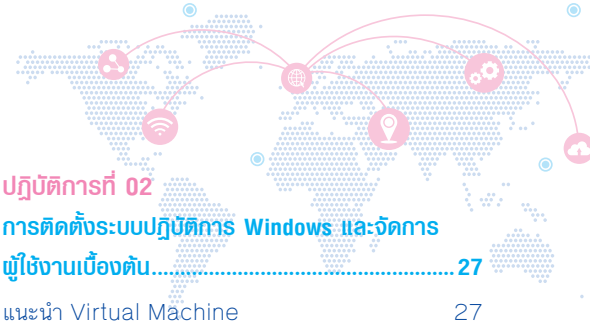
สารบัญ



ปฏิบัติการที่

01 รู้จักเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการเตรียมสื่อสัญญาณ

ก่อนที่ผู้อ่านจะได้ฝึกปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนทักษะด้านต่างๆ ของหนังสือเล่มนี้ ในบทเรียนแรกจะเป็นการศึกษาถึงทฤษฎีเบื้องต้นเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) และอินเทอร์เน็ต (Internet) โดยเฉพาะโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Layer) จากชั้นที่ 1 ล่างสุดหรือกายภาพ (Physical Layer) ไปยังบนสุด หรือชั้นที่ 7 (Application Layer)

นอกจากนี้ผู้อ่านจะได้เรียนรู้การเชื่อมต่อเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับชั้นกายภาพ รู้จักกับสายสัญญาณประเภทต่างๆ แล้วจึงฝึกปฏิบัติการเตรียมสายสื่อสัญญาณทองแดงประเภท UTP ที่มีการใช้งานบนเครือข่ายเฉพาะที่ (LAN) ก่อนที่จะมีการเชื่อมต่อเข้าสู่ Internet ต่อไป

ไฟล์หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในปฏิบัติการนี้

1. สาย UTP Cat 5e
2. อุปกรณ์เข้าและปอกหัวสาย UTP
3. อุปกรณ์ทดสอบสายสัญญาณ UTP
4. Hub หรือ Switch 1 ตัว
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows พร้อม Web Browser จำนวน 2 เครื่อง

รู้จักเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เครือข่าย (Network) คือ การเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ (อุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย) หรือที่เรียกว่า Node ภายในเครือข่ายหนึ่งๆ อาจจะประกอบไปด้วยกลุ่มของ Nodes ซึ่งในแต่ละ Node จะมีกระบวนการส่งข้อมูลระหว่าง Node เช่น เครือข่ายที่บ้าน (Home Network) จะประกอบไปด้วย Node ต่างๆ โดยมีตัวอย่างคือ เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว (PC), Laptop และ Mobile Phone ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างกันภายในบ้าน หรือเครือข่ายที่ทำงาน (Office Network) ที่ประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สำนักงาน (Office Computer), เครื่องลูกข่าย หรือผู้ขอบริการ (Client) และเครื่องแม่ข่าย หรือผู้ให้บริการ (Server) เป็นต้น

ซึ่ง Node จะมีคุณสมบัติเสมือนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ (มีการคำนวณและประมวลผล) ดังนั้น จึงเรียกรวมเครือข่ายที่ประกอบไปด้วย Node ที่หลากหลายเหล่านี้ว่า **เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)** เมื่อพิจารณาถึงการติดต่อสื่อสาร (Communication) แล้ว จะมีความหมายต่างกับคำว่าเครือข่าย (Network) ที่โดยทั่วไปจะหมายถึง การเชื่อมโยงกันระหว่าง 2 Nodes ทางกายภาพเท่านั้น โดยมีปัจจัยที่สำคัญคือ คุณลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งผ่านระหว่าง Node เป็นต้น

แนะนำ Internet

เพื่อให้ผู้อ่านมีความเข้าใจง่ายขึ้นสามารถนิยาม **Internet** ได้คือ เครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่าย หรือระหว่างเครือข่าย (Inter-Network หรือ Network of Network) โดยในแต่ละเครือข่ายจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครือข่ายรูปแบบต่างๆ เป็นจำนวนมาก เช่น Host, Router, Hub หรือ Switch ที่มีการเชื่อมต่อกันผ่านสื่อ (Media) หลากหลายรูปแบบ ทั้งมีสายและไม่มีสาย (Wired/Wireless) เช่น สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic), สายทองแดง UTP หรือคลื่นวิทยุ (Radio Wave) รวมไปถึงคลื่นสัญญาณผ่านดาวเทียม (Sattlelite) นอกจากนี้ในการส่งข้อมูลบนสื่อต่างๆ ก็จะมีอัตราความเร็ว (Data Rate) หรือความจุ (Capacity) ที่สนับสนุนในการส่งข้อมูล (Bandwidth) ที่แตกต่างกัน

สำหรับผู้อ่านที่เริ่มต้นเรียนรู้เกี่ยวกับ Internet จะมีคำถามที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป เช่น ทำอย่างไรจึงจะสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Internet ได้ คำตอบก็คือ โดยทั่วไปแล้วผู้ให้บริการ Internet (**ISP**) จะเป็นผู้ให้บริการในการเชื่อมต่อ เช่น ผู้ให้บริการเครือข่าย True, 3BB, AIS และ DTAC เป็นต้น

คำถามต่อไปที่จะเกิดขึ้นก็คือ เมื่อทุกคนใช้งานหรือเชื่อมต่อกับ Internet และผู้ใช้งานมีความหลากหลาย หรือแม้แต่มี Program หรือ Application ใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย แต่ทำไมถึงยังใช้งานด้วยกันได้ ? ใครเป็นผู้ออกแบบ Internet ? หรือ Internet มีมาตรฐานอย่างไร ? คำตอบที่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายก็คือ มาตรฐานต่างๆ นั้นได้ถูกจัดทำขึ้นโดยองค์กร **IETF** โดยมีเอกสารหรือคำแนะนำ (Recommendation) ที่ระบุถึงความเข้ากันได้ โดยจัดพิมพ์ให้อยู่ในรูปแบบของเอกสาร **RFC** โดยในปัจจุบันมีมากกว่า 8,000 ฉบับ [www.ietf.org]

คำถามที่น่าสนใจอีกข้อหนึ่งก็คือ การติดต่อสื่อสารระหว่างกันของอุปกรณ์เครือข่ายที่แตกต่างกันนั้นทำได้อย่างไร ? เช่น PC และ Laptop หรือแม้แต่ Mobile Phone ซึ่งคำตอบที่ง่ายต่อการเข้าใจก็คือ **Protocol** นั่นเอง โดยที่ Protocol นั้นเป็นเสมือนกับข้อตกลงร่วมกัน โดยถูกออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุม (Control) หรือกำหนดรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างกัน เช่น HTTP, TCP, IP และ Ethernet เป็นต้น (จะอธิบายโดยละเอียดในปฏิบัติการถัดไป)

ข้อสังเกต

Protocol คืออะไร ? เมื่อพิจารณาถึง Protocol สำหรับมนุษย์ (Human Protocol) ก็อาจจะอธิบายได้คือ เป็นรูปแบบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร เช่น เริ่มจากคำถามที่ว่าตอนนี้เวลาเท่าใด หรือประโยคที่ว่า ฉันมีคำถาม จากนั้นการสนทนาระหว่างกันจึงเริ่มต้นขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า Protocol ก็คือ การกำหนดรูปแบบ ลำดับ หรือสิ่งที่จะกระทำกับข้อมูลทั้งในขั้นตอนการส่งและการรับนั่นเอง เช่น เริ่มจากการพูดกล่าวสวัสดี จากนั้นอีกฝ่ายหนึ่งจึงตอบรับด้วยคำว่า สวัสดี หลังจากนั้นผู้เริ่มต้นสนทนาก็จะถามคำถามต่อไป เช่น ตอนนี้เวลาเท่าไร อีกฝ่ายหนึ่งก็จะตอบเวลากลับ เช่น ขณะนี้เวลา 15.00 น. เป็นต้น

ข้อสังเกต (ต่อ)

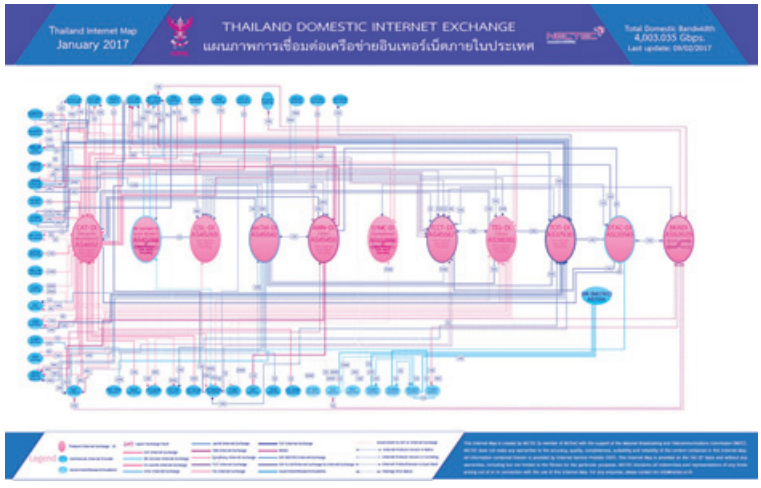
ในทำนองเดียวกันกับมนุษย์ สำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Protocol นั้นมีไว้เพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันเอง เช่น การเชื่อมต่อโดยใช้ TCP โดยเริ่มจากที่ต้นทาง (ฝ่ายส่ง) ส่งคำร้องเพื่อขอเปิดการเชื่อมต่อ (TCP Connection Request) จากนั้นที่ปลายทาง (ฝ่ายรับ) จึงส่งคำตอบรับกลับ (TCP Connection Response) ขั้นตอนต่อไปฝ่ายส่งก็จะร้องขอเอกสาร Web เช่น การใช้คำสั่ง GET /csperson.kku.ac.th/chakchai/index.html HTTP/1.1 แล้วสุดท้ายฝ่ายรับก็จะจัดส่งไฟล์เอกสาร Web กลับไปยังฝ่ายที่ร้องขอด้วย HTTP (เช่น ไฟล์ index.html) เป็นต้น

โครงสร้างของ Internet

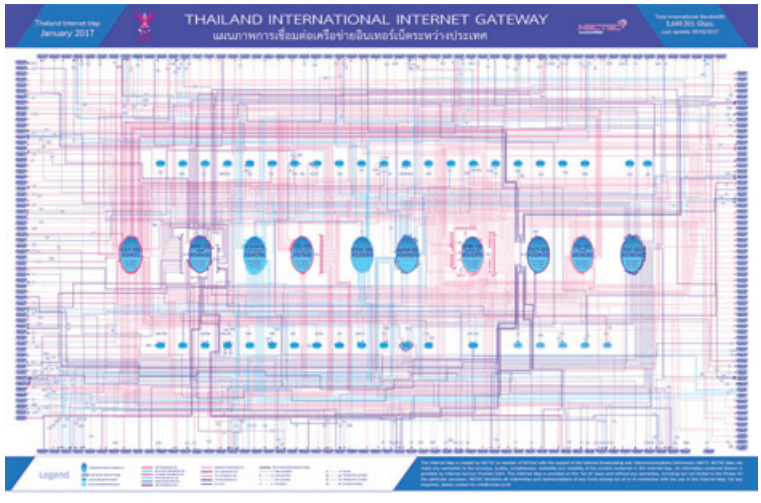
Internet สามารถแบ่งโครงสร้าง (Structure) ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- **Core Network :** เป็นส่วนเครือข่ายหลักภายใน ISP หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เครือข่ายของเครือข่ายนั่นเอง โดยอุปกรณ์ภายในเครือข่ายหลักนี้จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งต่อข้อมูล (Forward) หรือเพื่อใช้ค้นหาเส้นทางที่เรียกว่า **Router** โดยที่การเชื่อมต่อจะมีรูปแบบถึงกันหมด (Mesh) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ในทุกๆ อุปกรณ์เครือข่ายจะมีการเชื่อมต่อระหว่างกันกับทุกๆ อุปกรณ์ เช่น ในกรณีที่มีอุปกรณ์เครือข่าย N ตัว ก็จะมีการเชื่อมต่อกันทั้งหมดเป็นจำนวน N×(N-1)/2 เส้นทาง
- **Enterprise Network :** เป็นส่วนของเครือข่ายบ้าน ซึ่งเครือข่ายประเภทนี้จะเป็นเครือข่ายปลายทาง โดยที่จะมีทางออกเส้นทางเดียว (Stub) โดยที่ผู้ดูแลเครือข่าย (Administrator) จะเป็นผู้ใช้งานโดยทั่วไป
- **Access Network :** เป็นเครือข่ายที่อยู่ระหว่างทั้งสองข้างต้น โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เชื่อมต่อเข้า Internet หรือ**เครือข่ายหลัก (Backbone)** โดยที่การเชื่อมต่อนั้นอาจจะเป็นได้ทั้งมีสายหรือไม่มีสายก็ได้ เช่น การเชื่อมต่อผ่านตัวกล้ำและแยกสัญญาณ (Modem), DSL, Cable, การใช้สายใยแก้วนำแสงถึงบ้าน (FTTH), Ethernet และการสื่อสารไร้สาย เช่น WiFi และ WiMAX เป็นต้น

  หมายเหตุ ตัวอย่างของอุปกรณ์เครือข่ายปลายทางที่มีใช้งานทั่วไปก็คือ Host ซึ่งจะมี Program หรือ Application ทำงานอยู่ เช่น Web หรือ Email ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง Host สามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 รูปแบบคือ
- **Client/Server :** มีลักษณะการทำงานโดย Client จะร้องขอบริการไปยัง Server ที่จะมีให้บริการตลอดเวลา (Always On) เช่น การทำงานของ Web Browser ที่เรียกใช้งาน Web Server เป็นต้น
- **Peer to Peer :** ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้จะไม่มีการกำหนด Server ที่ตายตัว (Permanent) หรือ Host หนึ่งๆ สามารถทำงานเป็นได้ทั้ง Client และ Server ซึ่งอาจจะไม่มีการให้บริการตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมี Host เพื่อนบ้าน (Neighbor) เป็นจำนวนมากที่อาจจะให้บริการในลักษณะเดียวกันได้ ซึ่งอาจจะมีการเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน หรือแตกต่างกันก็ได้ เช่น BitTorrent เป็นต้น



▲ การเชื่อมเครือข่ายภายในประเทศไทย (ที่มา nectec.or.th)



▲ การเชื่อมเครือข่ายระหว่างประเทศ (ที่มา nectec.or.th)

ข้อสังเกต

IEEE หรือ Institute of Electrical and Electronics Engineers อ่านว่า ไอทริปเพิลอี เป็นหน่วยงานสถาบันวิชาชีพระหว่างประเทศที่ไม่มุ่งแสวงหากำไร โดยที่องค์กรนี้ได้ถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อกำหนดทิศทางทางเทคโนโลยีที่มีความสัมพันธ์กันกับมาตรฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในปัจจุบันมีสมาชิกมากกว่า 400,000 คนและมากกว่า 160 ประเทศทั่วโลก (www.ieee.org)

ชนิดของเครือข่าย

รูปแบบของการส่งข้อมูลที่มีการส่งต่อระหว่างกันใน Internet สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักที่สำคัญคือ

- **Point to Point หรือ Broadcast :** รูปแบบแรกนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเท่านั้น แต่สำหรับรูปแบบที่ 2 จะเป็นการส่งข้อมูลแบบกระจาย ที่มักจะมีการเชื่อมต่อในรูปแบบของ Bus หรือเมื่อมีการส่งข้อมูลเพียงครั้งเดียว แล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องภายในเครือข่ายก็จะได้รับข้อมูล (แต่จะขึ้นอยู่กับว่าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ จะประมวลผลข้อมูลหรือไม่) นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างแบบดาว (Star) ที่เป็นการประยุกต์การส่งข้อมูลทั้ง 2 รูปแบบ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์กลางสามารถเลือกที่จะจัดส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด หรือแบบกระจายก็ได้ เป็นต้น
- **Circuit Switch และ Packet Switch :** การสลับสัญญาณในรูปแบบแรกจะเป็นการส่งต่อข้อมูลโดยที่มีการจอง (Reserve) ช่องทางการส่งข้อมูลแบบถาวร (Permanent) หรือมีการจองวงจร (Circuit) คู่สายตลอดเวลาถึงแม้ว่าจะไม่มีการใช้งานก็ตาม โดยมีตัวอย่างคือ เครือข่ายโทรศัพท์บ้าน (PSTN) และในรูปแบบที่ 2 จะมีการส่งต่อข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) โดยที่การส่งข้อมูลนั้นจะมีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ หรือที่เรียกกันว่า Chunk หรือ Packet โดยมีตัวอย่างคือ Data Network หรือ Internet นั่นเอง ซึ่งจะสังเกตได้ว่าในแต่ละ Packet อาจจะถูกส่งต่อในหลากหลายเส้นทางได้

ข้อสังเกต

การผสมสัญญาณ (Multiplex) : ในการส่งสัญญาณจากต้นทางไปยังปลายทางนั้น เนื่องจากผู้ใช้งานหรือผู้ส่งสัญญาณ และ Application ที่เปิดใช้งานจะมีเป็นจำนวนมาก คำถามที่เกิดขึ้นก็คือ ทำอย่างไรที่จะส่งสัญญาณหรือข้อมูลไปยังสื่อเดียวกันได้ แต่ในเมื่อมีผู้ส่งหลายคน คำตอบก็คือ การผสมสัญญาณโดยที่ในแต่ละ Application จะมีการตัดแบ่งเป็นข้อมูลย่อยๆ (Segmentation) แล้วทยอยแบ่งกันส่ง

โดยทั่วไปแล้วจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ TDM หรือการผสมสัญญาณที่แยกด้วยช่วงเวลา (Time Slot) หรือส่งข้อมูลแยกคนละช่วงเวลา, FDM หรือการผสมสัญญาณที่แยกด้วยช่องความถี่ หรือส่งข้อมูลกันคนละช่องความถี่ (ความกว้างของช่องความถี่ หรือช่วงความถี่ หรือ Bandwidth) และ CDM หรือการผสมสัญญาณด้วยลักษณะของการเข้ารหัสที่แตกต่างกัน

ข้อสังเกต

โครงสร้างของ **ISP** ที่มีอยู่บน Internet สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับคือ Tier 1, Tier 2 และ Tier 3 โดยที่ Tier 1 จะเป็นส่วนของ **โครงข่ายหลัก (Backbone)** ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็นการเชื่อมต่อแบบ Mesh แล้วจึงจะมีการให้บริการหรือเชื่อมต่อกับ Tier 2 และจาก Tier 2 ไปยัง Tier 3 ตามลำดับ โดยที่มีการเชื่อมต่อกันเป็นลำดับชั้น หรือที่เรียกว่า Multi-tier

ในการส่งข้อมูลที่ถูกแบ่งเป็นลำดับชั้น โดยที่ในแต่ละชั้น ISP จะมีการตกลงเรื่องของค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อระหว่างกัน เช่น Tier ที่อยู่ด้านล่างกว่าจะต้องเสียค่าใช้จ่ายให้กับ Tier ระดับบน นอกจากนั้นในบางครั้ง ISP ในระดับเดียวกัน (Peer) ก็จะมีความร่วมมือระหว่างกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยไม่มีค่าใช้จ่าย หรือที่เรียกว่า Internet Exchange Point (IXP)

การวัดประสิทธิภาพของเครือข่าย

การวัดประสิทธิภาพของเครือข่ายมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนของการใช้งาน, การแก้ไขหรือปรับปรุง ยังรวมไปถึงการวางแผนการขยายตัวของเครือข่ายในอนาคต โดยที่ตัวชี้วัดหรือตัวแปรที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ ความหน่วง (Delay), ความสามารถในการส่งข้อมูล (Throughput) และอัตราการสูญหายของข้อมูล (Loss)

ความหน่วง

หรือที่เรียกว่า **Delay** เมื่อมีการจัดแบ่งเครือข่ายตามความสามารถในการรองรับการส่งข้อมูลนั้น (ในหัวข้อชนิดของเครือข่าย) จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ Circuit Switch และ Packet Switch โดยที่ในรูปแบบแรกนั้น ค่าความหน่วงจะมีลักษณะตายตัว เช่น ค่าเวลาการเชื่อมต่อตั้งต้นของวงจร (Setup) และเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล หรือก็คือ Bandwidth หารด้วยขนาดของข้อมูล เป็นต้น อย่างไรก็ตามสำหรับเครือข่ายในรูปแบบที่ 2 นั้นจะมีความซับซ้อนมากกว่า โดยที่ค่าความหน่วงภายในเครือข่ายนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนย่อยดังต่อไปนี้

- **Central Processing Delay หรือ Nodal Processing Delay** หรือระยะเวลาที่ใช้สำหรับประมวลผลของการตรวจสอบ Packet ในกรณีที่อาจจะเกิดความผิดพลาด จากนั้นจึงตัดสินใจว่าจะจัดส่งข้อมูลต่อไปผ่านทางเส้นทางใด หรืออุปกรณ์ชนิดใดต่อไปภายในเครือข่ายหรือระหว่างเครือข่าย
- **Queueing Delay** หรือระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย (Waiting) ในกรณีที่มี Packet รอการจัดส่งก่อนหน้า
- **Transmission Delay** หรือระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งตั้งแต่ข้อมูลแรก หรือ Bit แรกที่ถูกจัดส่งออกไปจนกระทั่งถึงข้อมูลสุดท้าย หรือ Bit สุดท้ายที่ได้จัดส่งลงบนสื่อสัญญาณ โดยที่จะสามารถคำนวณหาระยะเวลานี้ได้จากการนำขนาด Packet มาหารด้วยค่าของความเร็วในการส่งข้อมูล (Packet size/Bits per second)
- **Propagation Delay** หรือระยะเวลาที่ใช้ในการนำส่ง หรือแพร่กระจายของสัญญาณที่เดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยสามารถคำนวณได้จากการนำค่าระยะทางระหว่าง 2 Hosts มาหารด้วยค่าความเร็วของแสง (ความเร็วของแสงมีค่าอยู่ที่ 3×10^8 m/s ในสุญญากาศ และ 2×10^8 m/s ในสายใยแก้วนำแสง เป็นต้น)

หมายเหตุ ในการส่งข้อมูลภายในเครือข่ายแบบ Packet Switch นั้น มักจะมีรูปแบบการส่งในลักษณะของการพักเก็บและส่งต่อ **(Store and Forward)** หรืออุปกรณ์ระหว่างทางจะต้องได้รับข้อมูลทั้ง Packet ก่อน (ครบทุก Bit ข้อมูล) ที่จะจัดส่งต่อไปยังส่วนหรืออุปกรณ์เครือข่ายถัดไป หรือ Hop ถัดไป (การจัดเก็บข้อมูลจะพักเก็บไว้ในส่วนสำรองข้อมูล หรือ Buffer หรือ Queue ก่อนการส่งต่อ) หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ในกรณีที่ Packet มีขนาด L Bits และอุปกรณ์เครือข่ายมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ R Bits per second ดังนั้น ในการส่งข้อมูลใดๆ จะต้องใช้เวลาเป็นอย่างน้อย L/R วินาทีนั่นเอง

ความสามารถในการส่งข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วจะมีหน่วยวัดเป็น Bits per second (bps) หรือจากคำถามที่ว่า จะสามารถส่งข้อมูลได้เท่าไรภายในระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งในกรณีที่มีการอ้างถึงความจุของสื่อสัญญาณ (Capacity) นั้นจะมีลักษณะเป็นเพียง **Throughput** ในทางทฤษฎีเท่านั้น หรือจะมีการอ้างอิงเพื่อใช้ในการคำนวณเท่านั้น (Nominal Throughput) อย่างไรก็ตามความสามารถในการส่งข้อมูลที่แท้จริง (Realistic Throughput) จะถูกจำกัดด้วย**คอขวด (Bottleneck)** เช่น ในกรณีที่ความจุของสื่อสัญญาณระหว่างจุดสองจุด (End to End Capacity) คือ 100 Megabits per second (Mbps) แต่ในความเป็นจริงแล้วความสามารถในการส่งข้อมูลที่แท้จริงอาจจะไม่เท่ากับ 100 Mbps โดยเนื่องมาจากความสามารถในการใช้งานร่วมกันของสายสื่อสัญญาณ ยังรวมไปถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ หรือที่เรียกว่า **Overhead** ต่างๆ ดังนั้น **Goodput** จึงมักจะถูกนำมาใช้ เป็นตัวชี้วัดหลักในการแสดงถึงความสามารถในการส่งข้อมูลอย่างแท้จริง ซึ่งก็คือ Throughput หลังจากหักค่า Overhead ต่างๆ รวมไปถึงอัตราการสูญหายของข้อมูล (Packet Loss) และการส่งข้อมูลซ้ำ (Retransmission) อีกด้วย

การสูญหายของข้อมูล

หรือที่เรียกว่า **Loss** ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเกิดจากการที่มีข้อมูล หรือ Packet ใน Queue หรือ Buffer ที่มีมากจนเกินไป หรือล้น (**Buffer Overflow**) จนทำให้ Packet อื่นๆ ที่ถูกส่งต่อมา (Subsequence Packet) จะต้องถูกโยนทิ้ง (Drop หรือ Discard) อันเนื่องมาจากอุปกรณ์เครือข่ายไม่มีพื้นที่ในการสำรองข้อมูลเพียงพอ นอกจากนี้ยังอาจจะเกิดจากการสูญหายของข้อมูลอันเนื่องมาจากสื่อสัญญาณเอง โดยสามารถคำนวณได้จากค่าความผิดพลาด (Error) หรือกลุ่มของข้อมูลที่มีการสูญหายในช่วงเวลาหนึ่ง เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วเมื่อเกิดการสูญหายของ Packet ก็จะมีการส่งข้อมูลซ้ำเพื่อเป็นการเพิ่มความเชื่อถือได้ (Reliability) ให้กับการสื่อสารโดยรวมอีกด้วย

▲ ตัวอย่างการทดสอบประสิทธิภาพเครือข่าย – Download/Upload Speed (ที่มา catspeedtest.net)

ระดับชั้นของ Protocol

โครงสร้างการทำงานโดยรวมของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะมีลักษณะการจัดแบ่งเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) โดยที่ในแต่ละชั้นจะมีรูปแบบหรือกระบวนการทำงานที่แตกต่างกัน หรือจะถูกเรียกว่า Protocol ในแต่ละชั้น โดยในหนังสือเล่มนี้จะอ้างอิงกับรูปแบบของ **OSI** และ **TCP/IP** โดยมุ่งเน้นไปยังการแบ่งส่วนการติดต่อสื่อสารออกเป็นชั้นหรือระดับ (**Layer**) ซึ่งในแต่ละชั้นจะอธิบายถึงหลักการหรือหน้าที่การทำงาน การใช้งานของแต่ละบริการ ในส่วนของการติดต่อหรือเชื่อมต่อระหว่างชั้นที่ติดกัน เช่น ชั้นบนและชั้นล่างของระดับชั้นนั้นๆ เป็นต้น

มาตรฐาน OSI ถูกแบ่งออกเป็น 7 ชั้น โดยประกอบไปด้วยชั้นที่ 7 (Application Layer), ชั้นที่ 6 (Presentation Layer), ชั้นที่ 5 (Session Layer), ชั้นที่ 4 (Transport Layer), ชั้นเครือข่ายหรือชั้นที่ 3 (Network Layer), ชั้นเชื่อมโยงข้อมูลหรือชั้นที่ 2 (Datalink Layer) และชั้นกายภาพหรือชั้นที่ 1 (Physical Layer) โดยมีตัวอย่างของการทำงานในแต่ละชั้นคือ การจัดส่งไฟล์ข้อมูล (File Transfer), Email และ Remote Login (เช่น Telnet); การแสดงข้อความแบบ ASCII และข้อมูลเสียง; การเชื่อมต่อ Connection; การค้นหาเส้นทาง (Routing) และค่าที่อยู่ (Addressing); การสื่อสารระหว่าง 2 Nodes; การส่งสัญญาณและการเข้ารหัส (Coding) ตามลำดับ

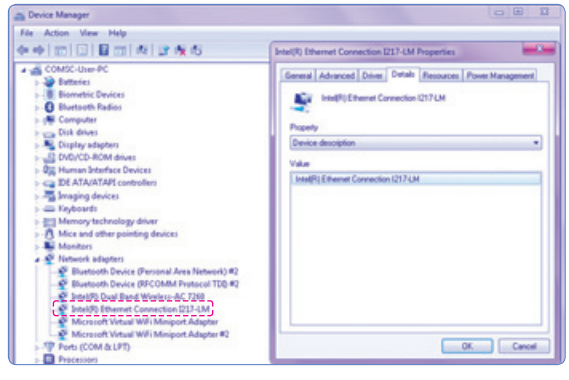
NOTE

มาตรฐานการติดต่อสื่อสารแบบเปิด หรือ **OSI** เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดยหน่วยงาน ISO ที่ถูกจัดตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2490 มีศูนย์กลางการทำงานอยู่ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และเป็นหน่วยงานระหว่างประเทศที่กำหนดมาตรฐานทั้งทางด้านอุตสาหกรรม (Industrial) และทางด้านการค้า (Commercial) ถึงแม้ว่า ISO จะเป็นหน่วยงานที่ไม่ยุ่งเกี่ยวกับทางการเมือง แต่โดยทั่วไปแล้วมาตรฐานที่ถูกกำหนดโดย ISO ก็จะถือเป็นกฎระเบียบหรือบทบัญญัติที่ใช้ได้ตามกฎหมายในแต่ละประเทศ

ชั้นที่ 1 : Physical Layer

ชั้นกายภาพ มีหน้าที่ต่างๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้

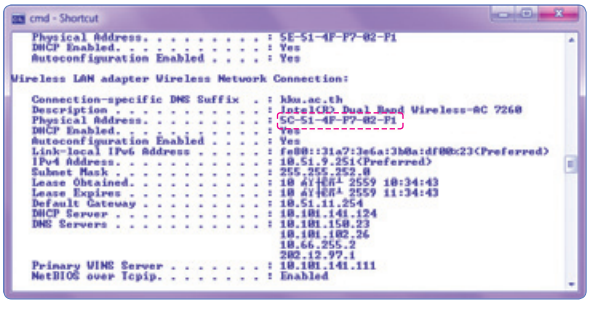
- กำหนดคุณลักษณะ (Specification) ของชั้นกายภาพ เช่น ขาของวงจรที่ใช้ (Pin), ค่าความต่างศักย์ (Voltage), ลักษณะการใช้สายสัญญาณและสาย Cable, อุปกรณ์เครือข่าย เช่น Repeater หรือ Hub และการ์ดเครือข่าย (NIC) เป็นต้น
- ทำหน้าที่ในการเริ่มเชื่อมต่อ และจบการทำงานของการสื่อสารในการส่งผ่านข้อมูลไปยังสื่อตัวนำ (Media)
- ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปแบบของสัญญาณจากข้อมูลระดับ Bit ที่ถูกส่งออก เช่น 0 หรือ 1 ไปเป็นสัญญาณผ่านไปยังสื่อตัวนำ ทั้ง Analog และ Digital หรือที่เรียกว่า Signal Modulation
- กำหนดคุณลักษณะของ Bit, ความเร็วในการส่งข้อมูล (Transmission Rate) และการเห็นพ้องต้องกันของ Bit หรือการเข้าจังหวะ (Bit Synchronization) เช่น Bit ใดเป็น Bit เริ่มต้นหรือ Bit ใดปิดท้าย
- กำหนดกรรมวิธีการส่งข้อมูล (Transmission Mode) และโครงสร้างทั่วไปในชั้นกายภาพ (Physical Topology) เช่น การเชื่อมต่อโครงข่ายแบบดาวหรือแบบ Bus
- การส่งข้อมูลที่ระดับชั้นนี้จะเรียกข้อมูลนั้นๆ ว่า **Bit**



▲ ตัวอย่าง Device Manager – Intel(R) Ethernet Connection I217-LM

ชั้นที่ 2 : Datalink Layer

ชั้นเชื่อมโยงข้อมูล มีหน้าที่หลักคือ ให้บริการหรือจัดการส่งข้อมูลระหว่างจุดสองจุด (Entity to Entity) รวมไปถึงการกำหนดหน้าที่และกระบวนการที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากระดับชั้น Network และส่งคำร้องไปยังชั้นกายภาพ โดยข้อมูลในระดับชั้นนี้จะถูกเรียกว่า **Frame** ดังนั้น ในการออกแบบระดับชั้นนี้จะต้องคำนึงถึงการจัดการเฟรม (Framing); การกำหนดค่าที่อยู่ของชั้นกายภาพ (Physical Addressing) เช่น ค่าที่อยู่ MAC (**MAC Address** ของการ์ดเครือข่าย LAN คือ 5C-51-4F-F7-02-F1 เป็นเลขฐาน 16 จำนวน 12 ตัว หรือ 48 bits ซึ่งผู้อ่านสามารถตรวจสอบได้จากคำสั่ง “ipconfig /all” บนระบบปฏิบัติการ Windows); การควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow Control); การตรวจสอบความถูกต้องหรือความผิดพลาดของข้อมูล (Error Control) และการกำหนดการเข้าใช้งานร่วมกัน (Multiple Access Control) ระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายทั้งสองที่มีการเชื่อมต่อกันทางกายภาพ โดยมีตัวอย่างของ Protocol ในระดับชั้นนี้คือ PPP และ Ethernet

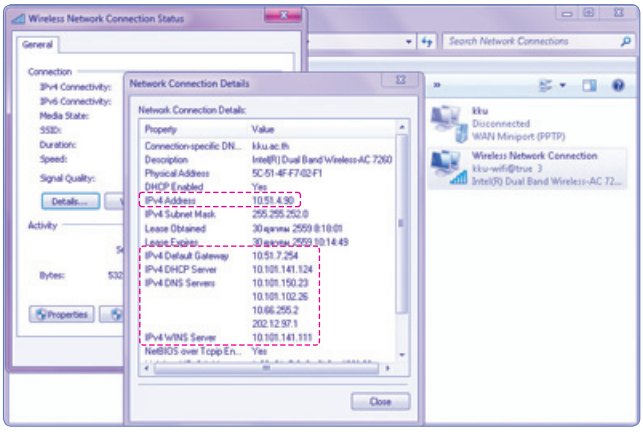


▲ ตัวอย่าง MAC Address

ชั้นที่ 3 : Network Layer

ชั้นเครือข่าย มีหน้าที่ให้บริการหรือจัดการนำส่งข้อมูลจากเครื่องต้นทางไปยังเครื่องปลายทาง ซึ่งข้อมูลที่มีการเรียกใช้งานในระดับชั้นนี้จะถูกเรียกว่า **Packet** โดยถูกส่งผ่านไปยังเครือข่ายต่าง ๆ ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครือข่ายที่มีความหลากหลาย อีกทั้งยังมีหน้าที่ในการกำหนดหน้าที่และกระบวนการส่งข้อมูลจากระดับชั้น Transport และส่งคำร้องไปยังชั้น Datalink ซึ่งในการออกแบบระดับชั้นนี้จะต้องคำนึงถึงการจัดการค่าที่อยู่แบบเสมือน (Logical Addressing) เช่น IP Address เป็นต้น

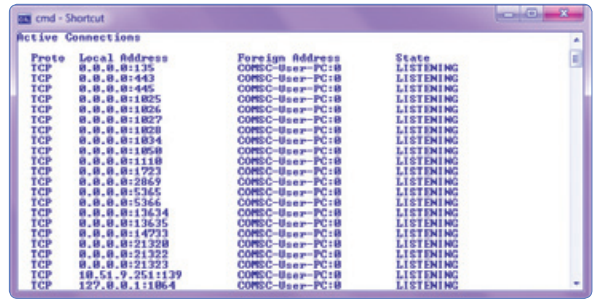
สำหรับตัวอย่างของ **IP Address** ของเครื่องลูกข่ายคือ 10.51.4.90 เป็นเลขฐาน 10 จำนวน 4 ตัว หรือ 32 bits (IP Address รุ่นที่ 4; ในส่วนของรุ่นที่ 6 ผู้อ่านสามารถศึกษาเพิ่มเติมในหนังสือ Advanced Computer Network ทั่วไป) โดยสามารถตรวจสอบได้จากคำสั่ง “ipconfig/all” สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows นอกจากนี้ชั้นนี้ยังมีหน้าที่ในการให้บริการค้นหาเส้นทางบนเครือข่าย (**Routing**) โดยอุปกรณ์ค้นหาเส้นทางเครือข่ายที่ถูกเรียกว่า **Router** โดยมีตัวอย่างของ Protocol ในระดับชั้นนี้คือ IP, ICMP และการค้นหาเส้นทางแบบ RIP และ OSPF



▲ ตัวอย่าง IP Address Configuration

ชั้นที่ 4 : Transport Layer

ชั้นนี้ทำหน้าที่ในการจัดการส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานทั้งสองฝ่าย (End to End User) และกำหนดหน้าที่การทำงานและกระบวนการในการนำส่งข้อมูลจากระดับชั้น Session และส่งคำร้องไปยังชั้น Network ซึ่งในการออกแบบระดับชั้นนี้ จะต้องคำนึงถึงการจัดการค่าที่อยู่ในส่วนของจุดบริการ (SAP) ผ่านช่องทางที่เรียกว่า **Port**; การย่อยข้อมูลและการรวมตัวของข้อมูลย่อยนั้นๆ กลับคืนมา (Segmentation/Reassembly); การควบคุมการทำงานของการเชื่อมต่อ (Connection Control); การควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow Control) และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความผิดพลาดของข้อมูล (Error Control) โดยที่ข้อมูลในระดับชั้นนี้จะถูกเรียกว่า **Segment** โดยมีตัวอย่างของ Protocol ในชั้นนี้คือ TCP และ UDP นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตที่สำคัญ คือ หน้าที่การทำงานหลักในระดับชั้นนี้จะมีความคล้ายคลึงกับระดับชั้น Datalink แต่จะคำนึงถึงการเชื่อมต่อระหว่างจุด (ต้นทางและปลายทาง) ซึ่งอาจจะประกอบไปด้วยเครือข่ายย่อยๆ ระหว่างทางมากมาย มิใช่มุ่งเน้นเพียงเครือข่ายใดเครือข่ายหนึ่งโดยเฉพาะ



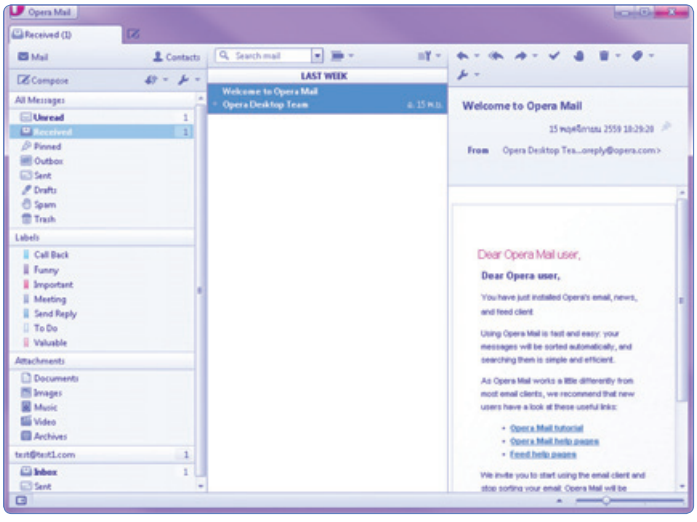
▲ ตัวอย่างการเปิด Port

ชั้นที่ 5 : Session Layer

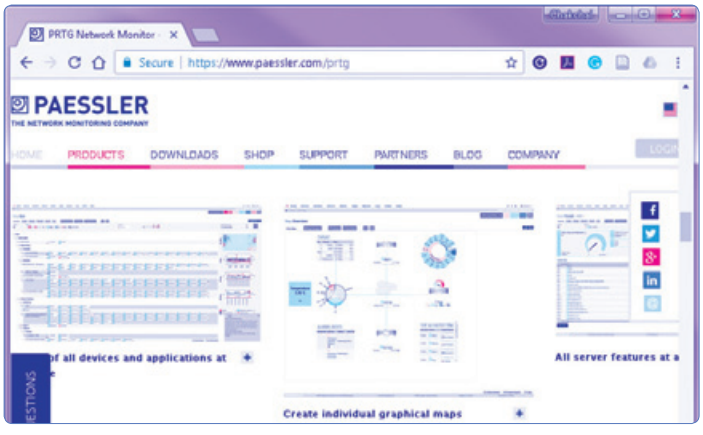
ชั้นนี้ทำหน้าที่จัดการรูปแบบ**การสนทนาระหว่างกัน (Dialogue)** รวมไปถึงการเข้าจังหวะ (Synchronization) ระหว่าง Process, การใช้งานในแต่ละ Application หรือ Program ของผู้ใช้งาน และยังมีหน้าที่กำหนดรายละเอียดและกระบวนการในการส่งข้อมูลจากระดับชั้น Presentation และส่งคำร้องไปยังชั้น Transport รวมไปถึงการจัดการส่งข้อมูลหรือการทำงานในวิธี (Transmission Mode) ที่แตกต่างกัน เช่น แบบเต็มหรือแบบครึ่ง (Full-Duplex/Half-Duplex) ในส่วนของการออกแบบในระดับชั้นนี้จะต้องคำนึงถึงการควบคุมการสนทนาระหว่างกัน (Dialogue Control) และการเห็นพ้องต้องกันหรือการเข้าจังหวะกันระหว่าง 2 Processes (Process Synchronization) โดยมีตัวอย่างของ Protocol ในระดับชั้นนี้คือ SIP (การส่งผ่านเสียงบนเครือข่าย IP) และ RTP (การส่งผ่านข้อมูล Multimedia บนเครือข่าย IP)

ชั้นที่ 6 : Presentation Layer

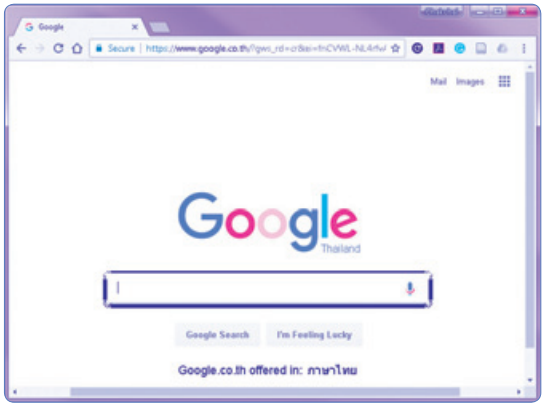
ชั้นนี้ทำหน้าที่ในการกำหนดความสัมพันธ์ต่างๆ ในเชิงไวยากรณ์ (Syntax) สำหรับคุณลักษณะของข้อมูลรวมไปถึงความมั่นคงปลอดภัย เช่น MIME ที่ทำหน้าที่กำหนดชนิดหรือประเภทของข้อมูลในการส่ง Email เช่น ข้อมูลวีดิทัศน์ (Video) หรือข้อมูลโสตหรือเสียง (Audio) และ TLS (สำหรับความมั่นคงในการส่งข้อมูลผ่านบริการ Web) อีกทั้งในระดับชั้นนี้ยังมีหน้าที่ในการกำหนดรายละเอียดและกระบวนการในการส่งข้อมูล จากระดับชั้น Application และส่งคำร้องไปยังชั้น Session อีกด้วย นอกจากนี้การออกแบบระดับชั้นนี้จะต้องคำนึงถึงการแปลความหมาย (Translation), การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการบีบอัดข้อมูล (Compression) เป็นสำคัญ



▲ ตัวอย่าง Opera Mail (SMTP)

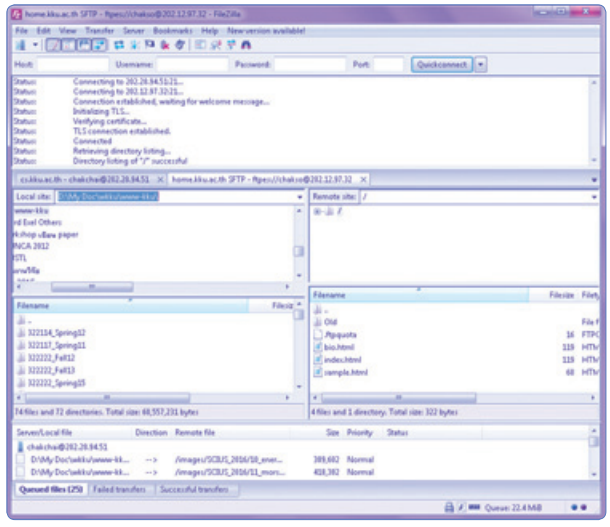


▲ ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่ายผ่าน SNMP



▲ ตัวอย่างการใช้งาน Web ผ่าน TLS

▲ ตัวอย่างการใช้งาน DNS



▲ ตัวอย่างการใช้งาน FTP

▲ ตัวอย่างการใช้งาน Telnet

ข้อสังเกต

SDU/PDU เป็นโครงสร้างโดยทั่วไปในการส่งข้อมูลระหว่าง Node โดยเริ่มจากชั้น Application ส่งข้อมูลผ่านไปยังชั้น Presentation, Session, Transport, Network, Datalink และท้ายสุด Physical ข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยังอีกฝ่ายหนึ่งผ่านเครือข่าย และในที่สุดก็จะถูกส่งต่อขึ้นไปตามลำดับชั้น (นอกเหนือจากชั้นกายภาพในการนำส่งสื่อสัญญาณ) ในการพิจารณาการส่งต่อข้อมูลจากระดับชั้นหนึ่งไปยังอีกชั้นหนึ่งในทางเสมือน (Logical) จะถูกเรียกว่า SDU

ดังนั้น ในแต่ละชั้นจากบนลงล่าง จึงสามารถเรียกข้อมูลที่ถูกส่งผ่านได้ตามลำดับดังนี้ PSDU, SSDU, TSDU, NSDU, DSDU และ PhSDU ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงการสื่อสาร หรือการส่งข้อมูลภายในระดับชั้น (Layer) เดียวกัน ก็จะถูกเรียกว่า PDU เช่น จากบนลงล่าง APDU (หรือเรียกว่า Message หรือ Data), PPDU, SPDU, TPDU (หรือเรียกว่า Segment), NPDU (หรือเรียกว่า Packet), DPDU (หรือเรียกว่า Frame) และ PhPDU (หรือเรียกว่า Bit) ตามลำดับ

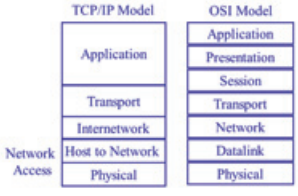
ชั้นที่ 7 : Application Layer

ชั้นสุดท้ายเป็นชั้นที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้งานมากที่สุด โดยชั้นนี้จะทำหน้าที่ส่งคำร้องการขอบริการไปยังชั้น Presentation โดยที่ข้อมูลในระดับชั้นนี้จะถูกเรียกว่า **Message** หรือ Data โดยมีตัวอย่างของการบริการในชั้นนี้คือ การเข้าสู่ระบบผ่าน Remote Login (เช่น Telnet), การส่งถ่ายข้อมูลหรือไฟล์แบบ FTP, การส่ง Email หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (SMTP), การบริการจัดการเครือข่าย (SNMP), การบริการ Web (HTTP) และการจัดการระบบการตั้งชื่อ (DNS) เป็นต้น ซึ่งในหนังสือเล่มนี้ก็จะมีให้ฝึกปฏิบัติการติดตั้งและปรับแต่งบริการทั้งหมดที่กล่าวมา (ปฏิบัติการที่ 2 ถึง 4)

การอ้างอิง TCP/IP

IPS คือ กลุ่มของ Protocol ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลที่มีการใช้งานบน Internet ซึ่งโดยปกติแล้วจะเรียก IPS แทนได้ว่า **TCP/IP** เนื่องจาก Protocol ที่สำคัญที่สุดที่มีการใช้บนเครือข่ายอย่างแพร่หลายก็คือ TCP และ IP นั่นเอง

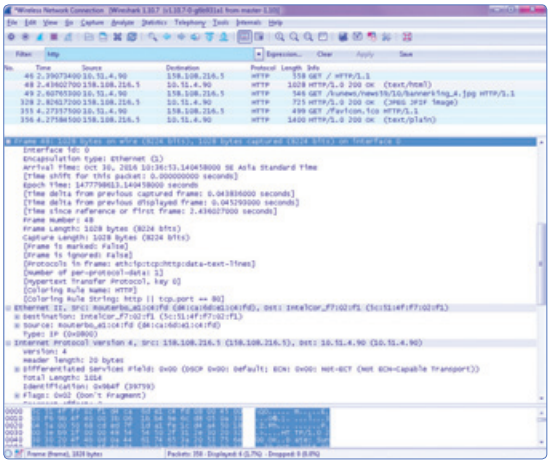
โครงสร้างแบบระดับชั้นของ TCP/IP โดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างแบบระดับชั้นแบบ OSI โดยจะสังเกตได้ว่าโครงสร้างของ TCP/IP มีเพียง 5 ชั้นเท่านั้น (หรือ 4 ชั้น ถ้ายุบ 2 ชั้นล่างสุดเข้าไว้ด้วยกัน) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ OSI ชั้นที่ 1 คือ ชั้นกายภาพ, ชั้นที่ 2 คือ ชั้น Link หรือ Host to Network (หรือเรียกรวมว่า Network Access หรือ Link), ชั้นที่ 3 คือ ชั้น Internet หรือ Internetwork (หรือชั้น Network ของ OSI), ชั้นที่ 4 คือ ชั้น Transport และชั้นที่ 5 หรือชั้นสุดท้ายคือ ชั้น Application ซึ่งในระดับชั้นบนสุดนี้จะเป็นการรวมชั้นที่ 5 + 6 + 7 (Session + Presentation + Application) ในกรณีของโครงสร้างลำดับชั้นแบบ OSI นั่นเอง



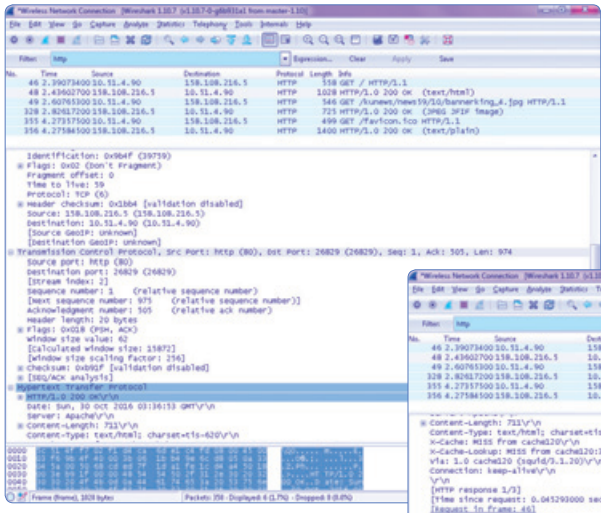
▲ การเปรียบเทียบโครงสร้างระดับชั้นของ TCP/IP และ OSI

สำหรับ Protocol ที่ใช้งานในแต่ละชั้นของ TCP/IP มีตัวอย่างคือ FTP, Telnet และ HTTP; TCP และ UDP; IP; Ethernet, Point to Point และ Packet Radio; สาย Coaxial, สายใยแก้วนำแสง และการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication) โดยเป็นการแสดงถึงตัวอย่างของชั้น Application, Transport, Internet, Host to Network และ Physical ตามลำดับ

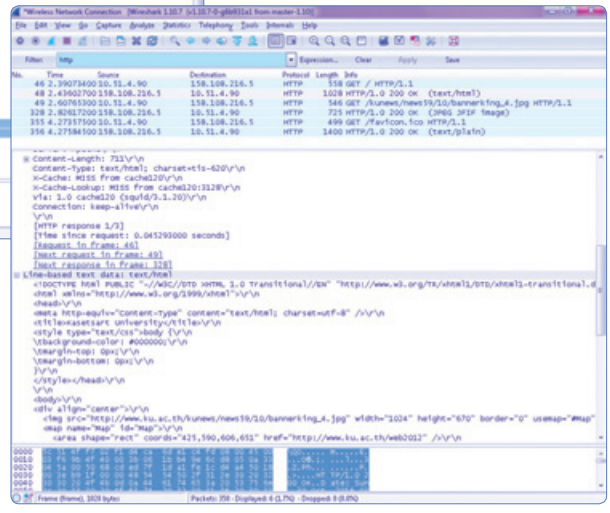
หมายเหตุ ในการส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น เมื่อมีการส่งผ่าน PDU จากชั้นบนลงล่างตามลำดับ PDU ที่ถูกส่งผ่านจะต้องมีลำดับของการส่งข้อมูล โดยเริ่มจาก Message ในชั้น Application และเพิ่มส่วนหัว (Header) ของชั้น Transport ที่เรียกว่า TCP Segment จากนั้นจึงเพิ่มส่วนหัว IP ที่เรียกว่า IP Datagram แล้วเพิ่มส่วนหัวของ Link (เช่น Ethernet Frame) ซึ่งการเพิ่มส่วนหัวเข้าไปในแต่ละชั้นนั้นก็คือ **การห่อหุ้ม (Encapsulation)** และในทำนองกลับกันเมื่อมีการส่งข้อมูลถึงปลายทางแล้ว ในส่วนของการนำส่งข้อมูลขึ้นก็จะมีการถอดส่วนหัวในแต่ละชั้นออก **(Decapsulation)** นั่นเอง ทั้งนี้การห่อหุ้มข้อมูลโดยที่มีการส่งเป็นลำดับชั้นจาก Host ต้นทางไปถึงยัง Host ปลายทาง ผ่านไปยังอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ เช่น **อุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Hub), อุปกรณ์สลับสัญญาณ (Switch)** และ **อุปกรณ์ค้นหาเส้นทาง (Router)** โดยที่ Hub จะทำงานที่ชั้นที่ 1 แต่ Switch จะทำงานที่ชั้นสูงสุดที่ชั้นที่ 2 เท่านั้น และสูงสุดที่ชั้นที่ 3 สำหรับ Router อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน Router สามารถทำงานได้ในระดับชั้นที่สูงขึ้นกว่าเดิม เช่น ถึงชั้นสูงสุด หรือชั้นที่ 7



▲ ตัวอย่างข้อมูลเครือข่าย Frame และ Ethernet



◀ ตัวอย่างข้อมูลเครือข่าย Internet Protocol และ Transmission Control Protocol



ตัวอย่างข้อมูลเครือข่าย HTTP ▶

แนะนำสายสัญญาณ

หลังจากที่ผู้อ่านมีความเข้าใจเบื้องต้นในเครือข่ายคอมพิวเตอร์และ Internet แล้ว ก่อนที่ผู้อ่านจะเรียนรู้เชิงลึกในส่วนของปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และ Internet รูปแบบต่างๆ สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งนอกเหนือจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ก็คือ **สายสัญญาณ**ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ซึ่งสายสัญญาณนั้นมีหลากหลายประเภท เช่น สายทองแดงและสายใยแก้วนำแสง เป็นต้น

สายทองแดง

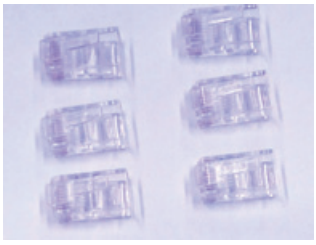
▲ ตัวอย่างสาย UTP

สายทองแดง (Copper) มีการใช้งานโดยทั่วไปในการสื่อสาร ใช้สำหรับการนำส่ง Bit ข้อมูลและควบคุมระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มของสายทองแดงจำนวนหนึ่งรวมกัน เช่น สาย UTP และ STP เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีสาย Cable เฉพาะอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า Coaxial ซึ่งประกอบไปด้วยตัวนำ (Conductor) อยู่ตรงกลางสาย และมีส่วนห่อหุ้มหรือฉนวน (Insulator) ที่มีคุณลักษณะตามมาตรฐานในส่วนของชั้นกายภาพ

สำหรับสาย Cable เหล่านี้ จะถูกนำไปใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายบน LAN เช่น Router หรือ Switch หรือ Hub นอกจากนี้สาย Cable บางประเภทยังถูกนำไปใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์บนเครือข่ายวงกว้าง (WAN) ไปยังผู้ให้บริการเครือข่ายด้วย เช่น องค์การโทรศัพท์หรือการสื่อสารแห่งประเทศไทย ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์หรือตัวกลางที่ใช้งาน ก็จะมีคุณลักษณะหรือความต้องการแตกต่างกันไป

ในส่วนการเชื่อมต่อสาย Cable เข้ากับอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ นั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีการใช้งานตัวเชื่อมต่ออย่าง Jack หรือ Plug ที่มีการใช้งานง่าย ถอดหรือใส่ได้สะดวก เช่น ตัวเชื่อมต่อ RJ-45 ที่มีการใช้งานสำหรับสาย UTP บนเครือข่าย LAN เป็นต้น



สายใยแก้วนำแสง

สาย Cable ในรูปแบบของใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) นั้น มีคุณลักษณะของแก้วหรือพลาสติก ที่ทำหน้าที่นำพาแสงจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่ง Bit ข้อมูลจะถูกเข้ารหัสในรูปแบบของการมีอยู่ของแสง (มีหรือไม่มี เช่น 0 หรือ 1)

ตัวอย่างหัว RJ-45 และการใช้งานสาย UTP ▶

สายสัญญาณรูปแบบนี้สนับสนุนการส่งข้อมูลด้วยความเร็วที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสายทองแดง เนื่องจากสายใยแก้วนำแสงไม่เป็นตัวนำของกระแสไฟฟ้า ดังนั้น สื่อสัญญาณจึงมีความทนทานต่อคลื่นสนามแม่เหล็กที่อาจได้รับการรบกวนจากภายนอก อีกทั้งยังทนทานต่อกระแสไฟฟ้าอื่นๆ ที่อาจจะได้รับการรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดีอีกด้วย

ตัวอย่างการใช้งานสายใยแก้วนำแสง ▶

นอกจากนี้สายใยแก้วยังมีความบาง โดยมีรูปแบบการส่งทั้ง Single-mode และ Multi-mode โดยใช้หลักการสะท้อนและหักเห ทำให้มีโอกาสลดทอนหรือสูญเสียของสัญญาณน้อยมาก ดังนั้น จึงลดภาระการใช้อุปกรณ์สำหรับยกระดับสัญญาณ (Amplifier) และสามารถนำส่งข้อมูลในระยะไกลได้

ถึงแม้การใช้งานสายใยแก้วมีข้อดีมากมาย อย่างไรก็ตามการใช้งานสายใยแก้วเพื่อนำส่งข้อมูลก็มีข้อจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของราคา เนื่องจากมีราคาที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสายทองแดงในระยะทางที่เท่าๆ กัน (ถึงแม้ว่าจะสนับสนุนความเร็วที่มากกว่า)

ทั้งนี้มีข้อสังเกตที่สำคัญคือ ในการติดตั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงรายละเอียดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเข้าตัวเชื่อมต่อสาย และการติดตั้งก็ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากสายมีความทนทานต่อการบิดงอต่ำ หรือแตกหักได้ง่ายกว่า อีกทั้งยังมีความเปราะบาง ดังนั้น ในปัจจุบันการติดตั้งสายชนิดนี้จะมีการใช้งานบนโครงข่ายหลักที่มีการส่งผ่านข้อมูลปริมาณมาก

แนะนำอุปกรณ์เครือข่าย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่าย (Interconnection Device) หรือที่เรียกโดยย่อว่า อุปกรณ์เครือข่าย ที่สำคัญมีหลากหลายประเภท ผู้อ่านควรทำความรู้จักและเข้าใจการทำงานในเบื้องต้นเสียก่อน เนื่องจากจะมีการอ้างถึงการใช้งานตลอดการฝึกปฏิบัติการในหนังสือเล่มนี้

▲ ตัวอย่างเครื่องแม่ข่าย หรือ Server

- **End System** คือ ระบบปลายทาง หรืออุปกรณ์ปลายทาง
- **Server** หรือเครื่องแม่ข่าย เป็น End System ที่ทำหน้าที่ให้บริการต่างๆ เช่น เครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการสำหรับการพิมพ์ (Print Server), การจัดเก็บข้อมูล (Storage Server) และยังรวมไปถึงการรับ-ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email Server) เป็นต้น
- **Client** หรือเครื่องลูกข่าย เป็น End System ทำหน้าที่ขอเข้าใช้บริการจาก Server
- **Host** เป็น End System ข้างใดข้างหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็น Server หรือ Client ก็ได้
- **Repeater** เป็นอุปกรณ์ในระดับชั้นกายภาพ ซึ่งทำหน้าที่ยกระดับสัญญาณ

▲ ตัวอย่างเครื่องลูกข่าย หรือ Client หรือ PC

- **Hub** เป็นอุปกรณ์ในระดับชั้นกายภาพ หรือเป็น Repeater ที่มีช่องทางการเชื่อมต่อหลายช่องหรือหลาย **Port** หรือ **Interface** แต่มีขอบเขต (Domain) ของการชนกันร่วมกัน (Collision Domain) นอกจากนี้อาจสนับสนุนการทำงานที่ตรวจสอบความผิดพลาดของการส่งข้อมูลอีกด้วย

NOTE

โดยทั่วไปแล้ว Port จะมีหลายความหมาย เช่น หมายถึง ช่องการเชื่อมต่อในส่วนของ Hardware หรือที่มักเรียกว่า Interface อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในส่วนของชั้น Transport ก็จะมีการเรียกใช้ Port สำหรับช่องทางการเชื่อมต่อในส่วนของ Software อีกด้วย

- **Switch** เป็นอุปกรณ์ในระดับชั้น Datalink ในการส่งต่อ Frame ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อของเครือข่ายแบบกลุ่มของการชนกัน (Collision Domain) หรือจำกัดการชนกันของการส่งข้อมูลในแต่ละ Port หรือ Interface ของการเชื่อมต่อได้

ตัวอย่าง Switch และการเชื่อมต่อสาย UTP ▶