



หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สื่อกลางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1. สื่อกลางประเภทมีสาย

1.1 สายคู่บิดเกลียว (Twisted pair)

ประกอบด้วยเส้นลวดทองแดงที่หุ้มด้วยฉนวนพลาสติก 2 เส้นพันบิดเป็นเกลียวเพื่อลดการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากคู่สายข้างเคียงภายในเคเบิลเดียวกันที่เรียกว่าครอสทอล์ก (Crosstalk) หรือจากภายนอก

ครอสทอล์ก (Crosstalk) หมายถึง สัญญาณหนึ่งบนสายหนึ่งรบกวนสัญญาณบนอีกสายหนึ่ง สายคู่บิดเกลียวถูกออกแบบมาเพื่อลดปัญหานี้ โดยการบิดคู่สายเป็นเกลียว ทำให้สัญญาณรบกวนในแต่ละสายหักล้างกันเอง ถ้าจำนวนเกลียวต่อหน่วยความยาวยิ่งมาก จะป้องกันครอสทอล์กได้ดีขึ้น แต่จะทำให้ความยาวของสายที่ต้องใช้งานเพิ่มขึ้น

อัตราการส่งข้อมูลผ่านสายคู่บิดเกลียวจะขึ้นอยู่กับความหนาของสาย คือ สายทองแดงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางกว้าง จะสามารถส่งสัญญาณไฟฟ้ากำลังแรงได้ ทำให้สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราสูง โดยทั่วไปสำหรับการส่งข้อมูลแบบดิจิทัล สัญญาณที่ส่งเป็นลักษณะคลื่นสี่เหลี่ยม สายคู่บิดเกลียวสามารถใช้ส่งข้อมูลได้ถึงร้อยเมกะบิตต่อวินาที (Megabits per second : Mbps) ในระยะทางไม่เกินร้อยเมตร เนื่องจากสายคู่บิดเกลียวมีราคาไม่แพงมาก ติดตั้งใช้งานง่าย ใช้ส่งข้อมูลได้ดี จึงมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง

1.1.1 สายคู่บิดเกลียวชนิดหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair : STP)

เป็นสายทองแดงคู่บิดเกลียว (Twisted Pair) ที่หุ้มด้วยฟอยล์ (Foil Shields) และหุ้มทั้ง 4 คู่สายทั้งหมดด้วยลวดถักหรือฟอยล์ชั้นนอก (Braided or Foil Shield) ที่หนาอีกชั้น เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และมีปลอกนอก (Jacket) หุ้มอีกชั้น

สาย STP เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อกับระบบรักษา
ความปลอดภัย (Security) และระบบ
โทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) และระบบ



1.1.2 สายคู่บิดเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair : UTP)

เป็นสายคู่บิดเกลียวมีฉนวนชั้นนอกที่บางอีกชั้น
สำหรับสายทั้ง 8 เส้น ทำให้สะดวกในการโค้งงอ แต่สามารถ
ป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้น้อยกว่าสายคู่บิด
เกลียวชนิดหุ้มฉนวน แต่มีราคาต่ำกว่า จึงนิยมใช้ในการเชื่อมต่อ
อุปกรณ์ในเครือข่าย ตัวอย่างของสายคู่บิดเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน
ที่เห็นในชีวิตประจำวัน คือ สายโทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในบ้าน และสาย
แลนที่มี 8 เส้นที่เรียกตามหมวดหรือ CAT (Category) ซึ่งจะถูก
แบ่งออกตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2 แต่ละ

CAT5e ขึ้นไป

โครงสร้างของสายแลนพิจารณาจากตัวป้องกันสัญญาณรบกวน
หากสายไม่มีตัวป้องกันสัญญาณรบกวนที่ดี จะ
ทำให้ความเร็วตกและเดินสายได้ระยะทางสั้นลง ปกติแล้วสาย
แลนที่ได้มาตรฐาน ISO/IEC 11801 ed2.2 Annex E จะมีการ
บิดเกลียวของสายแต่ละคู่เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนระดับหนึ่งอยู่
แล้วซึ่งเรียกสายประเภทนี้ว่า UTP แต่ถ้าหากต้องการเดินสาย
แลนในจุดที่มีสัญญาณรบกวนสูง ไม่ควรนำสาย UTP แบบธรรมดา
มาใช้งาน

สาย UTP ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีดังนี้

ก) สาย Category 5e UTP เป็นสายที่ไม่มีฉนวนป้องกัน
สัญญาณรบกวนจากภายนอก สายชนิดนี้เป็นสายที่มีจำนวน 4 คู่
สาย 8 เส้น และมีขนาดของแกนทองแดงขนาดที่ 24AWG (0.51
mm) ซึ่งมีการผลิตแกนทองแดงแบบแกนเดี่ยว (Solid

Conductor) ที่เหมาะกับการติดตั้งแบบทั่วไป และแบบแกนทองแดงแบบฝอย (Stranded Conductor) ที่เหมาะสำหรับสายเชื่อมต่อภายในตู้สื่อสาร หรือที่เรียกว่าสาย Patch Cord ซึ่งจะสามารถบิดโค้งงอได้มากกว่าสายชนิดแกนเดี่ยว (Solid) สายชนิดนี้จะมีแบนด์วิดท์สูงสุด 350MHz ในบางยี่ห้อมาตรฐานที่ 100 MHz และความเร็วในการส่งสัญญาณที่ 100-1,000 Mbps หรือ Gigabit

ข) สาย Category6 UTP เป็นสายที่ไม่มีฉนวนป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก สายชนิดนี้เป็นสายที่มีแกนกลางสำหรับแบ่งแยกช่องสัญญาณทั้ง 4 คู่สาย และมีจำนวน 4 คู่สาย 8 เส้น เหมือนกับ CAT5e แต่จะมีขนาดของแกนทองแดงที่ใหญ่กว่าชนิด CAT5e อยู่ที่ขนาด 23AWG (0.51 mm) ซึ่งมีการผลิตแกนทองแดงทั้งแบบแกนเดี่ยว (Solid Conductor) ที่เหมาะกับการติดตั้งแบบทั่วไป และแบบแกนทองแดงแบบฝอย (Stranded Conductor) ที่เหมาะสำหรับสายเชื่อมต่อภายในตู้สื่อสาร หรือที่เรียกว่าสาย Patch Cord ซึ่งจะสามารถบิดโค้งงอได้มากกว่าสายชนิดแกนเดี่ยว (Solid) สำหรับสาย CAT6 จะมีแบนด์วิดท์สูงสุดที่ 650 MHz หรือมาตรฐานอยู่ที่ 250 MHz และความเร็วสูงสุดในการส่งสัญญาณที่ Full Speed 1,000 Mbps หรือ Full Gigabit



หมายเหตุ

AWG (American Wire Gauge) หรือใช้คำย่อ Gauge ซึ่งเป็น

เป็นหน่วยวัดที่เราคุ้นเคย เช่น มิลลิเมตร (Millimeter) และตารางมิลลิเมตร (Sq. Millimeter) ได้ดังนี้

12 AWG = 2.05 mm = 3.309 sq.mm

13 AWG = 1.83 mm = 2.624 sq.mm

14 AWG = 1.63 mm = 2.081 sq.mm

15 AWG = 1.45 mm = 1.650 sq.mm

16 AWG = 1.29 mm = 1.309 sq.mm

18 AWG = 1.02 mm = 0.822 sq.mm

20 AWG = 0.81 mm = 0.517 sq.mm

22 AWG = 0.65 mm = 0.325 sq.mm

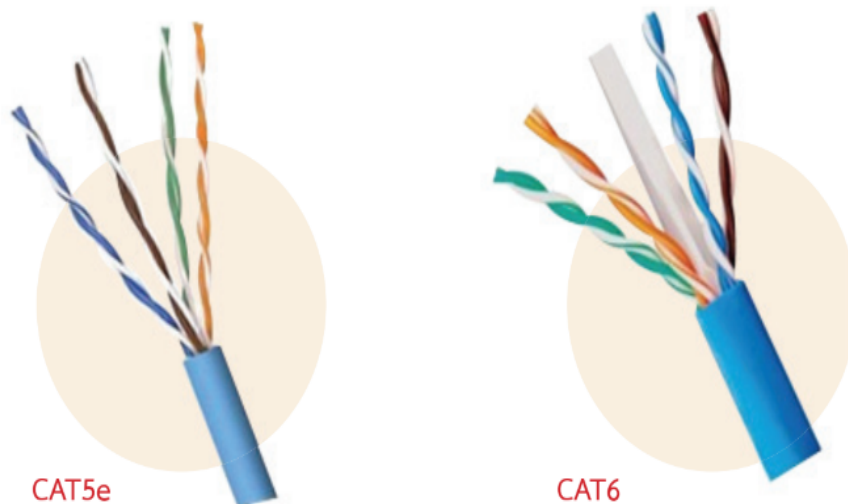
23 AWG = 0.57 mm = 0.260 sq.mm

24 AWG = 0.51 mm = 0.204 sq.mm

26 AWG = 0.40 mm = 0.128 sq.mm

สังเกตว่ายิ่ง AWG มีค่ามากขึ้น ขนาดของลวดตัวนำไฟฟ้าจะยิ่งเล็กลงเท่านั้น

จุดสังเกตระหว่าง CAT5e กับ CAT6



ภาพแสดงสาย CAT5e กับ CAT6



-สีของตัวสาย โดยส่วนใหญ่ในประเทศไทย สายชนิด CAT5e จะมีสีเทาและสีขาว ส่วนสายชนิด CAT6 จะมีสีฟ้าหรือน้ำเงินในบางยี่ห้อ

-แกนทองแดงของสายชนิด CAT5e จะมีแกนทองแดงที่เล็กกว่าชนิด CAT6

-สาย CAT6 จะมีพลาสติกแกนกลางที่คั่นระหว่างสายทั้ง 4 คู่ ส่วนสายชนิด CAT5e ไม่มี

-สาย CAT6 จะมีพลาสติกแกนกลางที่คั่นระหว่างสายทั้ง 4 คู่ ส่วนสายชนิด CAT5e ไม่มี

-CAT5e หน้าตัด แกนกลางของสายจะเรียงกันแบบแนวนอน

-CAT6 หน้าตัดจะสลับฟันปลา ขึ้นลง ไม่เสมอกัน

ค) สาย Category7 สาย CAT7, 7A รองรับการส่งข้อมูลความเร็วสูงสุด 10 Gbps ระยะทางสูงสุด 100 เมตร ความถี่ใช้งานสูงสุด 600-1,000 MHz ประกอบด้วยสายคู่บิดเกลียวที่หุ้มด้วยฟอยล์ ซึ่งช่วยป้องกัน Crosstalk อย่างสมบูรณ์เหมาะสำหรับศูนย์ข้อมูล (Data Center) มากกว่าการใช้งานที่บ้าน

ง) สาย Category8 CAT8 มีโครงสร้างที่มีชีลด์ (Shield) ป้องกันถึง 2 ชั้น คือ S/FTP ถ้าปกสายลงไปชั้นแรกจะเจอกับลวดถักที่สานกันเป็นฉนวนป้องกันชั้นแรก ถัดลงไปจะเป็นฟอยล์หุ้มสายคู่ บิดตีเกลียวเอาไว้อีกชั้นเป็น 2 ชั้น เพื่อรองรับการส่งข้อมูลความเร็วสูง โดยความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 25 Gbps และ 40 Gbps ที่ระยะทาง 30 เมตร ความถี่ใช้งาน 2,000 MHz สายจึงมีขนาดใหญ่ถึง 22 AWG จึงเหมาะใช้ในงานที่ต้องการความเร็วสูง เช่น ศูนย์ข้อมูล หรือเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สวิตช์ ดังนั้นจึงรองรับอนาคตทางการสื่อสารที่ต้องการความเร็วสูงมาก ๆ ได้

สาย CAT8 มีความแตกต่างจากสายเคเบิลรุ่นก่อนหน้าอย่างมาก เนื่องจากสามารถรองรับความถี่ของสัญญาณได้สูงถึง 2 GHz (2,000 MHz) โดยมีการจำกัดช่องต่อที่ระยะ 30 เมตร จำนวน 2 ช่อง (Connector channels) และสาย CAT8 ต้องใช้สายชนิดหุ้มฉนวนเช่นกัน CAT8 สามารถรองรับความเร็วได้ที่ 25 Gbps หรือ

40 Gbps และยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและการใช้พลังงานมากกว่าสาย Fiber อีกด้วย

ลักษณะทางกายภาพของสาย CAT8 จะมีความคล้ายคลึงกับสายแลนชนิดอื่น ๆ และใช้หัวต่อ RJ45 หรือหัวต่ออื่นที่ไม่ใช่ RJ45 ได้ และสาย CAT8 สามารถใช้งานร่วมกับสายชนิดก่อนหน้านี้คือ CAT6 และ CAT7 ได้ จึงไม่มีปัญหาในการใช้งานเมื่อเชื่อมต่อกัน

รองรับความเร็วสูงสุดถึง 40 Gbps ระยะทางไม่เกิน 30 เมตร



ด้วย ดังนั้นจะเน้นใช้งาน CAT8 หลัก

ในศูนย์ข้อมูลเป็น

สาย CAT5e และ CAT6 UTP เป็นสายที่นิยมใช้งานเป็นอย่างมาก ซึ่งในอดีตเรียกว่าสายประเภท UTP แต่ด้วยอาร์เอสเอสอาร์ในปัจจุบัน

เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ จึงเกิดสายทวิพอยส์ (T-OP) หรือเรียกง่าย ๆ ว่ากรีน (Screen) หุ้มคู่สายไว้ เรียกสายสัญญาณแบบนี้ว่า F/UTP (Foil Twisted Pair) และมีสายประเภท F/UTP, U/FTP, F/FTP ขึ้นมา แต่การเพิ่มฟอยล์หุ้มสาย ส่งผลต่อการเพิ่มต้นทุนของสายสัญญาณ ผู้ผลิตบางรายจึงพยายามออกแบบโครงสร้างของสาย UTP ให้มีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันสัญญาณรบกวนระหว่างสายสัญญาณแต่ละเส้น (Alien Crosstalk) โดยอาจต้องตีเกลียวให้แน่นขึ้น ซึ่งทำให้ต้นทุนทองแดงยาวขึ้นและในบางกรณีต้นทุนโครงสร้างของสาย UTP อาจแพงกว่าสาย F/UTP ก็ได้ เช่น สาย UTP CAT6a จะแพงกว่าสาย F/UTP CAT6a หรือในสาย CAT6 มีเพิ่มแกนพลาสติกตรงกลางสาย ซึ่งเรียกว่า Filler Slot หรือ Cross Filler ใช้แยกสายแต่ละคู่ออกจากกัน เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนระหว่างสายแต่ละคู่ที่อยู่ภายใน ทำให้ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงแต่เมื่อสาย

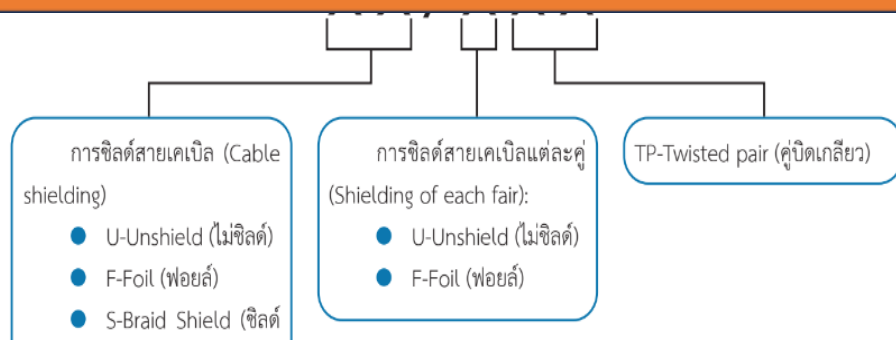
CAT6a ได้รับความนิยมและความถี่ที่ใช้งานสูงมากขึ้น ทำให้การผลิตสาย CAT6a แบบ UTP ต้องมีการตีเกลียวสายให้แน่นขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนทองแดงที่ใช้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย และยังต้องทำเปลือกสายกับ Filler ให้หนาขึ้น จนทำให้สายประเภท UTP ของ CAT6a มีราคาที่สูงกว่า FTP รวมไปถึงประสิทธิภาพในการป้องกันสัญญาณรบกวนนั้น สายประเภทมีฟอยล์สามารถป้องกันการรบกวนได้ดีกว่าและเมื่อผลิตสายประเภท FTP มีขนาดสายที่เล็กกว่า เพราะไม่ต้องมี Filler และเปลือกที่หนา จึงทำให้สาย CAT6a ที่มีโครงสร้างแบบ U/FTP หรือ F/FTP เป็นที่นิยมมากกว่า

ในอนาคต ตั้งแต่สาย CAT8 ขึ้นไป เราจะไม่พบสายประเภท UTP แล้ว เนื่องด้วยความถี่ที่สูงขึ้นมากทำให้มีความจำเป็นต้องใช้สายที่มีฟอยล์หุ้มเพียงอย่างเดียว

ดังนั้น สำหรับสาย CAT5e และ CAT6 การเลือกใช้สาย UTP เป็นทางเลือกที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ แต่สำหรับสาย CAT6a ขึ้นไป ควรเลือกใช้สายประเภท U/FTP หรือ F/FTP จะคุ้มค่ากว่า



เนื่องจากสาย UTP มีหลายประเภทมากขึ้น จึง



ภาพหลักการเรียกหรืออธิบายประเภทสาย UTP

ดังนั้น สาย UTP ทั่วไปจะเป็น ดังนี้

ประเภทสาย	คำอธิบาย
UTP Unshield Twisted Pair [U/UTP]	สายทองแดงคู่บิดตีเกลียว แบบไม่มีชีลด์ป้องกันสัญญาณรบกวน
Foil Twisted Pair (FTP) หรือ F/UTP	สายทองแดงคู่บิดตีเกลียว แบบมีชีลด์ฟอยล์และชีลด์ฉักด้านนอก
SF/UTP (Shield and foil shield with unshielded twisted pairs)	สายทองแดงคู่บิดตีเกลียวแบบไม่มีชีลด์ แต่มีชีลด์ฟอยล์และชีลด์ฉักภายนอก
U/FTP (Individual Foil Twisted Pair)	สายทองแดงคู่บิดตีเกลียว แบบมีชีลด์ฟอยล์แต่ละคู่สาย



ตารางลักษณะของสาย UTP ประเภทต่าง ๆ

1.1.3 หัวต่อและพอร์ต (Registered Jack: RJ)

Registered Jack คือปลั๊กมาตรฐานในวงการ

ก) หัวต่อ RJ11 สอดรวมเข้ากับสายโทรศัพท์ (เมื่อใช้สายคู่บิดเกลียว STP และ UTP ที่กล่าวในที่นี่ แต่ควรระวังจัก) เพื่อการติดต่อสื่อสารจากสายโทรศัพท์ผ่านโมเด็มไปยังอินเทอร์เน็ต โดย RJ11 ขนาดเล็กกว่า RJ45 (ซึ่งใช้กับสายคู่บิดเกลียว UTP) เนื่องจากตัวหัวต่อมีขาเพียง 4 ขา

เนื่องจากการสื่อสารระบบแอนะล็อก ซึ่งมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำมาก ปัจจุบันจึงไม่มีการใช้งานแล้วสำหรับการสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แต่ยังมีใช้งานอยู่สำหรับโทรศัพท์บ้าน

Registered Jack คืออุปกรณ์มาตรฐานในงาน
โทรคมนาคมที่ใช้เชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับสาย
ดีเกิลียว

เนื่องจากการสื่อสารระบบแอนะล็อก ซึ่งมีความเร็วใน
การรับส่งข้อมูลต่ำมาก ปัจจุบันจึงไม่มีการใช้งานแล้วสำหรับการ
สื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แต่ยังมีใช้งานอยู่สำหรับโทรศัพท์
บ้าน

ข) หัวต่อ RJ45 หรือหัวต่อตัวผู้ RJ45 (หรือ RJ45
connector หรือ RJ45 Jack Plug) คือ หัวต่อที่ใช้กับสาย
สัญญาณสายคู่บิดเกลียว UTP โดยเป็นหัวต่อสำหรับใส่ที่ปลาย
สาย UTP มีลักษณะเป็นพลาสติกสีเหลืองคล้ายหัวต่อ
โทรศัพท์ แต่มีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย และมี 8 พิน มีช่อง
สำหรับเสียบสายที่ด้านหลังด้านล่างเรียบ ส่วนด้านบนมีตัวล็อก ถ้า
หันหน้าเข้าด้านหน้าของหัวต่อพิน 1 จะอยู่ทางซ้ายมือในขณะที่
ที่พิน 8 จะอยู่ทางขวามือ

หัวต่อตัวเมีย RJ45 (RJ45 Jack Face) หรือโดยทั่วไป
เรียกพอร์ต RJ45 มีลักษณะเป็นช่องเสียบสำหรับหัวต่อ RJ45
ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านที่จะนำหัวต่อตัวผู้ไปเสียบ พิน 8 จะอยู่ทาง
ซ้าย ส่วนพิน 1 จะอยู่ทางขวา หัวต่อตัวเมียจะเป็นกล่องมีช่อง
สำหรับเสียบหัวต่อ ด้านในกล่องจะมีขั้ว ซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมกับ
สายนำสัญญาณ เพื่อเป็นช่องทางสื่อสารระหว่างตัวคอมพิวเตอร์
กับอุปกรณ์ภายนอก มักพบ RJ45 Jack Face ในเครื่อง
คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่าย เช่น เราเตอร์ (Router) ฮับ
(Hub) สวิตช์ (Switch) มากกว่าที่จะต่อลอยอยู่กับสายเคเบิล



1.1.4 การใช้งานหัวต่อ RJ45

หัวต่อ RJ45 ไขสายแบบ CAT5 และสาย CAT6 เป็นสายเส้นเล็กจำนวน 8 เส้น บิดเกลียวคู่ทั้งหมด 4 คู่ รูปแบบในการเข้าหัวต่อ RJ45 มีอยู่ 2 แบบ คือ TIA/EIA 568A และ

พินที่	TIA/EIA 568A	TIA/EIA 568B
1	ขาวส้ม	ขาวเขียว
2	ส้ม	เขียว
3	ขาวเขียว	ขาวส้ม
4	น้ำเงิน	น้ำเงิน
5	ขาวน้ำเงิน	ขาวน้ำเงิน
6	เขียว	ส้ม
7	ขาวน้ำตาล	ขาวน้ำตาล
8	น้ำตาล	น้ำตาล

568B ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียงลำดับสายจะแสดงดังนี้

ภาพมาตรฐาน TIA/EIA 568A และ 568B

หมายเหตุ

ในอดีตจะมีการใช้แค่ 2 คู่สาย (4 เส้น) แต่ในปัจจุบันสำหรับการส่งข้อมูลที่ต้องการความเร็วสูงจะใช้งานทั้ง 4 คู่สาย (8 เส้น)

การนำใช้สายสัญญาณตามมาตรฐาน TIA/EIA 568A และ 568B แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก) สายครอส (Crossover Cable) หรือสายไขว้ สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เหมือนกัน เช่น การเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องหรือระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเราเตอร์ด้วยสาย UTP เพียง 1 เส้น โดยเสียบหัวต่อ RJ45 ไปที่การ์ดเน็ตของทั้งสองเครื่อง

จึงใช้สายครอสในอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน



ข) สายตรง (Straight-through Cable) สำหรับต่ออุปกรณ์ที่

X ตัวย่อของ Crossover) แต่คอมพิวเตอร์เป็น MDI

ในปัจจุบันอุปกรณ์เครือข่ายมีความฉลาดมากขึ้น สามารถทำการปรับการเชื่อมต่อหัวสายให้โดยอัตโนมัติ เรียกว่า ฟังก์ชัน auto-MDI/MDIX ซึ่งมีวงจรเพื่อปรับสายไขว้ให้กลับมาเป็นสายตรง หรือปรับสายตรงกลับเป็นสายไขว้ได้ แต่ถ้าทำงานกับอุปกรณ์เครือข่ายรุ่นเก่าจำเป็นต้องใช้สายในการเชื่อมต่อให้ถูก ไม่งั้นนั้นอาจส่งผลให้เครือข่ายไม่สามารถใช้งานได้

1.2 สายโคแอกเชียล (Coaxial)

เรียกสั้น ๆ ว่าสายโคแอก (Coax) โดยได้รับชื่อจากข้อเท็จจริงว่ามีสองตัวนำที่ใช้แกนเดียวกันร่วมกัน (Share the same axis) หรือเรียกสาย RG ซึ่งย่อมาจาก Radio Grade หมายถึง ท่อนำคลื่นความถี่ เป็นตัวกลางเชื่อมโยงที่มีลักษณะเช่นเดียวกับสายที่ต่อจากเสาอากาศ สายโคแอกเชียลที่ใช้ทั่วไปมี 2 ชนิด ได้แก่ 50 โอห์ม ซึ่งใช้ส่งข้อมูลแบบดิจิทัล และชนิด 75 โอห์ม ซึ่งใช้ส่งข้อมูลสัญญาณแอนะล็อกสายโคแอกเชียลประกอบด้วย

แกนกลางตัวนำทองแดง (Center Conductor) เป็นแกนกลางที่ใช้ในการส่งสัญญาณ

ตัวนำทองแดงจะล้อมรอบด้วยชั้นของวัสดุไดอิเล็กทริก (Dielectric Material) เป็นฉนวนไฟฟ้า

ชนิดหนึ่งที่มีความยืดหยุ่น เพื่อป้องกันกระแสไฟรั่ว

จากนั้นฉนวนไฟฟ้าอาจจะถูกหุ้มด้วยฟอยล์ (Foil shield)

ฉนวนไฟฟ้าจะถูกหุ้มด้วยชีลด์ถัก (Braid Shield) ซึ่งอาจเป็นทองแดงถักทอ (Copper Braid) หรือฟอยล์โลหะ (Metallic foil) ที่ทำหน้าที่เหมือนเป็นสายเส้นที่สองในวงจร (Second Wire in the Circuit) และเป็นตัวป้องกัน (Shield) ให้กับตัวนำภายใน (Center Conductor) นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณของสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก

สายเคเบิลทั้งหมดจะถูกคลุมด้วยแจ็คเก็ตหุ้มสาย (Cable Jacket) ที่จะปกป้องจากความเสียหายเล็กน้อยทางกายภาพ

นิยมใช้กับงานระบบรักษาความมั่นคงปลอดภัย (Security) ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ระบบเคเบิลทีวี (CATV) ที่รีวาม (TV MATV) และระบบดาวเทียม (Satellite)



มีเกลียวสำหรับล็อกและยังต้องใช้ตัวปิด (Terminator) (ความต้านทาน 50 โอห์ม) เพื่อปิดหัวและท้ายของสาย

1.3 สายใยแก้วนำแสง (Fiber optic)

มีแกนกลางของสายซึ่งประกอบด้วยเส้นใยแก้วหรือพลาสติก (Fiber Core) ขนาดเล็กหลาย ๆ เส้นอยู่รวมกัน เส้นใยแต่ละเส้นมีขนาดเล็กเท่าเส้นผม ภายในกลวง และเส้นใยเหล่านั้นได้รับการห่อหุ้มด้วยเส้นใยอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า แคลดดิง (Cladding) และหุ้มด้วยบัฟเฟอร์ (Buffer) หรือตัวกันกระแทกที่เคลือบ แคลดดิงเอาไว้และวัสดุที่เสริมสร้างความแข็งแรง (Strengthening Materials) จากนั้นหุ้มด้วยแจ็คเก็ต (Jacket) หรือตัวหุ้มภายนอกสุดอีกที

การส่งข้อมูลผ่านทางสื่อกลางชนิดนี้ จะใช้แสงเลเซอร์หรือ LED รังผ่านช่องกลวงของเส้นใยแต่ละเส้นและอาศัยหลักการหักเหของแสง โดยใช้ใยแก้วชั้นนอกเป็นกระจกสะท้อนแสง การ

ให้แสงเคลื่อนที่ไปในท่อแก้วสามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราความ
หนาแน่นของสัญญาณข้อมูลสูงมากและไม่ถูกกวนจาก
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การส่งข้อมูลด้วยใยแก้ว
นำแสงยังมีความเร็วสูงและความมั่นคงปลอดภัยสูง แต่ต้องระวัง
การบิดงอสายสัญญาณอาจจะ
ทำให้เส้นใยหักและการติดตั้งเนื่องจากต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการ
ติดตั้งและต่อสาย

1.3.1 โครงสร้างของสายใยแก้วนำแสง (Fiber optic cable)

แม้ว่าสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) หรืออปติกไฟ
เบอร์ ไฟเบอร์จะบางมาก แต่จะประกอบด้วยแก้วสองชนิดและ
ชีลด์ป้องกันด้านนอก (Protective Outer Shield) ดังนี้

คอร์ (Core) แกนกลางหรือเส้นใยหลัก (Fiber Core)
ประกอบด้วยแก้วบริสุทธิ์และเป็นส่วนหนึ่งของใยแก้ว
นำแสงที่จะใช้นำพาแสง

แคลดดิง (Cladding) หรือตัวหุ้มใยแก้ว กระจกที่ล้อม
รอบเส้นใยหลักและทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อน โดยพัลส์แสง (Light
Pulses) หรือคลื่นแสงจะแพร่กระจายลงที่เส้นใยหลัก ส่วน
แคลดดิงจะสะท้อน (Reflect) พัลส์แสงนั้น ซึ่งจะรักษาให้
พัลส์แสงมีอยู่ในเส้นใยหลักในปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการสะท้อน
ภายใน (Internal Reflection)

แจ็คเกต (Jacket) หรือตัวหุ้มภายนอก โดยปกติจะเป็น

พลาสติก (Plastic) หรือยาง (Rubber) ที่มีความยืดหยุ่นและทนทาน

ซึ่งจะช่วยปกป้องสายใยแก้วนำแสงจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

(Strengthening material) และสายหุ้ม (Braid) หรือท่อน
กระแทกที่เคลือบแคลดดิงเอาไว้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันใย
แก้วจากรอยขีดข่วนและความชื้น

แม้ว่าความเสี่ยงในการทำงานที่มีรูปร่างโค้งคม
(Susceptible to Sharp Bends) อาจทำให้สายเสียหายได้
คุณสมบัติของเส้นใยหลักและแคลดดิงได้มีการเปลี่ยนแปลงใน
ระดับโมเลกุลที่จะทำให้แข็งแรงมาก ใยแก้ว



นำแสงได้รับการทดสอบผ่านกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวด เพื่อความแข็งแรงอย่างน้อย 100,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (100,000 Pounds per Square Inch) ไยแก้วนำแสงมีความทนทานพอที่จะทนต่อการจัดการในระหว่างการติดตั้งและการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายในทุกเครือข่ายทั่วโลก

1.3.2 ประเภทของสื่อไฟเบอร์ (Types of Fiber Media)

พัลส์แสงเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ถูกส่งเป็นบิตบนสื่อถูกสร้างขึ้นโดยใช้ตัวอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

เลเซอร์ (Lasers)

ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diodes : LEDs)

ที่ฝั่งรับจะมีอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) เป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำที่เรียกว่า โฟโตไดโอด(Photodiodes) จะทำการตรวจสอบพัลส์แสงและแปลงให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่จะสามารถสร้างขึ้นใหม่เป็นเฟรมข้อมูล (Reconstructed Into Data Frames)

หมายเหตุ

แสงเลเซอร์ (Laser Light) ที่ส่งผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสงสามารถสร้างความเสียหายแก่สายตาของคนได้ ดังนั้น จึงต้องมีการดูแลเพื่อหลีกเลี่ยงการมองเข้าไปในส่วนท้ายของใยแก้วนำแสงที่ใช้งานอยู่

สายเคเบิลใยแก้วนำแสงสามารถแบ่งกว้าง ๆ ออกเป็นสองประเภทดังนี้

ใยแก้วนำแสงโหมดเดียว (Single-Mode Fiber (SMF)) ประกอบด้วยแกนกลางขนาดเล็กมากและใช้เทคโนโลยีเลเซอร์ที่มีราคาแพงเพื่อส่งลำแสงเดี่ยวออกไป เป็นที่นิยมสำหรับระยะทางไกลทอดยาว

หลายร้อยกิโลเมตร เช่น ต้องใช้ในโทรศัพท์ระยะไกล (Long Haul Telephony) และการใช้งานเคเบิลทีวี

ใยแก้วนำแสงมัลติโหมด (Multimode Fiber (MMF)) ประกอบด้วยแกนกลางขนาดใหญ่และใช้ตัวส่ง LED เพื่อส่งคลื่น

แสง โดยแสงจาก LED จะเข้าสู่ใยแก้วนำแสงมัลติโหมดในมุมที่แตกต่างกัน (Different angles) เป็นที่นิยมใน LAN เพราะสามารถใช้ LED ที่ต้นทุนต่ำเป็นตัวกำเนิดแสงได้ และจะให้แบนด์วิดท์ได้ถึง 10 Gbps กับความยาวของการเชื่อมโยงถึง 550 เมตร

หนึ่งในความแตกต่างระหว่างใยแก้วนำแสงโหมดเดียวและใยแก้วนำแสงมัลติโหมด คือ ปริมาณของการกระจายตัว (Dispersion) โดยการกระจายตัว หมายถึงการแพร่กระจายออกมาจากพัลส์ของแสง ในช่วงเวลา ถ้า



ดีียว

2. สื่อกลางประเภทไร้สาย

2.1 สัญญาณไมโครเวฟ (Microwave)

ต้องมีสถานที่ทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูลเนื่องจากสัญญาณไมโครเวฟจะเดินทางเป็นเส้นตรงไม่มีสิ่งกีดขวางเส้นสายตา (Line-of-sight) ไม่สามารถเลี้ยวหรือโค้งตามขอบโลกที่มีความโค้งได้ จึงต้องมีสถานีรับส่งข้อมูลเป็นระยะ ๆ ส่งข้อมูลต่อกันเป็นทอด ๆ ระหว่างสถานีต่อสถานีจนกว่าจะถึงสถานีปลายทาง แต่ละสถานีจะตั้งอยู่ในที่สูง เช่น ดาดฟ้าตึกสูงหรือยอดดอยเพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางจากแนวการเดินทางที่เป็นเส้นตรงของสัญญาณ ดังที่กล่าวมาแล้ว การส่งข้อมูลด้วยสื่อกลางชนิดนี้เหมาะกับการส่งข้อมูลในพื้นที่ห่างไกลมาก ๆ และทุรกันดาร

2.2 ดาวเทียม (Satellite)

ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของสถานีรับส่งไมโครเวฟบนผิวโลก การสร้าง

ดาวเทียมเพื่อเป็นสถานีรับส่งสัญญาณไมโครเวฟบนอวกาศและ
ทวนสัญญาณในแนวโคจรของโลก ในการส่งสัญญาณดาวเทียมจะ
ต้องมีสถานีภาคพื้นดินทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณขึ้นไปบน
ดาวเทียมที่โคจรอยู่สูงจากพื้นโลก 22,300 ไมล์ (หรือ
35,888.371 กิโลเมตร) โดยดาวเทียมเหล่านั้นจะเคลื่อนที่ด้วยความ
เร็วที่เท่ากับการหมุนของโลก จึงเสมือนกับดาวเทียมนั้นอยู่นิ่ง
อยู่กับที่ ขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง ทำให้การส่งสัญญาณ
ไมโครเวฟจากสถานีหนึ่งขึ้นไปบนดาวเทียมและการกระจาย
สัญญาณจากดาวเทียมลงมายังสถานีตามจุดต่าง ๆ บนผิวโลกเป็น
ไปอย่างแม่นยำ ดาวเทียมสามารถโคจรอยู่ได้โดยอาศัยพลังงานที่
ได้มาจากการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซลาร์ (Solar
panel)

2.3 อินฟราเรด (Infrared หรือ I.R.)

การติดต่อสื่อสารข้อมูลโดยใช้คลื่นแสงอินฟราเรด มีลักษณะ
คล้ายกับการสื่อสารด้วยคลื่นไมโครเวฟจึงต้องหันตัวรับและตัวส่ง
ให้ตรงกันและไม่มีสิ่งกีดขวางเส้นสายตา (Line-of-sight) หรือ
ขวางแสงอินฟราเรดการสื่อสารด้วยอินฟราเรดใช้ได้ในระยะทางที่
ไม่ไกลนัก

ก่อนหน้าปี 2000 คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จำนวนมากที่สามารถ

อุปกรณ์ด้วยอินฟราเรด หรือสามารถใช้อุปกรณ์ USB to IrDA
(USB to IrDA adapter) มาใช้งานได้

แต่เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องระยะทาง ความเร็ว และต้องไม่
มีอะไรมาบังเส้นทางส่งข้อมูลการใช้งานอินฟราเรดในคอมพิวเตอร์
จึงไม่เป็นที่นิยม แต่คุณสมบัติดังกล่าวกลับเป็นข้อดีและเหมาะสม
ในอุปกรณ์บางประเภท เช่น Remote Control ต่าง ๆ เพราะถ้าใช้
การสื่อสารอื่น เช่น คลื่นวิทยุ ซึ่งไม่สามารถควบคุมทิศทาง



Remote Control ห้องหนึ่งเปลี่ยนช่องแล้วสัญญาณควบคุมทะลุไปอีกห้องหนึ่งอาจจะทำให้สัญญาณเกิดการรบกวนกัน เช่นเดียวกับการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศถ้าปรับตัวหนึ่งแล้วอีกห้องหนึ่งอุณหภูมิเปลี่ยนไปอาจไม่เหมาะสม

ดังนั้นการสื่อสารด้วย Infrared ในปัจจุบันจึงนิยมใช้เฉพาะอุปกรณ์ประเภท Remote Control และเป็นการสื่อสารทางเดียวเป็นหลัก

2.4 สัญญาณวิทยุฟาย (Wi-Fi)

เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมที่ช่วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุ คำว่า “Wi-Fi” เป็นเครื่องหมายการค้าของ Wi-Fi Alliance ที่ให้ คำนิยามของวิทยุฟายว่าหมายถึง “ชุดผลิตภัณฑ์ใด ๆ ที่สามารถทำงานได้ตามมาตรฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (แลนไร้สาย) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11” อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแลนไร้สายที่ทันสมัยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับมาตรฐานเหล่านี้ คำว่า “วิทยุฟาย” จึงนำมาใช้ในภาษาอังกฤษทั่วไปสำหรับ “แลนไร้สาย” เดิมทีวิทยุฟายออกแบบมาใช้สำหรับอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ และใช้เครือข่ายแลนเท่านั้น แต่ปัจจุบันนิยมใช้วิทยุฟายเพื่อต่อกับอินเทอร์เน็ต

โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องเล่นเกม สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต กล้องดิจิทัล และเครื่องเสียงดิจิทัล สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า จุดเข้าถึงหรือแอ็กเซสพอยต์ (Access Point) หรือ ฮอตสปอต (Hotspot) และบริเวณที่ระยะทำการของแอ็กเซสพอยต์ครอบคลุมอยู่ที่ประมาณ 45 ถึง 100 เมตร ในอาคาร (ขึ้นอยู่กับมาตรฐานและประเภทของแอ็กเซสพอยต์) แต่จะมีระยะครอบคลุมที่มากกว่าหากเป็นพื้นที่โล่ง ในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีและการเลือกใช้งาน

ในการเข้าใช้งานฮอตสปอตตามจุดต่าง ๆ เช่น โรงแรม ร้านกาแฟ สนามบิน ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้เลย ซึ่งอาจเรียกฮอตสปอตแบบนี้ว่า Open Network หรืออาจมีการใส่ผู้ใช้และรหัสผ่านบนหน้าเว็บเรียกว่า Captive Portal หรือหน้า Internet Login ของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เพื่อเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยผ่านการพิสูจน์สิทธิ์ (Authentication)

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ส่งผ่านฮอตสปอตนั้นอาจถูกดักจับได้ เนื่องจากไม่ได้มีการเข้ารหัสข้อมูล (Data Encryption) ดังนั้น จึงต้องพึงระวังในการใช้งานฮอตสปอตสาธารณะ

หากผู้ใช้งานต้องการเปิดใช้ฮอตสปอตของตนเองหรือเชื่อมต่อกับแอ็กเซสพอยต์การเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยในการใช้งานส



WPA2/AES หรือเรียกว่า WEP Enhanced เป็นการเข้ารหัสแบบเก่า แนะนำให้ใช้เช่นกัน

WPA2/AES เป็นมาตรฐานการเข้ารหัสที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

งาน

WPS (Wi-Fi Protected Setup) เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อที่ทำให้แอ็กเซสพอยต์ที่มีปุ่ม WPS กับอุปกรณ์ Wi-Fi ที่มีปุ่ม WPS เช่นกัน สามารถเชื่อมต่อกันได้ทันทีโดยไม่ต้องใส่รหัสผ่าน (หากอุปกรณ์ที่ไม่มีปุ่ม WPS ต้องใส่รหัสเช่นเดิม นอกจากนี้ อาจต้องใส่รหัส WPS ที่ไม่ใช่รหัสผ่านที่ผู้ใช้งานตัวเองเพิ่มอีกด้วย)

อย่างไรก็ตาม การใช้งาน WPS มีช่องโหว่จากรหัส WPS ของแอ็กเซสพอยต์ที่มี 8 หลัก ทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีสามารถใช้โปรแกรมเดาสุ่มรหัส WPS โดยใช้เวลานานนัก หากไม่จำเป็นต้องใช้ WPS ผู้ใช้งานควรปิดฟังก์ชันการทำงานของ WPS

2.5 สัญญาณบลูทูธ (Bluetooth)

เป็นข้อกำหนดสำหรับอุตสาหกรรมเครือข่ายส่วนบุคคล (Personal Area Networks - PAN) แบบไร้สายบลูทูธช่วยให้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมต่อกันได้ เช่น โทรศัพท์มือถือ พีดีเอ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยผ่านทางสัญญาณบลูทูธนี้ ชื่อ บลูทูธมาจากพระนามพระเจ้าฮารัลด์ บลูทูธ ของประเทศเดนมาร์ก เพื่อเป็นการรำลึกถึงกษัตริย์บลูทูธผู้ปกครองประเทศกลุ่ม สแกนดิเนเวีย ระบบบลูทูธถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับโทรศัพท์มือถือ และเริ่มต้นจากประเทศในแถบนี้ บลูทูธจะใช้สัญญาณวิทยุความถี่ สูง 2.4 GHz (จิกะเฮิร์ตซ์ (Gigahertz))

แต่จะแยกย่อยออกไปตามแต่ละประเทศ อย่างในแถบยุโรป และอเมริกาจะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งเพื่อส่งข้อมูลสลับช่อง ไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที ส่วนที่ญี่ปุ่นจะใช้ความถี่ 2.402 ถึง 2.480 GHz แบ่งออกเป็น 23 ช่องระยะทำการของบลูทูธจะอยู่ที่ 5-100 เมตร มีการป้องกันความมั่นคงปลอดภัย (Security) การ สื่อสารโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และป้องกันการดัก สัญญาณระหว่างสื่อสารโดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา และ จะเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยไม่ จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่องทำให้การดักฟังหรือลักลอบ ขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น

บลูทูธถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ เสียง แอปพลิเคชันต่าง ๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ ง่ายเพียงอยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-100 เมตร)



เป

2.6 สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Cellular)

วิวัฒนาการก่อนจะเป็นเทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย 4G LTE และ 5G คำว่า G ย่อมาจาก Generation แปลว่า ยุค หรือช่วงสมัย ไม่ได้หมายถึงชื่อของเทคโนโลยี

ยุค 1G (1st Generation) เป็นยุคที่ใช้ระบบแอนะล็อก (Analog) คือใช้สัญญาณวิทยุในการส่งคลื่นเสียง (Voice) โดยสามารถโทรออก-รับสายได้อย่างเดียว ไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลใดๆ ได้ทั้งสิ้น

ยุค 2G (2nd Generation) เป็นยุคที่เปลี่ยนจากการส่งคลื่นวิทยุแบบแอนะล็อก (Analog) เป็นการเข้ารหัสดิจิทัล (Digital) แทน โดยผู้ใช้สามารถใช้งานทางด้านข้อมูล คือ สามารถส่งข้อความ SMS ได้นอกจากการโทรออก-รับสาย

ยุค 3G (3rd Generation) เทคโนโลยีการสื่อสารในยุคที่ 3 เป็นยุคที่เริ่มแข่งขันเรื่องความเร็วในการเชื่อมต่อและการรับส่งข้อมูล โดยเน้นการเชื่อมต่อแบบไร้สายด้วยความเร็วสูง เพื่อรองรับการใช้งานกับอุปกรณ์สมัยใหม่ทำให้สามารถใช้งานด้านมัลติมีเดียสามารถส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียงในระบบไร้สายด้วยความเร็วที่สูง ทำให้เกิดการใช้งานที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการสนทนาผ่านวิดีโอคอล หรือดูหนังฟังเพลงผ่านอินเทอร์เน็ต

ยุค 4G (4th Generation) เป็นมาตรฐานการสื่อสารด้วยอุปกรณ์ไร้สายขั้นต่ำในปัจจุบันสำหรับทั่วโลก เพราะในปัจจุบันกำลังก้าวไปสู่ยุค 5G โดยยุค 4G ระบบการสื่อสารด้วยมือถือสามารถรับส่งข้อมูลได้ปริมาณสูงในระดับหลายร้อยเมกะบิตต่อวินาที ทำให้การใช้งานเครือข่ายไร้สายทำได้อย่างสะดวกรวดเร็วในทุกที่ทุกเวลา (Anytime Anywhere) จนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคทั่วโลก ทั้งในด้านการรับชมสื่อแบบออนไลน์ สตรีมมิง การประชุม การทำงานทางไกล

ยุค 5G (5th Generation) สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างยุค 4G สู่อายุ 5G นอกจากความเร็วในการรับส่งข้อมูลแล้ว 5G จะเน้นเรื่องความเร็วในการตอบสนองโดยลดเวลาหน่วง (Latency) ของการสื่อสารให้น้อยลงมาก ๆ เมื่อเทียบกับยุค 4G เพราะเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น เช่น ระบบ

การควบคุมระยะไกลสำหรับพาหนะ การผ่าตัดระยะไกลที่เครื่องมือผ่าตัด ซึ่งถูกควบคุมด้วยแพทย์จะต้องทำงานตอบสนองให้แพทย์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ เป็นต้น

3. หลักการพิจารณาการใช้สื่อกลาง

ตัวกลางหรือสื่อกลาง เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ ต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายเข้าด้วยกันเพื่อส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปสู่อุปกรณ์ โดยสื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสาร



สุด และต้นทุนในการใช้สื่อกลางประเภทต่าง ๆ หลักการเลือกสื่อ

มีความเร็วเพียงพอต่อการทำงานและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ เช่นการถ่ายทอดสด (Live) ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ การรับชมภาพยนตร์จากบริการสตรีมมิงต่าง ๆ อาจจะไม่ต้องการความเร็วที่สูงมาก แต่ต้องการความเร็วที่คงที่สม่ำเสมอ ซึ่งความเร็วสำหรับการรับชมภาพยนตร์ Full HD ทั่วไปสามารถเริ่มต้นที่ 10 เมกะบิตต่อวินาที หรือการใช้งานควบคุมระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) อาจจะไม่ต้องการความเร็วสูง เพราะเป็นแค่คำสั่งเปิดปิดอุปกรณ์ แต่ถ้าเป็นการรับส่งไฟล์งานสำหรับองค์กร ก็อาจจำเป็นจะต้องมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงมากที่สุดเท่าที่จะมีงบประมาณ

3.2 เวลาหน่วง (Latency)

เวลาส่วนต่างระหว่างที่ข้อมูลเข้าไปประมวลผลในอุปกรณ์ จนถึงออกมาจากอุปกรณ์ หรือบางทีที่หลาย ๆ คนอาจเรียกหรือเข้าใจว่า ความเร็วในการตอบสนอง (Response Time) ปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้การควบคุมระยะไกลที่จำเป็นจะต้องรับคำสั่งและทำงานด้วยความรวดเร็ว เช่น การควบคุมเครื่องจักร การผ่าตัดด้วยหุ่นยนต์ หรือแม้แต่การทำกิจกรรมบางประเภท

เช่น การเล่นเกมออนไลน์ ต้องการการตอบสนองที่รวดเร็วของข้อมูล ดังนั้นในการเลือกใช้สื่อกลางต้องคำนึงถึงเรื่องความเร็วในการตอบสนองด้วยเช่นกัน ซึ่งการพัฒนาระบบ 5G จะเน้นในเรื่องนี้เป็นพิเศษ

3.3 สภาพแวดล้อมและระยะทาง (Environment and Distance)

เนื่องจากสื่อกลางที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสีย และคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้ต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย เช่น ในโรงงานที่มีการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีผลกับการใช้สื่อกลางแบบไร้สาย หรือแม้แต่วีลอสื่อกลางที่มีสายเป็นทองแดงอาจจะเกิดปัญหาสัญญาณรบกวนได้ จึงจำเป็นต้องใช้สื่อกลางประเภทใยแก้วนำแสง ซึ่งจะไม่มีการรบกวนจากปัจจัยเหล่านี้ แต่มีราคาสูงกว่าและไม่สะดวกในการขยายระบบ เป็นต้น และหากระยะระหว่างตัวรับส่งข้อมูลมีระยะทางที่ไกลมาก ผู้ออกแบบระบบต้องพิจารณาถึงตัวทวนสัญญาณหรือรีพีตเตอร์ (Repeater) คือการนำสื่อกลางหลายประเภทมาใช้ร่วมกันเช่น การใช้ฮับ (Hub) สวิตช์ (Switch) เป็นต้น

3.4 ความมั่นคงปลอดภัยและเสถียรภาพการทำงานของระบบ (Security & Reliability)

ระบบการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์เรียกได้ว่าเป็นหัวใจของการทำงานในแทบทุกองค์กร แม้แต่การดำเนินชีวิตของ

หรือตัวกลางการสื่อสารสำรอง กรณีที่สื่อกลางหลักเสียหาย

3.5 ต้นทุน (Cost)



เกินไปโดยไม่จำเป็น หรือการเลือกใช้อุปกรณ์ สาย หรือโครงสร้าง พื้นฐานที่ราคาสูงเกินไป นอกจากนี้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่มักจะกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดงบประมาณได้เหมาะสมกับการทำงาน ด้วย เช่น ผู้ใช้ตามบ้านอาจจะใช้ความเร็วด้านรับหรือดาวน์โหลด (Download) ที่ 1,000 เมกะบิตต่อวินาที ด้านส่งหรืออัปโหลด (Upload) แค่ 100 เมกะบิตต่อวินาทีก็เพียงพอ เพราะส่วนใหญ่จะใช้ดูหรือโหลดข้อมูล ไม่ค่อยได้ส่งไฟล์ขนาดใหญ่เท่าไร เป็นต้น

สรุปท้ายหน่วย

การใช้งานระบบเครือข่ายถือเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับองค์กร รวมถึงการใช้งานภายในบ้านโดยเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์สูงขึ้นในราคาและขนาดที่เล็กลงอย่างไรก็ตาม การเข้าใจคุณสมบัติและความสามารถของอุปกรณ์แต่ละประเภท แต่ละรุ่นยังมีความจำเป็นสำหรับผู้ใช้ โดยเฉพาะในสำนักงาน ถึงแม้เทคโนโลยีจะก้าวหน้ามากขึ้นเรื่อย ๆ เราไม่จำเป็นจะต้องเลือกใช้เทคโนโลยีล่าสุดหรือดีที่สุด เพราะอาจจะมีราคาสูงและเกินความจำเป็น สื่อกลางที่ใช้สำหรับระบบเครือข่ายเป็นเรื่องที่หลายคนมองข้าม แต่ในความเป็นจริงแล้วมีความสำคัญในการออกแบบระบบเครือข่ายเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านราคาและความเหมาะสมกับงาน เช่น การเดินสายแลนที่ราคาเมตรละไม่กี่สิบบาทสามารถทำงานได้ดีกว่าการใช้ Wireless Access Point ราคาเป็นหมื่นบาท แต่อาจจะไม่สวยงามหรือไม่เหมาะสมกับบางพื้นที่ เป็นต้น

ดังนั้นเพื่อให้สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับงาน และงบประมาณมากที่สุด จึงต้องศึกษาและทำความเข้าใจกับสื่อกลางการสื่อสารข้อมูลด้วยเช่นกัน