอีกสถานีหนึ่ง



รูป 1.1 สัญญาณที่ต้องการและสัญญาณไขว้แทรกของข่ายเชื่อมโยงภาคพื้นดิน และข่ายเชื่อมโยงระหว่างภาคพื้นดินและอวกาศ

การรบกวนข้ามช่องเป็นผลมาจากพลังงานในช่องสัญญาณหนึ่งถ่ายโอนมายังอีกช่องสัญญาณ โดยความรุนแรงของปัญหาการรบกวนข้ามช่องนี้ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานที่เปลี่ยนโพลาริเซชันมาจากอีกช่องสัญญาณหนึ่งเทียบกับระดับพลังงานในช่องสัญญาณที่ต้องการ สำหรับระดับพลังงานที่ถ่ายโอนข้ามช่องมาหรือระดับสัญญาณโพลาริเซชันข้ามช่องนี้ขึ้นอยู่กับความถี่ที่ใช้ในข่ายเชื่อมโยงและลักษณะสมบัติของตัวกลางซึ่งก็คือบรรยากาศตลอดวิถีการแพร่กระจาย (propagation path)

ในความเป็นจริงแต่ละข่ายเชื่อมโยงเกิดสัญญาณโพลาริเซชันข้ามช่องตลอดเวลาแม้ว่าตลอดวิถีการแพร่กระจายจะไม่มีฝนตก ทั้งนี้เนื่องจากความไม่เป็นอุดมคติของอุปกรณ์ภาครับ อุปกรณ์ภาคส่ง และลักษณะสมบัติของตัวกลาง ระดับสัญญาณโพลาริเซชันข้ามช่องที่เกิดขึ้นในกรณีนี้มีอยู่น้อยจนไม่กระทบต่อสมรรถนะของข่ายเชื่อมโยง แต่เมื่อมีฝนตกภายในวิถีการแพร่กระจาย ฝนจะเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเพิ่มมากขึ้นจนเป็นอาจปัญหาต่อข่ายเชื่อมโยงได้

การศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนได้รับความสนใจมาตั้งแต่ทศวรรษ 1970 โดยลักษณะของงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ งานวิจัยในกลุ่มแรกเป็นการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกและปัจจัยการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝน สำหรับงานวิจัยอีกกลุ่มหนึ่งเป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยการตรวจวัดปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันจากข่ายเชื่อมโยงจริงและวิเคราะห์ผลการตรวจวัดนั้น ข้อมูลการตรวจวัดเชิงสถิติมีส่วนช่วยในการสร้างแบบจำลองเชิงประจักษ์ (empirical model) สำหรับการหาปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันโดยอาศัยค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในหลายครั้งการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนได้ทำควบคู่ไปทั้งการศึกษาเชิงทฤษฎีและการสร้างแบบจำลอง และตรวจสอบกรรมวิธีที่ใช้วิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีและแบบจำลองที่ได้โดยเทียบกับผลการตรวจวัดในข่ายเชื่อมโยงจริงอีกครั้งหนึ่ง ตัวอย่างของงานวิจัยที่ผ่านมาได้แก่ Watson and Arbabi (1973) ซึ่งวิเคราะห์การเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนในเชิงทฤษฎีและหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันกับค่าปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมุมเอียงเชิงกายภาพของอนุภาคฝน นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดจากข่ายเชื่อมโยงจริงด้วย

Brussaard (1974) ศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับผลของลมที่มีต่อแนวการวางตัวของอนุภาคฝนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชัน Brussaard เสนอแบบจำลองเชิงเรขาคณิตอธิบายแนวการวางตัวของอนุภาคฝนขณะกำลังตกและได้ทำการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนและมุมเอียงเชิงกายภาพไว้ด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวและผลการวิเคราะห์แสดงใน Brussaard (1976) แบบจำลองของ Brussaard ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยอื่นอีกหลายงานเช่น งานของ Uzunoglu *et al* (1977) ซึ่งศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนในเชิงทฤษฎีเช่นกัน โดย Uzunoglu *et al* อาศัยแอมพลิจูดการกระเจิงและแบบจำลองเชิงเรขาคณิตซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทิศการแพร่กระจายคลื่น แนวโพลาริเซชัน และแนวการวางตัวของอนุภาคฝนเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชัน

Chu (1982) เสนอแบบจำลองกึ่งประจักษ์ (semi-empirical model) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันและการลดทอนสัญญาณ Stutzman and Runyon (1984) เสนอแบบจำลองในลักษณะเดียวกันนี้ โดยทั้งสองได้เปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับแบบจำลองที่เสนอโดย CCIR, Dissanyake *et al* และแบบจำลองของ Chu นอกจากนี้ยังเทียบผลการวิเคราะห์โดยอาศัยแบบจำลองกับผลการตรวจวัดกับข่ายเชื่อมโยงจริงด้วย

Kharadly and Choi (1988) วิเคราะห์ปัญหาการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขณะที่มีฝนหรือหิมะตกโดยพิจารณาบรรยากาศในขณะที่มีฝนตกหรือหิมะตกนั้นเป็นไดอิเล็กทริกเทียม (artificial dielectric) Kharadly and Choi ทวนสอบวิธีการวิเคราะห์ด้วยการเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีการกระเจิงของ Mie (Mie scattering theory) ซึ่งผลการวิเคราะห์ทั้งสองสอดคล้องกันตลอดช่วงความถี่ 1 ถึง 1000 จิกะเฮิรตซ์ และอัตราการตกของฝนถึง 100 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

งานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นบางตัวอย่างของการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนที่ผ่านมา ผลการวิจัยโดยเฉพาะการศึกษาในเชิงทฤษฎีแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนและปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณนี้ ผลการวิเคราะห์ทางทฤษฎีได้ถูกเปรียบเทียบกับผลการศึกษาเชิงทดลองโดยการตรวจวัดจากข่ายเชื่อมโยงจริง แต่การศึกษาเชิงทดลองที่ผ่านมาใช้เวลาในการศึกษามากเพราะต้องรอให้เกิดฝนตกจริงทำให้เป็นการไม่สะดวกในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เทียบกับผลทางทฤษฎี ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในลักษณะเช่นนี้เหมาะสำหรับใช้เป็นข้อมูลเชิงสถิติเพื่อวัตถุประสงค์ในการออกแบบและดำเนินการข่ายเชื่อมโยง ในกรณีที่ต้องการศึกษาเบื้องต้นเพื่อให้เข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การพัฒนาชุดทดลองซึ่งสามารถจำลองสภาพการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านบรรยากาศที่มีฝนตกโดยมีความยืดหยุ่นในการปรับค่าปัจจัยบางประการได้นับเป็นแนวทางที่สะดวกต่อการศึกษาเพื่อความเข้าใจเบื้องต้นแม้ว่าชุดทดลองจะไม่สามารถจำลองสภาพฝนตกได้ตามธรรมชาติทุกประการก็ตาม ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้ทำการออกแบบการทดลองและพัฒนาชุดทดลองเพื่อการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากฝนขึ้นโดยอาศัยความรู้ที่ได้จากการศึกษาเชิงทฤษฎีในช่วงแรกมาเป็นแนวทางในการออกแบบชุดทดลองเพื่อการศึกษาแทนการตรวจวัดจากสภาพการแพร่กระจายจริง ชุดทดลองที่ได้ต้องสามารถแสดงการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนโดยจำลองสภาพการแพร่กระจายคลื่นผ่านบริเวณที่มีฝนตกได้อย่างเหมาะสมที่สุด สำหรับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยมีดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาสามารถใช้แสดงการเกิดการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากผ่นได้
2. เพื่อศึกษาเชิงวิเคราะห์และทดลองให้เข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากผ่น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากผ่น
2. ศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะสมบัติของผ่น ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
3. ออกแบบการทดลองและจัดสร้างชุดทดลองเพื่อการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากผ่น
4. ตรวจสอบวัดปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากผ่นโดยอาศัยชุดทดลอง และวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. ศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพและลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคผ่น
3. ศึกษาแนวทางและวิธีคำนวณปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากผ่น
4. คำนวณและวิเคราะห์ผลการแปรค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากผ่น
5. ออกแบบการทดลองและชุดทดลองเพื่อการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากผ่น รวมถึงจัดหาอุปกรณ์และจัดสร้างชุดทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้
6. ทดสอบชุดทดลองและทำการแก้ไขปรับปรุง
7. ตรวจสอบวัดและวิเคราะห์ปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากผ่นโดยอาศัยชุดทดลอง
8. เสนอแนวทางในการปรับปรุงวิธีวิเคราะห์และแนวทางในการพัฒนาชุดทดลองและสรุปผลการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบกลไกในการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝน
2. ทราบแนวทางในการวิเคราะห์และคำนวณหาปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝนได้
3. ได้ชุดทดลองเพื่อการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากฝน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่รับจากการวิจัย บทที่ 2 กล่าวถึงการศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้แนวทางการวิเคราะห์ปัญหาการแพร่กระจายคลื่นผ่านบรรยากาศในบริเวณที่มีฝนตกในลักษณะเดียวกับการวิเคราะห์โดย Kharadly and Choi (1988) คือพิจารณาบรรยากาศขณะที่มีฝนตกว่าเป็นตัวกลางเอกพันธ์ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะสมบัติของฝนซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันในตอนท้ายของบทกล่าวถึงนิยามของปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับบทที่ 3 เป็นการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีเพื่อหาลักษณะสมบัติการแพร่กระจายและปริมาณการเปลี่ยนโพลาริเซชันเนื่องจากฝน บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบชุดทดลองเพื่อการศึกษาปัญหาการเปลี่ยนโพลาริเซชันของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากฝนโดยใช้ความรู้ทางทฤษฎีจากบทที่ 2 และ 3 มาเป็นแนวทาง จากนั้นได้กล่าวถึงการทดสอบชุดทดลองท้ายที่สุดเป็นผลการตรวจวัดโดยอาศัยชุดทดลองและการวิเคราะห์ผล และบทที่ 5 เป็นส่วนข้อเสนอแนะและสรุปผลการวิจัย