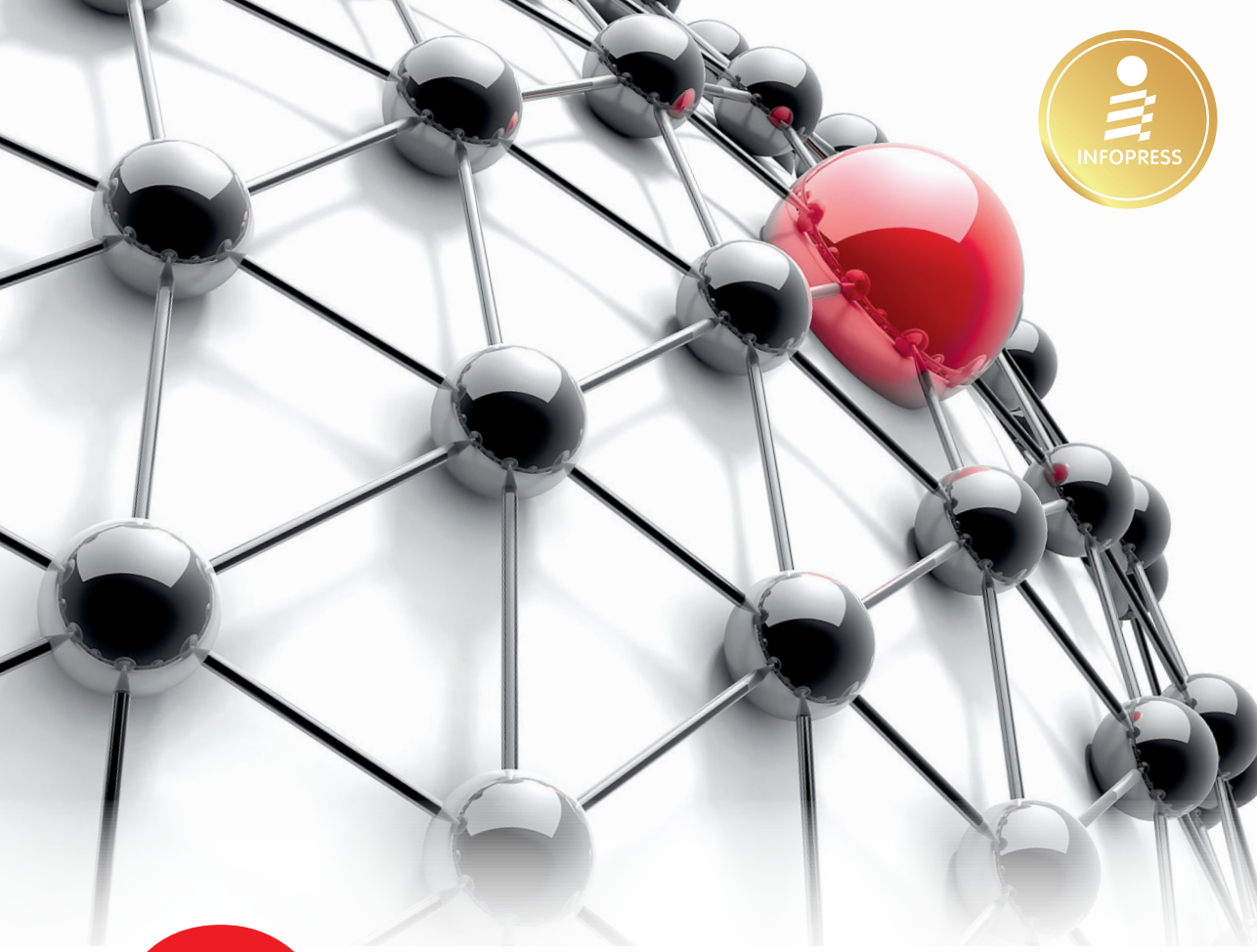


INFOPRESS

คู่มือเรียนและใช้งาน

Computer Network Lab

2nd Edition ฉบับมืออาชีพ

อ่านเข้าใจง่าย	มีกรณีศึกษา	เหมาะสำหรับ
อธิบายอย่างละเอียด เป็นขั้นตอน สามารถทำตามได้จริง	ทั้งที่ใช้ Virtual Machine Simulator และอุปกรณ์จริง	นักเรียน นักศึกษา คณาจารย์ และผู้ที่สนใจใช้งานจริง

รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์, เพชร อิ่มทองคำ, คมเดช เพือดผุด บรรณาธิการ สุทธิพันธุ์ แสนละเอียด

IDC
PREMIER

มีเพียง “ความรู้” เท่านั้นที่มนุษย์ใช้พลิก “โลก” และเปลี่ยน “ชีวิต”
เราจึงสร้างสรรค์ และส่งมอบ “ความรู้” ในรูปแบบที่ดีกว่า
เพื่อให้คนไทย “เรียนรู้” ได้ตลอดชีวิต

Think Beyond

Read Smile

คู่มือเรียนและใช้งาน
Computer Network Lab ฉบับมืออาชีพ

2nd Edition

ผู้แต่ง	รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์, เพชร อิ่มทองคำ, คมเดช เผือดผุด
บรรณาธิการ	สุทธิพันธุ์ แสนละเอียด suthiphan@idcpremier.com
ออกแบบปก	วสันต์ พึ่งพูลผล
ออกแบบและจัดรูปเล่ม	สิริลักษณ์ วาระเลิศ
พิสูจน์อักษร	สุนทรี บรรลือศักดิ์
ประสานงานการผลิต	วรพล ณธิกุล, สุพัตรา อาจปรุ, ปฐมพล ธรรมศรีสกุล

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์

คู่มือเรียนและใช้งาน Computer Network Lab

ฉบับมืออาชีพ 2nd Edition

นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2560

448 หน้า

1. การเชื่อมประสานและการสื่อสาร

I เพชร อิ่มทองคำ

II คมเดช เผือดผุด

III ชื่อเรื่อง

004.6

Barcode 885-916-101-165-1

ราคา 425 บาท

E-Book มิถุนายน 2568

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2560

2 4 6 8 10 9 7 5 3 1

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด

200 หมู่ 4 ชั้น 19 ห้อง 1901 อาคารจัสมินอินเตอร์เนชั่นแนลทาวเวอร์ ถ.แจ้งวัฒนะ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 โทรศัพท์ 0-2962-1081 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย) โทรสาร 0-2962-1084

ร้านค้าและตัวแทนจำหน่าย

โทรศัพท์ 0-2962-1081-3 ต่อ 112-114

โทรสาร 0-2962-1084

สมาชิกสัมพันธ์

โทรศัพท์ 0-2962-1081-3 ต่อ 121

โทรสาร 0-2962-1084

คำนำ

การจัดทำหนังสือเล่มนี้เป็นส่วนขยายและเพิ่มเนื้อหา “คู่มือเรียนและใช้งาน Computer Network Lab ฉบับใช้งานจริง” โดยมีการจัดเรียง รวบรวม เรียบเรียงใหม่ และเพิ่มเติมเนื้อหาให้ทันสมัยและครบถ้วน โดยใช้บทเรียนในการปรับปรุงจากการเรียนการสอนจริงตลอด 5 ปีที่ผ่านมา อ้างอิงกับโครงสร้างแบบลำดับชั้นเพื่อให้ผู้อ่านมองภาพชัดเจน ผนวกกับการศึกษาหลักการของศาสตร์เครือข่ายคอมพิวเตอร์และ Internet นอกจากนี้ยังเพิ่มคำอธิบายในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องให้เพียงพอต่อความเข้าใจ ซึ่งจะทำให้หนังสือเล่มนี้มีความสมบูรณ์

หนังสือเล่มนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาปริญญาตรีและโท รายวิชา Network I และ Computer Networks ณ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมุ่งเน้นไปยังการฝึกปฏิบัติการจริง ทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ผู้เขียนยังได้ปรับแต่งเนื้อหาเพิ่มเติมให้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับผู้อ่านทั่วไปอีกด้วย โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองและอุปกรณ์จริงที่หาได้ทั่วไปในท้องตลาด อีกทั้งยังอ้างอิงเนื้อหาในหลักสูตร Cisco Networking Academy ที่เป็นพื้นฐานสำหรับผู้ดูแลเครือข่ายทั่วโลก นอกจากนี้ยังมีการฝึกปฏิบัติการใช้ Application ที่หลากหลาย ทั้งในส่วนของเปิดเผยและอ้างอิงกับบริษัทชั้นนำ เช่น Cisco Systems และ Microsoft Systems เป็นต้น

โครงสร้างเนื้อหาแต่ละปฏิบัติการจะถูกออกแบบเป็นลำดับชั้น (Application, Transport, Network, Datalink และ Physical) อย่างไรก็ตามมีการปรับแต่งให้ผู้อ่านสามารถปฏิบัติการได้จริง (ชั้น Session และ Presentation จะผนวกกับ Application อ้างอิงตาม TCP/IP) เช่น ปฏิบัติการแรกจะกล่าวนำถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผนวกกับชั้น Physical โดยยกตัวอย่างของสายสัญญาณ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายในบทถัดไป, การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows และจัดการผู้ใช้งานเมื่อมีการเรียนการสอนมากกว่า 1 บนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกัน สำหรับใช้งานในห้องปฏิบัติการ (ปฏิบัติการที่ 2) ในปฏิบัติการที่ 3 ถึง 5 จะเน้นไปยัง Application ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น Telnet, FTP, Web, DNS, Email, Shared Printer/File และ Peer to Peer โดยติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows หลังจากนั้นในปฏิบัติการที่ 6 จะฝึกทักษะด้านบริหารจัดการเครือข่าย ผนวกกับตัวอย่างบางส่วนของชั้น Datalink เช่น การแปลง IP Address เป็น MAC Address ซึ่งในปฏิบัติการสุดท้ายจะอธิบายถึงอีกครั้งหนึ่ง เช่น LAN, Ethernet, PPP, Wireless

ปฏิบัติการที่ 7 จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเครือข่าย อ้างอิงกับชั้น Transport ทั้งในส่วนของ TCP และ UDP สำหรับปฏิบัติการที่ 8 ถึง 13 จะมุ่งเน้นไปที่ชั้น Network ทั้งในส่วนของค่าที่อยู่และการค้นหาเส้นทางรูปแบบต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ผ่านทางแบบจำลอง Packet Tracer และอุปกรณ์จริงโดยใช้ Cisco Routers 2620/2621 (ผู้อ่านจะต้องมีอุปกรณ์จริงใช้งานด้วย) สำหรับใน 2 ปฏิบัติการสุดท้าย (ปฏิบัติการที่ 14 และ 15) จะเป็นการประยุกต์ใช้งานเครือข่ายขั้นสูง เช่น การผนวก DHCP, Access-List และ NAT รวมไปถึงการใช้งานชั้น Datalink ผนวกกับการค้นหาเส้นทางขั้นสูง เช่น Vivirtual LAN และ BGP ตามลำดับ

เพื่อให้สอดคล้องกับ Asean Economics Community คำศัพท์เฉพาะนั้น ผู้เขียนจะใช้ภาษาอังกฤษเพื่อให้ผู้อ่านจดจำได้ง่าย เมื่อนำไปใช้งานจริงในทางปฏิบัติ เช่น Physical หรือ Application และเนื่องจากในหนังสือมีการใช้งานคำย่อเป็นจำนวนมาก เพื่อให้เกิดความกระชับของเนื้อหา ผู้เขียนจะนำคำอธิบายทั้งหมดไปไว้ในส่วนท้ายของหนังสือ เช่น FTP (File Transfer Protocol), PPP (Point to Point), LAN (Local Area Network), IP (Internet Protocol), MAC (Media Access Control),TCP (Transport Control Protocol), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), NAT (Network Address Translation) และ BGP (Border Gateway Protocol) เป็นต้น

หนังสือเล่มนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าไม่ได้กำลังใจที่สำคัญจากบุคคลหลายฝ่าย โดยผู้เขียนจะต้องขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ภรรยาและครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนมาตลอด และคณะบุคคลที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอขอบคุณคณาจารย์ สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, ยืน ภู่วรวรรณ, โชติพัชร์ ภรณวลัย, บุญทรัพย์ ไวยคำ, ศาสตรา วงศ์ธนวสุ, สมจิตร อาจอินทร์, กานดา สายแก้ว และชัชชัย คุณบัว ที่เป็นแรงบันดาลใจสำหรับการเขียนหนังสือเล่มนี้

ขอขอบคุณนักศึกษา เพชร อิ่มทองคำ, คมเดช เผือดผุด, ชาติชาย ปุณริบูรณ์, กนกมน รุจิรกุล, ศรายุทธ พูลสงวน, นทพล แสงกล้า, ทรงยุทธ เพิ่มผล และนักศึกษาช่วยสอน ที่เป็นกำลังสำคัญในการช่วยพิสูจน์อักษรและเตรียมสื่อและรูปภาพ รวมไปถึงทดลองฝึกปฏิบัติการต่างๆ เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์

ในระยะเวลา 5 ปีที่เตรียมจัดทำหนังสือ ต้องขอบคุณนักศึกษาในรายวิชาที่มีความตั้งใจ มุมานะพยายามความขยันหมั่นเพียรที่ศึกษาตามเค้าโครงของหนังสือ โดยไม่ย่อท้อและมุ่งมั่น ทำให้ผู้เขียนมีกำลังใจในการพัฒนาการเรียนการสอน ทั้งในส่วนของทฤษฎีและปฏิบัติที่มีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และต้องขอขอบคุณบรรณาธิการสำนักพิมพ์ Dev Book ที่ให้โอกาสในการจัดพิมพ์ โดยหนังสือเล่มนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ต้องขอขอบคุณอีกครั้งหนึ่ง

สุดท้ายนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะช่วยเพิ่มเติมความสามารถ หรือแม้แต่เสริมความรู้ความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ ผนวกกับการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ ติดตั้ง ปรับแต่ง บริหารจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และ Internet ของผู้อ่านได้ ซึ่งผู้อ่านสามารถแนะนำและสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ comnets.thailand@gmail.com หรือ https://www.facebook.com/Computer-Network-Lab-956038861098607/?fref=ts และสุดท้ายนี้ถ้าหากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนก็ต้องขออภัยมาไว้ ณ โอกาสนี้ และพร้อมรับที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไปในอนาคต

รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์

Assoc.Prof.Dr.Chakchai So-In

IEEE/ACM Senior Members

สารบัญ

ปฏิบัติการที่

01 รู้จักเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการเตรียมสื่อสัญญาณ

ก่อนที่ผู้อ่านจะได้ฝึกปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนทักษะด้านต่างๆ ของหนังสือเล่มนี้ ในบทเรียนแรกจะเป็นการศึกษาถึงทฤษฎีเบื้องต้นเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) และอินเทอร์เน็ต (Internet) โดยเฉพาะโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Layer) จากชั้นที่ 1 ล่างสุด หรือกายภาพ (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)

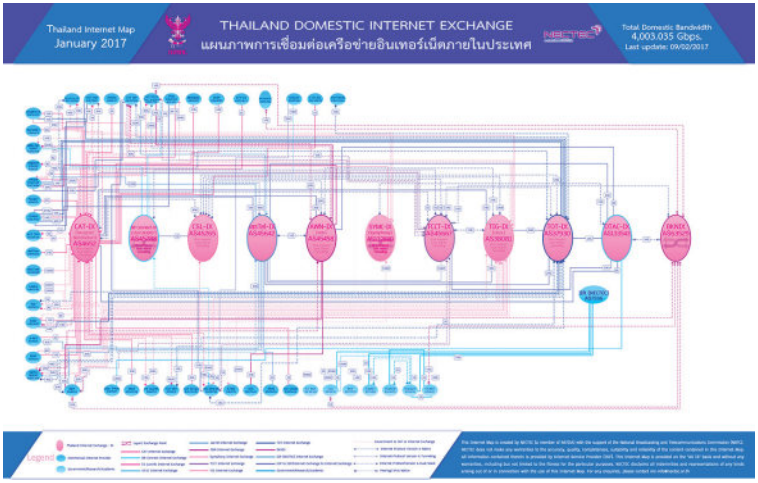
ในทำนองเดียวกันกับมนุษย์ สำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Protocol นั้นมีไว้เพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันเอง เช่น การเชื่อมต่อโดยใช้ TCP โดยเริ่มจากที่ต้นทาง (ฝ่ายส่ง) ส่งคำร้องเพื่อขอเปิดการเชื่อมต่อ (TCP Connection Request) จากนั้นที่ปลายทาง (ฝ่ายรับ) จึงส่งคำตอบรับกลับ (TCP Connection 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

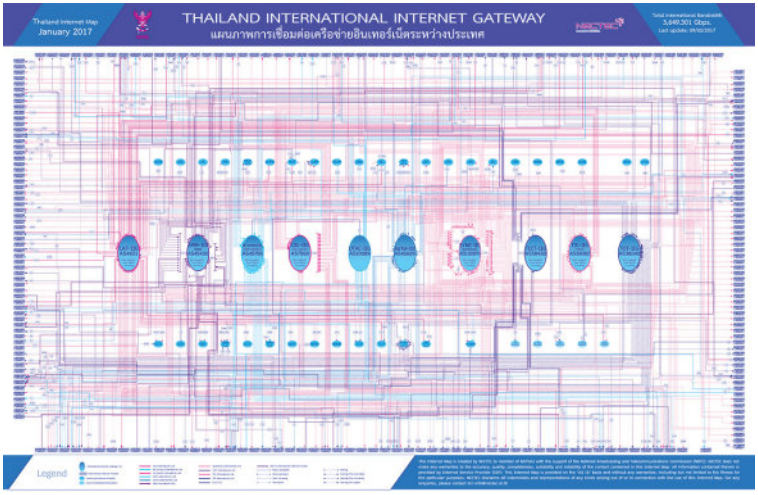
Internet สามารถแบ่งโครงสร้าง (Structure) ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- **Core Network :** เป็นส่วนเครือข่ายหลักภายใน ISP หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เครือข่ายของเครือข่ายนั่นเอง โดยอุปกรณ์ภายในเครือข่ายหลักนี้จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งต่อข้อมูล (Forward) หรือเพื่อใช้ค้นหาเส้นทางที่เรียกว่า **Router** โดยที่การเชื่อมต่อจะมีรูปแบบถึงกันหมด (Mesh) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ในทุกๆ อุปกรณ์เครือข่ายจะมีการเชื่อมต่อระหว่างกันกับทุกๆ อุปกรณ์ เช่น ในกรณีที่มีอุปกรณ์เครือข่าย N ตัว ก็จะมีการเชื่อมต่อกันทั้งหมดเป็นจำนวน Nx(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



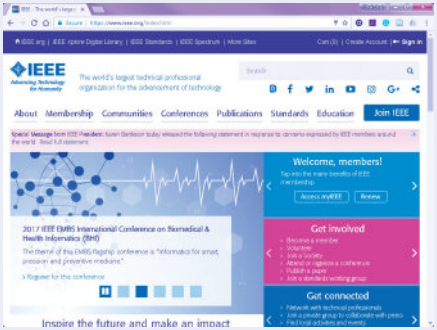
▲ การเชื่อมเครือข่ายภายในประเทศไทย (ที่มา nectec.or.th)



▲ 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

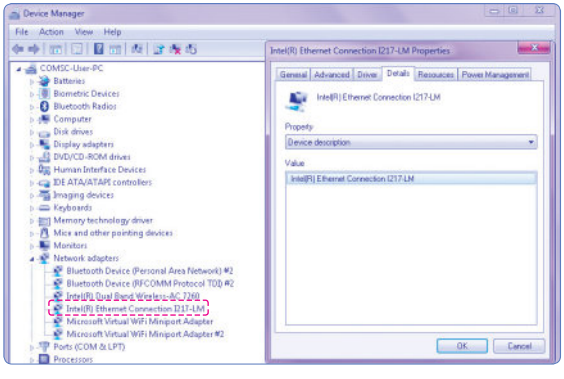
NOTE

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

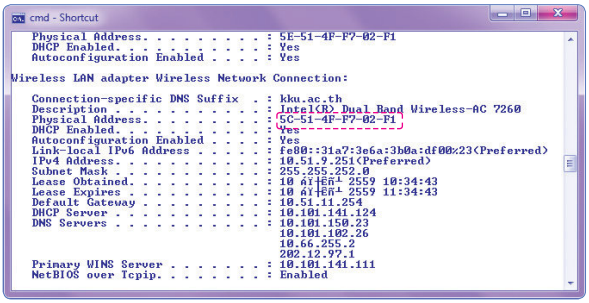
- กำหนดคุณลักษณะ (Specification) ของชั้นกายภาพ เช่น ขาของวงจรที่ใช้ (Pin), ค่าความต่างศักย์ (Voltage), ลักษณะการใช้สายสัญญาณและสาย Cable, อุปกรณ์เครือข่าย เช่น Repeater หรือ Hub และการ์ดเครือข่าย (NIC) เป็นต้น
- ทำหน้าที่ในการเริ่มเชื่อมต่อ และจบการทำงานของการสื่อสารในการส่งผ่านข้อมูลไปยังสื่อตัวนำ (Media)
- 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

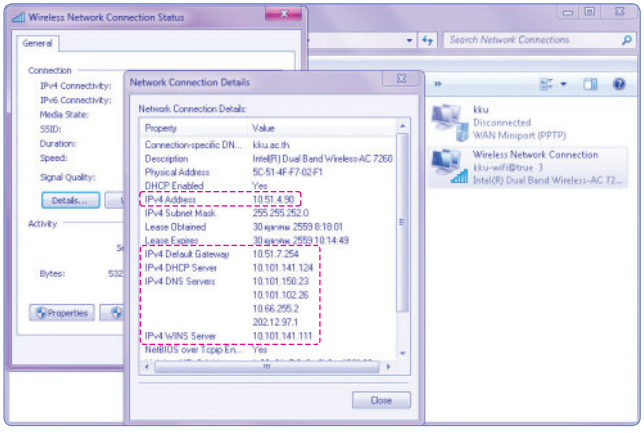


▲ ตัวอย่าง MAC Address

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

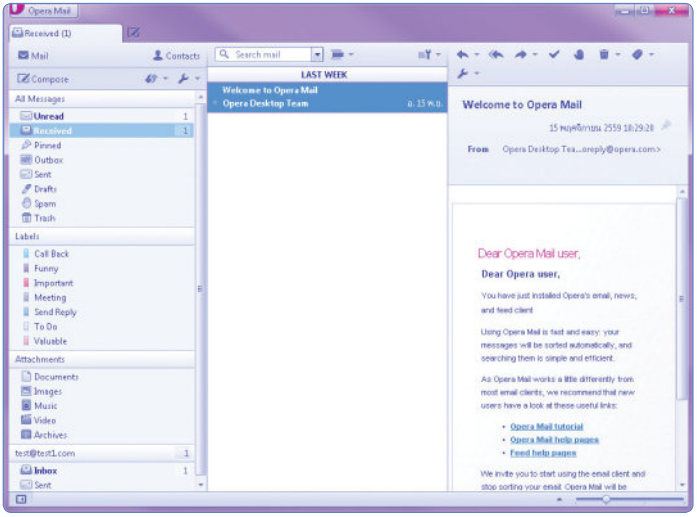
▲ ตัวอย่างการเปิด Port

ชั้นที่ 5 : Session Layer

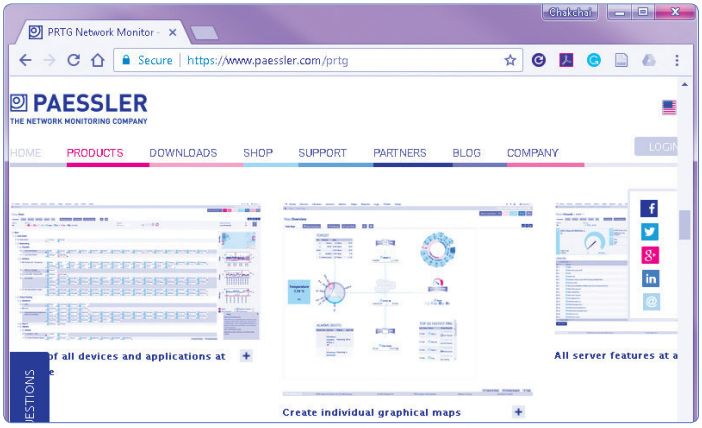
ชั้นนี้ทำหน้าที่จัดการรูปแบบ**การสนทนาระหว่างกัน (Dialogue)** รวมไปถึงการเข้าจังหวะ (Synchronization) ระหว่าง Process, การใช้งานในแต่ละ Application หรือ Program ของผู้ใช้งาน และยังมีหน้าที่กำหนดรายละเอียดและกระบวนการในการส่งข้อมูลจากระดับชั้น Presentation และส่งคำร้องไปยังชั้น Transport รวมไปถึงการจัดการส่งข้อมูลหรือการทำงานในวิธี (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

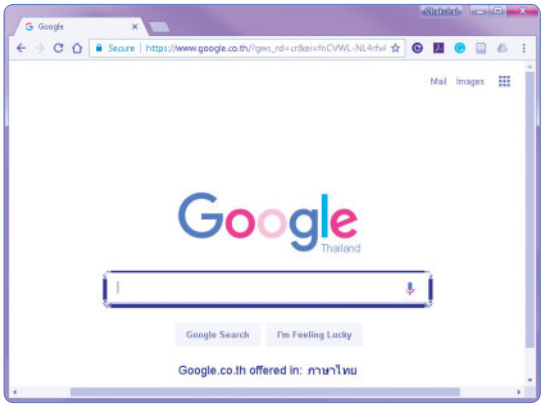
ชั้นนี้ทำหน้าที่ในการกำหนดความสัมพันธ์ต่างๆ ในเชิงไวยากรณ์ (Syntax) สำหรับคุณลักษณะของข้อมูลรวมไปถึงความมั่นคงปลอดภัย เช่น MIME ที่ทำหน้าที่กำหนดชนิดหรือประเภทของข้อมูลในการส่ง Email เช่น ข้อมูลวีดิทัศน์ (Video) หรือข้อมูลโสตหรือเสียง (Audio) และ TLS (สำหรับความมั่นคงในการส่งข้อมูลผ่านบริการ Web) อีกทั้งในระดับชั้นนี้ยังมีหน้าที่ในการกำหนดรายละเอียดและกระบวนการใ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



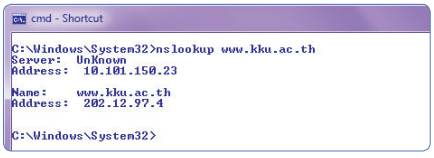
▲ ตัวอย่าง Opera Mail (SMTP)



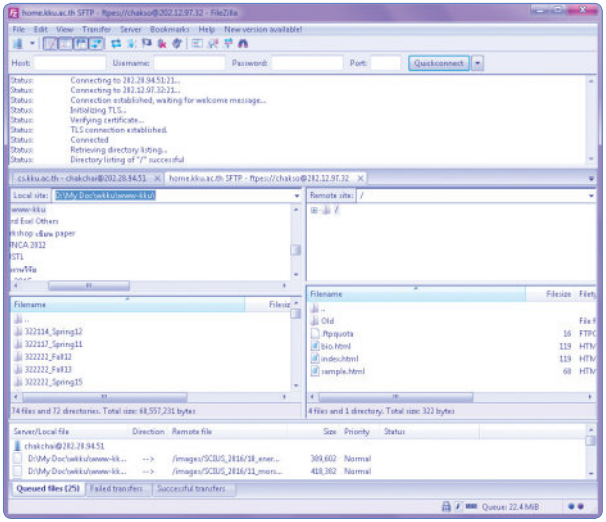
▲ ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่ายผ่าน SNMP



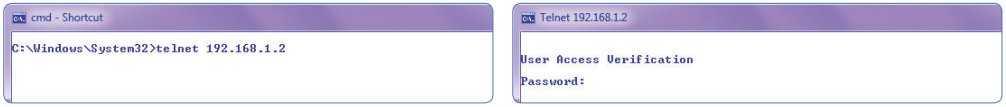
▲ ตัวอย่างการใช้งาน Web ผ่าน TLS



▲ 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

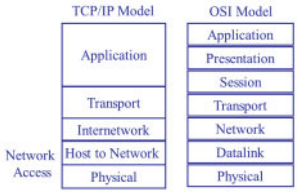
ชั้นที่ 7 : Application Layer

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

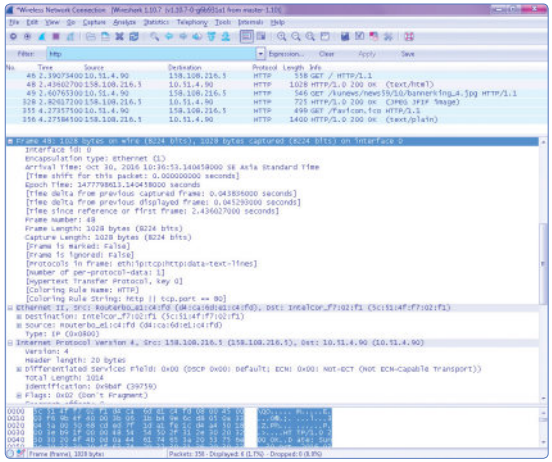
โครงสร้างแบบระดับชั้นของ TCP/IP โดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างแบบระดับชั้นแบบ OSI โดยจะสังเกตได้ว่าโครงสร้างของ TCP/IP มีเพียง 5 ชั้นเท่านั้น (หรือ 4 ชั้น ถ้ายุบ 2 ชั้นล่างสุดเข้าไว้ด้วยกัน) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ OSI ชั้นที่ 1 คือ ชั้นกายภาพ, ชั้นที่ 2 คือ ชั้น Link หรือ Host to Network (หรือเรียกรวมว่า 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



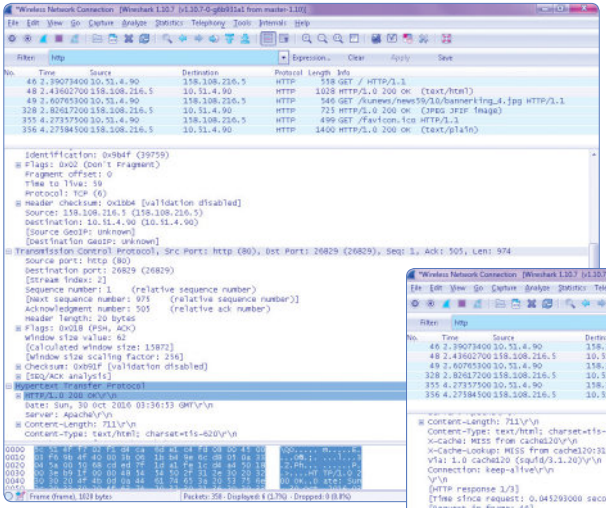
▲ การเปรียบเทียบโครงสร้างระดับชั้นของ TCP/IP และ OSI

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

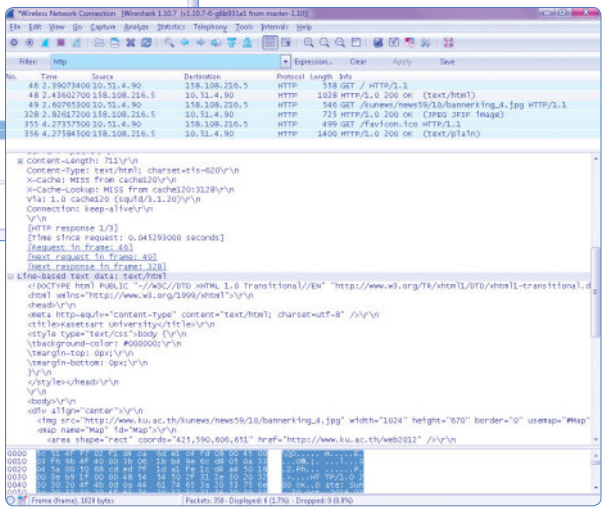
หมายเหตุ ในการส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น เมื่อมีการส่งผ่าน PDU จากชั้นบนลงล่างตามลำดับ PDU ที่ถูกส่งผ่านจะต้องมีลำดับของการส่งข้อมูล โดยเริ่มจาก Message ในชั้น Application และเพิ่มส่วนหัว (Header) ของชั้น Transport ที่เรียกว่า TCP Segment จากนั้นจึงเพิ่มส่วนหัว IP ที่เรียกว่า IP Datagram 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

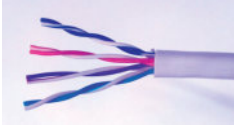


ตัวอย่างข้อมูลเครือข่าย HTTP ▶

แนะนำสายสัญญาณ

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

สายทองแดง



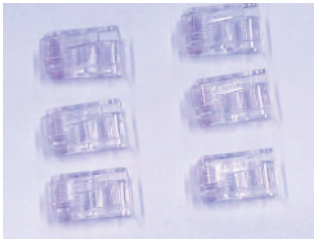
▲ ตัวอย่างสาย UTP

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

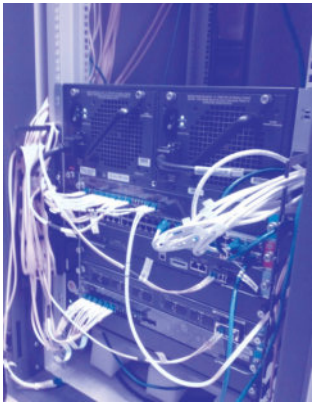


สายใยแก้วนำแสง

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 ที่ทำหน้าที่ให้บริการต่าง ๆ 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 ▶

- **Router** เป็นอุปกรณ์ในระดับชั้น Network ทำหน้าที่ส่งต่อ Packet จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง รวมไปถึงการค้นหาเส้นทางระหว่างเครือข่าย เพื่อนำส่ง Packet ไปยังจุดหมายปลายทางอีกด้วย

ตัวอย่าง Router ▶

- **Gateway** เป็น Router ที่ทำหน้าที่เป็นช่องทางออกหลักไปยังเครือข่ายภายนอก
- **Link** เป็นการเชื่อมต่อเข้ากับระบบ โดยทั่วไปจะมีการกำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ ทางกายภาพ เช่น ความเร็วในการส่งข้อมูล (Transmission Rate) และค่าความหน่วงในการแพร่กระจายสัญญาณ (Propagation Delay) บนสื่อตัวนำ เป็นต้น
- **PC** คือ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ หรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Desktop หรือ Personal Computer)
- **Laptop** หรือ Notebook หรือ Netbook คือ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา

ตัวอย่างเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หรือ Notebook ▶

- **LAN Switch** เป็นอุปกรณ์เครือข่ายที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อสำหรับเครือข่ายเฉพาะที่ภายในองค์กร (LAN)
- **Firewall** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันเครือข่าย หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ใช้เพื่อเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยให้กับเครือข่ายนั่นเอง
- **Wireless Router** ทำหน้าที่คล้ายคลึงกับ Router แต่สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบไร้สาย โดยส่วนใหญ่แล้วจะทำหน้าที่เสมือน Access Point (อุปกรณ์เครือข่ายที่ทำให้อุปกรณ์ไร้สายสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบมีสายได้) แต่มีหน้าที่เพิ่มเติมในการค้นหาเส้นทางเพื่อส่งต่อข้อมูลอีกด้วย

▲ ตัวอย่าง Wireless Router หรือ Access Point

- **LAN Media** หรือสื่อกลางในการส่งผ่านข้อมูล หรือสัญญาณไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง LAN ซึ่งปกติแล้วสายสัญญาณที่ใช้งานจะมีลักษณะเป็นแบบ UTP และ Coaxial Cable
- **Wireless Media** หรือสื่อกลางในการส่งผ่านข้อมูล เช่น คลื่นวิทยุ (Radio Wave) และไมโครเวฟ (Microwave) บนเครือข่ายไร้สาย เช่น อากาศ เป็นต้น
- **WAN Media** หรือสื่อกลางในการส่งผ่านข้อมูลบนเครือข่ายวงกว้าง ซึ่งโดยปกติแล้วสายสัญญาณที่ใช้งานจะมีลักษณะเป็นแบบ Serial และ Fiber Optic

- **Ethernet** เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ที่เน้นเฉพาะ Datalink Layer ทั้งในส่วนของผู้ให้บริการเครือข่าย บริษัท ห้างร้าน หรือมหาวิทยาลัย เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่หาง่ายและมีราคาถูก ในปัจจุบันเครื่องลูกข่าย หรือ Host จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับ Ethernet Switch หรือมักจะเรียกว่า LAN Switch ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลจากเดิมที่ใช้ Hub นอกจากนี้การเชื่อมต่อจากระบบเดิมที่เป็นระบบ Bus ก็มีการเปลี่ยนมาใช้ในลักษณะการเชื่อมต่อแบบดาว ในปัจจุบัน ซึ่งสายสื่อสัญญาณที่ใช้จะเป็นแบบ UTP ที่สนับสนุนการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงถึง 100 และ 1,000 Mbps หรือมากกว่า

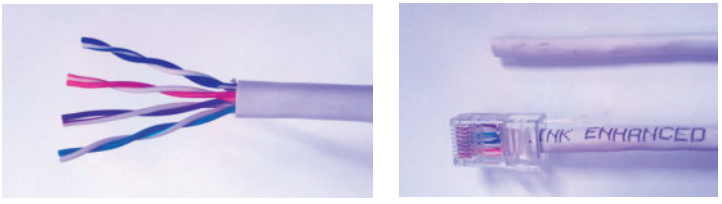
NOTE

ผู้อ่านอาจจะสับสนกับคำว่า Internet และ Ethernet ซึ่งมีความหมายที่ไม่เหมือนกัน โดยที่ Internet เป็นการรวมกัน หรือเชื่อมต่อกันของเครือข่ายที่หลากหลายเชื่อมโยงถึงกันทั่วทุกมุมโลก ทั้งในส่วนของ LAN และ WAN แต่ในส่วนของ Ethernet นั้นเป็นเทคโนโลยีในชั้น Datalink ที่เชื่อมต่อระหว่าง Host และมักจะใช้งานเฉพาะในส่วนของ LAN

การเตรียมสายสัญญาณ UTP

ในหัวข้อแรกนี้ ให้ผู้อ่านฝึกปฏิบัติการเข้าหัวสายสัญญาณ UTP โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

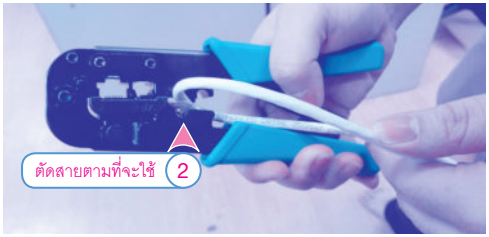
1. เตรียมสายสัญญาณ **UTP Cat 5e** ขนาดพอประมาณ รวมไปถึงหัว (Jack) RJ-45 จำนวน 2 หัวต่อ 1 สาย พร้อมคีมเข้าหัวสาย และคีมหรืออุปกรณ์ปอกหัวสาย

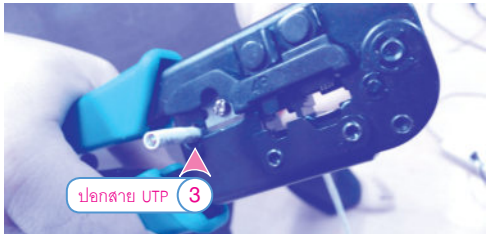


▲ ตัวอย่างสายสัญญาณ UTP และการเข้าหัวสายสัญญาณ UTP

2. ตัดสาย UTP Cat 5e ให้มีความยาวพอประมาณ
3. ปอกสาย UTP โดยใช้คีมหรืออุปกรณ์เฉพาะสำหรับปอกสาย

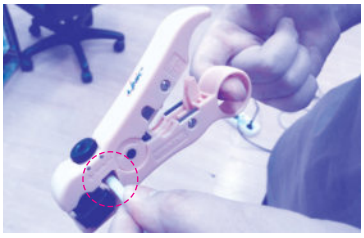
▲ ตัวอย่างหัว RJ-45, อุปกรณ์สำหรับการเข้าหัว และปอกสาย UTP





4. คลี่สายที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ออกมา จะสังเกตได้ว่ามีทั้งหมด 4 คู่สาย (8 เส้น)

5. เรียงลำดับคู่สายให้เรียงกัน และดันเข้ากับหัว RJ-45



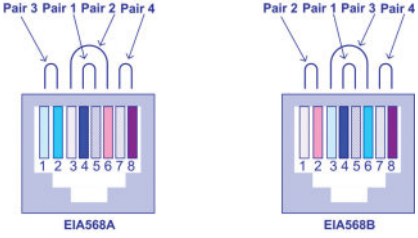
▲ ตัวอย่างขั้นตอนการตัดสายและปอกสาย UTP

หมายเหตุ การเข้าหัวสายนั้นมีมาตรฐาน 2 รูปแบบคือ **568A และ 568B** ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่อเข้าแตกต่างกัน เช่น 568A = ขาวเขียว/เขียว/ขาวส้ม/น้ำเงิน/ขาวน้ำเงิน/ส้ม/ขาวน้ำตาล/น้ำตาล และ 568B = ขาวส้ม/ส้ม/ขาวเขียว/น้ำเงิน/ขาวน้ำเงิน/เขียว/ขาวน้ำตาล/น้ำตาล

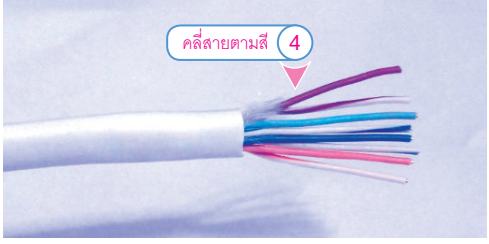
ในการเข้าหัวสายนั้น จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของอุปกรณ์ทั้งสองฝั่งว่า เป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ซึ่งจะทำให้แต่ละคู่สายมีการเชื่อมต่อเข้ากับ Pin ที่แตกต่างกันด้วย ตัวอย่างเช่น

- **การต่อตรง (Ethernet Straight-Through)** ระหว่างอุปกรณ์ต่างชนิดกัน เช่น ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และ Switch หรือ Router
- **การต่อไขว้กัน (Ethernet Crossover)** ระหว่างอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน เช่น ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันเอง
- **การต่อกลับกัน (Rollover)** ใช้สำหรับการเชื่อมต่อเพื่อปรับแต่ง Router เช่น Cisco Routers

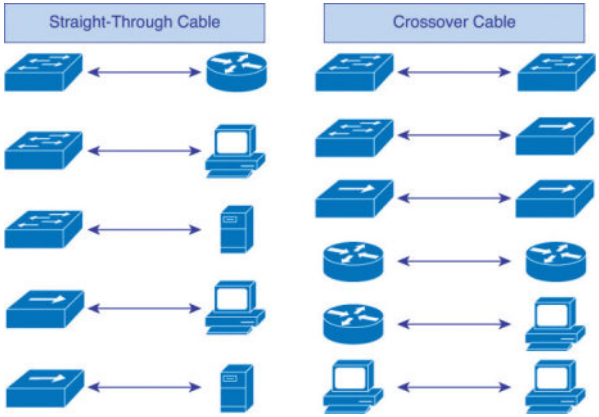
ในกรณีที่ต้องการต่อตรง การเข้าหัวสายทั้งสองข้างจะต้องมีมาตรฐานเดียวกันคือ 568A กับ 568A หรือ 568B กับ 568B แต่ในการต่อไขว้ การเข้าหัวสายทั้งสองข้างจะต้องสลับกันคือ 568A กับ 568B



การเรียงลำดับสายสัญญาณตามมาตรฐาน 568A และ 568B ▶



▲ การใส่สายสัญญาณเข้ากับหัว RJ-45 ตามมาตรฐาน 568B



▲ รูปแบบการเชื่อมต่อสายสัญญาณแบบ Straight-Through และ Crossover (ภาพจาก cisco.com)

6. บีบหัวสายทั้งสองข้างให้แน่นโดยใช้คีมเข้ากับหัวสาย

หมายเหตุ ผู้อ่านจะต้องระมัดระวัง และพยายามบีบครั้งเดียวให้แน่นหนา

การบีบหัว RJ-45 เข้ากับสาย UTP ▶

7. ให้ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 ถึง 6 กับสายอีกข้างหนึ่ง (แต่ใช้การเชื่อมต่อแบบ 568A เพื่อสร้างสายไขว้)

8. นำสายต่อเข้าทั้งสองทางกับอุปกรณ์ทดสอบสัญญาณ (เพื่อทดสอบสายสัญญาณ)

9. กดปุ่ม ON แล้วสังเกตแสงสีเขียวที่จะขึ้นเรียงตามลำดับของสาย หรือสาย 1-8 (4 คู่)

หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถตรวจสอบได้ว่าคู่สายใดผิดพลาด (สีแดงหรือไม่ปรากฏสี)

▲ อุปกรณ์ทดสอบสัญญาณ และการทดสอบสายสัญญาณ

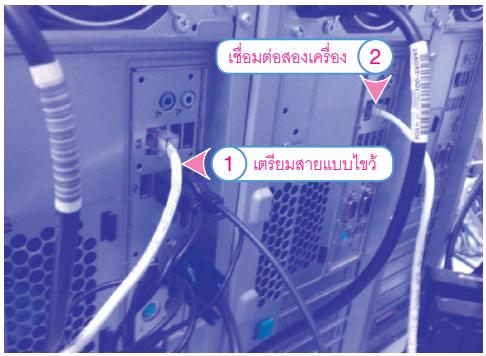
WARN

ในกรณีที่มีคู่สายใดผิดพลาด ผู้อ่านจะต้องตัดหัวทิ้งแล้วเข้าหัวใหม่ โดยจะไม่สามารถใช้งานหัวสายเดิมได้อีก เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของการใช้งาน

การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์

สำหรับในหัวข้อนี้ จะเป็นการฝึกปฏิบัติการเชื่อมต่อเบื้องต้นระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง โดยใช้สายสื่อสัญญาณที่ได้ทำไว้แล้วข้างต้น (สายไขว้) โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เตรียมสายแบบไขว้ (ข้างหนึ่ง 568A อีกข้างหนึ่ง 568B) (ที่ได้จัดทำไว้ในปฏิบัติการที่ผ่านมา)
2. เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่อง (เสียบสายเข้ากับการ์ดเครือข่าย)



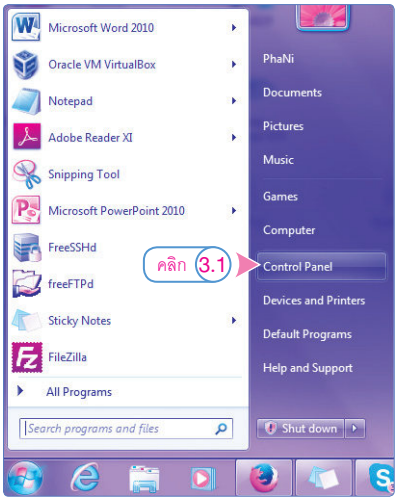
▲ ตัวอย่างช่องต่อสาย UTP ที่เครื่องคอมคอมพิวเตอร์

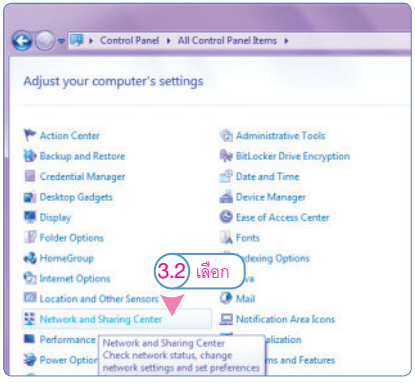
3. ปรับแต่งเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่อง เช่น PC1 และ PC2 ดังนี้
   - ที่ PC1 กำหนดให้ IP Address = 192.168.1.2, Subnet Mask = 255.255.255.0 และ Gateway = 192.168.1.1
   - ที่ PC2 กำหนดให้ IP Address = 192.168.1.3, Subnet Mask = 255.255.255.0 และ Gateway = 192.168.1.1

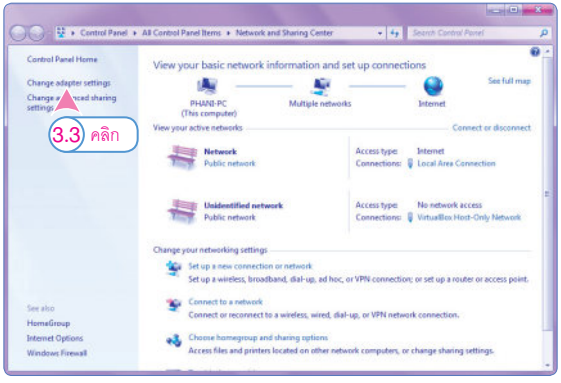
   3.1 คลิกเลือก Control Panel จาก Start Menu ของ Windows

   3.2 ปรากฏหน้าต่าง Control Panel ให้ดับเบิลคลิกที่ Network and Sharing Center

   3.3 ปรากฏหน้าต่าง Network and Sharing Center ให้คลิกที่ Change adapter settings



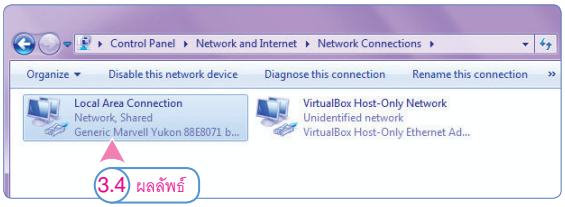


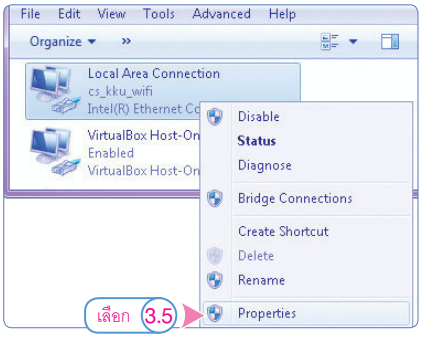


3.4 ปรากฏผลลัพธ์ดังรูป

3.5 คลิกขวาแล้วเลือกคำสั่ง Properties

หมายเหตุ รูปแบบของ Local Area Connection อาจจะแตกต่างกัน โดยเฉพาะถ้ามีการ์ดเครือข่ายหลายใบ ซึ่งผู้อ่านต้องตรวจสอบช่องทางการเชื่อมต่อให้เหมาะสม





3.6 ปรากฏหน้าต่าง Local Area Connection Properties ให้คลิกเลือก Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)

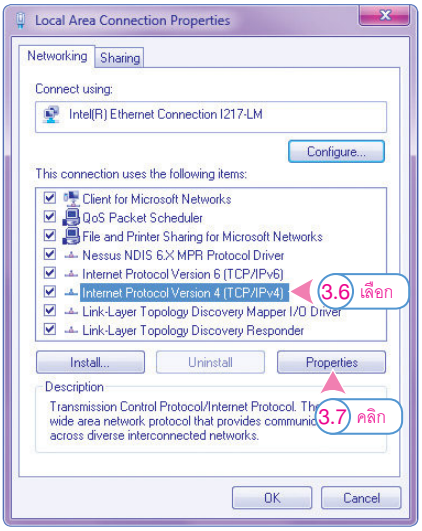
3.7 คลิกปุ่ม Properties

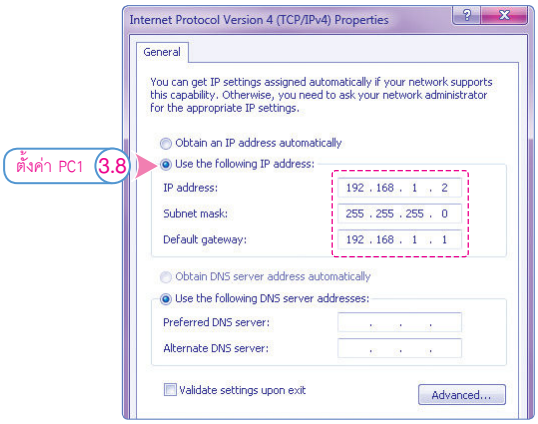
3.8 ที่ PC1 ให้ปรับแต่งค่าต่างๆ ดังรูป (Use the following IP address:)

- IP address = 192.168.1.2
- Subnet mask = 255.255.255.0
- Default gateway = 192.168.1.1

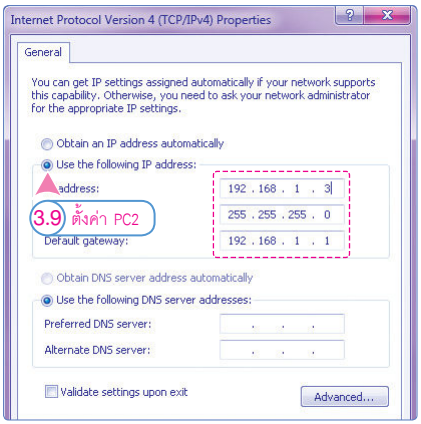
3.9 ที่ PC2 ให้ปรับแต่งค่าต่างๆ ดังรูป (Use the following IP address:)

- IP address = 192.168.1.3
- Subnet mask = 255.255.255.0
- Default gateway = 192.168.1.1





▲ การกำหนดค่าประจำเครือข่ายของ PC1



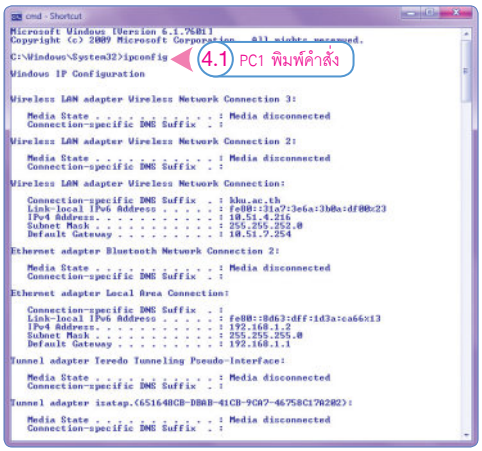
▲ การกำหนดค่าประจำเครือข่ายของ PC2

4. ทดสอบการเชื่อมต่อด้วยคำสั่ง ping ระหว่าง PC ทั้ง 2 เครื่อง

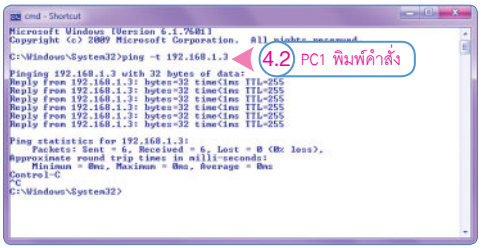
หมายเหตุ เมื่อการเชื่อมต่อสมบูรณ์ จะต้องปรากฏรูปแบบของการตอบรับ เช่น Reply from IP Address ของอีกเครื่องหนึ่งตามด้วยขนาดของข้อมูล เช่น 32 bytes

4.1 ที่ PC1 พิมพ์คำสั่ง ipconfig

4.2 ที่ PC1 พิมพ์คำสั่ง ping -t 192.168.1.3 โดยจะปรากฏเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล ≥ 0 วินาที และค่า Time to Live (255)



หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถกดปุ่ม Ctrl+C เพื่อยกเลิกการทำงานได้ด้วย จากนั้นสังเกตข้อสรุป ซึ่งจะต้องมีข้อมูลที่ส่งไปและรับได้มากกว่า 0 (ในกรณีนี้ส่งไป 10 และได้รับ 10 หรือ <100% loss หรือแม้แต่ 0% loss เป็นต้น)

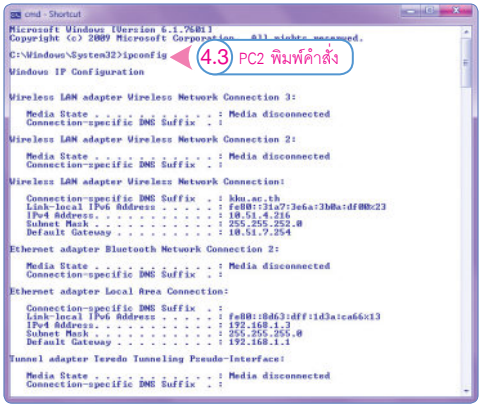


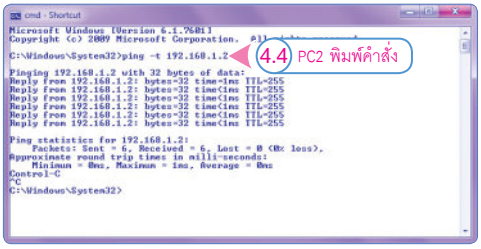
▲ การทดสอบการเชื่อมต่อด้วยคำสั่ง ipconfig และ ping ของ PC1

4.3 ที่ PC2 พิมพ์คำสั่ง ipconfig

4.4 ที่ PC2 พิมพ์คำสั่ง ping -t 192.168.1.2 โดยจะปรากฏเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล >= 0 วินาที และค่า Time to Live (255)

หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถกดปุ่ม Ctrl+C เพื่อยกเลิกการทำงานได้ด้วย จากนั้นสังเกตข้อสรุป ซึ่งจะต้องมีข้อมูลที่ส่งไปและรับได้มากกว่า 0 (ในกรณีนี้ส่งไป 10 และได้รับ 10 หรือ <100% loss หรือแม้แต่ 0% loss เป็นต้น)

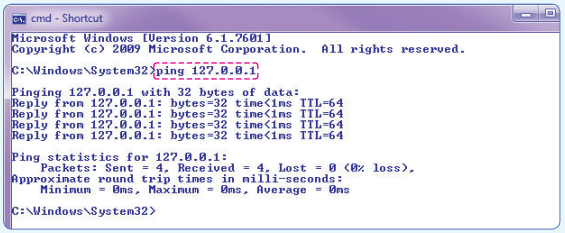




◀ การทดสอบการเชื่อมต่อด้วยคำสั่ง ping และ ipconfig ของ PC2

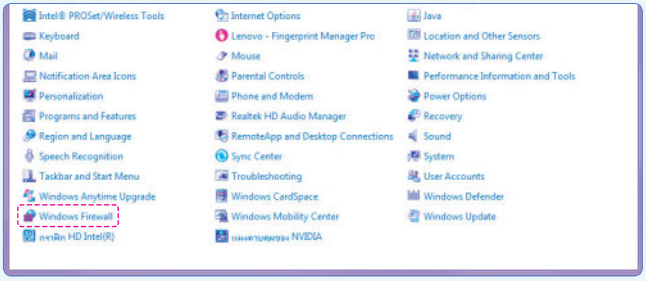
NOTE

ในกรณีที่ไม่สามารถ ping ระหว่างกันได้นั้น เช่น 100% loss หรือไม่เกิดผลลัพธ์ใดๆ ให้ผู้อ่านตรวจสอบสายสัญญาณในเบื้องต้น (สายไขว้หรือไม่ หรือเสียบสายแน่นหนาหรือไม่) จากนั้นทดสอบ ping เข้าหาเครื่องตัวเอง เช่น ที่ PC1 ping 127.0.0.1 หรือ ping 192.168.1.2 หรือถ้ายังไม่ปรากฏผลลัพธ์ ผู้อ่านจะต้องติดตั้งเครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายของ Windows ใหม่ทั้งหมด

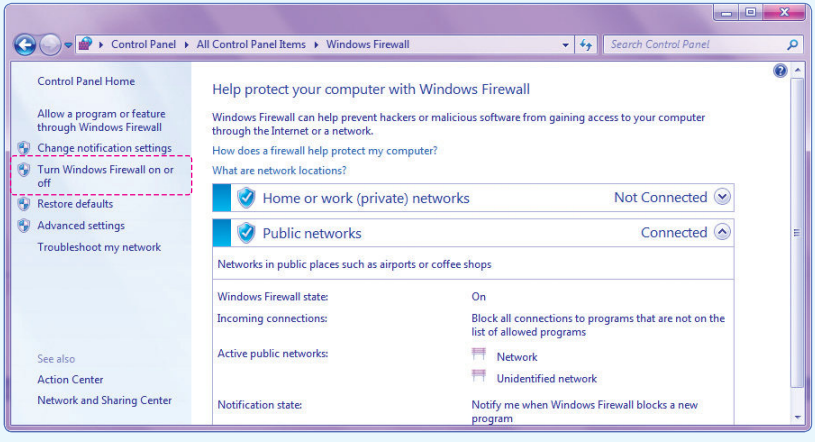


NOTE

ในบางครั้งการทดสอบ ping นั้นจะไม่สำเร็จ เนื่องจากระบบปฏิบัติการได้เปิดการป้องกันไว้ เช่น Windows Firewall ดังนั้น ผู้อ่านจะต้องปิดการป้องกันนี้เสียก่อน (ผู้อ่านจะต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ที่ตามมาเมื่อมีการปิดการป้องกันนี้ด้วย) โดยเข้าไปที่ Control Panel > All Control Panel Items > Windows Firewall

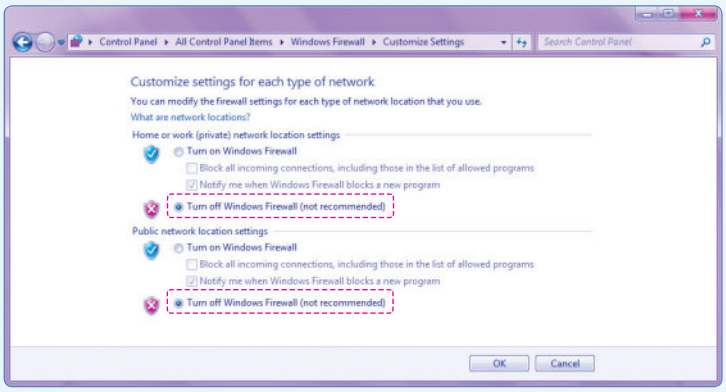


- ปรากฏหน้าต่างดังรูป การปรับแต่งเครือข่าย Turn Windows Firewall on or off



NOTE (ต่อ)

- ปรากฏหน้าต่างดังรูป ให้คลิกเลือก Turn off Windows Firewall (not recommened) แล้วคลิกปุ่ม OK



หมายเหตุ ผู้อ่านควรตระหนักถึงการปิด Firewall เนื่องจากอาจจะเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ส่งผลต่อความมั่นคงปลอดภัยของระบบ

5. ทดสอบการเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์เครือข่าย เช่น Hub หรือ Switch

5.1 เตรียมสายสัญญาณแบบต่อตรง 2 เส้น (568A และ 568A หรือ 568B และ 568B)

5.2 เชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้ง 2 เครื่องเข้ากับ Hub หรือ Switch เช่น

- สายเส้นที่ 1 เชื่อมต่อกับ PC ทางซ้าย และ Hub Port 2x
- สายเส้นที่ 2 เชื่อมต่อกับ PC ทางขวา และ Hub Port 3x

หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถสังเกตแสงที่จะเป็นสีเขียวถ้าการเชื่อมต่อสมบูรณ์ หรือสีแดง/ไม่ปรากฏสี ถ้าไม่สมบูรณ์ (อย่างไรก็ตามสีจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เครือข่ายแต่ละชนิด)

ตัวอย่างการเชื่อมต่อสาย UTP ที่ Hub และเครื่องคอมคอมพิวเตอร์ ▶

หมายเหตุ จากรูปที่มีการเชื่อมต่อ 3 เส้น เนื่องจาก 2 เส้นเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ และอีกเส้นหนึ่งมีไว้สำหรับเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก (Internet)

5.3 ทดสอบคำสั่ง ping ใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยมีกระบวนการคล้ายกับขั้นตอนที่ 4 ซึ่งก็จะปรากฏผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกัน เว้นแต่ค่าหน่วงของเวลา (Delay) ที่ใช้ในการส่งผ่านจะมากขึ้น

NOTE

สำหรับอุปกรณ์ Hub หรือ Switch บางประเภท เช่น Cisco Switch จะสนับสนุนการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งผู้อ่านสามารถใช้สายต่อตรงหรือไขว้ก็ได้ (Auto-MDIX) หรือแม้แต่อุปกรณ์บางประเภทจะมี Port หรือ Interface พิเศษที่จะมีการสลับสายให้เอง เช่น ถ้าเป็นสายตรง เมื่อต่อเข้า Port นี้ก็จะเปลี่ยนเป็นสายไขว้ เป็นต้น ดังนั้น ผู้อ่านจะต้องตรวจสอบความสามารถของอุปกรณ์เครือข่ายด้วย

ภาพจาก cisco.com

สรุปบทเรียน

ในบทเรียนนี้ ได้อธิบายถึงทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และ Internet การส่งข้อมูลแบบลำดับชั้น และคุณลักษณะต่างๆ ของการทำงานในแต่ละชั้น รวมไปถึงแนะนำอุปกรณ์เครือข่ายในรูปแบบต่างๆ อีกทั้งยังฝึกปฏิบัติการในชั้นกายภาพ โดยมีตัวอย่างคือ การเข้าหัวสายสัญญาณจริง ทั้งสายต่อตรงและสายไขว้ และยังนำไปใช้งานเพื่อทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เช่น ping หรือผ่านอุปกรณ์เครือข่ายอื่นๆ เช่น Hub หรือ Swtich ได้อีกด้วย

แบบฝึกหัดท้ายบท

- จงอธิบายความแตกต่างระหว่าง OSI และ TCP/IP
- จงยกตัวอย่าง Protocol ที่มีการใช้งานในแต่ละชั้นของ TCP/IP
- จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่าง Delay, Throughput และ Loss
- จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่าง Hub, Switch และ Router
- จงให้ตัวอย่างของ PDU ในแต่ละชั้นของ TCP/IP
- จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างมาตรฐาน 568A และ 568B
- จงอธิบายถึงความแตกต่างของการเชื่อมต่อสายสัญญาณ UTP รูปแบบต่อตรงและสายไขว้
- ให้ผู้อ่านเปลี่ยนค่า IP Address และ Subnet Mask ของ PC2 เป็น 192.168.2.3/255.255.255.0 แล้วทดลองใช้คำสั่ง ping อีกครั้งหนึ่ง โดยตรวจสอบว่าสามารถทำได้หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล
- ในกรณีที่ทดสอบการใช้คำสั่ง ping แล้ว ปรากฏผลลัพธ์เป็น 50% loss ผู้อ่านควรจะปรับปรุงหรือแก้ไขในส่วนใด อย่างไร

ปฏิบัติการที่

02 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows และจัดการผู้ใช้งานเบื้องต้น

หลังจากที่ผู้อ่านได้เรียนรู้ถึงพื้นฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์และ Internet เบื้องต้น รวมไปถึงฝึกทักษะการเข้าหัวสายสัญญาณและเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คือ การติดตั้งระบบปฏิบัติการ รวมไปถึงการติดตั้งเครื่องแม่ข่ายเสมือน (Virtual Server) ที่ทำให้สามารถใช้งาน Server ได้โดยที่ไม่มีผลกระทบใดๆ กับระบบปฏิบัติการหลัก

โดยเฉพาะถ้าต้องใช้งานกับผู้ใช้ที่หลากหลายบนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกัน ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ซึ่งในบทเรียนนี้ผู้อ่านจะได้ฝึกปฏิบัติการติดตั้ง Windows 7 ลงบน Virtual Machine โดยใช้เครื่องมือ VirtualBox เพื่อให้สามารถรองรับการติดตั้งต่างๆ ได้หลากหลายรูปแบบในอนาคต นอกจากนี้ผู้อ่านยังได้ฝึกปฏิบัติการจัดการผู้ใช้งานเบื้องต้น เช่น การสร้าง ลบ และแก้ไขบัญชีผู้ใช้งาน สำหรับรองรับการใช้งานแบบหลายบัญชีด้วย

ไฟล์หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในปฏิบัติการนี้ (win32 = 32 bits; win64 = 64 bits)

1. ไฟล์ติดตั้ง Editor เช่น notepad.exe หรือ epp360.exe (Editplus)
2. ไฟล์ติดตั้ง VirtualBox เช่น VirtualBox-4.2.12-84980-Win.exe
3. ไฟล์ติดตั้ง Windows 7 เช่น Windows 7.iso
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows พร้อม Web Browser

แนะนำ Virtual Machine

คำว่า Virtual มักจะแปลความหมายว่า การจำลองหรือเสมือนจริง โดยที่มักจะเป็นการจำลองการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ดังนั้น คำว่า Virtual Machine ก็อาจจะหมายถึง ระบบปฏิบัติการที่สามารถทำให้ใช้ Software ในการจำลองการทำงานของคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งๆ เสมือนกับว่ามีคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องหรือมากกว่า สามารถทำงานซ้อนกันอยู่ในคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว โดยประโยชน์ในการจำลองรูปแบบนี้คือ สามารถใช้ในการทดสอบการลงโปรแกรมใหม่ๆ ที่มีความหลากหลาย

เนื่องจากการทำงานเมื่อติดตั้งโปรแกรม ก็จะทำงานเสมือนเป็นคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ถ้าเกิดความผิดพลาดใดๆ ก็มักจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เครื่องหลัก โดยที่ในการใช้งานทั่วไปแล้ว เมื่อมีคอมพิวเตอร์หลักที่มีระบบปฏิบัติการอยู่แล้ว ก็สามารถติดตั้งโปรแกรมที่มีชื่อว่า Virtual Host Client ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการได้หลายระบบ และที่สำคัญก็คือ ยังสามารถดำเนินการ (Run) หรือเปิดการใช้งานระบบปฏิบัติการต่างๆ ได้พร้อมกันอีกด้วย กล่าวโดยสรุปก็คือ ระบบปฏิบัติการที่ติดตั้งในโปรแกรม Virtual Host Client หลายๆ ระบบก็คือ Virtual Machine นั่นเอง

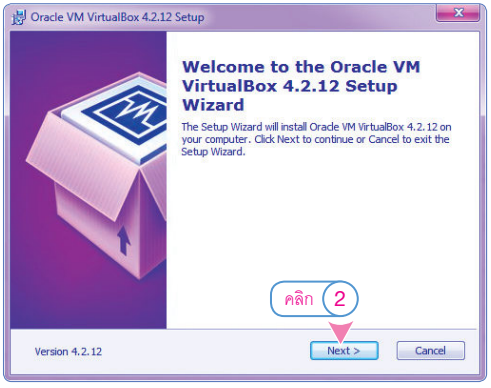
การติดตั้ง Virtual Machine

ก่อนที่ผู้อ่านจะติดตั้ง Server หลัก เช่น Windows 7 ก็จะต้องติดตั้ง Virtual Machine ก่อน โดยในปฏิบัติการนี้จะเลือกใช้เครื่องมือ VirtualBox อย่างไรก็ตามผู้อ่านสามารถเลือกติดตั้งเครื่องมืออื่นๆ เช่น VMware ได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งก็จะมีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สำหรับในกรณีที่ใช้เครื่องมือ Virtual Box จะมีขั้นตอนการติดตั้งดังต่อไปนี้

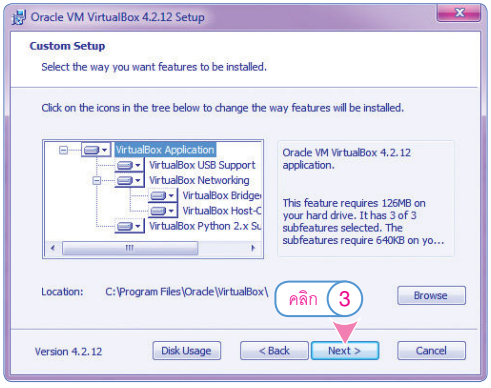
1. ดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งได้จากเว็บไซต์ https://www.virtualbox.org/ แล้วดับเบิลคลิกไฟล์ที่ดาวน์โหลด เช่น VirtualBox-4.2.12-84980-Win.exe เพื่อดำเนินการติดตั้ง

หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถดาวน์โหลดระบบปฏิบัติการอื่นๆ เช่น OS X, Linux หรือ Solaris ได้ที่ https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads

2. คลิกปุ่ม Next >

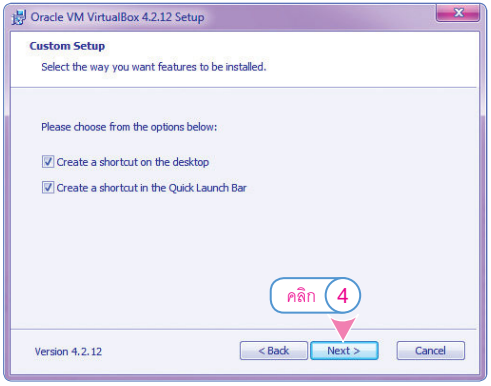


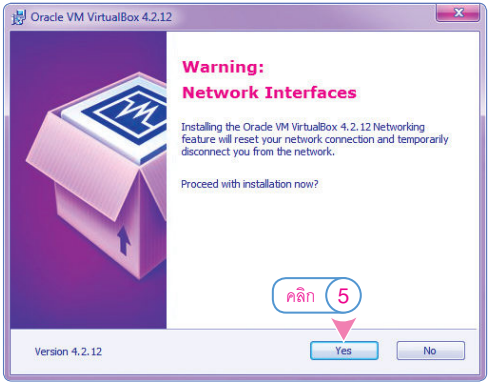
3. คลิกปุ่ม Next >



4. คลิกเลือกตำแหน่งที่จะเปิดโปรแกรม เช่น Desktop และ Quick Launch Bar แล้วคลิกปุ่ม Next >

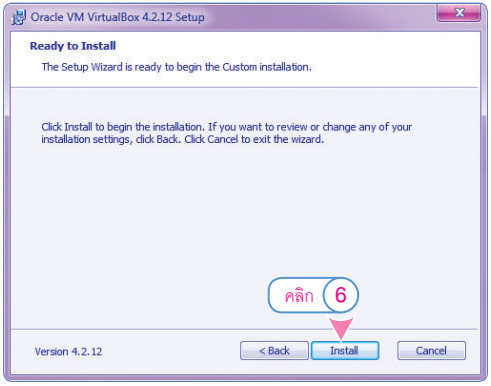
5. ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ แล้วคลิกปุ่ม Yes





6. คลิกปุ่ม Install

7. รอสักครู่จนกระทั่งปรากฏหน้าต่าง installation is complete. แล้วคลิกปุ่ม Finish ซึ่งแสดงถึงการติดตั้งนั้นเสร็จสมบูรณ์



WARN

ผู้อ่านจะต้องระมัดระวังในการเลือกตำแหน่งที่จะติดตั้ง โดยเฉพาะหลังจากการติดตั้งเสร็จแล้ว เมื่อผู้อ่านสร้าง Virtual Machine ที่รองรับการติดตั้ง Server หรือระบบปฏิบัติการอื่นๆ ก็จะต้องเตรียมพื้นที่ในการติดตั้งเพิ่มขึ้นด้วย

การติดตั้ง Windows 7 บน Virtual Machine

หลังจากที่ผู้อ่านได้ติดตั้ง VirtualBox แล้ว ในหัวข้อนี้เป็นตัวอย่างในการทดสอบการสร้าง Virtual Machine โดยเป็นการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 7 ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ ผู้อ่านต้องเตรียมไฟล์ติดตั้ง (.iso) แต่ถ้าไม่มี ให้ดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้ง Windows 7.iso ได้จาก Microsoft หรือทำจากแผ่น DVD ลิขสิทธิ์

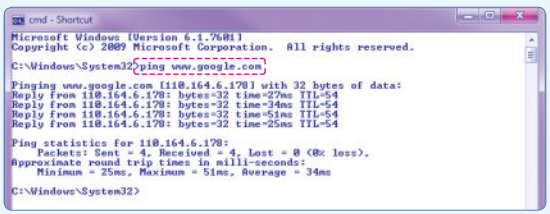
NOTE

ในกรณีที่เป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยที่มีความร่วมมือกับบริษัท Microsoft ก็สามารถดาวน์โหลดผ่านทาง MSDN-AA หรือติดต่อผ่าน Microsoft Student Partner (MSP) ส่วนนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้เข้าไปยังเว็บไซต์ www.mickku.com/msdnaa-kku-ขอนแก่น/ ซึ่งจะมีรูปแบบให้เลือกตามที่ Hardware สนับสนุน เช่น เป็นรูปแบบ 32 บิต หรือ 64 บิต หรือสามารถติดต่อสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้โดยตรง

NOTE

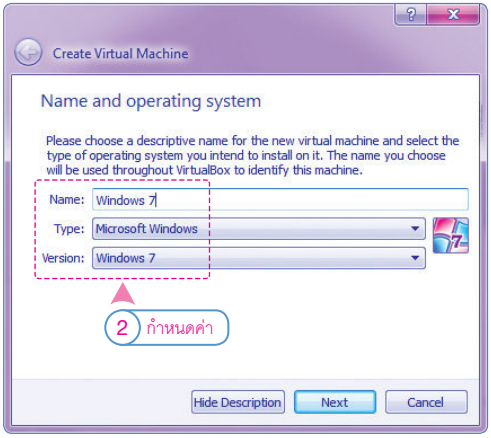
ผู้อ่านจะต้องตรวจสอบการเชื่อมต่อกับ Internet ก่อนเสมอ เช่น ตรวจสอบสายสัญญาณที่ใช้งานจะต้องเชื่อมกับเครือข่ายหลักของหน่วยงานหรือองค์กร มิใช่เพียงเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Hub หรือ Switch เท่านั้น หรือสามารถตรวจสอบ IP Address โดยใช้คำสั่ง C:\ipconfig แล้วทดสอบการเชื่อมต่อโดยใช้คำสั่ง C:\ping www.google.com (ซึ่งก็จะแสดง <100% หรือ 0% loss) เป็นต้น

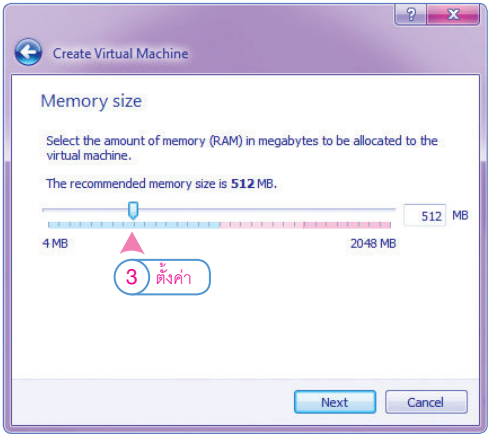
ตัวอย่างคำสั่ง ping ▶



1. เตรียมไฟล์ติดตั้ง Windows 7 เช่น Windows 7.iso หรือ X15-65804.iso ให้คลิกปุ่ม New (เพื่อสร้าง Virtual Machine)

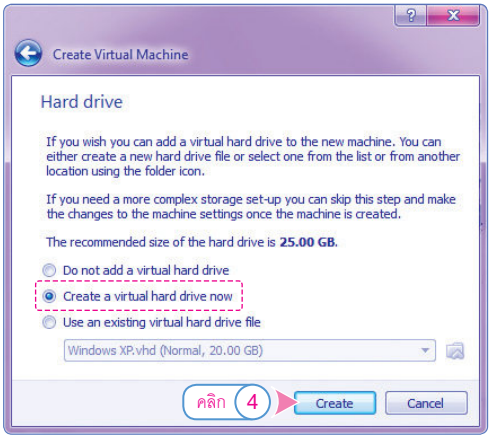
2. กำหนดชื่อ ชนิด และรุ่นดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Next
   - Name = Windows 7
   - Type = Microsoft Windows
   - Versions = Windows 7
3. กำหนดหน่วยความจำ เช่น 512 MB แล้วคลิกปุ่ม Next (แนะนำให้ปรับ 1024-2048 MB)

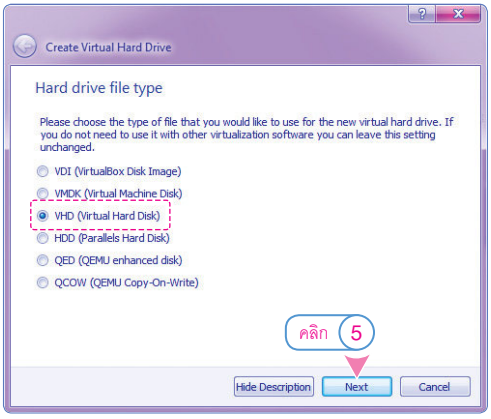




4. คลิกเลือก Create a virtual hard drive now แล้วคลิกปุ่ม Create

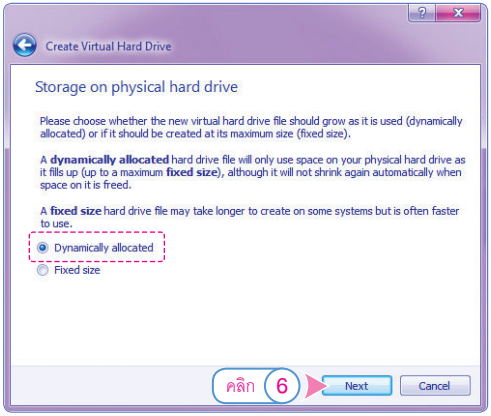
5. กำหนดพื้นที่ ชนิด และรูปแบบของ Hard Disk เช่น VHD แล้วคลิกปุ่ม Next

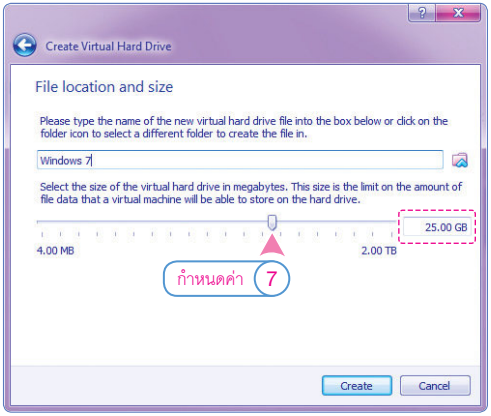




6. กำหนดการจัดการพื้นที่เป็น Dynamically allocated แล้วคลิกปุ่ม Next

7. กำหนดชื่อ (Windows 7) และขนาดของ Virtual Hard Drive เช่น 25 GB แล้วคลิกปุ่ม Create



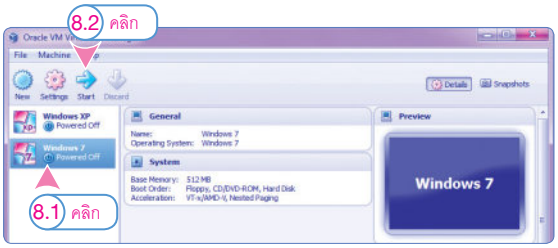


หมายเหตุ ผู้อ่านจะต้องตรวจสอบพื้นที่สำรองให้เพียงพอด้วย

8. เริ่มการติดตั้ง Windows 7 ดังนี้

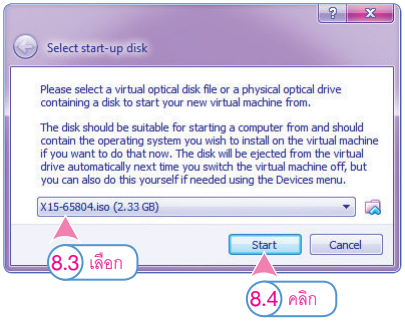
8.1 คลิกปุ่ม 

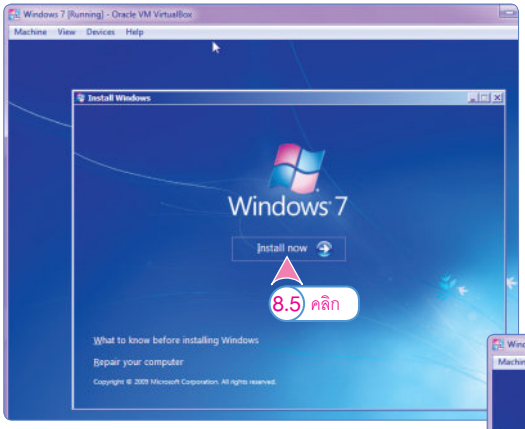
8.2 คลิกปุ่ม 

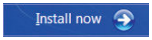


8.3 คลิกเลือก Start-Up Disk ไปยังตำแหน่งที่เก็บไฟล์ติดตั้ง เช่น ในกรณีนี้คือ X15-65804.iso เป็นต้น (ผู้อ่านจะต้องตรวจสอบไฟล์ติดตั้งเอง โดยมีนามสกุล iso)

8.4 คลิกปุ่ม 

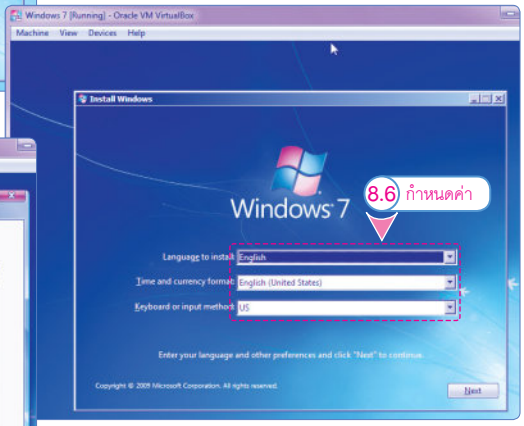


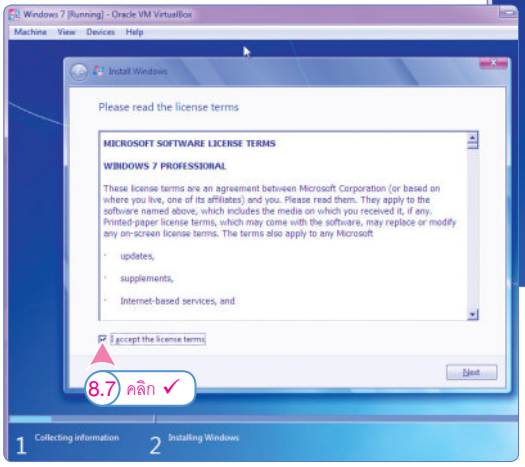


8.5 คลิกปุ่ม 

(เพื่อเริ่มการติดตั้ง)

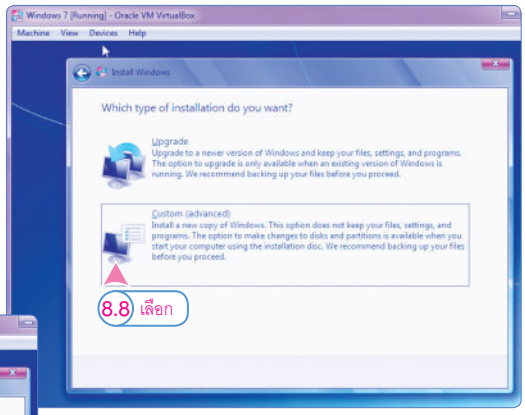
8.6 กำหนดภาษาและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น English/US แล้วคลิกปุ่ม 

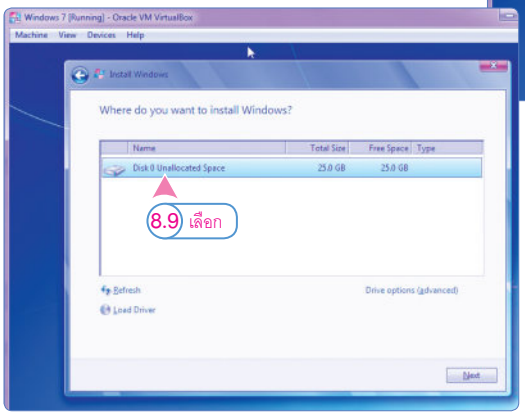




8.7 คลิก ✓ ยอมรับเงื่อนไข แล้วคลิกปุ่ม 

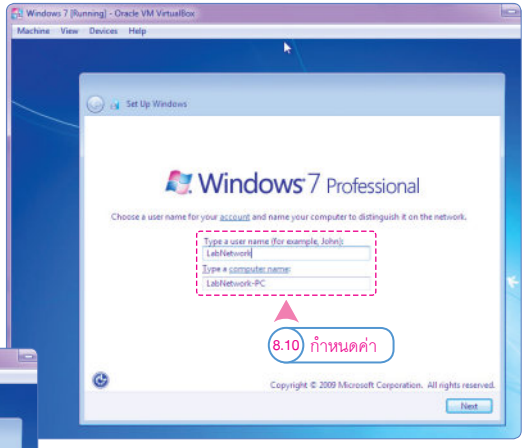
8.8 คลิกเลือกประเภทของการติดตั้ง เช่น Custom (advanced) สำหรับการติดตั้งใหม่

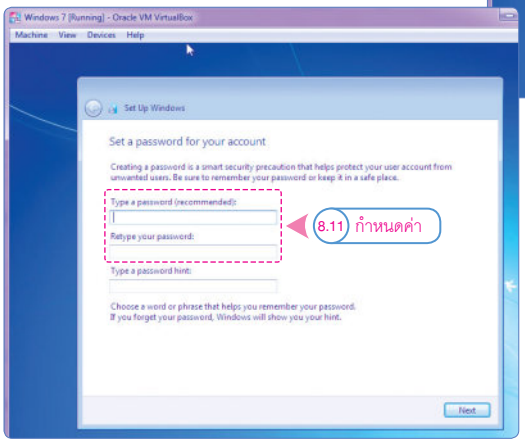




8.9 เลือกพื้นที่ในการติดตั้ง เช่น Disk 0 แล้วคลิกปุ่ม Next

8.10 ตั้งชื่อบัญชีผู้ใช้งาน เช่น Lab Network และชื่อเครื่อง เช่น LabNetwork-PC แล้วคลิกปุ่ม Next





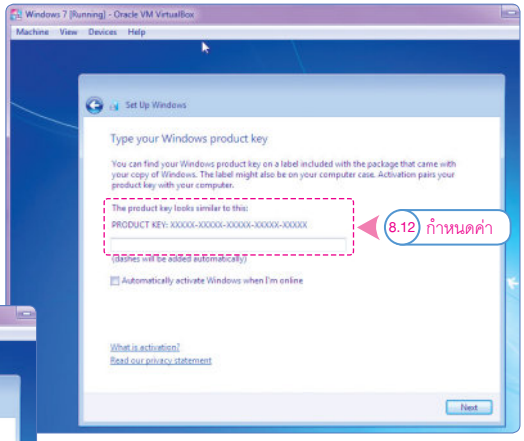
8.11 ตั้งรหัสลับ (Password) แล้วพิมพ์ซ้ำอีกรอบหนึ่ง แล้วคลิกปุ่ม Next

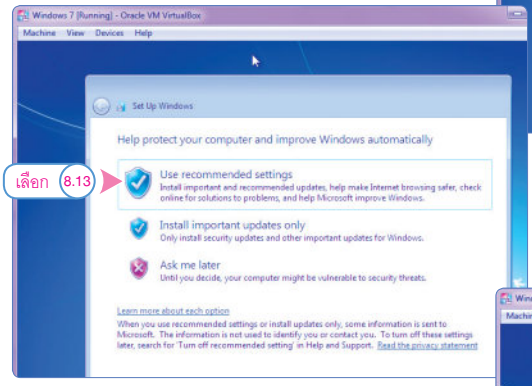
หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถกำหนด Hint เพื่อให้ง่ายในการจดจำได้อีกด้วย

8.12 ใส่ Product Key แล้วคลิกปุ่ม

Next

หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถซื้อลิขสิทธิ์การใช้งาน Windows 7 หรือสามารถลงทะเบียนได้ในภายหลัง

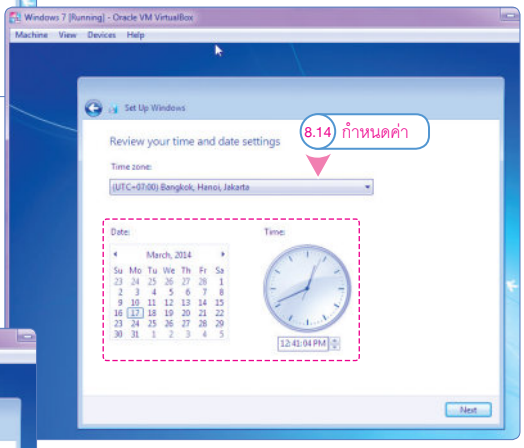


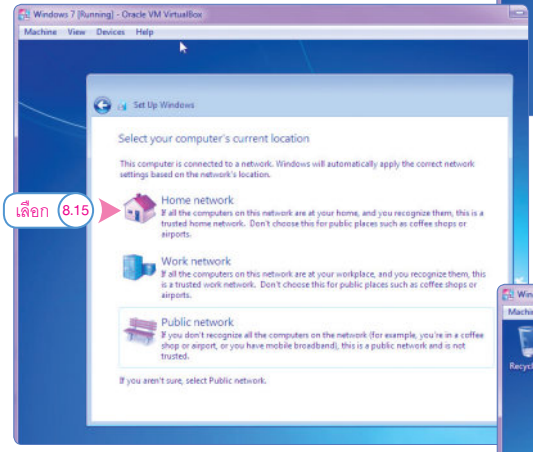


8.13 คลิกเลือก Use recommended settings

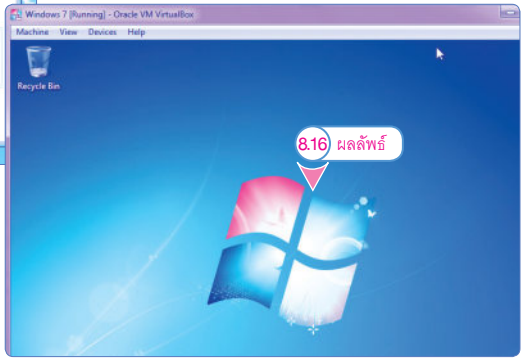
8.14 ปรับแต่งวันและเวลา สถานที่ เช่น (UTC+07:00) Bangkok, Hanoi, Jakarta แล้วคลิกปุ่ม

Next





8.15 คลิกเลือก Home network เพื่อปรับแต่งค่าการเชื่อมต่อเครือข่าย



8.16 ปรากฏหน้าต่าง Windows 7 เพื่อเริ่มทำงาน

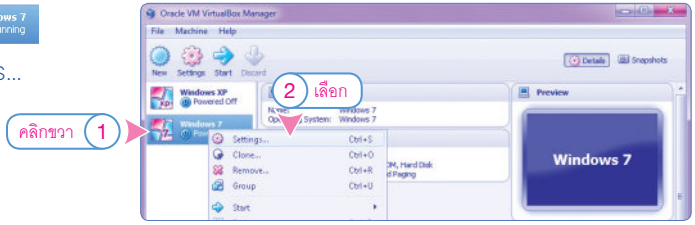
การปรับแต่ง Virtual Machine

หลังจากที่ผู้อ่านได้ติดตั้ง VirtualBox แล้วทดลองติดตั้ง Windows 7 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่วนต่อไปเป็นการปรับแต่งให้ Virtual Machine สามารถใช้งาน Internet ได้ รวมไปถึงการทำสำเนาไฟล์ต่างๆ (Copy Files) บน Clipboard จากเครื่องคอมพิวเตอร์หลักได้ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

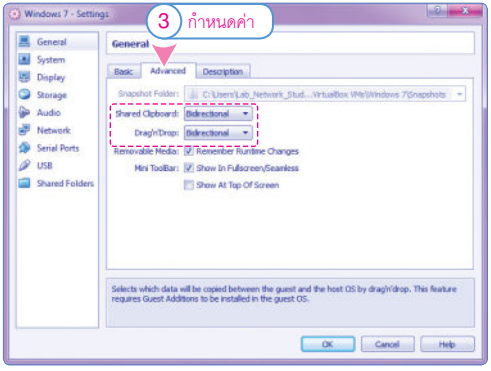
ปรับแต่งใช้งาน Clipboard

1. คลิกขวาที่ปุ่ม 

2. เลือกคำสั่ง Settings...



3. เมนู General ที่แท็บ Advanced คลิกเลือก Shared Clipboard และ Drag'n'Drop เป็น Bidirectional ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK

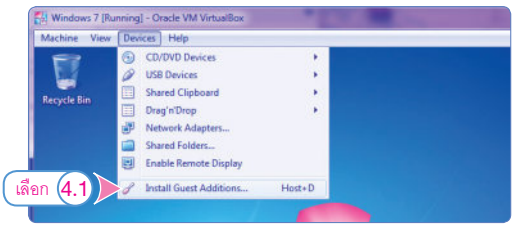


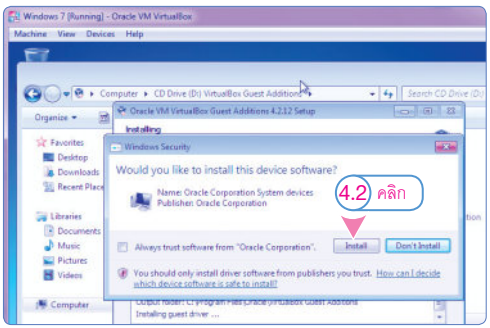
4. จากขั้นตอนที่ 3 ผู้อ่านจะสังเกตได้ว่าเกิดข้อผิดพลาด หรือ Invalid settings detected ซึ่งในกรณีนี้ให้ผู้อ่านติดตั้งเครื่องมือ VirtualBox-4.2.12-84980-Win.exe เพิ่มเติมดังรูปด้านล่าง

หมายเหตุ ในกรณีที่คลิกเลือก Install Guest Additions... แล้วไม่ปรากฏหน้าต่าง ผู้อ่านสามารถเปิดโปรแกรม VBoxWindowsAdditions.exe ได้โดยตรงจาก Folder ของ VirtualBox ที่ติดตั้งขึ้น

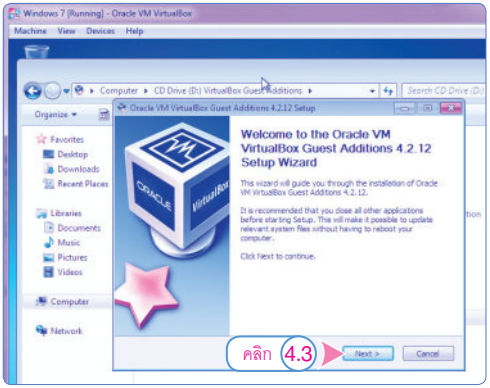
4.1 คลิกเมนู Devices > Install Guest Additions...

4.2 คลิกปุ่ม Install (เพื่อติดตั้งโปรแกรม)





4.3 คลิกปุ่ม Next > ระบบจะรีสตาร์ท Virtual Machine (Windows 7) ใหม่อีกครั้งหนึ่ง



5. เมื่อปรับแต่งรายละเอียดต่างๆ เสร็จสิ้นแล้ว ให้ผู้อ่านทดลองทำสำเนาดังนี้

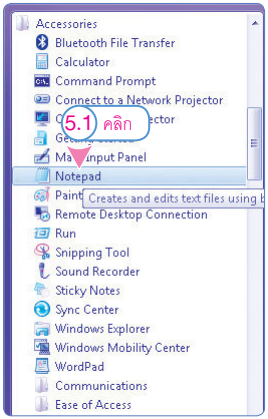
5.1 ที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก เปิดโปรแกรม Notepad จาก Start Menu ของ Windows

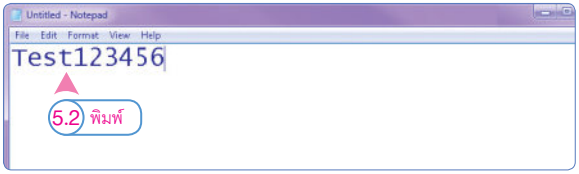
5.2 พิมพ์ข้อความ Test123456

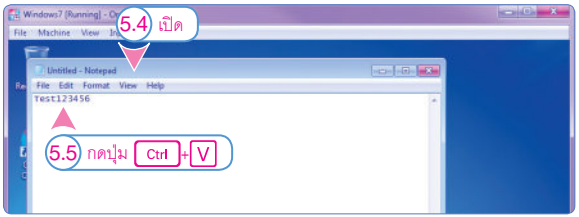
5.3 ที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก กดปุ่ม Ctrl+A แล้วกดปุ่ม Ctrl+C เพื่อคัดลอก (Copy) จากเครื่องหลัก

5.4 ที่เครื่อง Virtual Machine (Windows 7) เปิด Notepad ที่ Start Menu ของ Windows

5.5 ที่เครื่อง Virtual Machine กดปุ่ม Ctrl+V ก็จะปรากฏข้อความเดิมดังรูป







หมายเหตุ ผู้อ่านยังสามารถคลิกลากไฟล์ที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก แล้วไปวางยัง Virtual Machine (Windows 7) ได้เช่นเดียวกัน (Drag/Drop)

ปรับแต่งให้เชื่อมต่อ Internet ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก

1. คลิกขวาที่ปุ่ม Windows 7 Running

2. แล้วเลือกคำสั่ง Settings...