

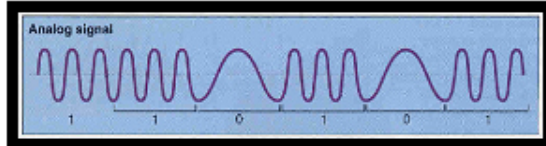
บทที่ 4

ชนิดของสัญญาณและวิธีการส่งสัญญาณข้อมูล

ชนิดของสัญญาณ

1. สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal)

เป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง มีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (sine wave) โดยแต่ละคลื่นจะมีความถี่และความเข้มของสัญญาณที่ต่างกัน



2. สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal)

เป็นสัญญาณที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงเป็นค่าของเลขลงตัว โดยปกติมักแทนด้วย ระดับแรงดันที่แสดงสถานะเป็น "0" และ "1"

สื่อกลางในการสื่อสาร

มีหลายชนิด ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทมีสาย ได้แก่ สายคู่ไขว้ (Wire pair หรือ Twisted pair หรือสายโทรศัพท์), สายตัวนำร่วมแกน (Coaxial Cables), เส้นใยนำแสง หรือไฟเบอร์ออฟติกส์ (Fiber optics)

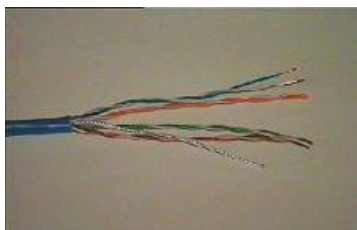
ประเภทไม่มีสาย ได้แก่ ไมโครเวฟ (Microwave) และดาวเทียม, การสื่อสารดาวเทียม (Stellite Transmission)

ประเภทมีสาย

สายเกลียวคู่ (Twisted pair Cable) สายเกลียวคู่ เป็นสายที่มีราคาถูกที่สุดประกอบด้วยสาย

ทองแดง 2 เส้น แต่ละเส้นมีฉนวนหุ้มพันกันเป็นเกลียว สามารถลดการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ แต่ไม่สามารถป้องกัน การสูญเสีย พลังงานจากการแผ่รังสีความร้อน ในขณะที่มีสัญญาณส่งผ่านสายสายเกลียวคู่ 1 คู่จะแทนการสื่อสารได้ 1 ช่องทางสื่อสาร (Channel) ในการใช้งานจริง เช่นสายโทรศัพท์จะเป็นสายรวมที่ประกอบด้วยสายเกลียวคู่อยู่ภายในเป็นร้อย ๆ คู่ สายเกลียวคู่ 1 คู่ จะมีขนาดประมาณ 0.016-0.036 นิ้ว

1. สายคู่บิดเกลียวแบบไม่มีชีลด์ (Unshielded Twisted Pair; UTP)



2. สายคู่บิดเกลียวแบบมีชีลด์ (Shielded Twisted Pair; STP)



สายเกลียวคู่สามารถใช้ได้ทั้งการส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนาล็อกและแบบดิจิทัล เนื่องจากสายเกลียวคู่จะมีการสูญเสียสัญญาณ ขณะส่งสัญญาณ จึงจำเป็นต้องมี "เครื่องขยาย" (Amplifier) สัญญาณ สำหรับการส่งสัญญาณ

ข้อมูลแบบอนาล็อก ในระยะทางไกล ๆ หรือทุก 5-6 กม. ส่วนการส่งสัญญาณข้อมูลแบบดิจิทัลต้องมี "เครื่องทบทวน" (Repeater) สัญญาณทุก ๆ ระยะ 2-3 กม. เพราะว่าแต่ละคู่ของสายเกลียวคู่จะแทนการทำงาน 1 ช่องทางและสามารถมีแบนด์วิดท์ได้กว้างถึง 250 กิโลเฮิร์ตซ์

ดังนั้นในการส่งข้อมูลไปพร้อมกันหลาย ๆ ช่องทางจำเป็นต้องอาศัยหลักการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ เพื่อให้สัญญาณทั้งหมดสามารถ ส่งผ่านสายสื่อสารไปได้พร้อม ๆ กัน ในการมัลติเพล็กซ์แบบ FDM จะสามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้ถึง 24 ช่องทาง ๆ ละ 74 กิโลเฮิร์ตซ์ส่วนของอัตราเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลดิจิทัลผ่านสายเกลียวคู่สามารถมีได้ถึง 4 เมกะบิตต่อวินาที แต่ถ้าเป็นการส่ง ข้อมูลผ่านโมเด็ม จะส่งได้ด้วยอัตราเร็วสูงสุด 9,600 บิตต่อวินาที

ข้อดีข้อเสียของสายคู่บิดเกลียว

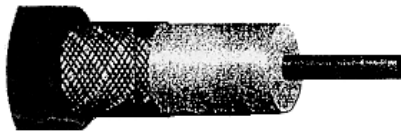
ข้อดี

1. มีราคาถูก
2. ใช้งานง่ายมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน
3. ติดตั้งง่ายและมีน้ำหนักเบา

ข้อเสีย

1. ถูกรบกวนจากสัญญาณภายนอกได้ง่าย
2. ระยะทางจำกัด

สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) สายเคเบิลแบบโคแอกเชียลหรือเรียกสั้น ๆ ว่า "สายโคแอก" จะเป็นสายสื่อสารที่มีคุณภาพที่กว่าและราคาแพงกว่าสายเกลียวคู่ส่วนของสายส่งข้อมูลจะอยู่ตรงกลางเป็นลวดทองแดงมีชั้นของตัวเหนียวหุ้มอยู่ 2 ชั้นชั้นในเป็นพื้นเกลียวหรือชั้นแข็งชั้นนอกเป็นพื้นเกลียว และคั่นระหว่างชั้นด้วยฉนวนหนาเปลือกชั้นนอกสุดเป็นฉนวน สายโคแอกสามารถม้วนโค้ง งอได้ง่าย มี 2 แบบคือ 75 โอห์ม และ 50 โอห์มขนาดของสายมีตั้งแต่ 0.4 - 1.0 นิ้วชั้นตัวเหนียวทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียพลังงานจากแผ่รังสีเปลือยกฉนวนหนาทำให้สายโคแอกมีความคงทนสามารถฝังเดินสายใต้พื้นดินได้ นอกจากนี้สายโคแอกยังช่วยป้องกัน "การสะท้อนกลับ" (Echo) ของเสียงได้อีกด้วย และลดการรบกวนจากภายนอกได้ดีเช่นกัน



สายโคแอกสามารถส่งสัญญาณได้ ทั้งในช่องทางแบบเบสแบนด์และแบบบรอดแบนด์ การส่งสัญญาณในเบสแบนด์สามารถทำได้เพียง 1 ช่องทางและเป็นแบบครึ่งดูเพล็กซ์ แต่ในส่วนของการส่งสัญญาณในบรอดแบนด์จะเป็นเช่นเดียวกับสายเคเบิลทีวีคือสามารถส่งได้พร้อมกันหลายช่องทางทั้งข้อมูลแบบดิจิทัลและแบบอนาล็อกสายโคแอกของเบสแบนด์สามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง 2 กม. ในขณะที่บรอดแบนด์ส่งได้ไกลกว่าถึง 6 เทาโดยไม่ต้องเครื่องทบทวน หรือเครื่องขยายสัญญาณเลยถ้าอาศัยหลักการมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบ FDM สายโคแอกสามารถมีช่องทาง (เสียง) ได้ถึง 10,000 ช่องทางในเวลาเดียวกันอัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีได้สูงถึง 50 เมกะบิตต่อวินาทีหรือ 800 เมกะบิตต่อวินาที ถ้าใช้เครื่องทบทวนสัญญาณทุก ๆ 1.6 กม. ตัวอย่างการใช้สายโคแอกในการส่งสัญญาณข้อมูลที่ใช้กันมากในปัจจุบัน คือสายเคเบิลทีวีและสายโทรศัพท์ทางไกล (อนาล็อก) สายส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายท้องถิ่น หรือ LAN (ดิจิทัล) หรือใช้ในการเชื่อมโยงสั้น ๆ ระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อดีข้อเสียของสายโคแอกเชียล

ข้อดี

1. มีประสิทธิภาพ และความต้านทานต่อการรบกวนสูง
2. สามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่าสายส่งข้อมูลแบบ twisted pair
3. สามารถส่งได้ทั้งเสียง สัญญาณวิดีโอ และข้อมูล

ข้อเสีย

1. ราคาแพงกว่าสายส่งข้อมูลแบบ twisted pair
2. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีราคาสูงกว่าสายส่งข้อมูลแบบ twisted pair
3. จำกัดจำนวนของการเชื่อมต่อ
4. ระยะทางจำกัด

เส้นใยแก้วนำแสง หรือ ไฟเบอร์ออปติกส์ (Fiber Optic Cable) หลักการการทั่วไปของการสื่อสารในสายไฟเบอร์ออปติกคือการเปลี่ยนสัญญาณ (ข้อมูล ไฟฟ้าให้เป็นคลื่นแสง ก่อนจากนั้นจึงส่งออกไปเป็นพัลส์ของแสงผ่านสายไฟเบอร์ออปติกสายไฟเบอร์ออปติกทำจากแก้วหรือพลาสติกสามารถ ส่งลำแสงผ่านสายได้ทีละหลาย ๆ ลำแสงด้วยมุมที่ต่างกันลำแสงที่ส่งออกไปเป็นพัลส์นั้นจะสะท้อนกลับไปที่ผิวของสายชั้นในจนถึงปลายทาง จากสัญญาณข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นสัญญาณอนาล็อกหรือดิจิตอล จะผ่านอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณเสียก่อนจากนั้นจะส่งสัญญาณมอดูเลตผ่านตัวไดโอดซึ่งมี 2 ชนิดคือ LED ไดโอด (light Emitting Diode) และเลเซอร์ไดโอด หรือ ILD ไดโอด (Injection Laser Diode) ไดโอดจะมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณมอดูเลตให้เป็นลำแสงเลเซอร์ซึ่งเป็นคลื่นแสงในย่านที่มองเห็นได้หรือเป็นลำแสงในย่านอินฟราเรดซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ ความถี่อินฟราเรดที่ใช้จะอยู่ในช่วง 1014-1015 เฮิร์ตซ์ ลำแสงจะถูกส่งออกไปตามสายไฟเบอร์ออปติก เมื่อถึงปลายทางก็จะมีตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode) ที่ทำหน้าที่รับลำแสงที่ถูกส่งมาเพื่อเปลี่ยนสัญญาณแสงให้กลับไปเป็นสัญญาณมอดูเลตตามเดิมจากนั้นก็ส่งสัญญาณผ่านเข้าอุปกรณ์ดีมอดูเลตเพื่อทำการดีมอดูเลตสัญญาณมอดูเลตให้เหลือแต่สัญญาณข้อมูลที่ต้องการ

สายไฟเบอร์ออปติกสามารถมีแบนด์วิธ (BW) ได้กว้างถึง 3 จิกะเฮิร์ตซ์ (1 จิกะ = 10⁹) และมีอัตราเร็วในการส่งข้อมูลได้ ถึง 1 จิกะบิตต่อวินาที ภายในระยะทาง 100 กม. โดยไม่ต้องการเครื่องทบทวนสัญญาณเลย สายไฟเบอร์ออปติกสามารถมีช่องทางสื่อสาร ได้มากถึง 20,000-60,000 ช่องทาง สำหรับการส่งข้อมูลในระยะทางไกล ๆ ไม่เกิน 10 กม. จะสามารถมีช่องทางได้มากถึง 100,000 ช่องทางทีเดียว

ข้อดีข้อเสียของสายใยแก้วนำแสง

ข้อดี

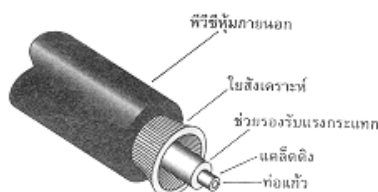
1. ส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง
2. ไม่มีการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า เหมาะกับสภาพแวดล้อม เช่น

โรงพยาบาล สถานีโทรทัศน์

3. ส่งข้อมูลได้ในปริมาณมาก

ข้อเสีย

1. มีราคาแพงกว่าสายส่งข้อมูล 2 แบบแรก
2. ต้องใช้ความชำนาญในการติดตั้งมากกว่าสายส่งข้อมูลแบบอื่น ๆ
3. มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง สูงกว่า



ระบบไมโครเวฟ (Microwave system)

ใช้วิธีส่งสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุเป็นทอด ๆ จากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง เรียกว่าสัญญาณแบบ เส้นสายตา (Line of sight) สถานีหนึ่งจะครอบคลุมพื้นที่รับสัญญาณได้ ประมาณ 30-50 กม.



การส่งสัญญาณข้อมูลไมโครเวฟมักใช้กันในกรณีที่ต้องการติดตั้งสายเคเบิลทำได้ไม่สะดวก เช่น ในเขตเมืองใหญ่ ๆ หรือในเขตที่ป่าเขา แต่ละสถานีไมโครเวฟจะติดตั้งจานส่ง-รับสัญญาณข้อมูล ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 ฟุต สัญญาณไมโครเวฟเป็นคลื่นย่านความถี่สูง (2-10 จิกะเฮิร์ตซ์) เพื่อป้องกันการแทรกหรือรบกวนจากสัญญาณอื่น ๆ แต่สัญญาณอาจจะอ่อนลง หรือหักเหได้ในที่มีอากาศร้อนจัด พายุหรือฝน ดังนั้นการติดตั้งจาน ส่ง-รับสัญญาณจึงต้องให้หันหน้าของจานตรงกัน และหอยิ่งสูงยิ่งส่งสัญญาณได้ไกล

ปัจจุบันมีการใช้การส่งสัญญาณข้อมูลทางไมโครเวฟกันอย่างแพร่หลาย สำหรับการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกล ๆ หรือระหว่างอาคาร โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่สะดวกที่จะใช้สายไฟเบอร์ออปติก หรือการสื่อสารดาวเทียม อีกทั้งไมโครเวฟยังมีราคาถูกกว่า และติดตั้งได้ง่ายกว่า และสามารถส่งข้อมูลได้คราวละมาก ๆ ด้วย อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญที่ทำให้สื่อกลางไมโครเวฟเป็นที่นิยม คือราคาที่ถูกลง

ข้อดี

1. ใช้ในพื้นที่ซึ่งการเดินทางสายกระทำไม่ได้ไม่สะดวก
2. ราคาถูกกว่าสายใยแก้วนำแสงและดาวเทียม
3. ติดตั้งง่ายกว่าสายใยแก้วนำแสงและดาวเทียม
4. อัตราการส่งข้อมูลสูง

ข้อเสีย

สัญญาณจะถูกรบกวนได้ง่ายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากธรรมชาติ เช่น พายุ หรือฟ้าผ่า

การสื่อสารด้วยดาวเทียม (Satellite Transmission)

ที่จริงดาวเทียมก็คือสถานีไมโครเวฟลอยฟ้านั่นเอง ซึ่งทำหน้าที่ขยายและทบทวนสัญญาณข้อมูลรับและส่งสัญญาณข้อมูลกับสถานีดาวเทียมที่อยู่บนพื้นโลก สถานีดาวเทียมภาคพื้นจะทำการส่งสัญญาณข้อมูล ไปยังดาวเทียมซึ่งจะหมุนไปตามการหมุนของโลกซึ่งมีตำแหน่งคงที่เมื่อเทียบกับตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจะถูกส่งขึ้นไปให้ลอยอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 23,300 กม. เครื่องทบทวนสัญญาณของดาวเทียม (Transponder) จะรับสัญญาณข้อมูลจากสถานีภาคพื้นซึ่งมีกำลังอ่อนลงมากแล้วมาขยายจากนั้นจะทำการทบทวนสัญญาณ และตรวจสอบตำแหน่งของสถานีปลายทาง แล้วจึงส่งสัญญาณข้อมูลไปด้วยความถี่ในอีกความถี่หนึ่งลงไปยังสถานีปลายทาง การส่งสัญญาณข้อมูลขึ้นไปยังดาวเทียมเรียกว่า "สัญญาณอัปลิงก์" (Up-link) และการส่งสัญญาณข้อมูลกลับลงมายังพื้นโลกเรียกว่า "สัญญาณ ดาวน-ลิงก์" (Down-link)

ลักษณะของการรับส่งสัญญาณข้อมูลอาจจะเป็นแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) หรือแบบแพร่สัญญาณ (Broadcast) สถานีดาวเทียม 1 ดวง สามารถมีเครื่องทบทวนสัญญาณดาวเทียมได้ถึง 25 เครื่อง และสามารถครอบคลุมพื้นที่การส่งสัญญาณได้ถึง 1 ใน 3 ของพื้นผิวโลก ดังนั้นถ้าจะส่งสัญญาณข้อมูลให้ได้รอบโลกสามารถทำได้โดยการส่งสัญญาณผ่านสถานีดาวเทียมเพียง 3 ดวงเท่านั้น



ระหว่างสถานีดาวเทียม 2 ดวงที่ใช้ความถี่ของสัญญาณเท่ากันถ้าอยู่ใกล้กันเกินไปอาจจะทำให้เกิดการรบกวนสัญญาณ ซึ่งกันและกันได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวน หรือชนกันของสัญญาณดาวเทียม จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานระยะห่างของสถานีดาวเทียม

การเลือกสื่อที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

เครือข่ายคอมพิวเตอร์นอกจากจะประกอบขึ้นจากการนำคอมพิวเตอร์มาเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายแล้ว ยังต้องมีช่องทางหรือสื่อกลาง (Media) ในการส่งผ่านข้อมูลซึ่งในปัจจุบันจะมีอยู่มากมายหลายแบบและแต่ละแบบก็จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป สิ่งที่จะต้องคำนึงในการเลือกช่องทางที่ต้องการ คือ

- อัตราเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Transmission Rate) อาจเลือกได้ตั้งแต่ความเร็วอยู่ในหลัก Kbps (กิโลบิตต่อวินาที) จนถึงหลายสิบล้าน Mbps (เมกะบิตต่อวินาที)
- ระยะทาง (Distance) จะต้องคำนึงถึงระยะทางระหว่างอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อกันด้วย โดยอาจห่างกันตั้งแต่ไม่กี่ฟุตจนถึงหลายพันกิโลเมตร
- ค่าใช้จ่าย (Cost) อาจต้องเสียค่าใช้จ่ายตั้งแต่ครั้งแรกและค่าใช้จ่ายประจำ
- ความสะดวกในการติดตั้ง (Ease of Installation) เนื่องจากบางพื้นที่อาจไม่สะดวกที่จะเดินสายหรือไม่อาจใช้สื่อบางประเภทได้
- ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม (Resistance to Environmental Conditions) เช่นสื่อบางประเภทอาจมีข้อจำกัด เมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง