INFOPRESS

คู่มือเรียนและใช้งาน

Mobile & Wireless

Networks Lab with IoT ฉบับสมบูรณ์

เนื้อหาครอบคลุม	มีกรณีศึกษา	เหมาะสำหรับ
อุปกรณ์เครือข่าย Mobile, Wireless และอุปกรณ์ด้าน IoT	การทดสอบทั้งที่ใช้ Virtual Machine, Simulator และอุปกรณ์จริง	นักเรียน นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ และผู้ที่สนใจใช้งาน

รองศาสตราจารย์ ดร. จักรชัย โสอินทร์ และคณะ บรรณาธิการ สุทธิพันธุ์ แสนละเอียด

IDC
PREMIER

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

INFOPRESS Think Beyond Read comics Little Heart

คู่มือเรียนและใช้งาน
Mobile & Wireless Networks Lab with IoT
ฉบับสมบูรณ์

ผู้แต่ง	รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์ และคณะ
บรรณาธิการ	สุทธิพันธุ์ แสนละเอียด suthiphan@idcpremier.com
ออกแบบปก	วสันต์ พึ่งพูลผล
ออกแบบและจัดรูปเล่ม	วรวิทย์ วรจินต์, กมลชนก ชัยสาครสมุทร
พิสูจน์อักษร	มนฤดี ศรีอุทโยภาส
ประสานงานการผลิต	วรพล ณธิกุล, สุพัตรา อาจปรุ, นิวัช ยะหัวดง

บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด จัดตั้งขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ที่มีคุณภาพสู่ผู้อ่านชาวไทย เรายินดีรับงานเขียนของนักวิชาการและนักเขียนทุกท่าน ท่านผู้สนใจกรุณาติดต่อผ่านทางอีเมลที่ infopress@idcpremier.com หรือทางโทรศัพท์หมายเลข 0-2962-1081 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย) โทรสาร 0-2962-1084

ข้อมูลทางบรรณานุกรม
รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์
คู่มือเรียนและใช้งาน
Mobile & Wireless Networks Lab with IoT
ฉบับสมบูรณ์
นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2563
600 หน้า
1. ไวร์เลสแลน
2. ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่
I ชื่อเรื่อง
004.68

ISBN 885-916-100-672-5

ราคา 480 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 มกราคม 2563

2 4 6 8 10 9 7 5 3 1

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย
บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด
200 หมู่ 4 ชั้น 19 ห้อง 1901 อาคารจัสมิน
อินเตอร์เนชั่นแนลทาวเวอร์ 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

การจัดทำหนังสือเล่มนี้เดิมมีจุดประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนด้าน Mobile and Wireless Technology และ Internet of Things โดยมุ่งเน้นไปยังการฝึกปฏิบัติการจริง ซึ่งทำให้นักศึกษามีความเข้าใจและมองเห็นภาพและตัวอย่างในการประยุกต์ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายเคลื่อนที่และไร้สาย รวมถึงการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยขั้นสูง อย่างไรก็ตามผู้เขียนได้ปรับแต่งเนื้อหาให้มีความหลากหลายและครอบคลุมเหมาะสมกับผู้อ่านทั่วไปอีกด้วย การปฏิบัติการจะมีการใช้งานอุปกรณ์จริง และโปรแกรมต่างๆ ที่หาได้ตามท้องตลาด ทั้งในส่วนการเปิดเผย (Open Source) เช่น Linux และอ้างอิงกับบริษัทชั้นนำ เช่น Cisco Systems และ Microsoft Systems

โครงสร้างเนื้อหาในแต่ละปฏิบัติการได้ถูกออกแบบเพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้และครอบคลุมเครือข่ายเคลื่อนที่และไร้สาย ดังเช่น มาตรฐานต่างๆ และการจำลองเครือข่ายไร้สาย (Packet Tracer/MATLAB/Network Simulation-NS/Contiki) การติดตั้งใช้งานจริงทั้งในส่วนของ Wireless Local Area Networks (WLAN), Wireless Personal Area Networks (WPAN), Wireless Sensor Networks (WSN), Internet of Things (IoT) และ Ad Hoc Networks รวมไปถึง Wireless Wide Area Networks (WWAN) เช่น Worldwide Interoperability for Microwave Access-WiMAX และ Cellular Networks-3G/4G อีกทั้งบทสุดท้ายมีการทดสอบการโจมตีกับ WLAN ไว้ด้วย (ผู้อ่านควรพึงระวังในการฝึกปฏิบัติการ โดยทดสอบกับระบบปิดเท่านั้น) บทปฏิบัติการเหล่านี้สามารถทดสอบได้จริงด้วยตัวเอง โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Windows และ Linux

เพื่อสอดคล้องกับ Asean Economics Community ในส่วนของคำศัพท์เฉพาะ และตัวย่อต่างๆ ที่สำคัญ ผู้เขียนจะใช้ภาษาอังกฤษเพื่อให้ผู้อ่านจดจำได้ง่าย เมื่อนำไปใช้งานจริงในทางปฏิบัติ เช่น IoT หรือ NFC (Near Field Communication) จะอยู่ส่วนท้ายของหนังสือ รวมถึงดรรชนีเพื่อการสืบค้นที่สะดวก ทั้งนี้หนังสือเล่มนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าไม่ได้กำลังใจที่สำคัญจากบุคคลหลายฝ่าย โดยผู้เขียนขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ และครอบครัว ชรินญา, ชนกชน และชนชนก โสอินทร์ ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนมาตลอด และคณะบุคคลที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงบุคลากรทุกท่านในสาขาวิชา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ Washington University in St. Louis

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ Raj Jain, โกสินทร์ จำนงไทย, ชิดชนก เหลือสินทรัพย์, สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, ยืน ภู่วรวรรณ, อนันต์ ผลเพิ่ม, ชัยพร ใจแก้ว และชัชชัย คุณบัว ที่เป็นแรงบันดาลใจในการเขียนหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณหัวหน้าสาขา สมจิตร อาจอินทร์, ศาสตรา วงศ์ธนวสุ, พิพัธน์ เรืองแสง และสิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา ที่เปิดโอกาสให้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน ขอบคุณนักศึกษา Tri Gia Nguyen, กนกมน รุจิรกุล, ชาติชาย บริบูรณ์, ศรายุทธ พูลสงวน, นพกร ขันติวีรวัฒน์, ศุภรัตนทรี บัวพันธ์, ปฏิภาณ สกุลวิรุฬวงศ์ และกุลธรา บุญทวี ที่เป็นกำลังสำคัญในการพิสูจน์อักษรและเตรียมสื่อและรูปภาพ รวมไปถึงทดลองฝึกปฏิบัติการเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ ขอบคุณนักศึกษาในรายวิชาที่มีความตั้งใจ มุมานะพยายาม ความขยันหมั่นเพียรที่ศึกษาตามเค้าโครงของหนังสือ โดยไม่ย่อท้อและมุ่งมั่น และต้องขอขอบคุณบรรณาธิการ สำนักพิมพ์ที่ให้โอกาสในการจัดพิมพ์ ต้องขอขอบคุณอีกครั้งหนึ่ง

ท้ายนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในภาคทฤษฎี ผนวกกับการประยุกต์นำไปใช้จริงได้ในทางปฏิบัติของผู้อ่านได้ นอกจากนี้ผู้อ่านยังสามารถแนะนำและสอบถามเพิ่มเติมได้ที่ mobile.wireless.thailand@gmail.com และถ้าหากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนก็ต้องขออภัยมาไว้ ณ โอกาสนี้ และพร้อมรับที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไปในอนาคต

รองศาสตราจารย์ ดร. จักรชัย โสอินทร์
สมาชิกอาวุโส IEEE/ACM
Associate Professor Chakchai So-In (Ph.D.)
IEEE/ACM Senior Members

สารบัญ

ปฏิบัติการที่ 01

การติดตั้งระบบปฏิบัติการ (Windows และ Linux)

ก่อนที่ผู้อ่านจะเริ่มฝึกปฏิบัติการเครือข่ายเคลื่อนที่และไร้สายในบทถัดไป ในส่วนแรกนี้จะเป็นการเตรียมความพร้อมเบื้องต้น เช่น การเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งาน โดยเฉพาะการติดตั้งระบบปฏิบัติการทั้ง Windows และ Linux รวมถึงการติดตั้งเครื่องแม่ข่ายเสมือน (Virtual Server) ที่ทำให้สามารถใช้งาน Server ได้โดยที่ไม่มีผลกระทบใดๆ กับระบบปฏิบัติการหลัก (เพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกัน) ซึ่งในบทเรียนนี้ผู้อ่านจะได้ฝึกติดตั้งทั้ง 2 ระบบ บน Virtual Machine โดยใช้ Virtual Box เพื่อรองรับการปรับแต่งที่หลากหลายได้ นอกจากนี้ผู้อ่านยังได้ฝึกทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูลเครือข่ายผ่าน Wireshark อีกด้วย

หมายเหตุ ผู้อ่านควรมีพื้นฐานเบื้องต้นในการปรับแต่งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยสามารถศึกษาได้จากหนังสือ Computer Networks และ Internet ทั่วไป เช่น คู่มือเรียนและใช้งาน Computer Network Lab 2nd Edition (ฉบับมืออาชีพ) ที่เรียบเรียงโดยผู้เขียนและคณะเอง

ไฟล์หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในปฏิบัติการนี้ (32 bits)

1. ไฟล์ติดตั้ง Editor เช่น **notepad.exe**
2. ไฟล์ติดตั้ง VirtualBox เช่น **VirtualBox-5.2.30-130521-Win.exe**
3. ไฟล์ติดตั้ง Windows 10 (Professional) เช่น **Windows.iso**
4. ไฟล์ติดตั้ง Linux Ubuntu 16 เช่น **Ubuntu-16.04.6-desktop-i386.iso**
5. ไฟล์ติดตั้ง Packet Sniffer เช่น **Wireshark-win32-2.4.3.exe**
6. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows พร้อม Web Browser

หมายเหตุ การติดตั้ง Software ต่างๆ จะมีให้เลือกระหว่าง 32 หรือ 64 bits ผู้อ่านควรตรวจสอบระบบปฏิบัติการก่อนทุกครั้ง ซึ่งถ้ามีการติดตั้ง 32 bits จะไม่สามารถติดตั้ง Software 64 bits ได้ แต่ถ้าเป็นระบบปฏิบัติการ 64 bits จะสามารถติดตั้ง Software 32 bits ได้ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามผู้เขียนมีสมมติฐานว่า ผู้อ่านได้ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 64 bits กับเครื่องคอมพิวเตอร์หลักไว้แล้ว นอกจากนี้ในการทดสอบผู้เขียนและคณะได้ทดลองเฉพาะกับรุ่น Software ดังที่ได้ระบุไว้ในส่วนแรกของปฏิบัติการแล้วเท่านั้น ในกรณีมีรุ่นที่แตกต่างออกไป ในการปฏิบัติการจริงก็อาจจะต้องเปลี่ยนแปลงขั้นตอนหรือรายละเอียดปลีกย่อยต่อไปตามลำดับ

แนะนำ Virtual Machine

คำว่า Virtual จะแปลความหมายว่า การจำลอง หรือเสมือนจริง โดยจะเป็นการจำลองการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ดังนั้น Virtual Machine ก็อาจจะหมายถึง เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำให้สามารถใช้ Software ในการจำลองการทำงานของคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งๆ เสมือนกับว่ามีคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง หรือมากกว่า โดยทำงานซ้อนกันอยู่ในคอมพิวเตอร์หลักเพียงเครื่องเดียว

โดยประโยชน์ในการจำลองรูปแบบนี้คือ สามารถใช้ทดสอบการลงโปรแกรมใหม่ๆ ที่มีความหลากหลาย เนื่องจากเมื่อติดตั้งแล้วการทำงานของโปรแกรมต่างๆ จะเสมือนเป็นคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งถ้าเกิดความผิดพลาดใดๆ ก็จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อเครื่องหลัก ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์หลักมีระบบปฏิบัติการแล้ว ก็สามารถติดตั้งโปรแกรม Virtual Host Client

ซึ่งรองรับการติดตั้งระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย และที่สำคัญก็คือ ยังสามารถดำเนินการ (Run) หรือเปิดการใช้งานระบบปฏิบัติการต่างๆ ได้พร้อมกันอีกด้วย กล่าวโดยสรุปก็คือ ระบบปฏิบัติการที่ติดตั้งโปรแกรม Virtual Host Client หลายๆ ระบบก็คือ Virtual Machine นั่นเอง

มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย (Wireless Network Standard)

องค์ประกอบโดยรวมของเครือข่ายไร้สายที่มีใช้งานในปัจจุบัน มีการแบ่งมาตรฐานตามลักษณะของการใช้งานในแต่ละประเภท ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ (Physical-PHY) ของมาตรฐานนั้นๆ เช่น ช่วงความถี่ (Frequency Band), ระยะทาง (Distance) ที่สัญญาณสามารถแพร่กระจาย (Signal Propagation) ไปได้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่, ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Velocity) หรือแม้แต่ความสามารถในการเคลื่อนที่ (Mobility) ที่สนับสนุนในแต่ละมาตรฐาน อีกทั้งยังรวมถึงความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลสูงสุดของแต่ละมาตรฐาน (Maximum Data Rate) โดยที่สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลักได้ดังนี้

- **เครือข่ายไร้สายแบบส่วนบุคคล** (Wireless Personal Area Networks-WPAN): เช่น Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) 802.15.1 (เช่น Bluetooth), IEEE 802.15.3 หรือ Ultra Wide Band (UWB) และ IEEE 802.15.4 (เช่น ZigBee)
- **เครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะที่** หรือแลนไร้สาย (Wireless Local Area Networks-WLAN): เช่น มาตรฐาน IEEE 802.11 (b, a, g, n, ac, ad และ ah)
- **เครือข่ายไร้สายแบบนครหลวง** (Wireless Metropolitan Area Networks-WMAN): เช่น มาตรฐาน IEEE 802.16 (WiMAX-Worldwide Interoperability for Microwave Access)
- **เครือข่ายไร้สายแบบวงกว้าง** (Wireless Wide Area Networks - WWAN): เช่น มาตรฐาน IEEE 802.16e, IEEE 802.22 WRAN (Wireless Regional Area Networks) และ Wireless Cellular Networks (เช่น 2G, 3G, 4G และ 5G เป็นต้น) โดยอาจจะรวมถึงเครือข่ายไร้สายผ่านดาวเทียมอีกด้วย (Satellite Networks)

หมายเหตุ การประยุกต์ใช้งานในแต่ละมาตรฐานมีความแตกต่างกันตามคุณลักษณะเฉพาะ เช่น Wireless Cellular Networks รองรับการให้บริการที่ครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้าง แต่มีความสามารถในการส่งข้อมูลได้จำกัด รวมถึงการสนับสนุนการส่งข้อมูลในกรณีที่มีการเคลื่อนที่ เช่น มีความเร็วสูง หรือมีการใช้งานบนยานยนต์ (Vehicular) เป็นต้น

ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลักจะมีความผกผันกัน เช่น มีศักยภาพในการส่งข้อมูลเป็นจำนวนมาก ในกรณีที่ไม่มีการเคลื่อนที่หรือระยะทางจากเสาส่งสัญญาณหรือสถานีฐาน (Base Station-BS) ใกล้ หรือในทำนองกลับกันเมื่อมีการเคลื่อนที่หรืออยู่ไกลก็จะส่งข้อมูลได้จำกัด เป็นต้น

นอกจากนี้การประยุกต์ใช้งานในแต่ละมาตรฐานยังอาจจะขึ้นอยู่กับพลังงานไฟฟ้า (Electric Power) ที่ใช้อีกด้วย เช่น WPAN จะใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำมาก เช่น สามารถทำงาน (Operate) ได้เพียงใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (Battery) ของถ่ายไฟฉาย อย่างไรก็ตามก็จะมีข้อจำกัดในด้านอื่นๆ เช่น ระยะทางหรือพื้นที่ที่สามารถให้บริการมีความครอบคลุมจำกัด รวมไปถึงความสามารถในการส่งข้อมูลก็ถูกจำกัดไว้ด้วยเช่นกัน

การติดตั้ง Virtual Machine

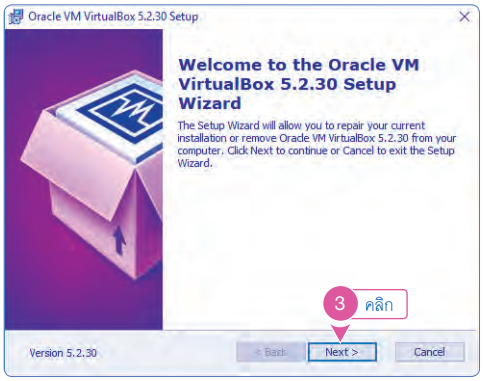
ในส่วนแรกจะเป็นการฝึกติดตั้ง Virtual Machine เพื่อพร้อมสำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการต่อไป เช่น Windows 10 และ Linux Ubuntu 16 โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

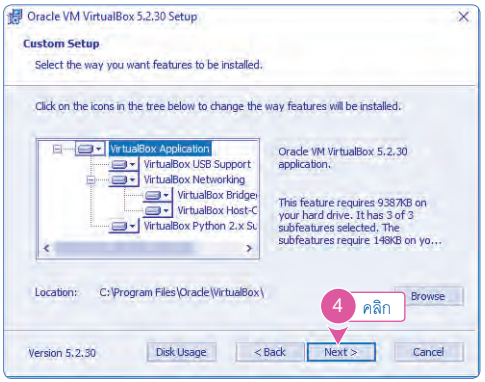
หมายเหตุ ในปฏิบัติการทั้งหมดผู้เขียนมีสมมติฐานว่าผู้อ่านได้เชื่อมต่อ Internet ไว้เรียบร้อยแล้ว เว้นแต่มีการระบุเป็นการเฉพาะ เช่น การใช้งานเครือข่ายเฉพาะทางต่างๆ หรือเครือข่ายส่วนตัว (Private Networks) โดยสามารถทดสอบการเชื่อมต่อ เช่น ทดสอบคำสั่ง ping www.google.com แล้วยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ (หรือ 0% หรือน้อยว่า 100% loss เป็นต้น) นอกจากนี้ผู้อ่านสามารถกดปุ่ม <Ctrl> + <C> เพื่อออกจากการ ping

```
Command Prompt

C:\Windows\System32>ping www.google.com

Pinging www.google.com [74.125.24.104] with 32 bytes of data:
Reply from 74.125.24.104: bytes=32 time=38ms TTL=39
Reply from 74.125.24.104: bytes=32 time=39ms TTL=39
Reply from 74.125.24.104: bytes=32 time=39ms TTL=39
Reply from 74.125.24.104: bytes=32 time=40ms TTL=39

Ping statistics for 74.125.24.104:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 38ms, Maximum = 40ms, Average = 39ms

C:\Windows\System32>
```

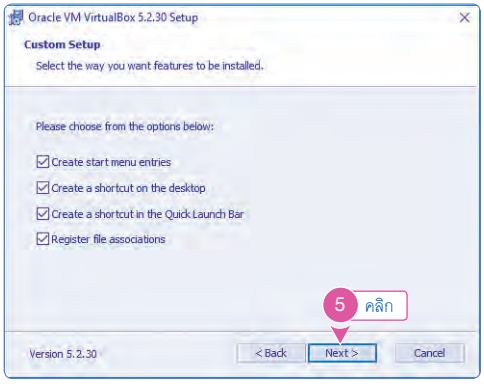
1. ดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งได้จากเว็บไซต์ https://www.virtualbox.org
2. ดับเบิลคลิกไฟล์ติดตั้ง เช่น VirtualBox-5.2.30-130521-Win.exe

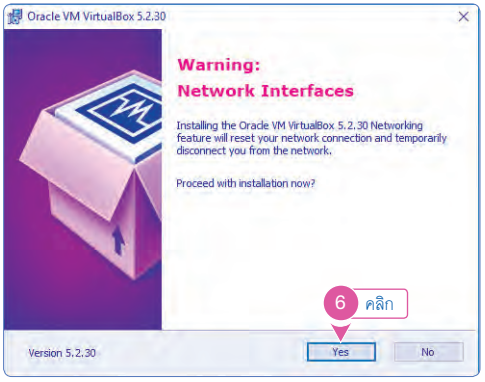
3. คลิกปุ่ม Next > เพื่อเริ่มการติดตั้ง
4. คลิกปุ่ม Next > เพื่อปรับแต่งส่วนประกอบต่างๆ ในกรณีนี้ไม่ปรับแต่งใดๆ เนื่องจากจะเป็นการเลือกทั้งหมดโดยปกติ



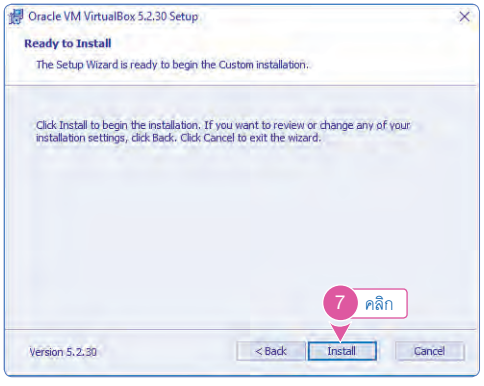


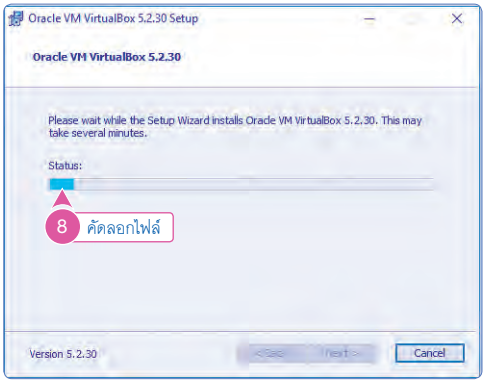
5. คลิกตัวเลือกทั้งหมด แล้วคลิกปุ่ม Next > เพื่อดำเนินการต่อไป
6. คลิกปุ่ม Yes เพื่อยืนยันการติดตั้ง



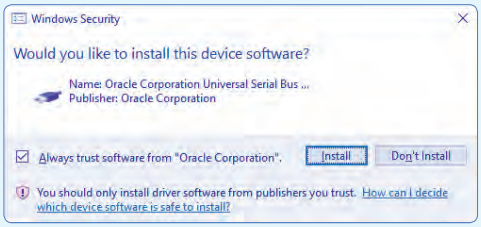


7. คลิกปุ่ม Install เพื่อเริ่มการติดตั้ง
8. รอสักครู่ตัวติดตั้งจะคัดลอกไฟล์โปรแกรม



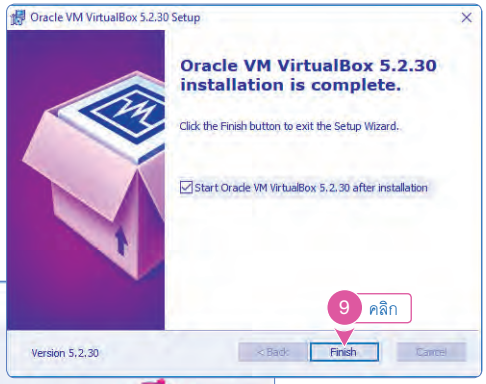


หมายเหตุ ในกรณีที่ปรากฏหน้าต่างเตือนในการติดตั้ง Device Software คลิกปุ่ม Install



9. รอสักครู่ แล้วคลิกปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดการติดตั้ง

10. รอสักครู่ จะปรากฏดังรูปเมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์



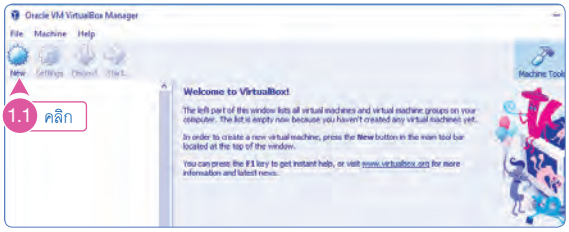
การติดตั้ง Windows 10

หลังจากที่ติดตั้ง Virtual Box แล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการฝึกติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 บน Virtual Box โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ ในการติดตั้งระบบปฏิบัติการ ผู้อ่านควรตรวจสอบพื้นที่ในการติดตั้งและหน่วยความจำให้เพียงพอ และการเชื่อมต่อ Internet ที่สมบูรณ์จากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือระบบปฏิบัติการหลักเสียก่อน

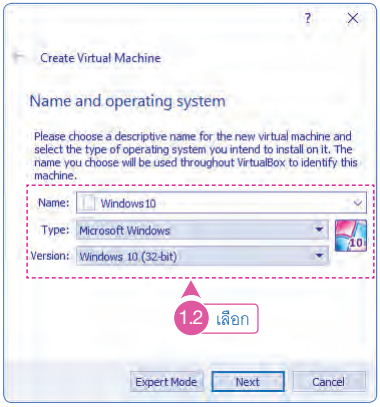
1. เตรียม Virtual Machine ดังนี้

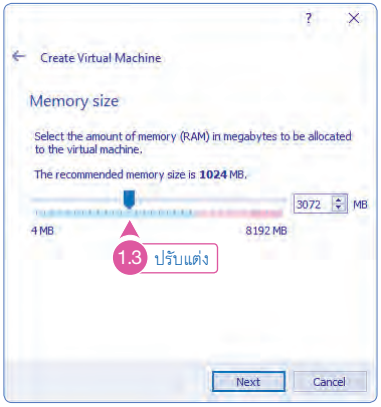
   1.1 คลิกปุ่ม New เพื่อสร้าง Virtual Machine สำหรับการติดตั้ง Windows 10



   1.2 คลิกเลือกระบบปฏิบัติการ ซึ่งในกรณีนี้ตั้งชื่อ Windows 10 ประเภท Microsoft Windows และรุ่น Windows 10 (32-bit) แล้วคลิกปุ่ม Next >

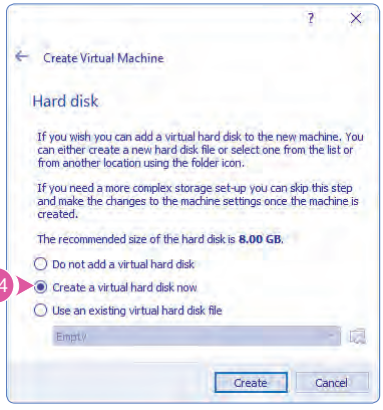
   1.3 ปรับแต่งขนาดหน่วยความจำ (RAM) เช่น 3072 MB แล้วคลิกปุ่ม Next >

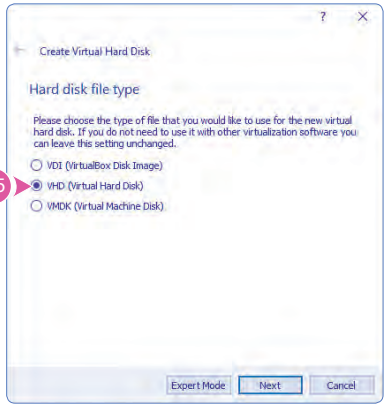




1.4 คลิกเลือก Create a virtual hard disk now แล้วคลิกปุ่ม Create เพื่อสร้าง Virtual Hard Disk

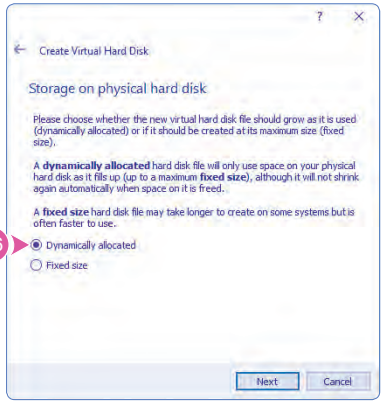
1.5 คลิกเลือก VHD แล้วคลิกปุ่ม Next > เพื่อเลือกประเภท Hard Disk

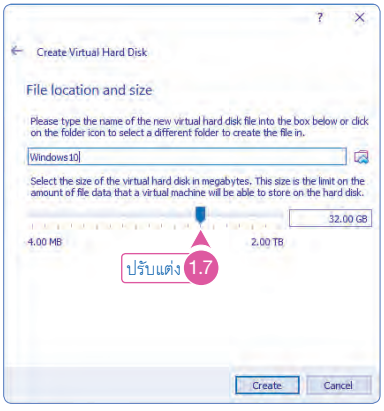




1.6 คลิกเลือกการจองพื้นที่แบบไม่คงที่ หรือ Dynamially allocated แล้วคลิกปุ่ม Next >

1.7 ปรับแต่งขนาด Hard Disk เช่น 32.00 GB แล้วคลิกปุ่ม Create



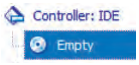


1.8 รอสักครู่จะปรากฏดังรูป เมื่อการปรับแต่งเสร็จสมบูรณ์

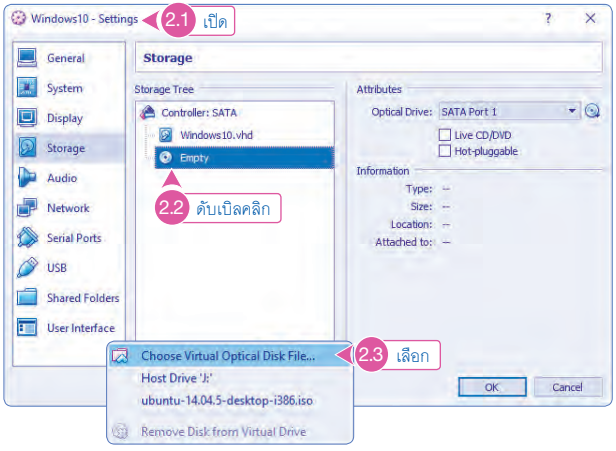
2. เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนเพื่อติดตั้ง Windows 10 ดังนี้

2.1 คลิกปุ่ม 

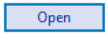
2.2 ที่เมนู Storage ดับเบิลคลิกปุ่ม



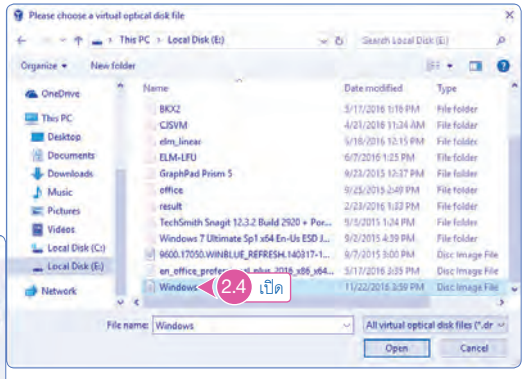
2.3 คลิกเลือก Choose Virtual Optical Disk File...



2.4 คลิกเลือกไฟล์ติดตั้ง เช่น Windows.iso แล้วคลิกปุ่ม

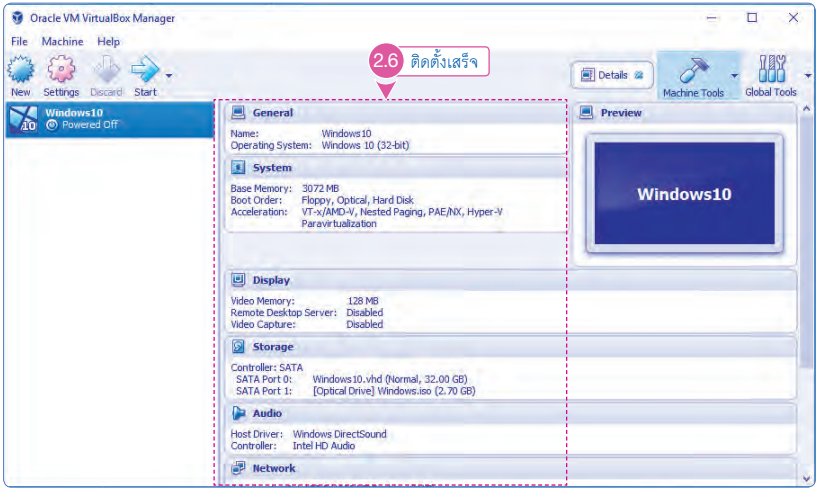


2.5 ปรากฏดังรูป แล้วคลิกปุ่ม



หมายเหตุ ไฟล์ติดตั้ง Windows อาจจะมีชื่อที่แตกต่างกัน ผู้อ่านควรตรวจสอบอีกครั้ง แต่จะมีนามสกุล .iso

2.6 รอสักครู่จะปรากฏดังรูป เมื่อการปรับแต่งสมบูรณ์

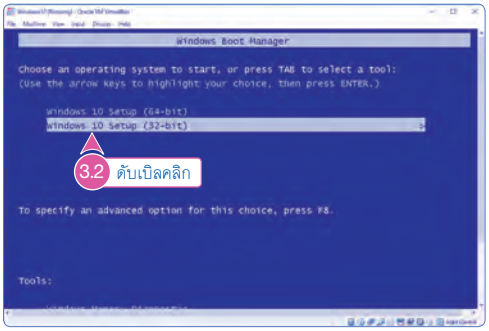


3. ติดตั้ง Windows 10 ดังนี้

3.1 คลิกปุ่ม 

แล้วคลิกปุ่ม 

หมายเหตุ ชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน จะถูกปรับเปลี่ยนตามที่ผู้อ่านได้กำหนดไว้ในขั้นตอนติดตั้ง Windows VM

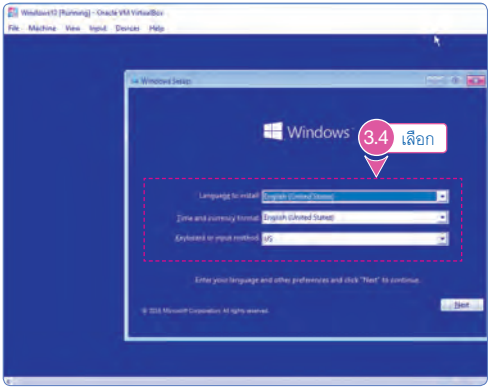


3.2 รอสักครู่ แล้วดับเบิลคลิก Windows 10 Setup (32-bit)

3.3 รอสักครู่เพื่อเตรียมการไฟล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง

3.4 กรอกรายละเอียดของภาษา Time Zone และ Keyboard ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Next

- Language to install = English (United States)
- Time and currency format = English (United States)
- Keyboard or input method = US

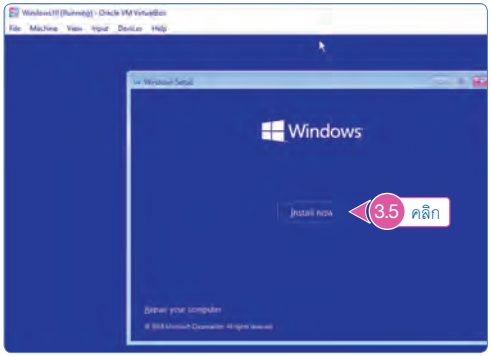


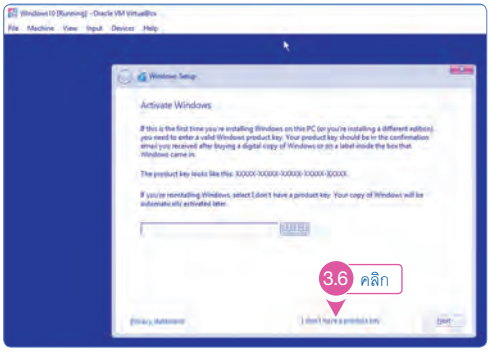
3.5 คลิกปุ่ม Install now

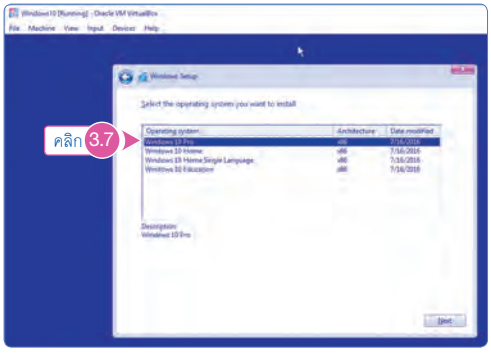
3.6 ในกรณีที่ผู้อ่านยังไม่มี Windows Key ให้คลิก

I don't have a product key

3.7 คลิกเลือกประเภทของ Windows เช่น Windows 10 Pro แล้วคลิกปุ่ม Next





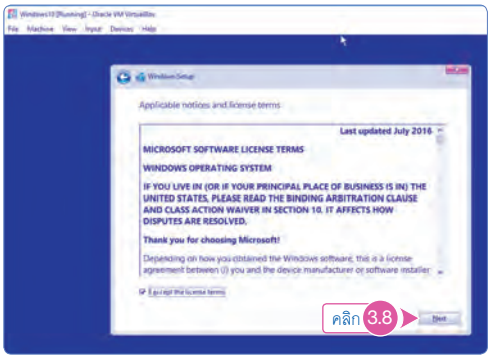


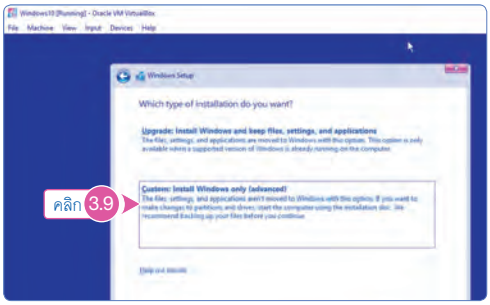
หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถจัดซื้อ License Key ได้จากตัวแทนจำหน่ายของ Microsoft ประเทศไทย หรือสามารถใช้งานตามความร่วมมือระหว่างบริษัท Microsoft และมหาวิทยาลัยต่างๆ ได้

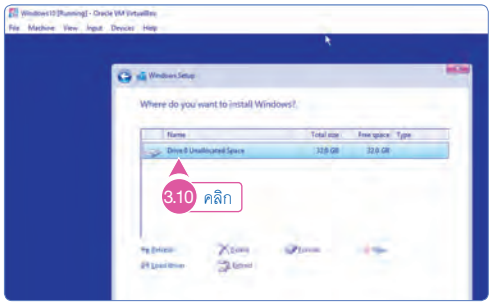
3.8 คลิกยอมรับเงื่อนไขในการติดตั้ง (I accept the license terms) แล้วคลิกปุ่ม Next

3.9 คลิกเลือก Custom: Install Windows only (advanced)

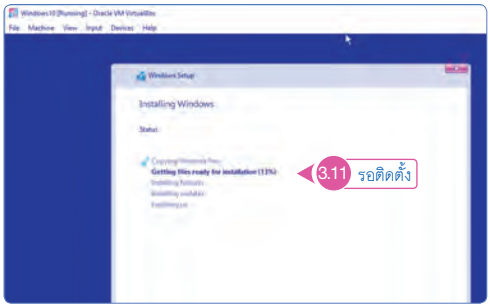
3.10 คลิกเลือก Drive เช่น Drive 0 Unallocated Space แล้วคลิกปุ่ม Next





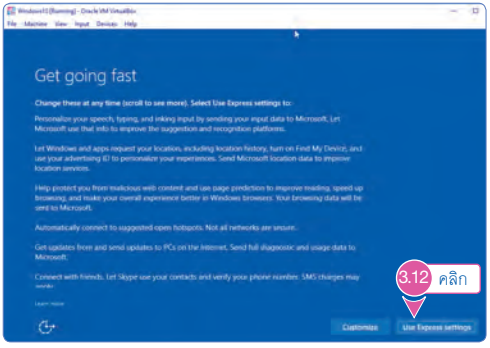


3.11 รอสักครู่ เพื่อการติดตั้งระบบ



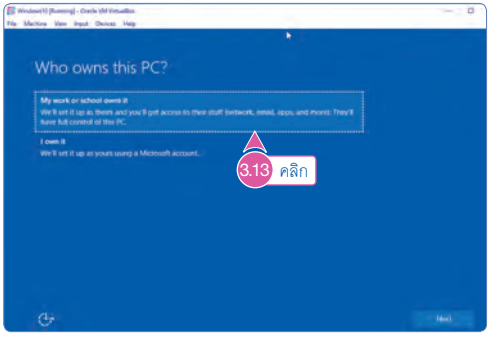
หมายเหตุ ผู้อ่านจะสังเกตได้ว่า Drive มีขนาดเท่ากันกับที่ได้กำหนดไว้ เช่น 32.0 GB

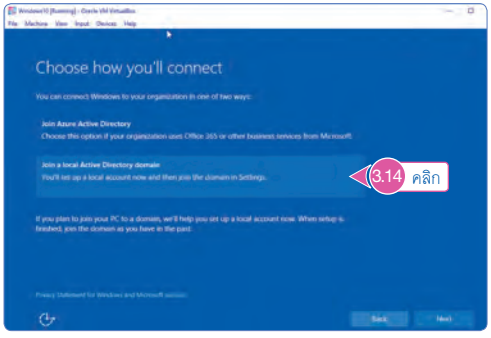
3.12 คลิกปุ่ม Use Express settings เพื่อเลือกการปรับแต่งแบบรวบรัด



3.13 คลิกเลือก My work or school owns it แล้วคลิกปุ่ม Next เพื่อรองรับการทำงานทั่วไป เช่น ที่ทำงานหรือโรงเรียนที่เป็นเจ้าของเอง

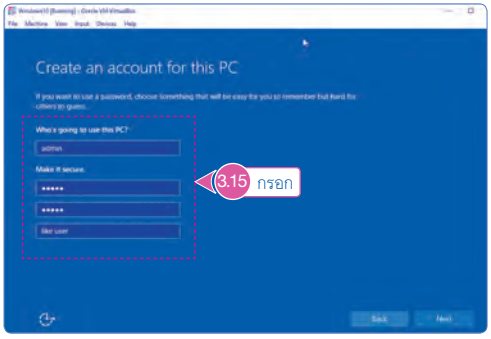
3.14 คลิกเลือก Join a local Active Directory domain แล้วคลิกปุ่ม Next เพื่อใช้งาน Active Directory ของตัวเอง





3.15 กรอกรายละเอียดบัญชีผู้ใช้ พร้อมรหัสลับ (Password) 2 ครั้ง แล้วคลิกปุ่ม Next

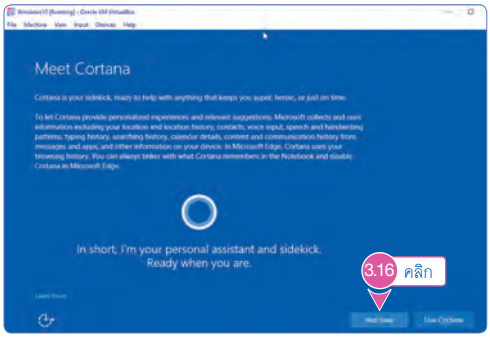
- Users = admin
- Password = admin

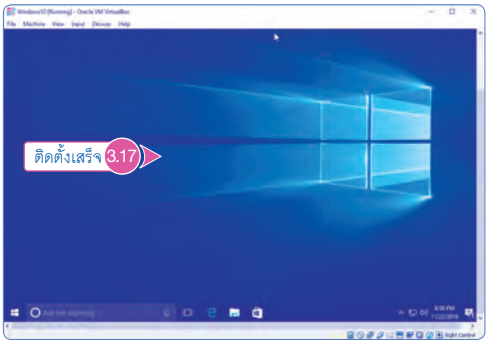


หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถเปลี่ยนแปลงรายละเอียดได้ แต่ควรจดจำไว้ในการเข้าสู่ระบบในภายหลัง

3.16 คลิกปุ่ม Not now

3.17 รอสักครู่ จะปรากฏดังรูป เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์



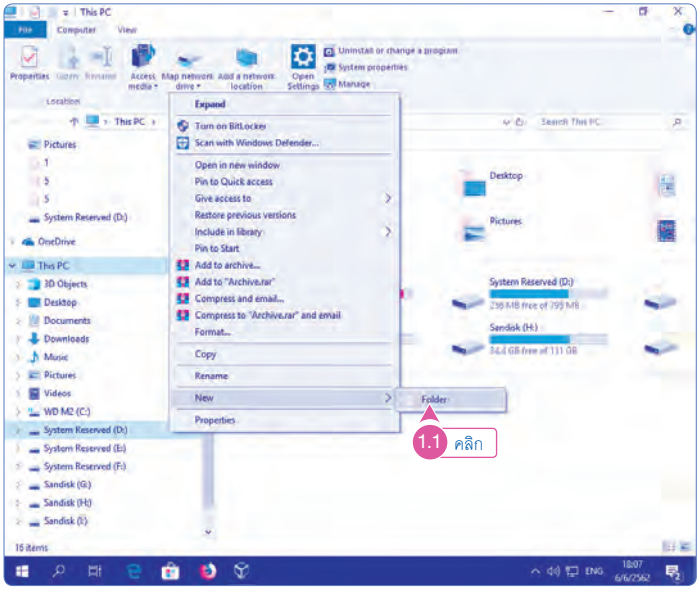


การปรับแต่งการแบ่งปันไฟล์ระหว่าง Windows และ Windows VM (Windows 10)

หลังจากที่ผู้อ่านได้ติดตั้ง Virtual Machine และติดตั้ง Windows 10 ไว้แล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการปรับแต่งให้มีการแบ่งปันไฟล์ผ่าน Shared Folder ระหว่าง **Windows** (เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก) และ **Windows VM** (Windows 10) โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ที่ระบบปฏิบัติการหลัก (Windows)

1.1 สร้างโฟลเดอร์ที่จะแบ่งปัน (หรือ Share) ในกรณีนี้คือ D:\vbox เช่น คลิกขวาที่ Drive D แล้วเลือกคำสั่ง New > Folder แล้วตั้งชื่อเป็น vbox vbox

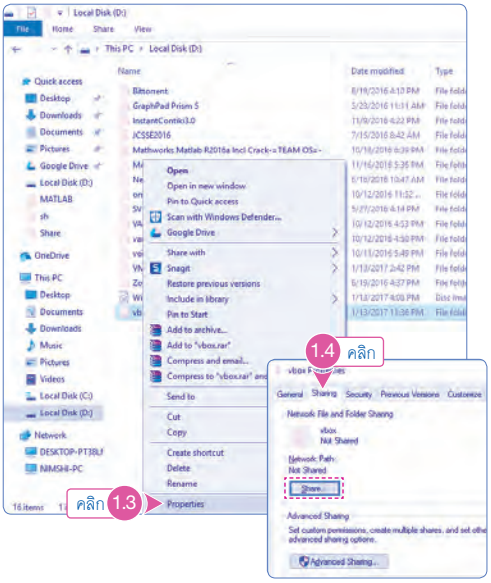


1.2 สร้างหรือสำเนาไฟล์ตัวอย่างมายัง D:\vbox เช่น ในกรณีนี้คือ NCAIP.pdf

1.3 ที่ D:\vbox คลิกขวาเลือกคำสั่ง Properties

หมายเหตุ ในตัวอย่างนี้จะเป็นการ Share Folder (vbox) ใน Drive D:\

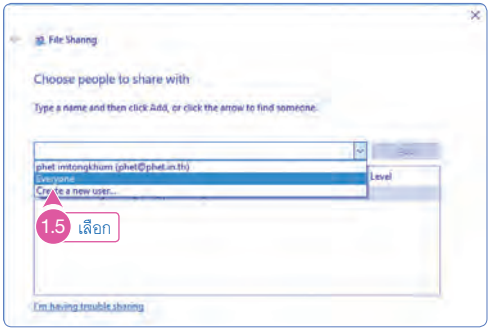
1.4 ที่แท็บ Sharing
คลิกปุ่ม Share...

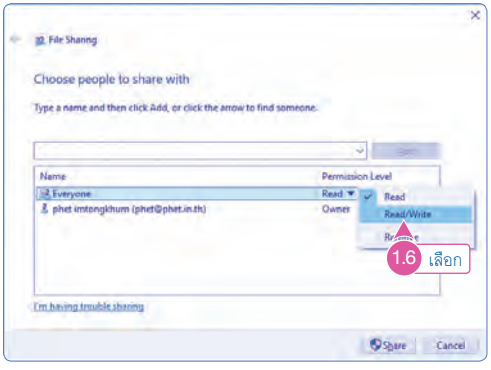


1.5 คลิกเลือก Everyone เพื่อ Share ให้ทุกคน

1.6 คลิกเลือกระดับการอนุญาตเป็น Read/Write แล้วคลิกปุ่ม Share เพื่อทำให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนและอ่านได้

1.7 คลิกปุ่ม Done

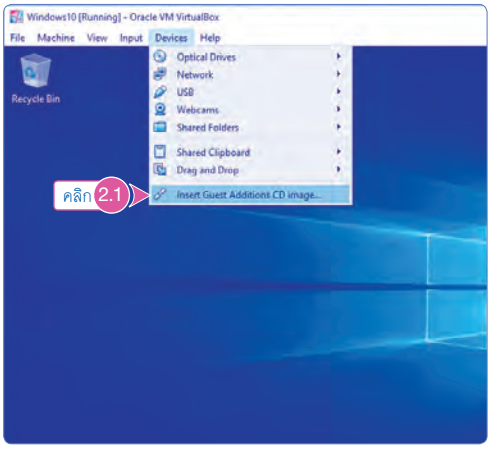


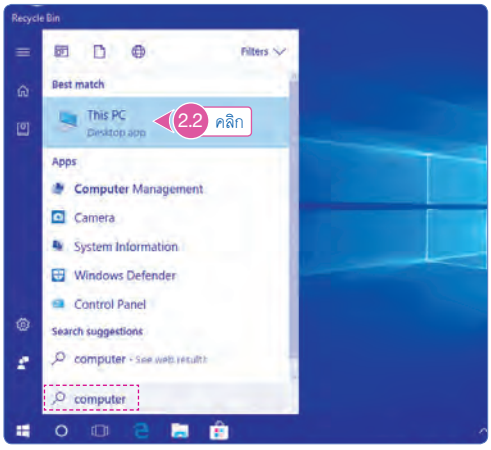


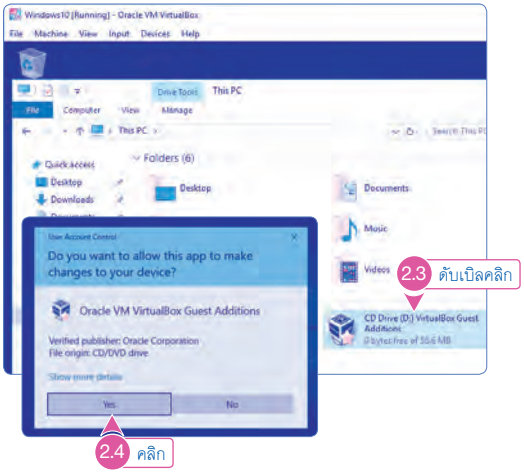
2. ที่ระบบปฏิบัติการเสมือน (Windows VM) ติดตั้งโปรแกรมเสริม ดังนี้

2.1 คลิกเมนู Devices > Insert Guest Additional CD image...

2.2 คลิกปุ่ม  และพิมพ์ computer แล้วกดปุ่ม Enter เพื่อเป็นการเปิด File Explorer





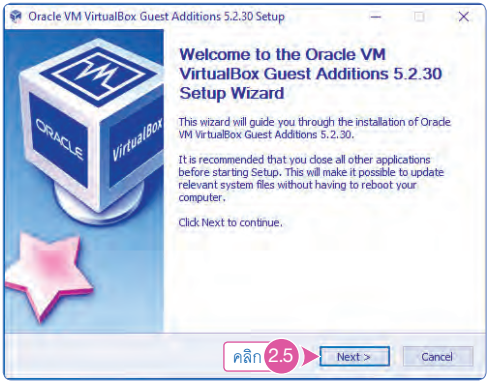


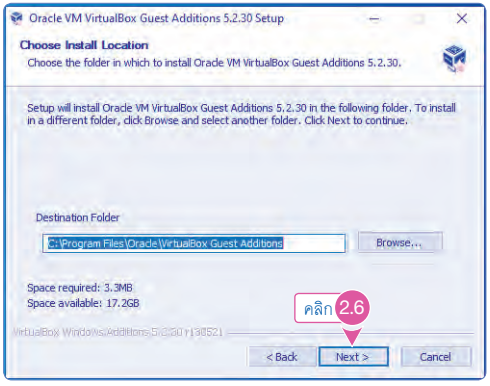
2.3 ดับเบิลคลิก  เพื่อเริ่มการติดตั้ง

2.4 คลิกปุ่ม Yes เพื่ออนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงกับระบบ

2.5 คลิกปุ่ม Next >

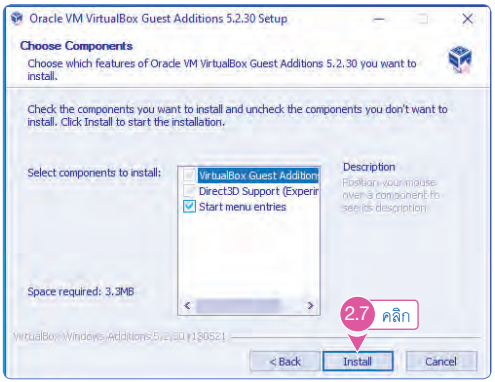
2.6 กรอกตำแหน่งที่จะจัดเก็บ เช่น C:\Program Files\Oracle\VirtualBox Guest Additions แล้วคลิกปุ่ม Next >

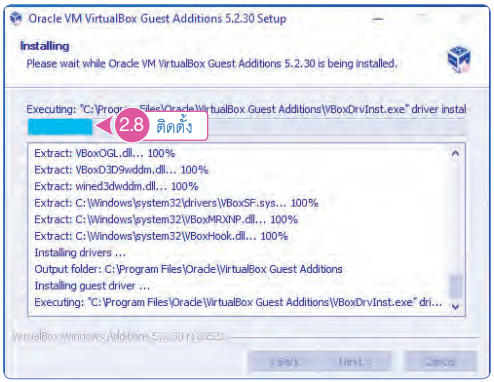




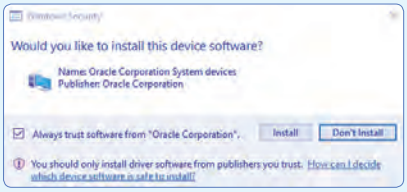
2.7 คลิกเลือกรายละเอียดต่างๆ ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Install

2.8 รอสักครู่ เพื่อดำเนินการติดตั้ง





หมายเหตุ เมื่อปรากฏรูปด้านล่าง คลิกปุ่ม Install เพื่อให้ดำเนินการติดตั้งโปรแกรมต่อไป

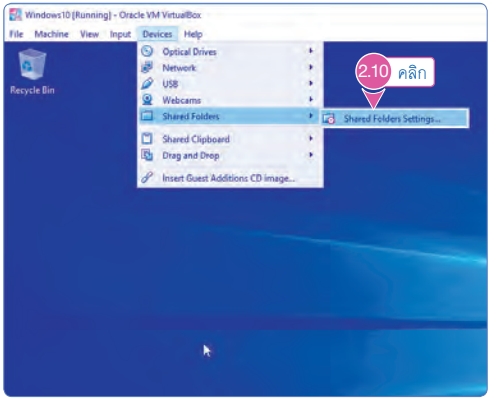


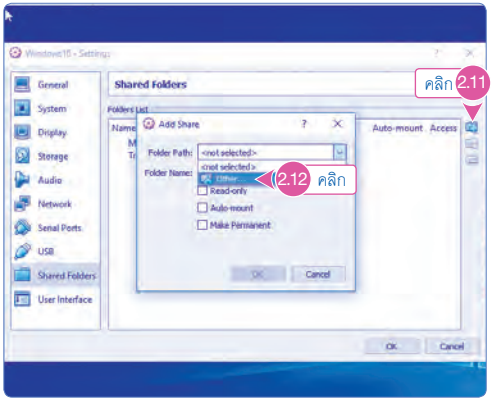
2.9 รอสักครู่ แล้วคลิกปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดการติดตั้ง

2.10 คลิกเมนู Devices > Shared Folders > Shared Folders Settings...

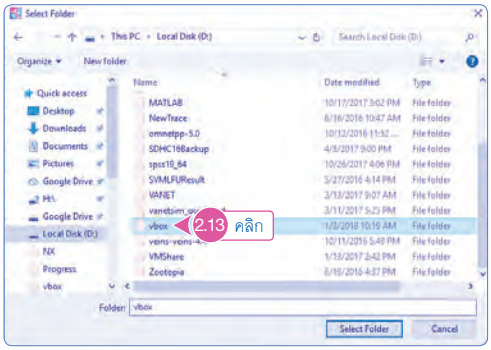
2.11 ที่เมนู Shared Folders คลิกปุ่ม

2.12 คลิกเลือก Other...





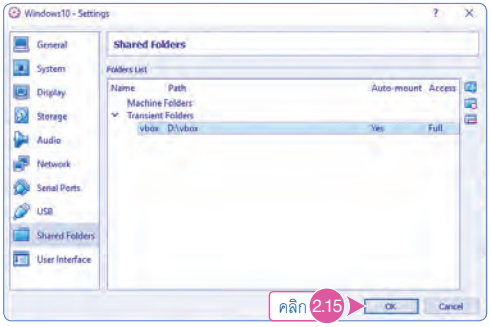
2.13 คลิกเลือก D:\vbox ซึ่งเป็นพื้นที่จัดเก็บของเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก แล้วคลิกปุ่ม Select Folder

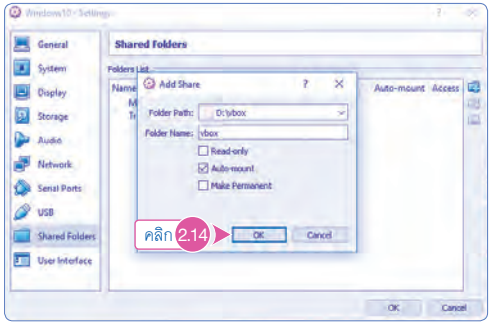


หมายเหตุ ในตัวอย่างนี้เป็นการแบ่งปันโฟลเดอร์ชื่อ vbox

2.14 ปรับแต่งค่าต่าง ๆ ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK

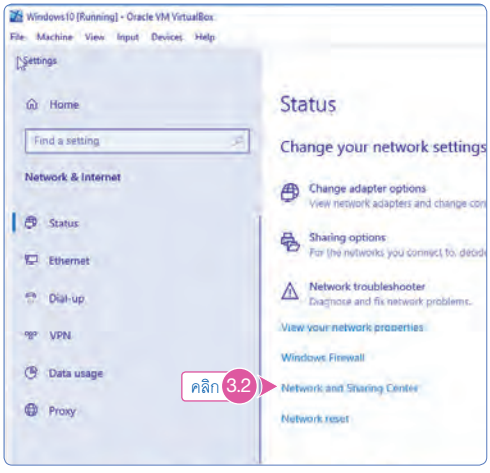
2.15 คลิกปุ่ม OK





3. ทดสอบการแบ่งปันไฟล์ผ่านโฟลเดอร์ดังนี้

3.1 ที่ระบบปฏิบัติการเสมือน (Windows VM) ที่มุมขวาล่าง คลิกปุ่ม  แล้วคลิกเลือก Open Network & Internet settings

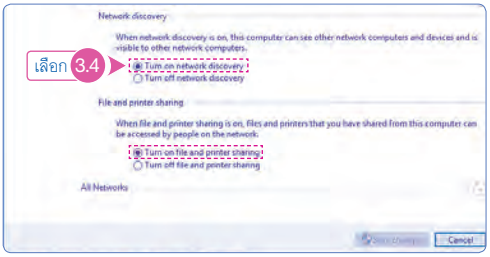


3.2 คลิกปุ่ม Network and Sharing Center

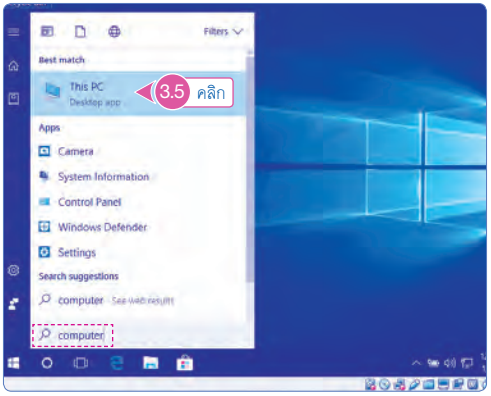
หมายเหตุ ในกรณีไม่ปรากฏดังรูป ให้ผู้อ่านเลื่อนหน้าต่างลง (Scroll Down)

3.3 คลิกปุ่ม Change advanced sharing settings

3.4 ปรับแต่งค่าต่างๆ ดังรูป โดยปรับให้ Turn on ทั้งหมด

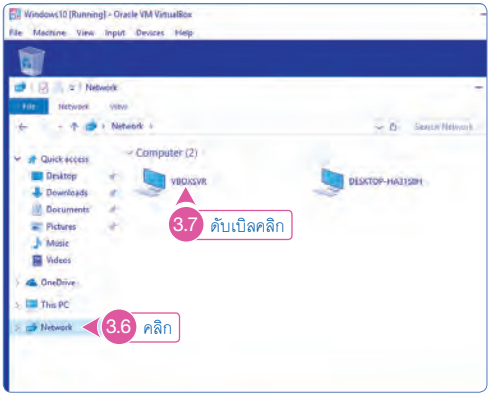


3.5 คลิกปุ่ม และพิมพ์ computer แล้วกดปุ่ม Enter เพื่อเป็นการเปิด File Explorer

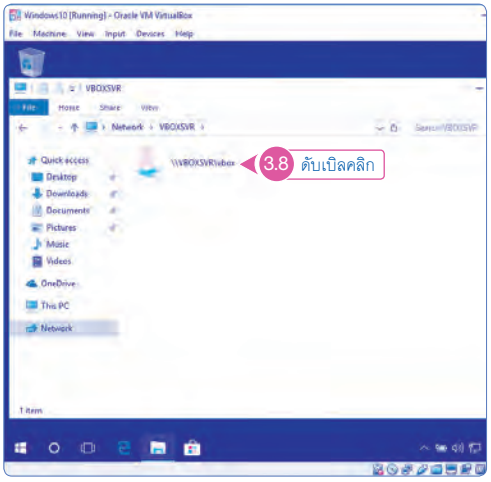


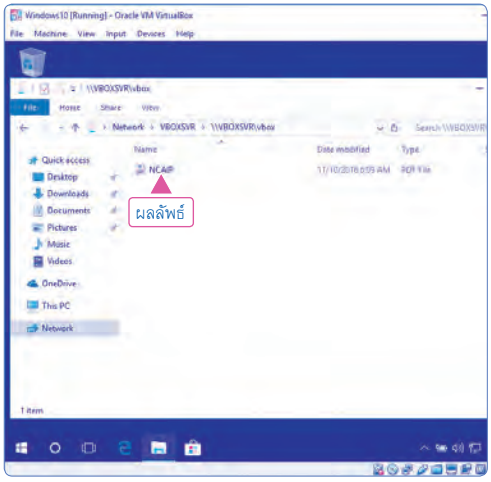
3.6 คลิกเลือก Network จะปรากฏ VBOXSVR

3.7 ดับเบิลคลิกเลือก VBOXSVR



3.8 ดับเบิลคลิกเลือก \\VBOXSVR\vbox จะปรากฏไฟล์ที่อยู่ในโฟลเดอร์ เช่น NCAIP.pdf

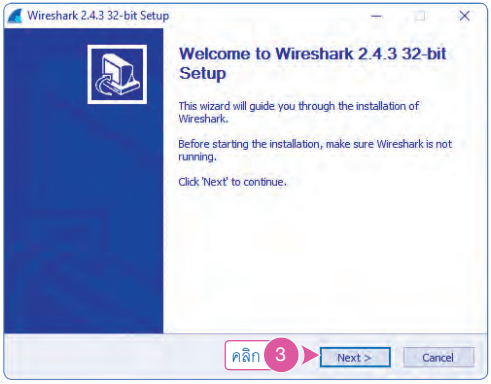


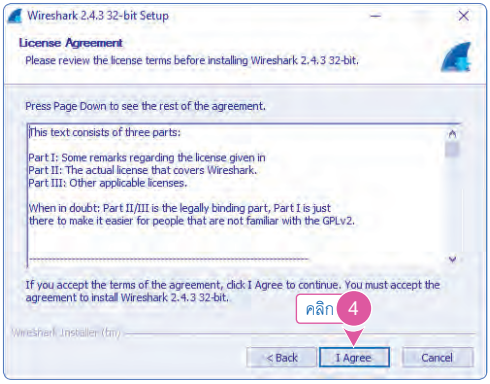


การติดตั้ง Wireshark

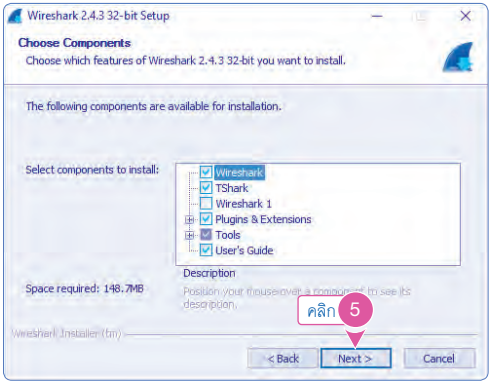
เมื่อผู้อ่านติดตั้งระบบปฏิบัติการเสมือน Windows 10 แล้ว ในส่วนนี้เป็นการติดตั้งโปรแกรมดักจับข้อมูลเครือข่าย (หรือ Wireshark) ผู้อ่านสามารถติดตั้งโปรแกรม Wireshark ได้ทั้งระบบปฏิบัติการหลักและเสมือน โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

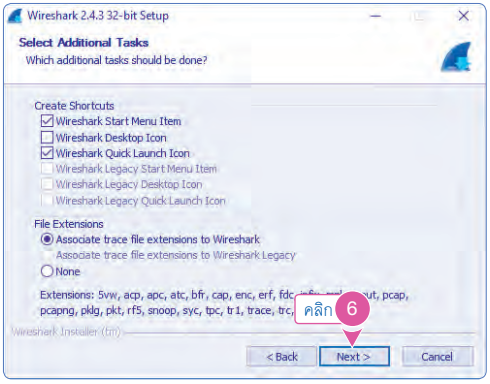
1. ดาวน์โหลดโปรแกรม Wireshark ได้จากเว็บไซต์ https://www.wireshark.org
2. ดับเบิลคลิกไฟล์ติดตั้ง เช่น Wireshark-win32-2.4.3.exe
3. คลิกปุ่ม Next > เพื่อเริ่มต้นการติดตั้ง
4. คลิกยอมรับเงื่อนไขการการติดตั้ง คลิกปุ่ม I Agree





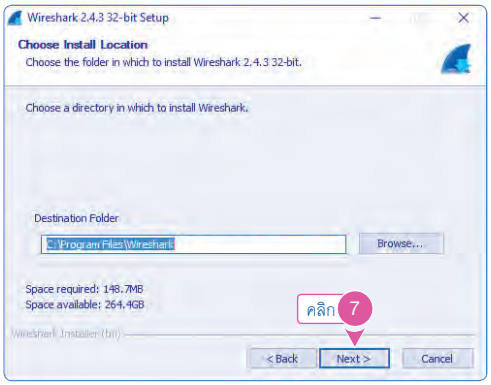
5. คลิกเลือกรายละเอียดต่างๆ ดังรูป โดยในกรณีนี้ติดตั้งทุกส่วน แล้วคลิกปุ่ม Next >
6. คลิกเลือก Shortcut และไฟล์ที่เกี่ยวข้อง แล้วคลิกปุ่ม Next >

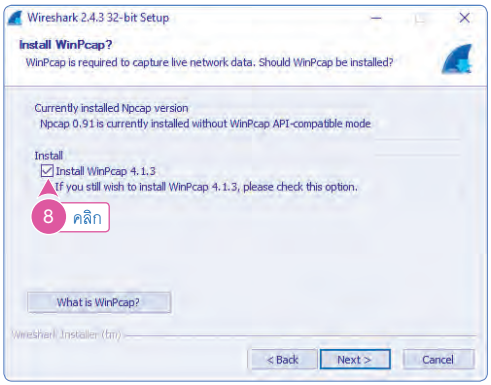




7. กำหนดตำแหน่งที่จัดเก็บไฟล์ เช่น C:\Program Files\Wireshark แล้วคลิกปุ่ม Next >

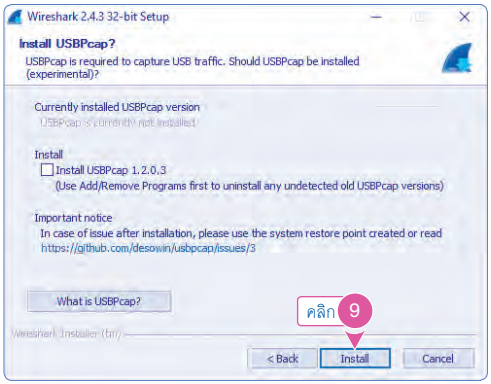
8. คลิกเลือกการติดตั้ง Install WinPcap 4.1.3 แล้วคลิกปุ่ม Next >

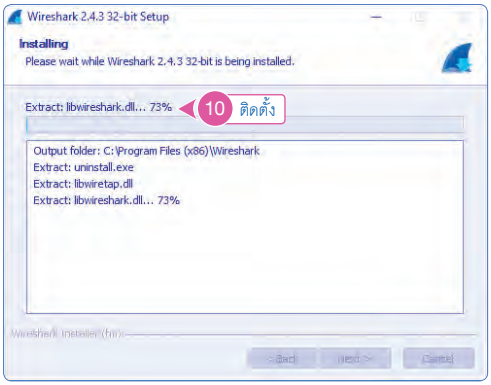




9. คลิกปุ่ม Install

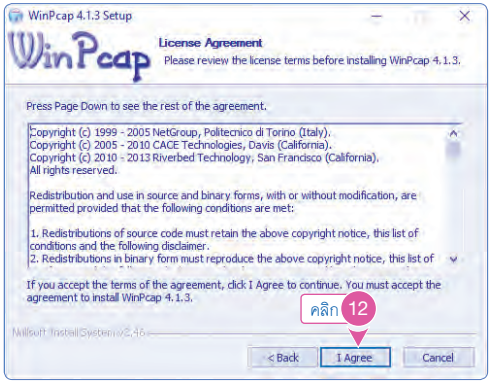
10. รอสักครู่ เพื่อดำเนินการติดตั้ง





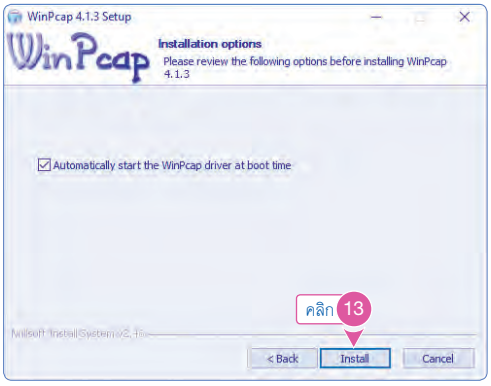
11. ปรากฏดังรูป คลิกปุ่ม Next > เพื่อเริ่มการติดตั้ง WinPcap

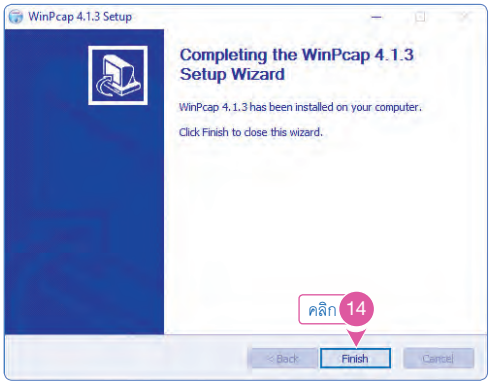
12. คลิกยอมรับเงื่อนไขการติดตั้ง I Agree



13. คลิกปุ่ม Install

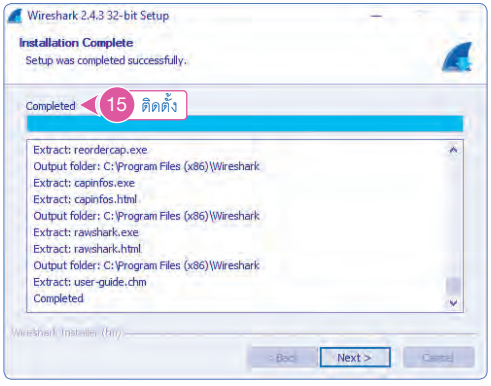
14. รอสักครู่ คลิกปุ่ม Finish เมื่อการติดตั้ง WinPcap เสร็จสมบูรณ์

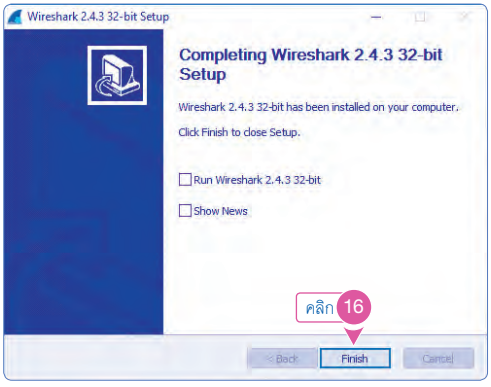




15. รอสักครู่ เมื่อการติดตั้ง Wireshark เสร็จสิ้นแล้ว คลิกปุ่ม Next >

16. คลิกปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดการติดตั้ง





การติดตั้ง Linux Ubuntu

หลังจากที่ติดตั้ง Virtual Box และ Windows 10 แล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการฝึกปฏิบัติการเสริม โดยติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu รุ่นที่ 16 บน Virtual Box ซึ่งจะมีการใช้งานในปฏิบัติการที่ 12 เป็นต้นไป โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

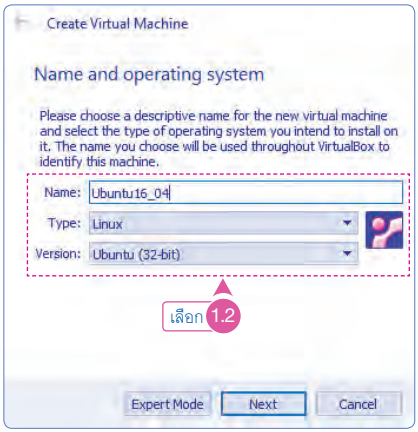
หมายเหตุ ในการติดตั้งระบบปฏิบัติการ ผู้อ่านควรตรวจสอบพื้นที่ในการติดตั้งและหน่วยความจำให้เพียงพอ และการเชื่อมต่อ Internet ที่สมบูรณ์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือระบบปฏิบัติการหลักเสียก่อน

1. เตรียม Virtual Machine ดังนี้

1.1 คลิกปุ่ม 

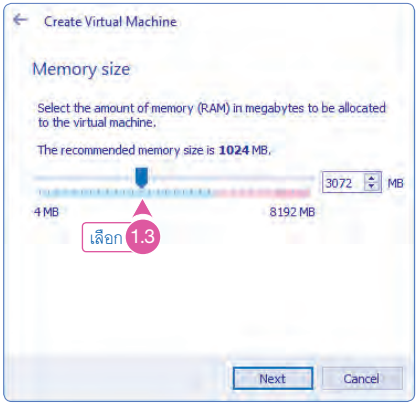
เพื่อสร้าง Virtual Machine สำหรับรองรับการติดตั้ง Linux Ubuntu

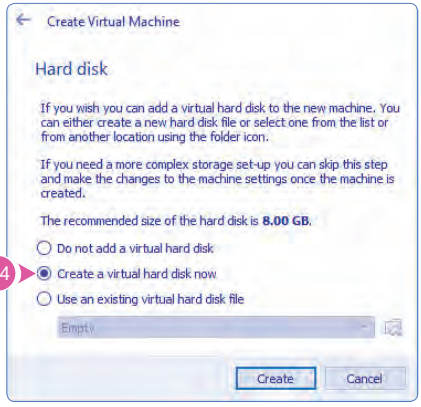
1.2 คลิกเลือกระบบปฏิบัติการ ในกรณีนี้ตั้งชื่อ Ubuntu16_04 ประเภท Linux รุ่น Ubuntu (32-bit) แล้วคลิกปุ่ม Next



1.3 ปรับแต่งขนาดหน่วยความจำ เช่น 3072 MB แล้วคลิกปุ่ม Next

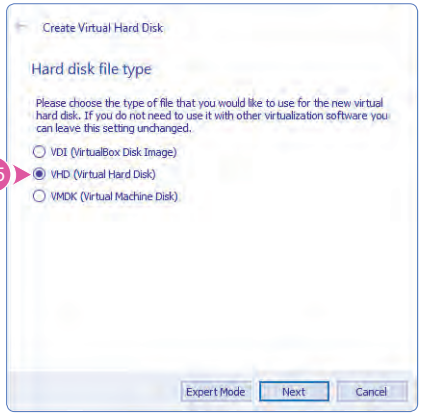
1.4 คลิกเลือก Create a virtual hard disk now แล้วคลิกปุ่ม Create เพื่อสร้าง Virtual Hard Disk

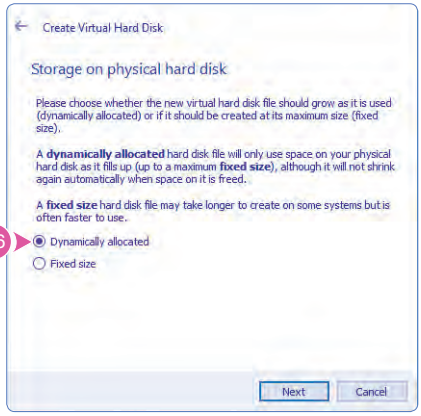




1.5 คลิกเลือก VHD แล้วคลิกปุ่ม Next เพื่อเลือกประเภทของ Hard Disk

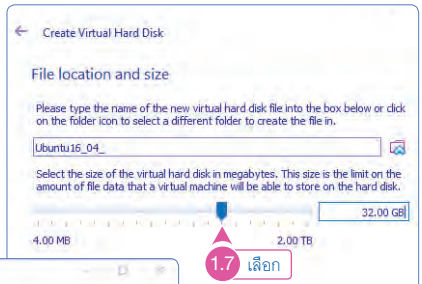
1.6 คลิกเลือกการจองพื้นที่แบบไม่คงที่ หรือ Dynamially allocated แล้วคลิกปุ่ม Next





1.7 ปรับแต่งขนาดของ Hard Disk เช่น 32.00 GB แล้วคลิกปุ่ม Create

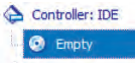
1.8 รอสักครู่ จะปรากฏดังรูป เมื่อการปรับแต่งสมบูรณ์



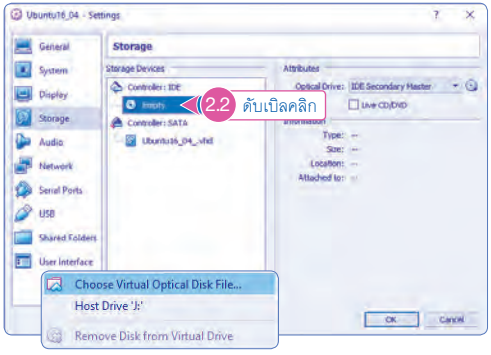
2. ติดตั้ง Linux Ubuntu 16 ดังนี้

2.1 คลิกปุ่ม Settings

2.2 ที่เมนู Storage ดับเบิลคลิกปุ่ม

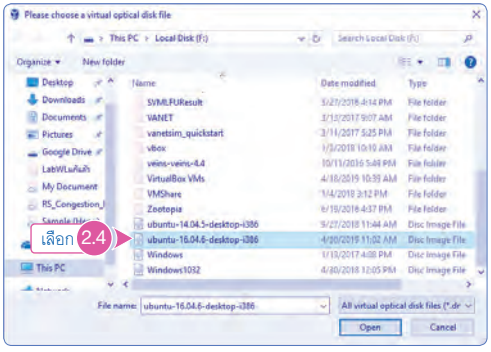


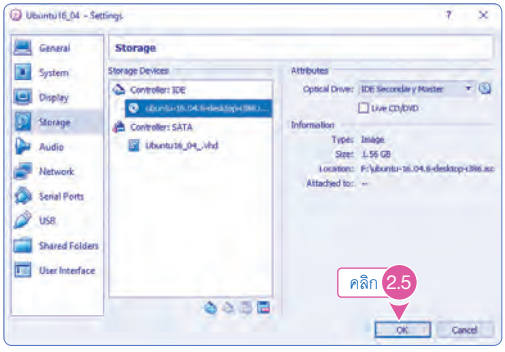
2.3 คลิกเลือก Choose Virtual Optical Disk File...



2.4 คลิกเลือกไฟล์ติดตั้ง เช่น Ubuntu-16.04.6-desktop-i386.iso แล้วคลิกปุ่ม Open

2.5 ปรากฏดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK

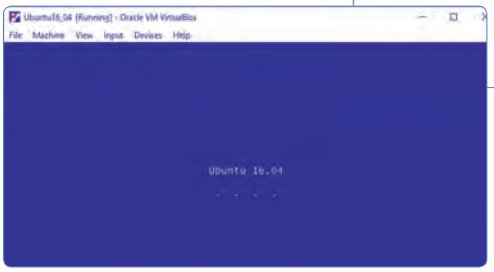




หมายเหตุ ไฟล์ติดตั้ง Linux Ubuntu อาจจะมีชื่อที่แตกต่างกัน ผู้อ่านควรตรวจสอบอีกครั้ง แต่จะมีนามสกุล .iso

2.6 รอสักครู่จะปรากฏดังรูป เมื่อการปรับแต่งสมบูรณ์

2.7 คลิกปุ่ม 

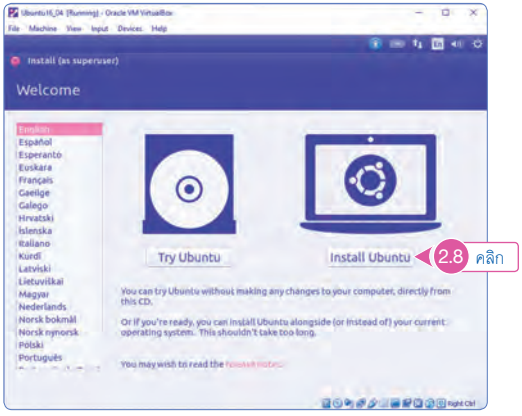


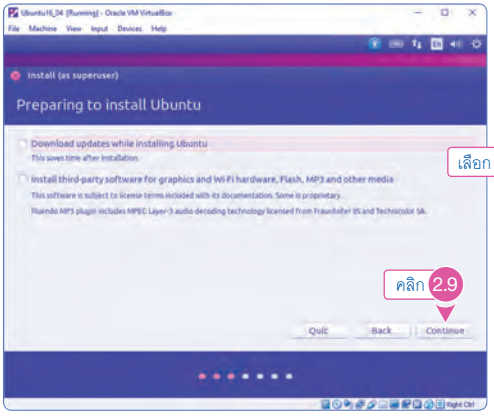
หมายเหตุ ชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน จะปรับเปลี่ยนตามที่ผู้อ่านได้กำหนดไว้ในขั้นตอนติดตั้ง Linux VM

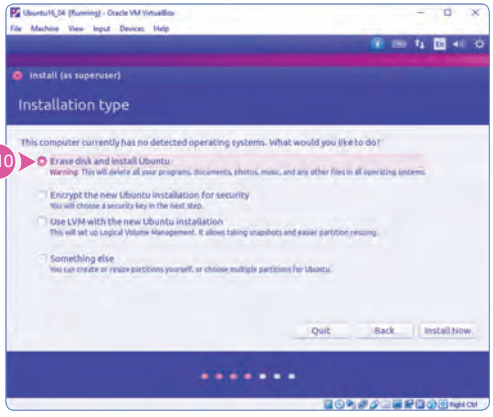
2.8 คลิกเลือกภาษา เช่น English แล้วคลิกปุ่ม Install Ubuntu

2.9 ปรากฏดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Continue

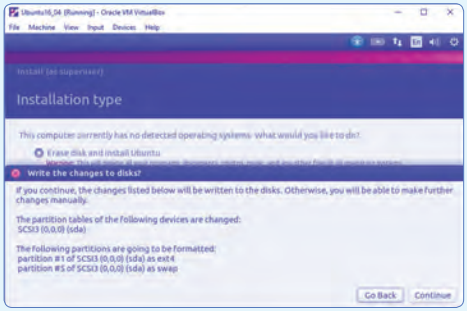
2.10 คลิกเลือก Erase disk and install Ubuntu เพื่อลบข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด แล้วคลิกปุ่ม Install Now





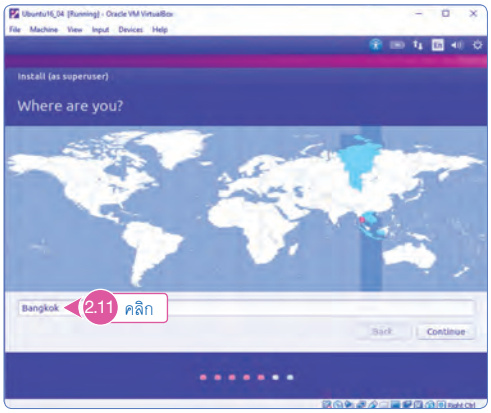


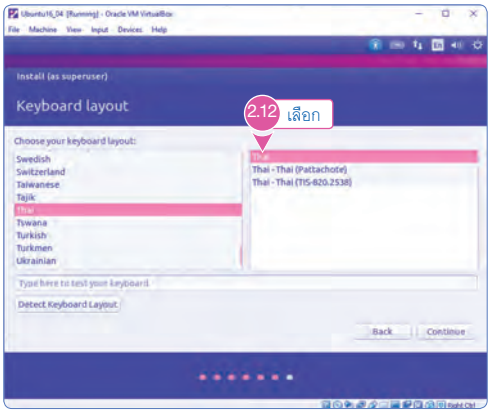
หมายเหตุ เมื่อปรากฏหน้าต่างแจ้งเตือนในการปรับแต่ง Disk ให้คลิกปุ่ม Continue



2.11 คลิกเลือก Time Zone เช่น Bangkok แล้วคลิกปุ่ม Continue

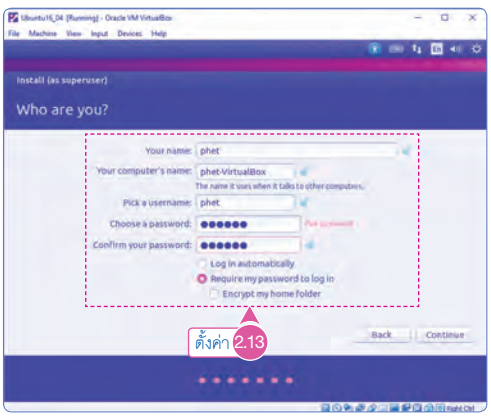
2.12 คลิกเลือกภาษาที่ใช้บน Keyboard เช่น Thai > Thai แล้วคลิกปุ่ม Continue





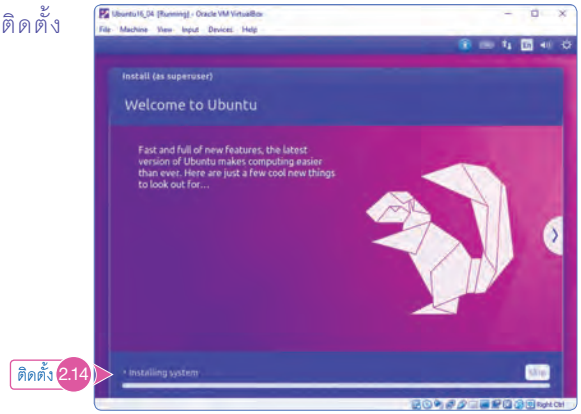
2.13 ปรับแต่งบัญชีผู้ใช้ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Continue

- Your name = phet
- Your computer's name = phet-VirtualBox
- Pick a username = phet
- Choose a password = 123456
- Confirm your password = 123456

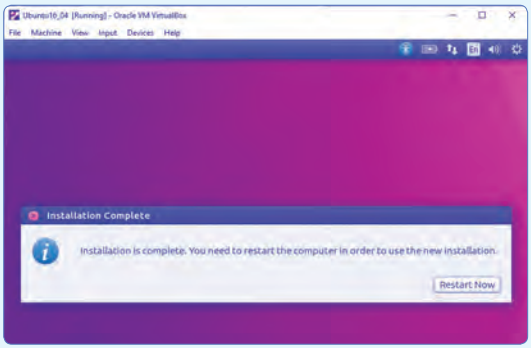


หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถปรับแต่งรายละเอียดต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม แต่ควรจดจำเพื่อการเข้าสู่ระบบได้ในภายหลัง

2.14 รอสักครู่ เพื่อดำเนินการติดตั้งระบบ



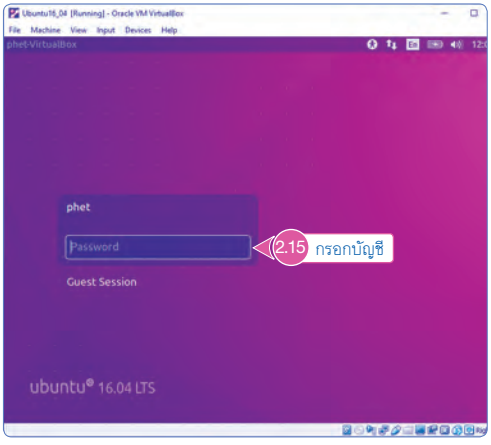
หมายเหตุ เมื่อปรากฏหน้าต่างเตือนการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว คลิกปุ่ม Restart Now

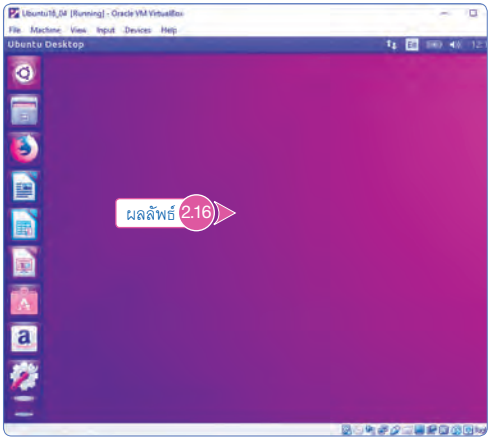


2.15 เมื่อระบบรีสตาร์ทให้กรอกบัญชีผู้ใช้และรหัสลับ แล้วกดปุ่ม Enter

หมายเหตุ ในกรณีที่ผู้อ่านปรับแต่งตามด้านบน จะปรากฏบัญชีผู้ใช้คือ phet และรหัสลับ 123456

2.16 ปรากฏดังรูป



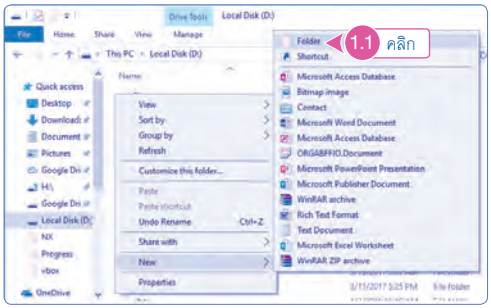


การปรับแต่งการแบ่งปันไฟล์ระหว่าง Windows และ Linux VM (Ubuntu 16)

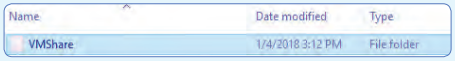
หลังจากที่ผู้อ่านได้ติดตั้ง Virtual Machine และติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu ไว้แล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการปรับแต่งให้มีการแบ่งปันไฟล์ผ่าน Shared Folder ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก **(Windows)** และเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน **(Linux VM)** โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก (Windows) มีขั้นตอนดังนี้

1.1 สร้างโฟลเดอร์ที่จะ Share ในกรณีนี้คือ D:\VMShare เช่น คลิกขวาที่ Drive D แล้วเลือกคำสั่ง New > Folder แล้วตั้งชื่อเป็น VMShare



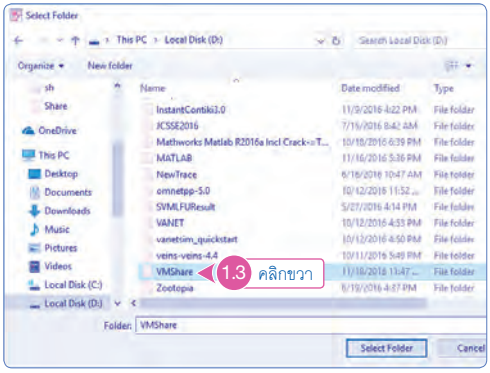
หมายเหตุ ผู้อ่านจะต้องสร้างโฟลเดอร์เสียก่อน ถึงแม้ว่าจะสร้างชื่ออื่นๆ ได้ แต่เพื่อความสอดคล้องกันในปฏิบัติการนี้ให้สร้างชื่อเดียวกัน คือ VMShare



1.2 ที่ Windows (เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก) ให้ทำสำเนา (Copy & Paste) ไฟล์มาไว้ที่ D:\VMShare เช่น ในกรณีนี้คือ **ss.pdf**

1.3 ที่ D:\VMShare คลิกขวาแล้วเลือกคำสั่ง Properties

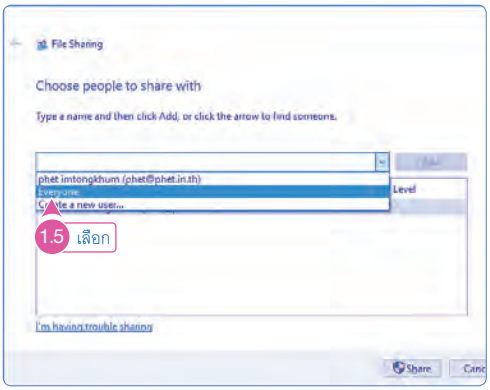
1.4 ที่แท็บ Sharing คลิกปุ่ม Share...

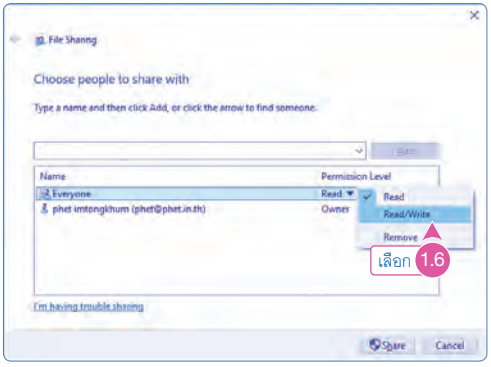


1.5 คลิกเลือก Everyone เพื่อแชร์ให้กับทุกคน

1.6 คลิกเลือกระดับการอนุญาตเป็น Read/Write แล้วคลิกปุ่ม Share เพื่อให้สามารถอ่านและเขียนได้

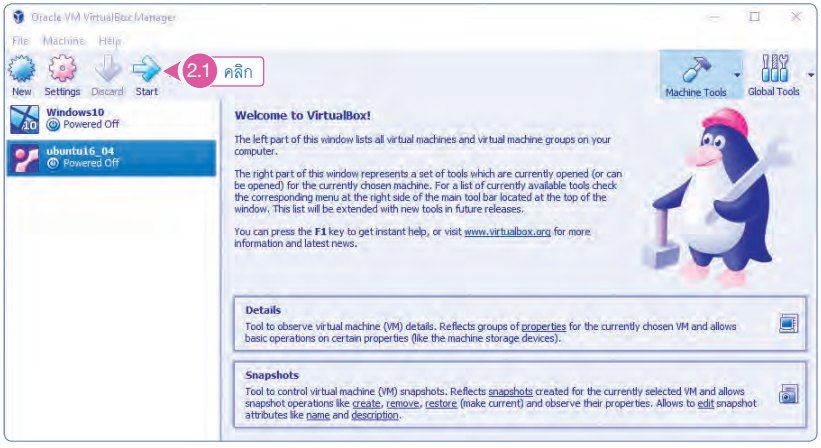
1.7 คลิกปุ่ม Done เพื่อสิ้นสุดการปรับแต่ง





2. ที่เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน มีขั้นตอนดังนี้

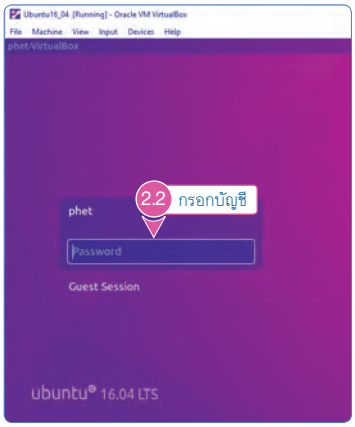
2.1 คลิกเลือก Ubuntu16_04 Powered Off แล้วคลิกปุ่ม Start

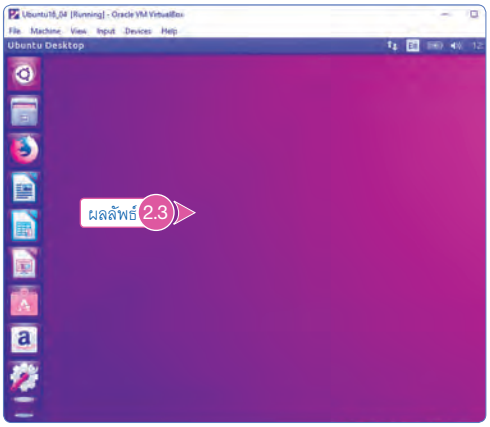


หมายเหตุ ชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน จะปรับเปลี่ยนตามที่ผู้อ่านได้กำหนดไว้ในขั้นตอนติดตั้ง Linux VM

2.2 กรอกบัญชีผู้ใช้และรหัสลับ เช่น phet และ 123456 แล้วกดปุ่ม Enter

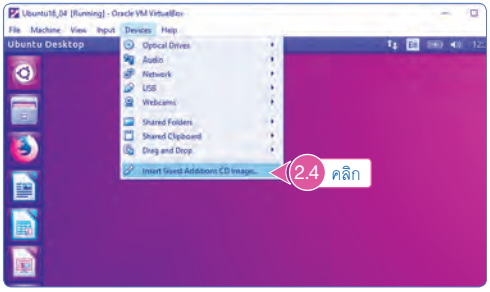
2.3 ปรากฏดังรูป

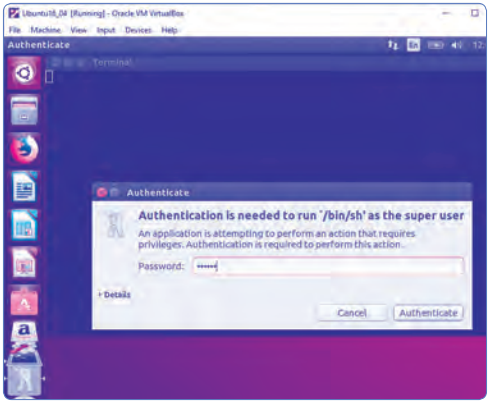


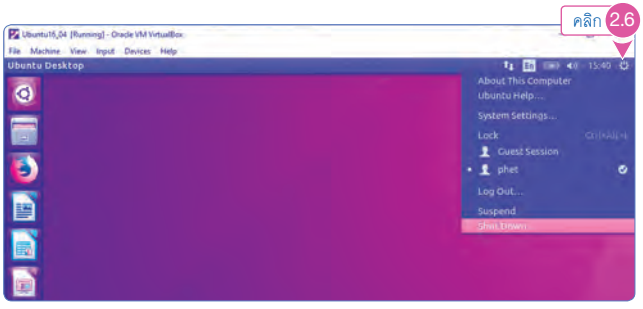


2.4 ที่ Linux VM ให้คลิกเมนู Devices > Insert Guest Additions CD image....

2.5 คลิกปุ่ม Run จากนั้นกรอกรหัสลับ เช่น 123456 แล้วคลิกปุ่ม Authenticate







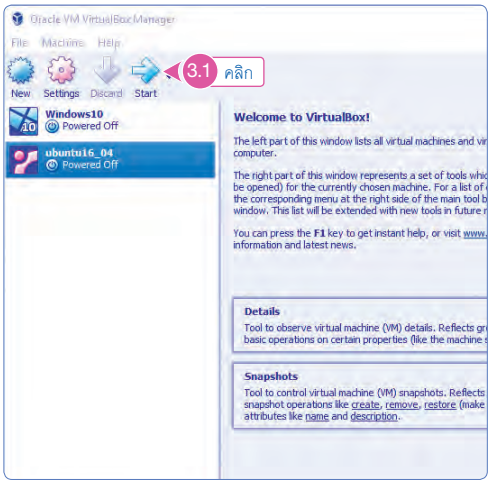
2.6 ที่ Linux VM มุมขวาบน คลิกปุ่ม  แล้วคลิกเลือก Shut Down... เพื่อปิดการทำงานของระบบปฏิบัติการเสมือน

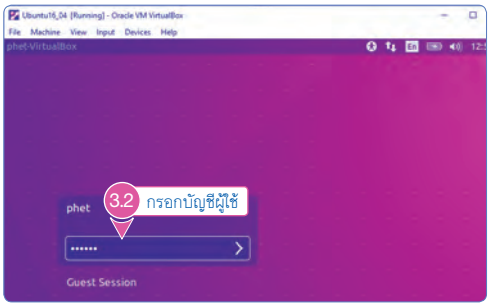
3. ทดสอบการแลกเปลี่ยนไฟล์ระหว่าง Windows (เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก) และเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Linux VM) ดังนี้

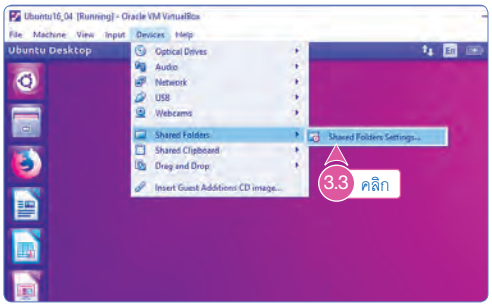
3.1 คลิกเลือก Ubuntu16_04 Powered Off แล้วคลิกปุ่ม Start

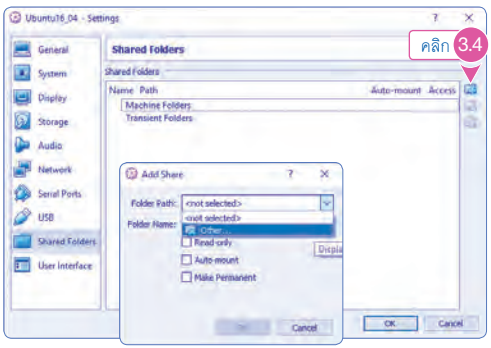
3.2 กรอกบัญชีผู้ใช้และรหัสลับ เช่น phet และ 123456 แล้วกดปุ่ม Enter

3.3 คลิกเมนู Devices > Shared Folder > Shared Folders Settings..





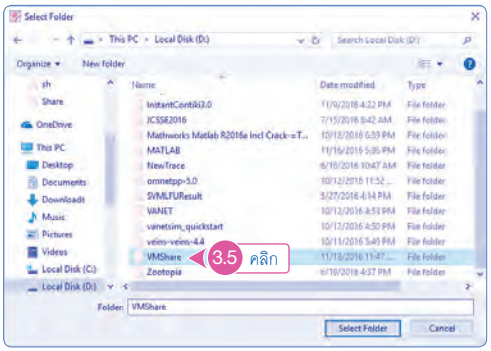


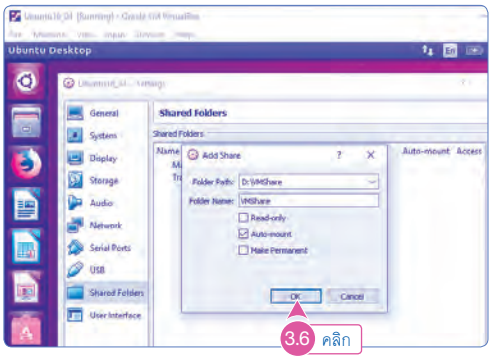


3.4 ที่เมนู Shared Folders คลิกปุ่ม

3.5 คลิกเลือก Other... แล้วคลิกเลือกโฟลเดอร์ที่จะ Share เช่น ในกรณีนี้คือ D:\VMShare แล้วคลิกปุ่ม Select Folder

3.6 ปรับแต่งค่าต่างๆ ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK





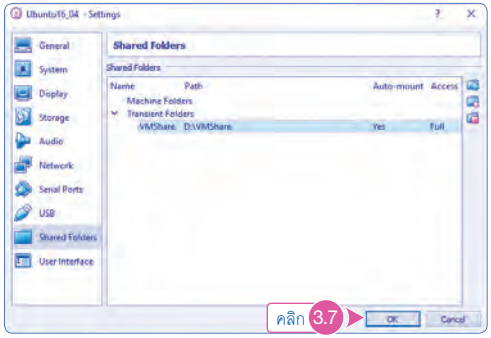
3.7 คลิกปุ่ม OK

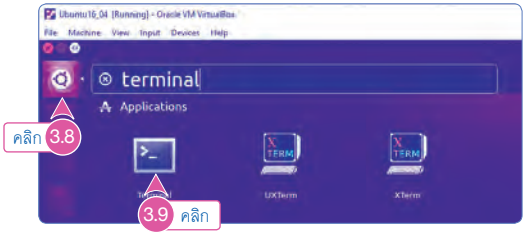
3.8 คลิกปุ่ม แล้วพิมพ์ terminal เพื่อเปิด Terminal

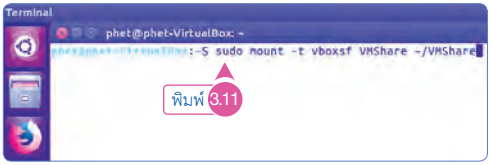
3.9 ดับเบิลคลิกปุ่ม

3.10 พิมพ์ดังนี้ เพื่อสร้างโฟลเดอร์ชื่อ VMShare

```
mkdir /home/phet/VMShare
```

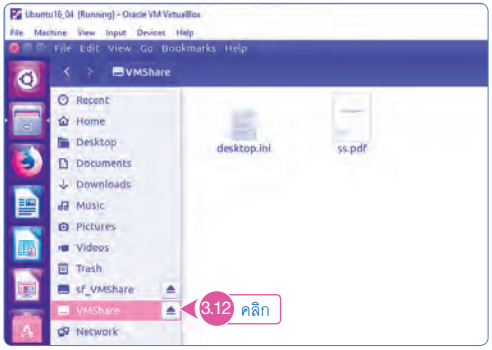






3.11 พิมพ์ดังนี้ เพื่อ Mount หรือเชื่อมระหว่างโฟลเดอร์ vboxsf และ vboxshare

```
sudo mount -t vboxsf VMShare ~/VMShare
```



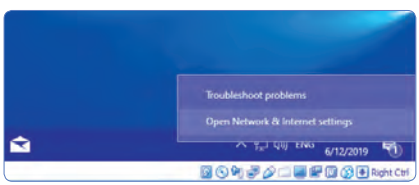
3.12 ที่ Linux VM คลิกปุ่ม แล้วคลิกเลือก VMShare จะปรากฏไฟล์ดังรูป ซึ่งในกรณีนี้คือ ss.pdf ที่ได้จากการแบ่งปันจากเครื่องคอมพิวเตอร์หลักนั่นเอง

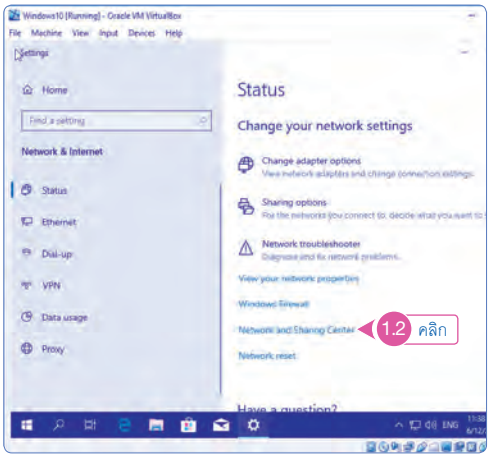
การทดสอบการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่าง Windows VM และ Linux VM

ในส่วนนี้เป็นการทดสอบการเชื่อมต่อระหว่าง Virtual Machine ที่ได้สร้างขึ้น ระหว่าง Windows VM (Windows 10) และ Linux VM (Linux Ubuntu 16) โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ปรับแต่งค่าเครือข่ายบน Windows VM ดังนี้

1.1 ที่ระบบปฏิบัติการเสมือน (Windows VM) ที่มุมล่างขวา คลิกปุ่ม แล้วคลิกเลือก Open Network & Internet settings

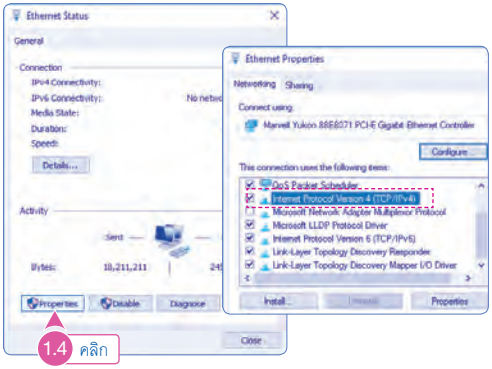




1.2 คลิกเลือก **Network and Sharing Center**

1.3 คลิกเลือก Access type: Internet Connections: Ethernet เพื่อเชื่อมต่อผ่าน Ethernet

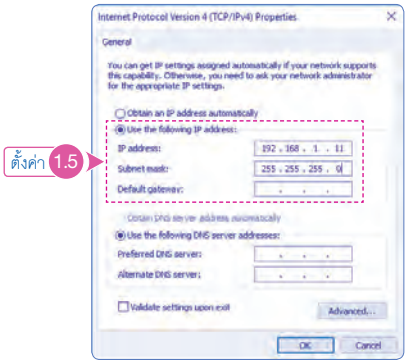
1.4 คลิกปุ่ม Properties แล้วดับเบิลคลิกเลือก Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) หรือ Transmission Control Protocol

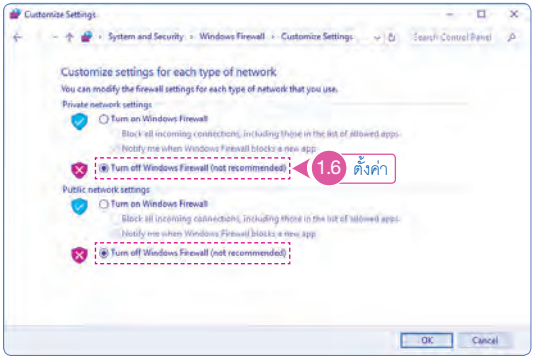


1.5 ปรับแต่งค่าต่างๆ ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK

- IP address = 192.168.1.11
- Subnet mask = 255.255.255.0

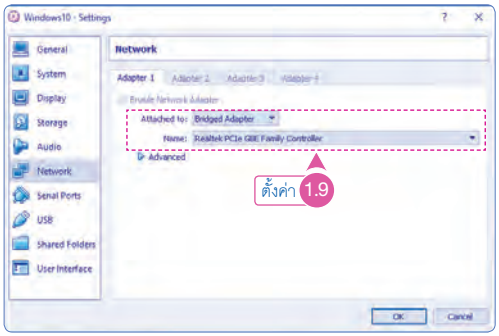
1.6 ที่ Control Panel > System and Security > Windows Firewall > Customize Settings คลิกเลือก Turn off Windows Firewall แล้วคลิกปุ่ม OK เพื่อปิดการทำงานของ Firewall





1.7 ที่มุมล่างขวา คลิกปุ่ม  แล้วคลิกเลือก Connect Network Adapter

1.8 คลิกปุ่ม  แล้วคลิกเลือก Network Settings...



1.9 ที่เมนู Network > Adapter 1 ปรับแต่งค่าต่าง ๆ ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK เพื่อเปิดการทำงานแบบ Bridge หรือผสานระหว่าง Network Adapter

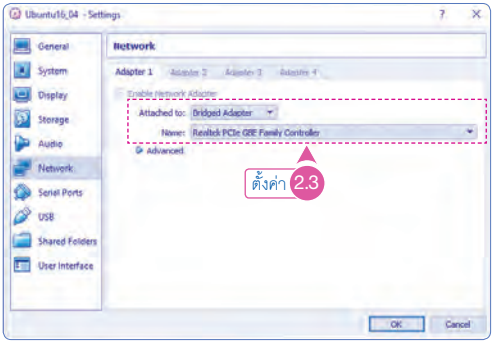
- Attached to = Bridged Adapter
- Name = Realtex PCIe GBE Family Controller

หมายเหตุ ชื่อ Name อาจจะมีการปรับเปลี่ยนไปตามเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้อ่าน

2. ปรับแต่งค่าเครือข่ายบน Linux VM ดังนี้

2.1 ที่มุมล่างขวา คลิกปุ่ม  แล้วคลิกเลือก Connect Network Adapter

2.2 คลิกปุ่ม  แล้วคลิกเลือก Network Settings...



2.3 ที่เมนู Network > Adapter 1 ปรับแต่งค่าต่าง ๆ ดังรูป แล้วคลิกปุ่ม OK เพื่อเปิดการทำงานแบบ Bridge หรือผสานระหว่าง Network Adapter

- Attached to = Bridged Adapter
- Name = Realtex PCIe GBE Family Controller

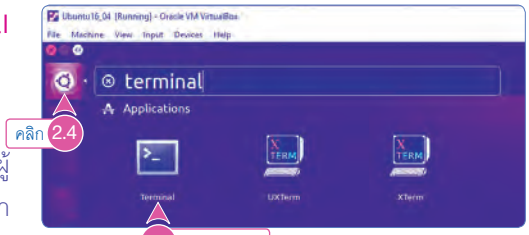
หมายเหตุ ชื่อ Name อาจจะมีการปรับเปลี่ยนไปตามเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้อ่าน

2.4 คลิกปุ่ม  แล้วพิมพ์ **terminal** เพื่อเปิด Terminal

2.5 ดับเบิลคลิกปุ่ม 

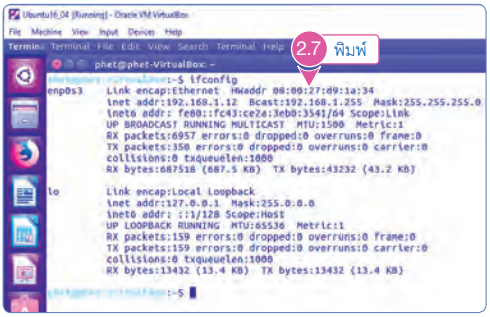
2.6 พิมพ์คำสั่ง แล้วพิมพ์รหัสลับของผู้ดูแลระบบ (root) เพื่อปรับแต่งค่าเครือข่ายผ่าน ifconfig บน Linux Ubuntu

sudo ifconfig enp0s3 192.168.1.12



หมายเหตุ ผู้อ่านสามารถตรวจสอบการ์ดเชื่อมต่อเครือข่าย หรือ **enp0s3** ได้อีกครั้งหนึ่ง เช่น **sudo ifconfig** แล้วจึงปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม

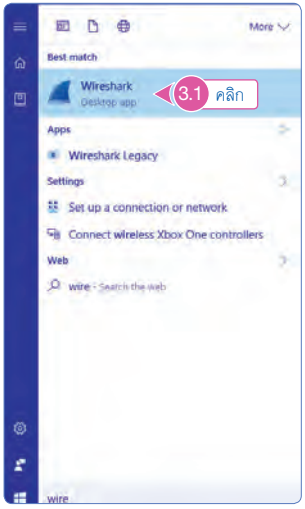
2.7 พิมพ์คำสั่ง เพื่อตรวจสอบค่าเครือข่ายต่างๆ จะปรากฏการปรับแต่งค่าเครือข่าย **ifconfig**

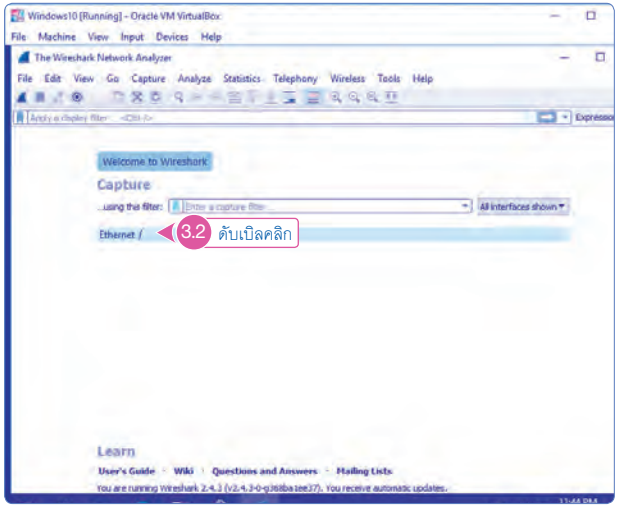


3. ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่าง Windows VM และ Linux VM โดยใช้คำสั่ง ping

3.1 ที่ Start บน Windows VM ให้พิมพ์ **wireshark** แล้วคลิกเลือก 

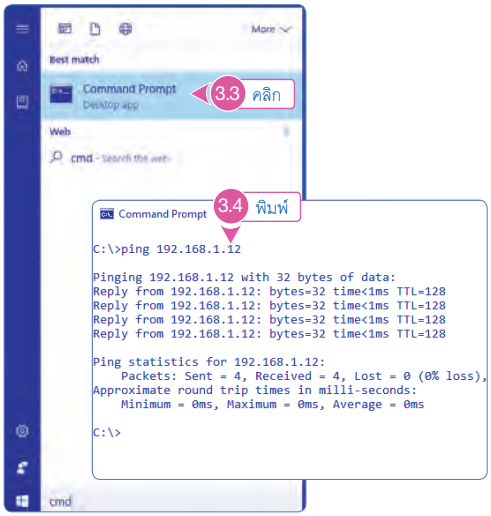
3.2 ดับเบิลคลิกเลือกการ์ดเครือข่าย เช่น Ethernet



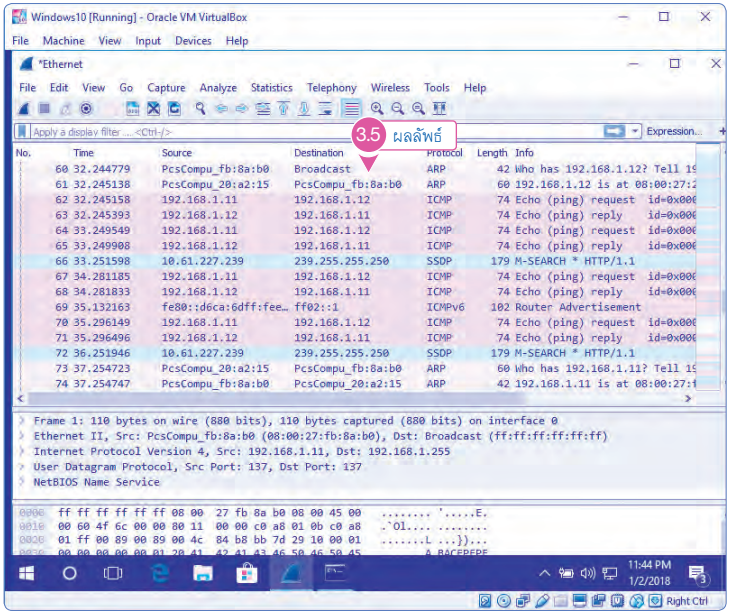


3.3 ที่ Start บน Windows VM ให้พิมพ์ **cmd** แล้วคลิกปุ่ม

3.4 ปรากฏ Command Prompt แล้วพิมพ์คำสั่ง **ping 192.168.1.12** เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่าง Linux VM (192.168.1.11) และ Windows VM (192.168.1.12) จะปรากฏ 0% หรือน้อยว่า 100% loss



3.5 ที่ Wireshark จะปรากฏดังรูป เช่น ICMP (Internet Control Message Protocol) ระหว่าง 192.168.1.11 และ 192.168.1.12

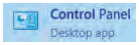


การตรวจสอบข้อมูลสถิติของอุปกรณ์และเครือข่าย

เมื่อผู้อ่านติดตั้งระบบปฏิบัติการรวมถึงทดสอบการดักจับข้อมูลเครือข่ายโดยใช้ Wireshark แล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการตรวจสอบข้อมูลสถิติต่างๆ ของอุปกรณ์และเครือข่าย โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลทั่วไปบน Windows VM

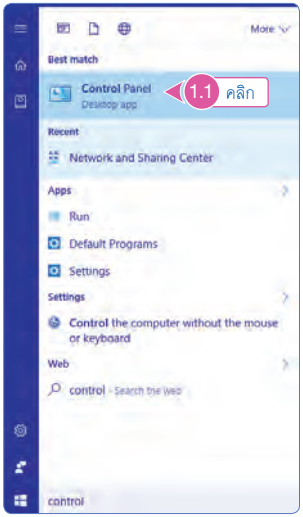
1.1 ที่ Start บน Windows VM ให้พิมพ์ control แล้วคลิกปุ่ม

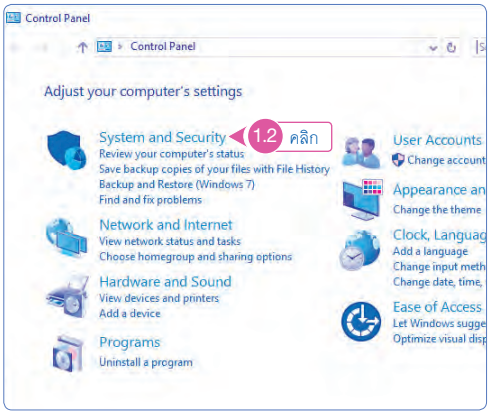


1.2 ปรากฏดังรูป คลิกเลือก

เพื่อตรวจสอบข้อมูลระบบและความมั่นคงปลอดภัย

1.3 ปรากฏดังรูป คลิกเลือก

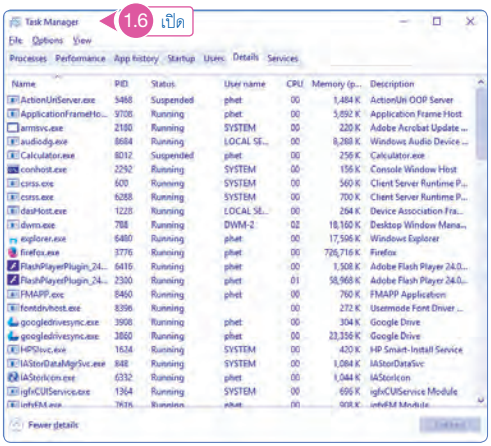


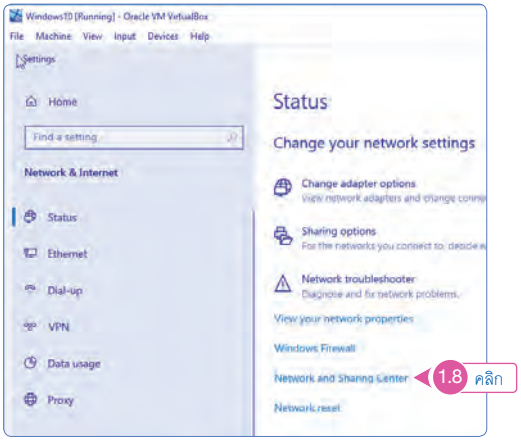


1.4 ปรากฏดังรูป แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการ

1.5 คลิกเลือก Device Manager จะปรากฏดังรูป แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อทั้งหมด

1.6 ที่ Windows VM กดปุ่ม <Ctrl> + <Alt> + <DEL> แล้วคลิกเลือก Start Task Manager เพื่อตรวจสอบ Process การทำงานทั้งหมดภายในเครื่องคอมพิวเตอร์หรือระบบปฏิบัติการ Windows





1.7 ที่ Windows VM ตรงมุมล่างขวา คลิกเลือก  แล้วคลิกเลือก

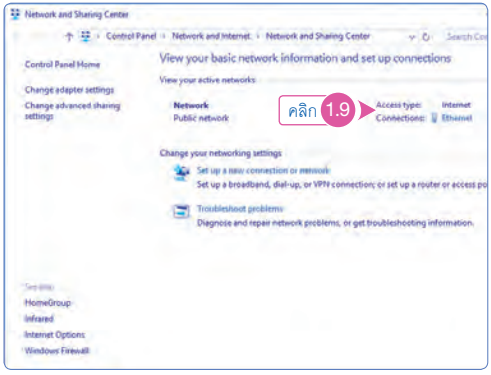
Open Network & Internet settings

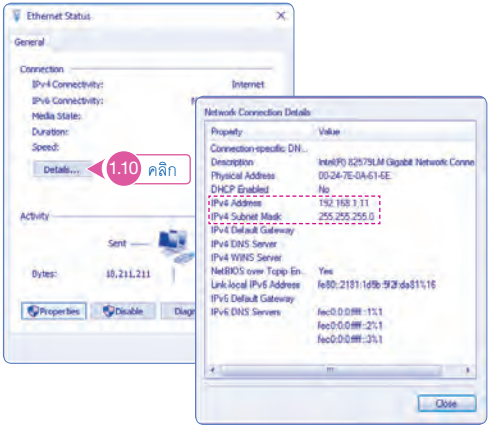
1.8 คลิกเลือก

Network and Sharing Center

1.9 คลิกเลือก Access type: Internet Connections: Ethernet เพื่อเลือกการเชื่อมต่อ Ethernet

1.10 ปรากฏดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Details... แสดงรายละเอียดค่าปรับแต่งต่างๆ เกี่ยวกับเครือข่าย



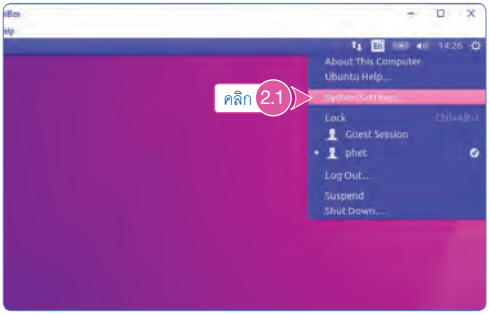


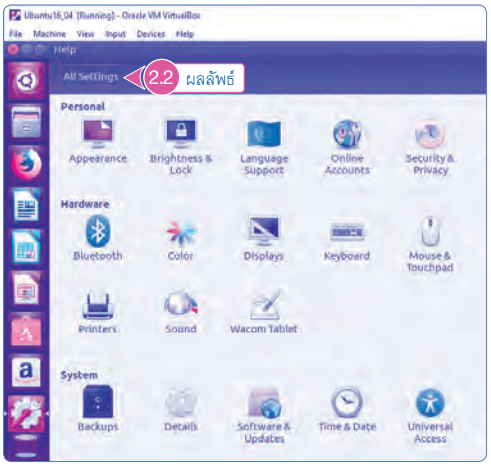
2. ตรวจสอบข้อมูลทั่วไปบน Linux VM

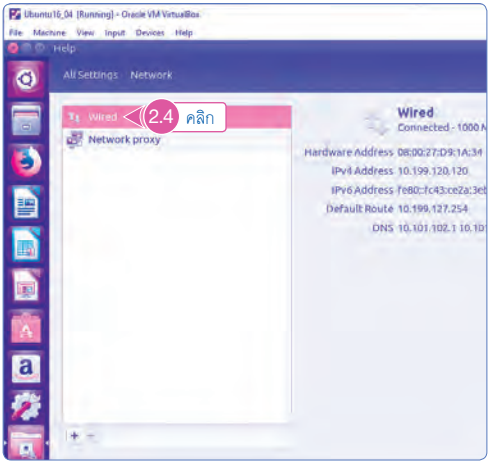
2.1 ที่ Linux VM คลิกปุ่ม System Settings...

2.2 ปรากฏดังรูป

2.3 คลิกเลือก Details จะปรากฏดังรูป แสดงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการ





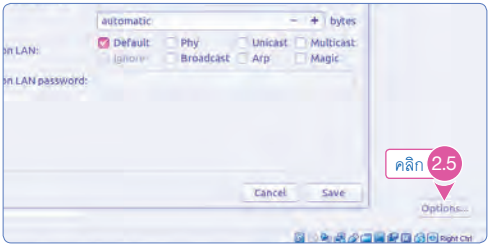


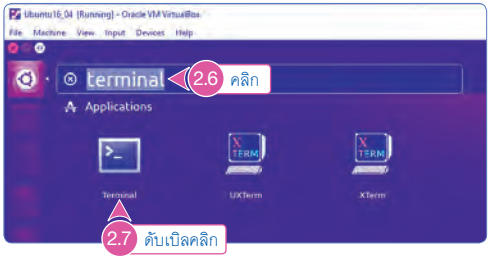
2.4 คลิกปุ่ม Network จะปรากฏดังรูป แสดงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับเครือข่าย

2.5 คลิกปุ่ม Options... จะปรากฏดังรูป

2.6 ที่ Linux VM คลิกปุ่ม แล้วพิมพ์ terminal เพื่อเปิดการใช้งาน Terminal

2.7 ดับเบิลคลิกปุ่ม

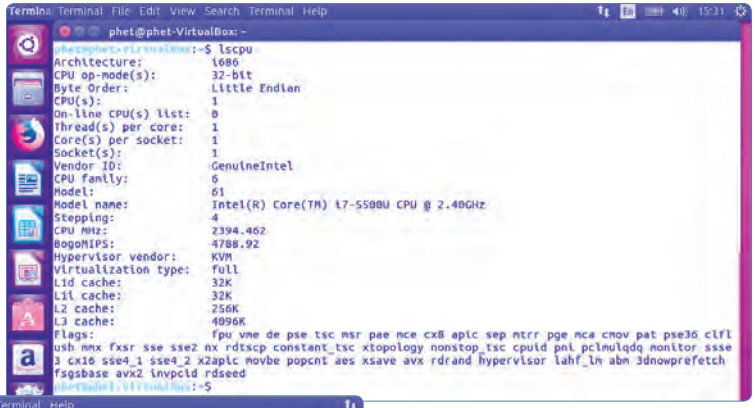




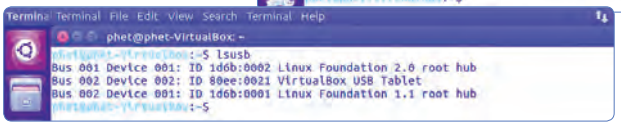
2.8 พิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้ เพื่อแสดงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับ Hardware ของ Linux VM

หมายเหตุ ในกรณีต้องการออกจากคำสั่ง กดปุ่ม < Ctrl + C >

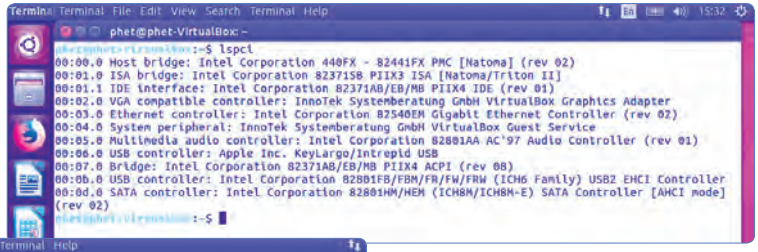
คำสั่ง lscpu



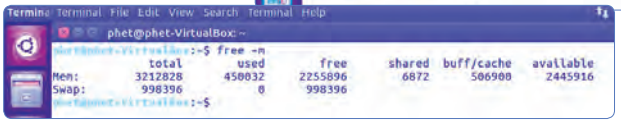
คำสั่ง lsusb



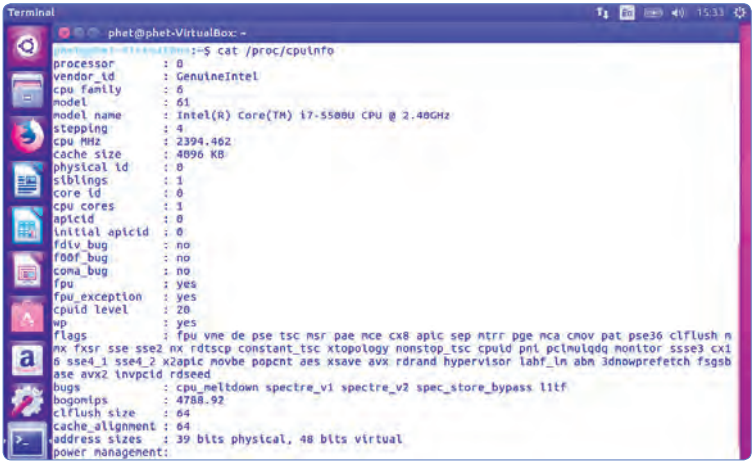
คำสั่ง lspci



คำสั่ง free -m



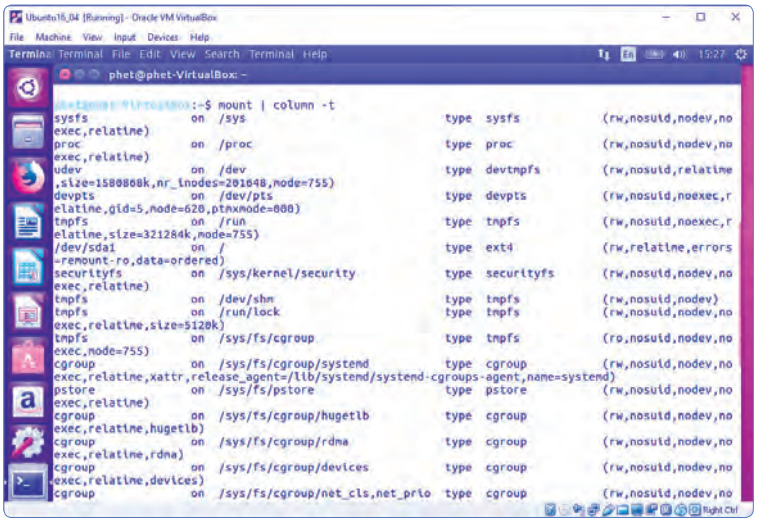
คำสั่ง cat /proc/cpuinfo

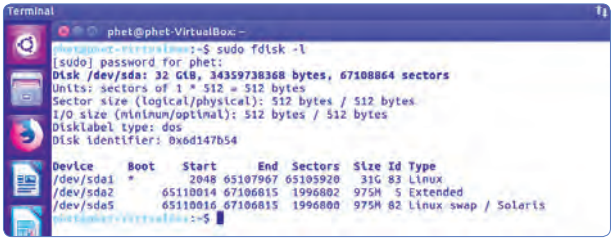


2.9 พิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้ เพื่อแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการไฟล์ (ต่อ)

หมายเหตุ ในกรณีต้องการออกจากคำสั่ง กดปุ่ม <Ctrl + C>

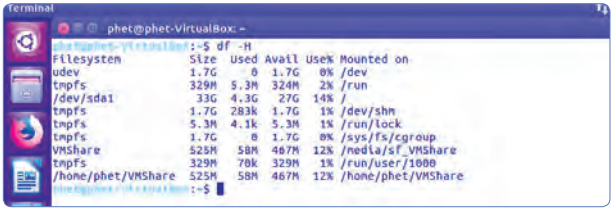
คำสั่ง mount | column -t

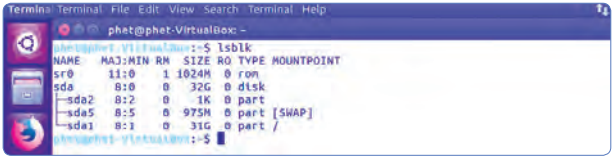




คำสั่ง sudo fdisk -l

คำสั่ง df -H

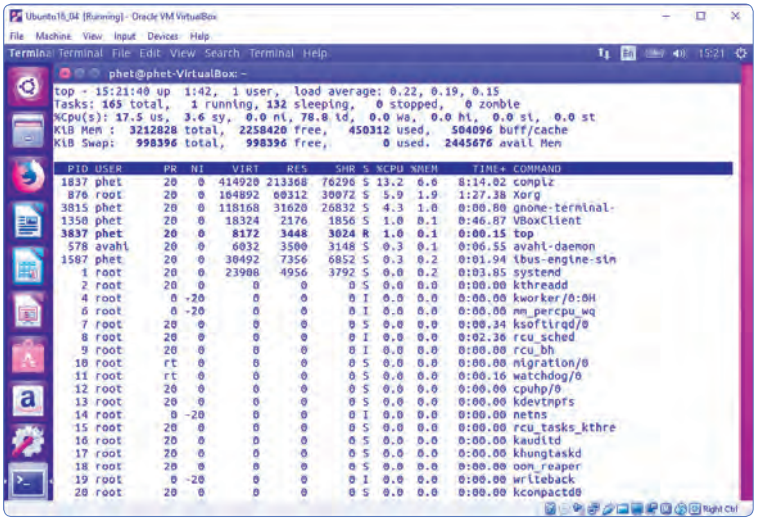




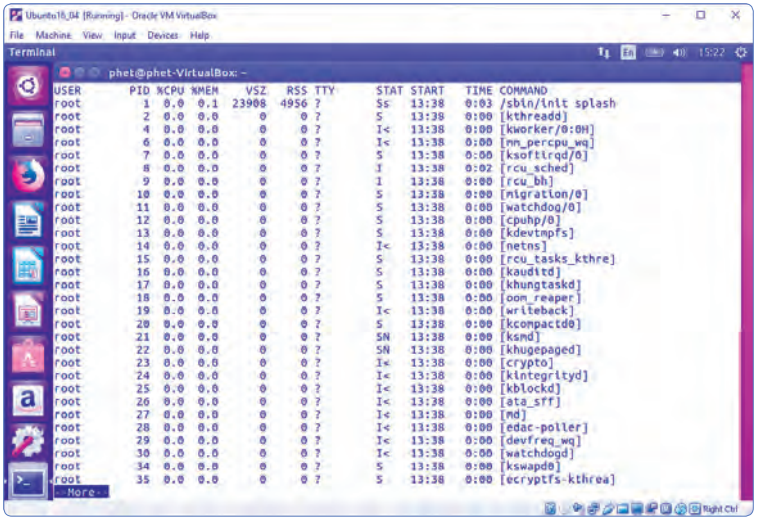
คำสั่ง lsblk

2.10 พิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้เพื่อแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับ Process (ต่อ)

หมายเหตุ ในกรณีต้องการออกจากคำสั่ง กดปุ่ม <Ctrl + C>



คำสั่ง top



คำสั่ง ps -aux | more

สรุปบทเรียน

ในบทเรียนนี้ได้อธิบายถึงการฝึกปฏิบัติการติดตั้ง Virtual Machine โดยเลือกใช้เครื่องมือ Virtual Box นอกจากนั้นยังได้ทดสอบการติดตั้งระบบปฏิบัติการทั้งในส่วนของ Windows 10 และ Linux Ubuntu 16 เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการติดตั้งโปรแกรมอื่นๆ ในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเคลื่อนที่และไร้สายในบทเรียนถัดไปได้ นอกจากนี้ยังฝึกปฏิบัติการทดสอบการเชื่อมต่อกับระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน พร้อมทั้งทดลองดักจับข้อมูลเครือข่ายด้วย Wireshark เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่อแบบมีสาย หรือแลน (Local Area Networks-LAN) ก่อนที่จะปรับแต่งในส่วนของไร้สายหรือแลนไร้สายต่อไป (Wireless Local Area Networks-WLAN) ตามลำดับ

แบบฝึกหัดท้ายบท

- จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หลักและเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน
- จงอธิบายถึงมาตรฐานเครือข่ายไร้สายประเภทต่าง ๆ รวมถึงความแตกต่างระหว่างมาตรฐานที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
- ให้ผู้อ่านเปลี่ยน IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก แล้วจากนั้นตรวจสอบถึง IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนทั้งในส่วนของ Network: NAT และ Bridge และอธิบายถึงความแตกต่าง
- ให้ผู้อ่านทดลองสร้างบัญชีผู้ใช้งานใหม่ เช่น user1 และ user2 บนระบบปฏิบัติการ Windows 10 และ Linux Ubuntu 16
- ให้ผู้อ่านทดลองใช้คำสั่งพื้นฐานในการใช้งานระบบทั้ง Windows 10 และ Linux Ubuntu 16

ภาคผนวก (คำสั่งพื้นฐานของ Linux)

/	เป็น root โฟลเดอร์ เป็นจุดเริ่มต้นของโครงสร้างทั้งหมด
/bin	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บคำสั่งใช้งานทั่วๆ ไปไว้
/lib	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บ run-time library
/etc	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บ config และตารางที่ใช้กำหนดค่าต่างๆ ของระบบ
/dev	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บ device driver
/tmp	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราว และจะถูกลบทุกครั้งที่ปิดเครื่อง
/var	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บบันทึกต่างๆ ของระบบ (System Log) ไว้เพื่อใช้ตรวจสอบ
/home	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บโฟลเดอร์เริ่มต้นของผู้ใช้ต่างๆ ในระบบ
/usr	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและคำสั่งต่างๆ ที่จะต้องใช้ร่วมกันระหว่างผู้ใช้หลายๆ คน
/usr/local	เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บโปรแกรมที่นำมาใส่เพิ่มเติมให้กับระบบ

[http://www.itdestination.com/resources/linux-command/]

File/Directory Basic

ls	List files	แสดงรายชื่อไฟล์และ directory
cp	Copy files	สำเนาไฟล์
mv	Rename files	เปลี่ยนชื่อไฟล์
rm	Delete files	ลบไฟล์
ln	Link files	สร้างไฟล์เชื่อมโยง
cd	Change directory	ย้ายไปยังโฟลเดอร์ที่ต้องการ
pwd	Print current folder name	แสดงชื่อโฟลเดอร์ปัจจุบัน
mkdir	Create directory	สร้างโฟลเดอร์ใหม่
rmdir	Delete directory	ลบโฟลเดอร์ (ที่ว่างเปล่าเท่านั้น)

File Viewing

cat	View files	ดูเนื้อหาของไฟล์ text
less	Page trough files	เลื่อนดูเนื้อหาของไฟล์
head	View file beginning	แสดงส่วนต้นของไฟล์
tail	View files ending	แสดงส่วนท้ายของไฟล์
nl	Number lines	แสดงหมายเลขบรรทัด
od	View binary files	แสดงเนื้อหาในไฟล์ binary

xxd	View binary files	แสดงเนื้อหาในไฟล์ binary
gv	View Postscript/PDF files	แสดงไฟล์แบบ Postscript หรือ PDF
xdvi	View TeX DVI files	แสดงไฟล์รูปแบบ TeX

File Creation and Editing

emacs	Text editor	โปรแกรมแก้ไขข้อความของ GNU
vim	Text editor	โปรแกรมแก้ไขข้อความที่ปรับปรุงจาก vi
umask	Set default file protections	แสดง/กำหนดค่าสำหรับคำนวณค่า permission mode
soffice	Edit Word/Excel/ PowerPoint documents	แก้ไขไฟล์เอกสาร Word/Excel/ PowerPoint
abiword	Edit Word documents	แก้ไขเอกสาร Word
gnumeric	Edit Excel documents	แก้ไขเอกสาร Excel

File Property

stat	Display file attributes	แสดงสถานะ/สถิติ/คุณลักษณะของไฟล์
wc	Count bytes/words/lines	นับจำนวนอักขระ คำ บรรทัด
du	Measure disk usage	แสดงปริมาณการใช้เนื้อที่ directory
file	Identify file types	แสดงชนิดของไฟล์
touch	Change file timestamps	เปลี่ยนค่าเวลาของไฟล์
chown	Change file owner	เปลี่ยนชื่อเจ้าของไฟล์
chgrp	Change file group	เปลี่ยนชื่อกลุ่มเจ้าของไฟล์
chmod	Change file protections	เปลี่ยนระดับการป้องกันไฟล์
chattr	Change advanced file attributes	เปลี่ยนคุณลักษณะของไฟล์ในขั้นสูง
lsattr	List advanced file attributes	แสดงคุณลักษณะของไฟล์ในขั้นสูง

File Location

find	Locate files	ค้นหาตำแหน่งของไฟล์
slocate	Locate files via index	ค้นหาตำแหน่งของไฟล์ด้วยฐานข้อมูลดัชนี
which	Locate commands	ค้นหาคำสั่ง
whereis	Locate standard files	ค้นหาไฟล์มาตรฐาน

File Text Manipulation

grep	Search text for matching lines	ค้นหาข้อความในระดับบรรทัด
cut	Extract columns	คัดแยกคำโดยระบุตำแหน่ง
paste	Append columns	เชื่อมต่อไฟล์ในแนวระนาบ
tr	Translate characters	แปลงข้อความ
sort	Sort lines	จัดเรียงข้อความระดับบรรทัด
uniq	Locate indentical lines	รวมบรรทัดที่เหมือนกัน
tee	Copy stdin to file and to stdout simultaneously	สำเนาข้อความออกทางไฟล์และ stdout พร้อมๆ กัน

File Compression

gzip	Compress files (GNU Zip)	บีบอัดไฟล์ให้เป็น .gz
Compress	Compress files (Unix)	บีบอัดไฟล์แบบมาตรฐาน Unix
bzip2	Compress files (BZip2)	บีบอัดไฟล์ให้เป็น .bz2
zip	Compress files (Windows Zip)	บีบอัดไฟล์สำหรับ WinZip

File Comparison

diff	Compare files line by line	เปรียบเทียบไฟล์ในระดับบรรทัด
comm	Compare sorted files	เปรียบเทียบไฟล์ที่ผ่านการเรียงข้อมูลมาแล้ว
cmp	Compare files byte by byte	เปรียบเทียบไฟล์ระดับ byte
md5sum	Compute Checksums	คำนวณหาค่า md5 ของไฟล์

Disk and File System

df	Show free disk space	รายงานขนาด disk ที่เหลืออยู่
mount	Make a disk accessible	เชื่อมต่ออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ
fsck	Check a disk for errors	ตรวจสอบแก้ไขความผิดพลาดของเนื้อที่ disk
sync	Flush disk caches	เขียนข้อมูลใน Cache กลับคืนสู่ disk

Backup and Remote Storage

mt	Control a type drive	ควบคุมเทป
dump	Back up a disk	สำรองข้อมูลจาก disk
restore	Restore a dump	นำข้อมูลที่สำรองไว้กลับคืนที่เดิม

tar	Read/write type archives	จัดเก็บไฟล์ให้รวมกันไว้ที่เดียว
cdrecord	Burn a CD	เขียนไฟล์ลงสู่แผ่นซีดี
rsync	Mirror a set of files	สำรองข้อมูลระหว่าง Host

Process

ps	List all processes	แสดง process ทั้งหมด
w	List users' processes	แสดงรายชื่อผู้ใช้ที่กำลังใช้งาน process
uptime	View the system load	แสดงปริมาณภาระของระบบ
top	Monitor processes	แสดงข้อมูลเกี่ยวกับ process แบบต่อเนื่อง
xload	Monitor system load	แสดงภาระของระบบในแบบกราฟิก
free	Display free memory	แสดงปริมาณหน่วยความจำประเภทต่าง ๆ ในปัจจุบัน
kill	Terminate processes	ส่งรหัสควบคุมไปยัง process
nice	Set process priorities	ตั้งค่าระดับความสำคัญให้ process
renice	Change process priorities	ปรับระดับความสำคัญของ process

Scheduling Job

sleep	Wait for some time	หน่วงเวลา
watch	Run programs at set intervals	รันโปรแกรมซ้ำในระยะเวลาที่กำหนด
at	Schedule a job	ตั้งเวลาดำเนินการกับกลุ่มคำสั่ง
crontab	Schedule repeated jobs	ตั้งเวลาดำเนินการกับคำสั่งเป็นรอบเวลาที่กำหนด

Host

uname	Print system information	แสดงรายละเอียดของระบบปฏิบัติการ
hostname	Print the system's hostname	แสดง/กำหนดชื่อ Host
ifconfig	Set/display network information	แสดง/กำหนดค่าเกี่ยวกับเครือข่าย
host	Look up DNS	สืบค้นชื่อและ IP Address ของ Host ในระบบ DNS
whois	Lookup domain registrants	สืบค้นข้อมูลการจดทะเบียน Domain
ping	Check if host is reachable	ทดสอบการตอบสนองของ Host ปลายทาง
traceroute	View network path to a host	ตรวจสอบเส้นทางไปสู่ Host ปลายทาง

Networking

ssh	Securely log into remote hosts	เข้าสู่ Host จากระยะไกล (มีการเข้ารหัสข้อมูล)
telnet	Log into remote hosts	เข้าสู่ Host จากระยะไกล (ไม่มีการเข้ารหัส)
scp	Securely copy files between hosts	สำเนาไฟล์ระหว่าง Host (มีการเข้ารหัสข้อมูล)
stfp	Securely copy files between hosts	บริการโอนถ่ายไฟล์ระหว่าง Host (มีการเข้ารหัสข้อมูล)
ftp	Copy files between hosts	บริการโอนถ่ายไฟล์ระหว่าง Host (ไม่มีการเข้ารหัสข้อมูล)
evolution	GUI email client	โปรแกรมใช้งาน email แบบกราฟิก
mutt	Text-based email client	โปรแกรมใช้งาน email แบบ text
mail	Minimal email client	คำสั่งรับ/ส่ง email ขนาดเล็กมาก
mozilla	Web browser	โปรแกรม Web Browser แบบกราฟิก
lynx	Text-only web browser	โปรแกรม Web Browser แบบ text
wget	Retrieve web pages to disk	ดาวน์โหลดข้อมูล Web มาสู่ disk
slrn	Read Usenet news	อ่านข่าวใน usenet
gaim	Instant messaging/IRC	โปรแกรมรับ/ส่งข้อความ
talk	Linux/Unix chat	คำสั่งรับ/ส่งข้อความโต้ตอบ
write	Send messages to a termainal	คำสั่งส่งข้อความไปยังจอภาพอื่น
mesg	Prohibit talk/write	เปิด/ปิดการรับข้อความจากคำสั่ง write

ปฏิบัติการที่ 02

เทคโนโลยี Wireless Local Area Networks (WLAN)

หลังจากที่ผู้อ่านได้ฝึกทดสอบติดตั้งระบบปฏิบัติการเบื้องต้นทั้ง Windows และ Linux แล้ว ในบทเรียนนี้จะแนะนำผู้อ่านเพื่อเข้าสู่การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายเฉพาะที่ หรือแลนไร้สาย หรือ Wireless Local Area Networks (WLAN) โดยเน้นที่การเชื่อมต่อและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไร้สาย 2 จุด

โดยใช้ Wireless Network Interface Card (WNIC) ซึ่งจะมีการทำงานแยกตามโครงสร้าง WLAN คือ Ad Hoc และ Infrastructure นอกจากนี้ยังมีการฝึกทดสอบส่งข้อมูลและดักจับข้อมูลเครือข่ายไร้สายด้วย Microsoft Network Monitor (MNM) และ Wireshark อีกด้วย

ไฟล์หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในปฏิบัติการนี้ (32 bits)

1. ไฟล์ติดตั้ง Traffic Generator เช่น **iperf-3.1.3-win32.zip**
2. ไฟล์ติดตั้ง Packet Sniffer เช่น **Wireshark-win32-2.2.2.exe**
3. ไฟล์ติดตั้ง Wi-Fi Scanner เช่น **Acrylic_WiFi_Home_v3.1.6117.24454-Setup.exe**
4. Wireless LAN Adapter จำนวน 2 ชิ้น เช่น TP-LINK 300Mbps Wireless N USB Adapter TL-WN821N (รุ่น 4.2)
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows พร้อม Web Browser จำนวน 2 เครื่อง

เทคโนโลยี Wi-Fi

Wi-Fi หรือที่เรียกชื่อเต็มว่า Wireless Fidelity โดยคำว่า Wi-Fi แท้จริงแล้วเป็นชื่อเรียกของหน่วยงานหรือองค์กรที่ไม่มุ่งแสวงหาผลกำไร โดยจุดประสงค์ขององค์กรนี้ก็มีไว้เพื่อการทดสอบความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ Wi-Fi อ้างอิงตามมาตรฐาน IEEE 802.11 โดยผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ผ่านการทดสอบการทำงานร่วมกันแล้ว ผู้ผลิตก็สามารถที่จะใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานทางการค้า (Trade Mark-TM) ได้ โดยมีข้อสังเกตที่สำคัญ คือ Fidelity หมายความว่าความเข้ากันได้ระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่ถูกผลิตมาจากผู้ผลิตที่มีความหลากหลายนั่นเอง

โดยส่วนใหญ่แล้วเทคโนโลยี เครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะที่ หรือ แลนไร้สาย หรือ Wireless Local Area Networks (WLAN) นั้นจะอ้างอิงตามมาตรฐาน IEEE 802.11 เช่นกัน และถึงแม้ว่าจะมีเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น HiperLAN ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศทางฝั่งทวีปยุโรปในอดีต แต่ไม่เป็นที่นิยมใน

ทุกภาคส่วน อีกทั้งยังไม่สามารถแข่งขันกับแลนไร้สายได้ทั้งการตลาด, จำนวนหรือปริมาณที่ผลิต และการจำหน่ายในทั่วทุกประเทศ เป็นต้น

มาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐานเดิมของ IEEE 802.11 สนับสนุนความสามารถในการส่งข้อมูลที่ 1 Mbps และ 2 Mbps ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาปรับปรุงจนกระทั่งมีส่วนขยายเพิ่มเติมของมาตรฐานนี้ออกมามากมาย โดยที่สนับสนุนความสามารถในการส่งข้อมูลที่สูงขึ้นตามลำดับ เช่น 11 Mbps (IEEE 802.11b), 54 Mbps (IEEE 802.11a/g) และมากกว่า 100 Mbps (IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac และ IEEE 802.11ax) เป็นต้น

นอกจากนี้ในส่วนของช่องความถี่ที่ใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11 จะอยู่ในช่วง 2.4 GHz อีกทั้งยังมีช่วงความถี่อีกช่วงหนึ่งคือ 5 GHz และยังรวมไปถึงในระยะแรกของการใช้มาตรฐานนี้มีการใช้งานช่วงความถี่ 915 MHz อีกด้วย ซึ่งโดยรวมแล้วเรียกช่วงความถี่เหล่านี้ว่า ความถี่สาธารณะ หรือ ISM (Industrial, Scientific, Medical)

ข้อสังเกต

ถึงแม้ว่าตามมาตรฐาน IEEE 802.11 และส่วนขยายได้กำหนดความสามารถในการส่งข้อมูลสูงสุดไว้ แต่ที่กำหนดขึ้นนั้นเป็นในทางทฤษฎีเท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติการส่งข้อมูลที่ได้จริงจะมีค่าน้อยกว่ามาก

เนื่องด้วยจากตัวแปรที่มีผลกระทบหลายประเภท เช่น การเข้าใช้สัญญาณร่วมกันของเครื่องลูกข่าย (Mobile Node–MN) หรือคุณภาพของสื่อสัญญาณ เป็นต้น อีกทั้งเนื่องจากเครือข่ายไร้สายเป็นการใช้งานแบบร่วมกันโดยใช้สื่อสัญญาณเดียวกัน ดังนั้น ความสามารถในการส่งข้อมูลสุทธิที่ได้สำหรับเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องจะเป็นการแบ่งกัน (Share) จากสื่อ (Media) หรือชั้นบรรยากาศเดียวกัน

ข้อสังเกต

ISM (Industrial, Scientific and Medical) หรือความถี่สาธารณะ คือ ช่วงความถี่ที่ได้รับการจองไว้ สำหรับการใช้งานของภาคอุตสาหกรรม, การทดลองทางวิทยาศาสตร์และทางการแพทย์ โดยไม่ได้มุ่งแสวงหากำไร หรือเพื่อใช้งานทางด้านการติดต่อสื่อสารที่มีใช้ในทุกๆ ประเทศ

ซึ่งช่วงความถี่นี้ได้ถูกกำหนดโดยหน่วยงานสากล FCC (Federal Communication Corporation) ดังนั้น จึงได้รับการงดเว้นในการร้องขอสัมปทานกับทางรัฐบาล และสามารถใช้งานได้ทันที โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อเพิ่มความสะดวกในการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายนั่นเอง

อย่างไรก็ตามการออกแบบระบบเครือข่ายไร้สายเพื่อเชื่อมต่อระหว่างกันนั้น จะต้องคำนึงถึงการแทรกสอดหรือแทรกซ้อน (Interference) ของช่วงความถี่ของอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายรอบข้างที่มีการใช้งานพร้อมกันอีกด้วย ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่อาจจะมีการใช้งานช่วงความถี่เดียวกันอ้างอิงตาม ISM ซึ่งแบ่งออกได้ 3 ช่วงดังต่อไปนี้

- ช่วงความถี่ 902 MHz (902 MHz ถึง 928 MHz) มีช่วงกว้าง 26 MHz
- ช่วงความถี่ 2.4 GHz (2.4000 GHz ถึง 2.4835 GHz) มีช่วงกว้าง 83.5 MHz
- ช่วงความถี่ 5.7 GHz (5.725 GHz ถึง 5.850 GHz) มีช่วงกว้าง 125 MHz

หมายเหตุ ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 สนับสนุนการทำงานในรูปแบบของการแบ่งระดับความสำคัญอีกด้วย เช่น ข้อมูลที่อ้างอิงกับเวลา และข้อมูลทั่วไป อีกทั้งยังสนับสนุนการจัดการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ เช่น การอนุญาตให้อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายสามารถเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในช่วงของการที่ไม่ทำงาน (Doze Off) เป็นระยะๆ หรือการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะหลับ (Sleep Mode) นอกจากนี้ในส่วนของการทำงานของมาตรฐาน IEEE 802.11 ยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

- **Ad Hoc:** เป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย โดยที่จะสามารถติดต่อกันได้โดยตรง ไม่มีความจำเป็นต้องมีตัวจัดการ หรือตัวกลาง (Coordinator) และโดยปกติแล้วตัวกลางนี้จะเป็น Access Point (AP)
- **Infrastructure:** มีความจำเป็นต้องมีตัวกลาง (หรือ AP) เพื่อใช้การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเข้าด้วยกัน โดยที่การส่งข้อมูลนั้นจะต้องมีการส่งผ่านตัวกลางเสมอ

WLAN Physical Layer

แลนไร้สายอ้างอิงตามมาตรฐาน IEEE 802.11 มีหลักการออกแบบโดยที่แบ่งออกเป็น 6 ช่วงเวลา ดังนี้คือ

- **ช่วงแรก:** เกิดขึ้นในราวปี ค.ศ. 1997 (มาตรฐาน IEEE 802.11) โดยระยะนี้เป็นการออกแบบมาตรฐานเครือข่ายไร้สายโดยภาพรวม ซึ่งจะมุ่งเน้นไปยังการอธิบายคุณลักษณะด้านกายภาพ (Physical) และ Datalink Layer โดยมีความถี่ที่ใช้งานอยู่ในช่วง 2.4 GHz และช่วง Infrared ที่มีความยาวคลื่น 850 ถึง 900 Nanometer ซึ่งสนับสนุนความสามารถในการส่งข้อมูลที่ 1 Mbps และ 2 Mbps

  อีกทั้งยังสนับสนุน Modulation ของสัญญาณ 2 รูปแบบ คือ การกระจายสเปกตรัมแบบลำดับตรง (Direct Sequence Spread Spectrum-DSSS) และการกระจายสเปกตรัมแบบกระโดดข้ามความถี่ (Frequency Hopping Spread Spectrum-FHSS)
- **ช่วงที่สองและสาม:** เกิดขึ้นในราวปี ค.ศ. 1999 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE 802.11 และยังแบ่งส่วนขยายย่อยออกเป็น 2 ส่วน คือ
  - มาตรฐาน IEEE 802.11a-1999: ใช้ช่วงความถี่ 5 GHz สามารถส่งข้อมูลได้สูงสุดที่ 54 Mbps โดยใช้ช่องสัญญาณ (Bandwidth) ขนาด 20 MHz อย่างไรก็ตามจะมีความสามารถในการส่งข้อมูลเมื่อมีการใช้งานจริงโดยเฉลี่ยที่ 22 Mbps ถึง 25 Mbps โดยสนับสนุน Modulation ของสัญญาณในรูปแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
  - มาตรฐาน IEEE 802.11b-1999: ใช้ช่วงความถี่ 2.4 GHz สามารถส่งข้อมูลได้สูงสุดที่ 11 Mbps โดยใช้ Bandwidth ขนาด 20 MHz ทั้งนี้ส่วนขยาย .11b มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนความสามารถในการส่งข้อมูลลงมาที่ 5.5 Mbps, 2 Mbps และ 1 Mbps ตามลำดับ โดยมีจุดประสงค์เพื่อรองรับและสนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.11 เดิม และสนับสนุน Modulation ของสัญญาณในรูปแบบ DSSS

- **ช่วงที่สี่:** เกิดขึ้นในราวปี ค.ศ. 2003 โดยมีการพัฒนาส่วนขยายเพิ่มเติม ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลได้สูงสุดที่ 54 Mbps โดยใช้ Bandwidth ขนาด 20 MHz ซึ่งส่วนขยายนี้ถูกเรียกว่า IEEE 802.11g-2003 ที่จะใช้ความถี่ในช่วง 2.4 GHz และสนับสนุน Modulation ของสัญญาณในรูปแบบ OFDM

  โดยมีข้อสังเกตที่สำคัญคือ IEEE 802.11g มีความสามารถในการส่งข้อมูลเทียบเท่ากับส่วนขยาย IEEE 802.11a แต่สิ่งที่แตกต่างกันที่สำคัญก็คือการใช้ช่วงความถี่ที่ 2.4 GHz ทั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดความซับซ้อนในการผลิตอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย โดยมีความพยายามที่จะใช้งานช่วงความถี่เดียวนั่นเอง

- **ช่วงที่ห้า:** เกิดขึ้นในราวปี ค.ศ. 2009 โดยส่วนขยายนี้ถูกเรียกว่า IEEE 802.11n ซึ่งเป็นการพัฒนาแลนไร้สาย โดยรวมเอาความสามารถต่าง ๆ ในการส่งข้อมูลแบบหลายเส้นทาง (Multiple Input Multiple Output-MIMO) เช่น มีการใช้งานเสาส่งและเสารับมากกว่า 1 ต้นเข้ามาช่วยในการส่ง/รับสัญญาณ อีกทั้งยังมีการปรับ Bandwidth ของช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นเป็น 40 MHz ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลได้สูงสุดมากกว่า 100 Mbps โดยยังคง Modulation ของสัญญาณในรูปแบบ OFDM

- **ช่วงที่หก:** เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 2011 ถึง 2019 โดยเป็นการพัฒนาขีดความสามารถของ 802.11n ให้สามารถรับ/ส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง แต่ยังอ้างอิง Modulation ของสัญญาณในรูปแบบ OFDM แต่ใช้ช่องสัญญาณ 80 MHz ที่ความถี่ 5 GHz โดยสามารถส่งข้อมูลได้สูงสุดมากกว่า 1 Gbps โดยเรียกส่วนขยายนี้ว่า IEEE 802.11ac

  นอกจากนี้ยังมีส่วนขยายเพิ่มเติม IEEE 802.11ax ที่สนับสนุนการส่งข้อมูลได้มากกว่า 2 Gbps อีกด้วย ซึ่งผนวกการทำงานของการใช้งานหลายผู้ใช้ร่วมกันของการส่งแบบหลายเสาส่ง (Multi-User Multiple-input and Multiple-Output-MU-MIMO) และการประยุกต์ใช้เทคนิคการใช้สัญญาณซ้ำเชิงพื้นที่ (Spatial Frequency Reuse-SFR)

ข้อสังเกต

Wi-Fi 4/5/6 เป็นชื่อเรียกเทียบเคียงมาตรฐาน IEEE 802.11n/ac/ax โดยมีประสิทธิภาพการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น ความสามารถในการส่งข้อมูลของ Wi-Fi 4/5/6 ขั้นพื้นฐาน คือ 150, 433, 846 Mbps และ 0.45, 1.27, 2.54 Gbps เมื่อมีการสนับสนุนการส่งแบบหลายผู้ใช้งานและหลายเสาส่ง (MU-MIMO)

หมายเหตุ Wi-Fi 1/2/3 ยังสามารถอ้างอิงได้กับมาตรฐาน IEEE 802.11b/a/g อีกด้วย

ในการเชื่อมต่อเพื่อขอเข้าใช้งานแลนไร้สายนั้น เครื่องลูกข่ายจะต้อง**ร้องขอการเชื่อมต่อ (Associate)** โดยเริ่มจากค้นหาช่องสัญญาณว่าง (Scan) โดยตรวจสอบหรือดักฟังข้อมูลจาก AP (หรือที่เรียกว่า **Beacon Frame**) ที่จะบรรจุชื่อของ AP ในแต่ละ Frame และโดยปกติแล้วก็คือ **Service Set Identifier (SSID)** และ MAC (Media Access Control) Address หลังจากนั้นเครื่องลูกข่ายก็จะเข้าสู่กระบวนการเลือก AP ที่ต้องการเชื่อมต่อ แล้วจึงตรวจสอบการขออนุญาตเข้าใช้งานเครือข่ายไร้สาย

โดยหลังจากที่ได้รับการอนุญาตให้เข้าใช้เครือข่ายไร้สายแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การร้องขอ IP Address ซึ่งโดยปกติแล้วก็จะได้รับผ่านทาง DHCP (Dynamic Host Control Protocol) โดยมีการตรวจสอบหรือค้นหาช่องสัญญาณว่างเพื่อจะขอเข้าใช้เครือข่ายไร้สายซึ่งสามารถกระทำได้ 2 รูปแบบคือ 1) แบบตั้งรับ (Passive Scanning) หรือการรอ Beacon Frame แล้วจึงส่งคำร้องขอเชื่อมต่อ และ 2) แบบรุก (Active Scanning) หรือสามารถส่งคำร้องขอไปทันทีเมื่อมีการเข้าสู่เครือข่าย

ข้อสังเกต

Beacon Frame คือ Frame ข้อมูลสำหรับการจัดการ (Management) หรือการทำงานสำหรับมาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งโดยปกติแล้วในแต่ละ Beacon Frame จะบรรจุข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายไร้สายนั้นๆ ไว้ โดยที่ Beacon Frame จะถูกส่งออกไปเป็นระยะๆ โดยจะเป็นการส่งออกจากอุปกรณ์ AP ที่มีการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายเพื่อเป็นการระบุถึงการมีอยู่ของเครือข่ายไร้สายนั้นๆ นั่นเอง

WLAN Architecture

เมื่อพิจารณาถึงสถาปัตยกรรมของแลนไร้สายโดยปกติแล้ว ในแต่ละ **Cell** หรือพื้นที่ที่ให้บริการจะถูกเรียกว่า **BSA** (Basic Service Area) ซึ่งในแต่ละพื้นที่นั้นๆ จะประกอบไปด้วย AP ที่อาจจะมีมากกว่าหนึ่งตัวก็ได้ โดยกลุ่มของเครื่องลูกข่าย (Station) ที่เชื่อมต่อกับ AP จะถูกเรียกว่า BSS (Basic Service Set) ซึ่งในแต่ละ **BSS** นั้นจะสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกผ่านทางเครือข่ายหลัก (Backbone) หรือ **DS** (Distribution System)

โดยจะเป็นการเชื่อมต่อแบบมีสายจากอุปกรณ์ AP เป็นต้น นอกจากนี้ในการรวมกลุ่มของ BSS เป็นจำนวนหลายกลุ่มเมื่อสังเกตจากภายนอกเครือข่ายแล้วก็จะเป็นเสมือนเป็นเพียง BSS เดียว ลักษณะนี้จะถูกเรียกว่า **ESS** (Extended Service Set) โดยที่การรวมกลุ่มของ BSS นั้นมีเหตุผลหลายประการ เช่น เพื่อเพิ่มความมั่นคงปลอดภัย หรือการที่ใช้ BSS หลายส่วนเพื่อเป็น BSS สำรอง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบ หรือแม้แต่เพื่อเพิ่มพื้นที่ความครอบคลุมของสัญญาณ เป็นต้น

หมายเหตุ การเชื่อมต่อ WLAN โดยทั่วไปจะมีลักษณะ Infrastructure อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ยังสนับสนุนการเชื่อมต่อรูปแบบ **Ad Hoc** อีกด้วย ซึ่งในกรณีนี้จะเรียกกลุ่มเครื่องลูกข่ายที่มีการเชื่อมต่อแบบ Ad Hoc ว่า **IBSS** (Independent Basic Service Set) โดยที่เครื่องลูกข่ายในกลุ่มนี้จะสามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้โดยอิสระ หรือโดยที่ไม่มีตัวกลาง อย่างไรก็ตามในกรณีที่เครื่องลูกข่ายภายในเครือข่าย Ad Hoc ต้องการเชื่อมต่อไปยังภายนอก เครื่องลูกข่ายก็จะสามารถเชื่อมต่อผ่านทางเครื่องลูกข่ายที่มีการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure ได้เช่นเดียวกัน หรือที่เรียกว่า กระบวนการส่งต่อ (Relay) นั่นเอง

ข้อสังเกต

ปัญหาสำคัญที่จะเกิดขึ้นบ่อยครั้งในการส่งข้อมูลในเครือข่ายไร้สายก็คือ ปัญหาของการตรวจสอบการมีอยู่ของสัญญาณ และอีกปัญหาหนึ่งที่สำคัญก็คือ ปัญหาการซ่อนเร้นของสถานี (หรือในกรณีที่สัญญาณที่เครื่องลูกข่ายที่ไม่สามารถตรวจสอบได้) หรือ **Hidden Terminal Problem** เช่น A สามารถตรวจสอบการส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย เช่น B (หรืออีกนัยหนึ่งคือได้ยิน B) แต่ไม่สามารถตรวจสอบการส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่ายอื่นๆ เช่น C ได้

ทั้งนี้เครื่องลูกข่าย C อาจจะกำลังเริ่มส่งข้อมูลในขณะเดียวกันกับที่เครื่องลูกข่าย A อยู่ในระหว่างการส่งข้อมูล หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า A และ C ไม่สามารถตรวจสอบสัญญาณของกันและกันได้ว่ามีการส่งข้อมูลเกิดขึ้น ดังนั้น วิธีหนึ่งที่ใช้ลดปัญหาก็คือ จะต้องทำให้เครื่องลูกข่าย B หรือผู้รับเป็นผู้บอก หรือแจ้ง หรือกระจายข่าวให้กับผู้ส่งอื่นๆ ที่จะส่งสัญญาณว่ามีการส่ง-รับข้อมูล ณ เวลานั้นๆ อยู่ โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการชนกันของข้อมูลนั่นเอง (Collision)

สำหรับวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาการซ่อนเร้นของสถานีภายในเครือข่ายไร้สายก็คือ เทคนิคการส่งข้อมูลแบบ 4 ทิศทางหรือ **4-Ways Handshake** โดยมีตัวอย่างดังนี้

เมื่อเริ่มการติดต่อ เครื่องลูกข่ายจะส่งคำร้องขอการส่งข้อมูลยังไปยัง AP ซึ่งคำร้องขอนี้จะถูกเรียกว่า **RTS (Ready To Send)** จากนั้น AP หรือผู้รับจะส่งสัญญาณ **CTS (Clear To Send)** กลับไปยังผู้ส่งคำร้องขอ และในขณะเดียวกันสัญญาณนี้จะถูกส่งออกไปรอบทิศทาง ซึ่งในกรณีที่มีผู้ที่ต้องการเตรียมการส่งคำร้องขอส่งข้อมูลใหม่ ที่ไม่ใช่ผู้ร้องขอการขอส่งข้อมูลในครั้งแรกนั้น

ผู้ใช้นั้นๆ จะหยุดการส่งคำร้องในการขอส่งข้อมูล และหลังจากที่ผู้ส่งคำร้องขอในครั้งแรกที่ได้รับสัญญาณ CTS เริ่มส่งข้อมูล (Data) รวมไปถึงรอจนกระทั่งมีการตอบรับว่าการส่งข้อมูลในครั้งนั้นๆ ว่าประสบผลสำเร็จหรือไม่ เพื่อเป็นการยืนยันการส่ง ซึ่ง Frame ตอบรับนั้นจะถูกเรียกว่า **ACK (Acknowledgement)** และหลังจากผู้ส่งที่ได้รับ ACK แล้ว ก็จะถือว่าเป็นการสิ้นสุดการร้องขอและส่งข้อมูลของผู้ใช้นั้นๆ และหลังจากนี้ผู้ใช้อื่นๆ จึงจะสามารถที่จะร้องขอเพื่อส่งข้อมูลอื่นๆ ได้ต่อไป

WLAN Datalink Layer

ในชั้น Datalink จะประกอบไปด้วยชั้นย่อย **LLC (Logical Link Control)** และชั้นย่อย **MAC (Media Access Control)**

- **LLC:** จะทำหน้าที่จัดการควบคุมของการไหลของข้อมูล การตอบรับเมื่อการส่งข้อมูลประสบความสำเร็จ (Acknowledgment) และการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดในการส่งข้อมูล (Error Notification)
- **MAC:** จะอธิบายถึงคุณลักษณะการเข้าใช้งานร่วมกันของเครือข่ายไร้สาย โดยที่เทคนิคการเข้าใช้งานร่วมที่ใช้สำหรับมาตรฐาน IEEE 802.11 ก็คือ **CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)** โดยมีลักษณะการเข้าใช้งานร่วมกันกล่าวคือ การเข้าใช้งานโดยมีความพยายามที่จะหลีกเลี่ยงการชนกันของข้อมูล หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ จะต้องหยุดฟังว่ามีผู้ใช้งานเครือข่ายอื่นๆ อยู่หรือไม่ (Carrier Sense) ก่อนที่จะตัดสินใจเพื่อที่จะจัดส่งข้อมูลต่อไป