หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความหมายของระบบการสื่อสารโดยใช้แสง

ถ้าจะมองย้อนกลับไปในอดีต ขณะที่มนุษย์เริ่มมีการสื่อความหมาย วิธีการแรกที่มนุษย์รู้จักคือ การสื่อความหมายด้วยกิริยาท่าทาง การแสดงความรู้สึกทางใบหน้า ภาษาใบ้ การแสดงออกเหล่านี้ ถ้าจะพิจารณาให้ชัดเจนก็คือ การสื่อสารโดยใช้แสงทั้งสิ้น และต่อมามีการพัฒนาการสื่อความหมายระยะไกลอย่างง่าย ๆ เช่น การส่งสัญญาณควันไฟของอินเดียแดง หรือการส่งสัญญาณไฟของเรือเดินทะเลก็เป็นการสื่อสารโดยใช้แสงเช่นกัน ถ้าจะพิจารณาคุณภาพและความสามารถระบบดังกล่าวก็มีข้อจำกัดกล่าวคือ สามารถส่งข้อมูลได้น้อยเมื่อคิดต่อหนึ่งหน่วยเวลาและมีขนาดจำกัด ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนานำเอาหลักการทางไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ในการสื่อสาร และพบว่าเมื่อมีการนำเอาคลื่นที่มีความถี่สูงมาใช้ในการสื่อสารจะสามารถทำการส่งข่าวสารได้มากขึ้น เท่าที่ผ่านมาได้มีการนำเอาความถี่ที่สูงขึ้นมาใช้ในงานโทรคมนาคม ตั้งแต่ย่านความถี่สูง (High Frequency) และสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงย่านไมโครเวฟ (Microwave) และซับมิลลิเวฟ (Submilliwave) ซึ่งมีความถี่อยู่ในหลัก 10^{10} Hz สำหรับความถี่ที่สูงกว่าซับมิลลิเวฟ และต่ำกว่าแสงคือความถี่ในช่วง 10^{11} ถึง 10^{13} Hz นั้นเป็นย่านความถี่ที่มีปัญหาเมื่อนำมาใช้ เนื่องจากยังไม่สามารถหาวัสดุที่เหมาะสมที่นำมาใช้ได้ดี และการพัฒนาอุปกรณ์ก็ยุ่งยาก ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาจึงได้มุ่งไปที่คลื่นแสง ความจริงคลื่นแสงก็คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุที่ใช้ทำการส่งข่าวสารกันอยู่นั่นเอง คือมีความถี่อยู่ในหลักของ 10^{14} Hz เมื่อเป็นเช่นนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ให้ความสนใจคลื่นแสงเพื่อนำมาใช้ในระบบสื่อสาร ซึ่งเป็นแนวโน้มตามธรรมชาติของวิทยาการทางด้านนี้

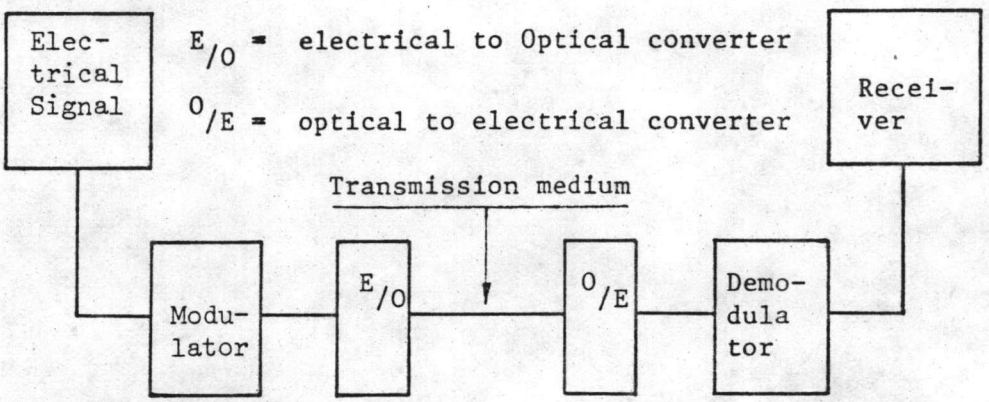
อาจกล่าวได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจความจริงในข้อนี้ จึงได้มีผู้คิดค้นระบบการสื่อสารด้วยแสง ตั้งแต่การใช้แสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ การใช้ระบบเลนซ์หลาย ๆ ตัวเพื่อควบคุมลำแสงให้เดินทางตามเงื่อนไขที่กำหนด และเมื่อมีผู้คิดค้นต้นกำเนิดแสงแบบเลเซอร์ (Laser) จึงเป็นจุดกระตุ้นความคิดในการใช้ให้เป็นจริงเป็นจังขึ้นมา และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสร้างต้นกำเนิดแสงแบบสารกึ่งตัวนำ ได้ทั้งแบบ Laser Diode (ย่อว่า LD) และแบบ

Light Emitting Diode (ย่อว่า LED) ได้ทำให้เกิดการพัฒนาระบบการสื่อสารด้วยแสงรุดหน้าไปอย่างก้าวกระโดด

ถ้ามาทำความเข้าใจระบบการสื่อสารด้วยแสง จะเห็นว่าไม่ได้แตกต่างไปจากระบบสื่อสารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแต่อย่างใด เพียงแต่คลื่นพาห์ (Carrier) ที่ใช้จะเปลี่ยนจากคลื่นวิทยุเป็นคลื่นแสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก ถึง 10^{14} Hz คือสูงกว่าคลื่นที่ใช้กันอยู่ คือระบบไมโครเวฟ ที่มีความถี่ 10^{10} Hz การที่ความถี่ของคลื่นพาห์สูงขึ้นมีผลดีคือสามารถส่งข้อมูลในหนึ่งหน่วยเวลาได้สูงขึ้น ค่าแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของระบบก็สูงขึ้น แต่เนื่องจากไม่สามารถสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาตามการเปลี่ยนแปลงได้ทัน ดังนั้นระบบรับ-ส่งสัญญาณจึงอาศัยการเปลี่ยนความเข้มของแสงเป็นส่วนใหญ่ในการรับ-ส่งสัญญาณ ทางด้านส่งก็จะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นความเข้มของแสง และทางด้านรับก็จะทำการเปลี่ยนความเข้มของแสงกลับมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าอีกครั้ง ดังรูปที่ 1.1

การสื่อสารโดยใช้คลื่นแสงนี้จะสามารถทำได้ทั้งการส่งผ่านสายหรือส่งผ่านบรรยากาศ เช่นเดียวกับการใช้คลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่าไมโครเวฟลงมา การสื่อสารทางแสงที่ผ่านทางสายหรือที่เรียกว่าออปติคอลไฟเบอร์ (Optical Fiber) หรือเส้นใยแสงนั้นกำลังได้รับการพัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง ขณะเดียวกันการค้นคว้าทางด้านการส่งผ่านบรรยากาศยังไม่หยุดนิ่ง เพราะการสื่อสารโดยการส่งผ่านบรรยากาศยังให้จุดเด่นที่น่าสนใจคือ

1. เป็นระบบการสื่อสารที่ลงทุนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการสื่อสารวิธีอื่นที่ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน
2. คลื่นแสงไม่ถูกควบคุมการใช้งาน ในขณะที่คลื่นวิทยุถูกควบคุม
3. เป็นระบบที่ใช้ได้ดีกับการสื่อสารระยะสั้น ที่ไม่สะดวกต่อการเดินสาย
4. ไม่ถูกรบกวนด้วยคลื่นวิทยุ และไม่สามารถถูกลักลอบขโมยข่าวสารได้ เพราะมีทิศทางการส่งที่แน่นอนสามารถตรวจสอบได้



รูปที่ 1.1 ระบบการสื่อสารโดยใช้แสง

การที่กล่าวถึงระบบการสื่อสารโดยใช้แสงโดยทั่ว ๆ ไป ไม่ได้เน้นถึงความยาวคลื่นของต้นกำเนิดที่จะใช้ แต่จากการศึกษาพบว่า ความยาวคลื่นที่เหมาะสมอยู่ในช่วงความยาวคลื่นย่าน อินฟราเรด (Infrared) เพราะจะส่งผ่านบรรยากาศได้ดี และส่งผ่านเส้นใยแสงได้ดีมาก สำหรับแหล่งกำเนิดแสงประเภทสารกึ่งตัวนำ คือ LED และ LD ความยาวคลื่นทำได้ก่อนและประสบความสำเร็จในการใช้งานก็คือความยาวคลื่นประมาณ 0.85 μm หรือ 8500 $\mathring{A}$ ซึ่งเป็นแสงในย่าน Near Infrared ที่คนเราไม่สามารถมองเห็นได้ สำหรับแนวโน้มการใช้ระบบสื่อสารโดยใช้แสงผ่านบรรยากาศก็คงจะตรงตามจุดเด่นข้อที่ 3 เช่นกรณีที่ติดต่อข้ามทางหลวง แต่ก็ยังมีการใช้งานที่ให้ประสิทธิภาพสูง คือ การนำมาใช้ในงานสื่อสารระหว่างดาวเทียม [18] เช่น โครงการติดต่อดาวเทียมด้วย Nd-YAG Laser ขององค์การ NASA ด้วยความเร็ว 1000 Mb/s เป็นต้น

ในขณะที่ได้มีการพัฒนาความสามารถของระบบรับ-ส่งข่าวสารให้ได้ประสิทธิภาพสูง ๆ ย่อมจะต้องมีพัฒนาการนำไปใช้งานควบคู่กันไปด้วย แต่เดิมประสิทธิภาพของระบบการส่ง

ถูกจำกัด สัญญาณหรือข่าวสารที่ส่งถึงกันส่วนใหญ่จะเป็นสัญญาณเสียง สัญญาณภาพ หรือถ้าจะกล่าวก็คือ สัญญาณอะนาลอก (Analog Signal) หลังจากที่มีการพัฒนาระบบการส่งทีละขั้น ระบบการส่งข่าวสารเริ่มจะเปลี่ยนเป็นการส่งสัญญาณเชิงเลข (Digital Signal) มีการเปลี่ยนสัญญาณอะนาลอกแต่เดิม มาเป็นสัญญาณเชิงเลขประกอบกับได้มีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถสูง จึงได้มีการรวมระบบการส่งข่าวสารกับระบบสื่อข้อมูลของคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน แต่ระบบใหม่นี้ต้องการระบบการส่งข่าวที่ให้ประสิทธิภาพในการส่งสูงกว่าที่เป็นอยู่ การพัฒนาระบบการสื่อสารโดยใช้คลื่นแสง นับได้ว่าเหมาะสมต่อความก้าวหน้าของวิทยาการด้านการสื่อสาร ที่กล่าวมานี้โดยเฉพาะระบบการส่งทางเส้นใยแสง และในปัจจุบันได้ยอมรับและนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่นใช้ส่งข้อมูลผ่านมหาสมุทรโดยใช้เส้นใยแสงเป็นสายใต้น้ำ (Under Sea Cable) และอีกมากมาย

1.2 จุดมุ่งหมายและวิธีการดำเนินการวิจัย

จุดมุ่งหมายที่สำคัญก็เพื่อทำการออกแบบและสร้างชุดรับ - ส่งสัญญาณข้อมูลเชิงเลขโดยใช้แสงอินฟราเรดส่งผ่านบรรยากาศ เพื่อที่จะศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในตอนแรก เพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบที่จะใช้งานจริงและทำการสร้าง ติดตั้งและทดสอบการใช้งาน โดยได้กำหนดความสามารถของระบบไว้ เพื่อรับ - ส่งสัญญาณข้อมูลเชิงเลขความเร็ว 2 Mb/s ที่สามารถรับ - ส่งได้ภายในระยะทางประมาณ 600 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางระหว่างตาดฟ้าของตึกวิศวกรรมไฟฟ้าและตึกวิศวกรรมคอมพิวเตอร์