

บทที่ 1

บทนำ

ระบบสื่อสาร (Communication System) มีบทบาทและความสำคัญต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ในแทบทุกด้าน ตั้งแต่ด้านสังคม วัฒนธรรม การทำงาน การติดต่อธุรกิจ การส่งผ่านข่าวสาร รวมไปถึงกิจกรรมทางการเมืองของมนุษย์ รูปแบบของระบบสื่อสารแบ่งตามลักษณะของสัญญาณที่ส่งได้สองรูปแบบคือระบบสื่อสารแบบอนาล็อก (Analog Communication) ซึ่งสัญญาณที่ส่งมีรูปร่างที่ไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และระบบสื่อสารแบบดิจิทัล (Digital Communication) ซึ่งมีสถานะของข้อมูลจำนวนสองสถานะคือ “0” และ “1” ปัจจุบันนิยมใช้มากกว่าระบบอนาล็อก เนื่องจากสามารถแก้ไขปัญหาของสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าและมีประโยชน์ด้านอื่นๆ อีกมากมาย

การสื่อสารทางแสงเกิดขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันได้มีความต้องการช่องสัญญาณมากขึ้น จึงได้มีการพิจารณาช่วงสเปกตรัมของคลื่นแสง ที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในย่านความถี่ประมาณ 10^{14} - 10^{15} เฮิรตซ์มากขึ้น ซึ่งเมื่อเทียบกับคลื่นวิทยุ (Radio Frequency) ในย่านความถี่ประมาณ 10^6 - 10^9 เฮิรตซ์ ที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป แล้วจะเห็นว่าแบนด์วิธของสัญญาณกว้างขึ้นถึงประมาณ 1 ล้านเท่า ซึ่งจะทำให้ข่าวสารที่ส่งไปนั้นมีความจุของข่าวสารจำนวนมาก อีกทั้งได้มีการประดิษฐ์เลเซอร์ ในปี พ.ศ.2503 การสื่อสารด้วยแสงเลเซอร์นี้มีข้อที่น่าดึงดูดอยู่หลายประการ โดยเฉพาะการส่งข้อมูลด้วยแสงเลเซอร์ จะมีปริมาณข้อมูลที่ส่งในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะแปรผันตามขนาดความกว้างของแบนด์วิธของคลื่น เนื่องจากเลเซอร์มีขนาดความกว้างของแบนด์วิธที่ค่าสูงมาก จึงสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละปริมาณมาก ซึ่งทำให้การส่งสัญญาณด้วยแสงมีการพัฒนามากขึ้น โดยยุคแรกนั้นจะนำไปใช้กับการสื่อสารระยะสั้นๆ และต่อมาจึงได้นำไปใช้กับการสื่อสารระยะไกลๆ เนื่องจากแบนด์วิธที่ได้ของการสื่อสารเชิงแสงที่เพิ่มขึ้นนี้และการเข้ามาของการสื่อสารความเร็วสูงในอนาคตที่มีความต้องการการส่งผ่านข้อมูล (Throughput) สูงขึ้นทำให้มีการนำการสื่อสารเชิงแสงไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ เช่น การเชื่อมโยงระหว่างดาวเทียม (Optical Intersatellite Link) การสื่อสารในอวกาศ (Deep Space Communications) หรือ การสื่อสารในเส้นใยแสง (Fiber Optic Communications) เป็นต้น [1]

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาของระบบสื่อสารเป็นไปอย่างต่อเนื่องและหลากหลาย เพื่อให้มีประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด รวมไปถึงการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหของช่องสัญญาณไม่เพียงพอต่อการใช้งานทางเลือกที่สามารถทำได้ คือการใช้งานช่องสัญญาณเชิงแสงซึ่งมีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง แต่

ปัญหาที่พบในระบบสื่อสารเชิงแสงที่มีการรับส่งในรูปแบบพัลส์ภายในมีโฟตอนที่มิถุนายนการเกิดแบบสุ่ม (Random) [2] ทำให้เกิดปัญหาในการตรวจนับข้อมูลจึงมีความผิดพลาดสูงนอกจากนี้ยังมีปัญหาในด้านของประสิทธิภาพของระบบการรับส่งข้อมูลต่ำอันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดต่างๆ มากมายทั้งจากธรรมชาติในชั้นบรรยากาศและภายนอกโลกหรือจากที่มนุษย์สร้างขึ้น สัญญาณรบกวนเหล่านี้มักจะส่งผลทำให้สัญญาณมีรูปร่างที่แปรเปลี่ยนผิดเพี้ยนไปจากเดิมส่งผลให้ข้อมูลที่ถูกรับได้ที่ภาครับนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาวิธีการรับส่งข้อมูลสำหรับระบบสื่อสารเชิงแสงและการป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการรับส่งข้อมูล โดยมีการศึกษาประสิทธิภาพของการผสมสัญญาณเชิงแสงในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การผสมสัญญาณแบบคีย์ออน-ออฟ (On-Off Keying) การผสมสัญญาณแบบไบนารีพัลส์โพสิชัน (Binary Pulse Position Modulation) การผสมสัญญาณแบบพัลส์โพสิชัน (Pulse Position Modulation) การผสมสัญญาณแบบมัลติพัลส์โพสิชัน (Multi-pulse Pulse Position Modulation) การผสมสัญญาณแบบพัลส์โพสิชันเหลื่อม (Overlapping Pulse Position Modulation) การผสมสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียลพัลส์โพสิชัน (Differential Pulse Position Modulation) และทำการศึกษาวิธีการผสมสัญญาณแบบโฟตอนสี่ระดับ (4-level Photon Communication) มาใช้งานร่วมกับการผสมสัญญาณแบบไบนารีพัลส์โพสิชันมอดูเลชัน รวมถึงนำไปใช้งานร่วมกับการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อแก้ไขความผิดพลาด (Error Control Coding) เพื่อให้ระบบสื่อสารเชิงแสงมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

- เพื่อศึกษาการทำงานของระบบสื่อสารเชิงแสงและสามารถออกแบบการทำงานของระบบสื่อสารเชิงแสง
- เพื่อศึกษารหัสแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลแบบต่างๆ และนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสารเชิงแสง
- เพื่อพัฒนารูปแบบการทำงานของระบบสื่อสารเชิงแสงแบบโฟตอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาแบบการทำงานเชิงทฤษฎีสำหรับระบบสื่อสารเชิงแสงเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการส่งข้อมูล ที่นำหลักการทำงานของการทำงานแบบโฟตอนหลายระดับ การผสมสัญญาณแบบพัลส์โพสิชันมอดูเลชันและการใช้รหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดมาใช้งานร่วมกัน เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากสัญญาณรบกวนในระบบสื่อสาร โดยได้มีการศึกษารูปแบบการทำงานของการผสมสัญญาณแบบพัลส์โพสิชันมอดูเลชันเพื่อนำมา

พัฒนาใช้งานร่วมกับรูปแบบของวิธีการสื่อสารแบบโฟตอนหลายระดับ และสามารถไปใช้งานร่วมกับการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เหมาะสมทำให้ระบบการสื่อสารมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบโดยการจำลองการทำงานของระบบสื่อสารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ MATLAB จะถูกนำมาใช้สำหรับเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของระบบสื่อสารแบบโฟตอนหลายระดับที่ไม่มีการใช้งานร่วมกับการผสมสัญญาณ เพื่อศึกษาคุณสมบัติและความเหมาะสมในการใช้งานของระบบสื่อสารที่น่าสนใจ

1.4 ขั้นตอนในการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาระบบสื่อสารเชิงแสงได้กำหนดขั้นตอนในการวิจัยไว้ตามลำดับดังนี้

- ศึกษาพื้นฐานของระบบสื่อสารโดยทั่วไปและระบบสื่อสารเชิงแสง
- ศึกษาช่องสัญญาณแบบเกาส์และช่องสัญญาณแบบปัวส์ซอง
- ศึกษาการผสมสัญญาณเชิงแสงแบบต่างๆ
- ศึกษาการสื่อสารแบบโฟตอนและโฟตอนหลายระดับ
- ศึกษาการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดแบบคอนวูลูชัน
- ออกแบบระบบสื่อสารเชิงแสง
- ออกแบบการนำระบบสื่อสารเชิงแสงมาใช้งานร่วมกับการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด
- ออกแบบการนำการสื่อสารแบบโฟตอนมาใช้งานร่วมกับการผสมสัญญาณแบบไบนารีพัลส์โพสิชันมอดูเลชัน
- ออกแบบการนำการสื่อสารแบบโฟตอนมาใช้งานร่วมกับการผสมสัญญาณแบบไบนารีพัลส์โพสิชันมอดูเลชันและการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด
- ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบสื่อสารที่ออกแบบทั้งหมดจากค่าอัตราความผิดพลาดของข้อมูล

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นทั้งหมด 6 บท โดยบทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และขอบเขตของการวิจัย ส่วนบทอื่นๆ มีเนื้อหาดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงพื้นฐานของระบบสื่อสารเชิงแสง รูปแบบของระบบสื่อสารเชิงแสง รูปแบบการสื่อสารในระบบสื่อสารเชิงแสง ช่องสัญญาณ (Channel) ซึ่งมีทั้งช่องสัญญาณแบบเกาส์

และช่องสัญญาณแบบปัวส์ซอง หลักการผสมสัญญาณเชิงแสง รูปแบบการผสมสัญญาณเชิงแสงแบบต่างๆ การสื่อสารแบบโฟตอนและการสื่อสารแบบโฟตอนหลายระดับ

บทที่ 3 กล่าวถึงหลักการพื้นฐานต่างๆ ของรหัสแก้ไขความผิดพลาด และรหัสแบบคอนโวลูชัน (Convolution Code)

บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบระบบสื่อสารเชิงแสงที่ใช้งานโดยทั่วไป การออกแบบการนำการผสมสัญญาณแบบต่างๆ มาใช้งานในระบบสื่อสารเชิงแสง การออกแบบการนำการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดมาใช้งานในระบบสื่อสารเชิงแสง การออกแบบการนำการผสมสัญญาณมาใช้งานร่วมกับการสื่อสารแบบโฟตอนหลายระดับและการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด

บทที่ 5 กล่าวถึงผลของการทดสอบตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดไว้ในบทที่ 4

ส่วนบทสุดท้ายกล่าวถึงผลการทดลอง การสรุปผลการวิจัย ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย และข้อเสนอแนะในการพัฒนา