



คู่มือเรียนและใช้งาน

# Mobile & Wireless

Networks Lab with IoT ฉบับสมบูรณ์

เนื้อหาครอบคลุม

มีกรณีศึกษา

เหมาะสำหรับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคสอนทั้งที่ใช้ Virtual Machine, Simulator และอุปกรณ์จริง

นิสิต นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ และผู้ที่สนใจใช้งาน



ห้องสมุดเทวศร์



401016556

ผู้ประพันธ์: สุทธิพันธ์ สุทธิพันธ์ และคณะ: บรรณาธิการ: สุทธิพันธ์ สุทธิพันธ์ และคณะ

## คำนำ



การจัดทำหนังสือเล่มนี้เต็มมีจุดประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนด้าน Mobile and Wireless Technology และ Internet of Things โดยมุ่งเน้นไปยังการฝึกปฏิบัติการจริง ซึ่งทำให้นักศึกษามีความเข้าใจและมองเห็นภาพและตัวอย่างในการประยุกต์ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายเคลื่อนที่และไร้สาย รวมถึงการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยขั้นสูง อย่างไรก็ตามผู้เขียนได้ปรับแต่งเนื้อหาให้มีความหลากหลายและครอบคลุมเหมาะสมกับผู้อ่านทั่วไปอีกด้วย การปฏิบัติการจะมีการใช้งานอุปกรณ์จริง และโปรแกรมต่างๆ ที่ทำได้ตามท้องตลาด ทั้งในด้านการเปิดเผย (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 ไปด้วย (ผู้อ่านควรพึงระวังในการฝึกปฏิบัติการ โดยทดสอบกับระบบปิดเท่านั้น) บทปฏิบัติการเหล่านี้สามารถทดสอบได้จริงด้วยตัวเอง โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Windows และ Linux

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

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ Raj Jain, โกสินทร์ จ่านงไทย, ชิตชนก เหลือสินทรัพย์, สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, ยืน ภู่วรรณ, อนันต์ ผลเพิ่ม, ชัยพร ใจแก้ว และชัชชัย คุณบัว ที่เป็นแรงบันดาลใจในการเขียนหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณหัวหน้าสาขา สมจิตร อาจอินทร์, ศาสตรา วงศ์ธนวุธ, พิพัทธ์ เรืองแสง และสิริภัทร เขียวชาญวัฒนาที่เปิดโอกาสให้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน ขอขอบคุณนักศึกษา Tri Gia Nguyen, กนกมน รุจิรกุล, ขาติชาย บริบูรณ์, ศรายุทธ พูลสงวน, นพกร ชันติวีร์วัฒน์, สุภรัตน์ บัวพันธ์, ปริญญา สฤลวิรุฬวงศ์ และกุลธรา บุญทวี ที่เป็นกำลังใจสำคัญในการพิสูจน์อักษรและเตรียมสื่อและรูปภาพ รวมไปถึงทดลองฝึกปฏิบัติการเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ ขอขอบคุณนักศึกษาในรายวิชาที่มีความตั้งใจ มุมานะพยายาม ความขยันหมั่นเพียรที่ศึกษาตามเค้าโครงของหนังสือ โดยไม่ย่อท้อและมุ่งมั่น และต้องขอขอบคุณบรรณาธิการ สำนักพิมพ์ที่ให้โอกาสในการจัดพิมพ์ ต้องขอขอบคุณอีกครั้งหนึ่ง

ท้ายนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในภาคทฤษฎี ผสมกับการประยุกต์นำไปใช้จริงได้ในทางปฏิบัติของผู้อ่านได้ นอกจากนี้ผู้อ่านยังสามารถแนะนำและสอบถามเพิ่มเติมได้ที่ [mobile.wireless.thailand@gmail.com](mailto: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



สำหรับเพื่อการศึกษาและการอ้างอิง

# สารบัญ

## ปฏิบัติการที่ 01

### การติดตั้งระบบปฏิบัติการ (Windows และ Linux)..... 1

แนะนำ Virtual Machine	2
มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย (Wireless Network Standard)	2
การติดตั้ง Virtual Machine	3
การติดตั้ง Windows 10	5
การปรับแต่งการแบ่งปันไฟล์ระหว่าง Windows และ Windows VM (Windows 10)	11
การติดตั้ง Wireshark	17
การติดตั้ง Linux Ubuntu	19
การปรับแต่งการแบ่งปันไฟล์ระหว่าง Windows และ Linux VM (Ubuntu 16)	25
การทดสอบการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่าง Windows VM และ Linux VM	29
การตรวจสอบข้อมูลสถิติของอุปกรณ์และเครือข่าย	33
สรุปทเรียน	39
• แบบฝึกหัดท้ายบท	40
• ภาคผนวก (คำสั่งพื้นฐานของ Linux)	41
• File/Directory Basic	41
• File Viewing	41
• File Creation and Editing	42
• File Property	42
• File Location	42
• File Text Manipulation	43
• File Compression	43
• File Comparison	43
• Disk and File System	43
• Backup and Remote Storage	43
• Process	44
• Scheduling Job	44

• Host	44
• Networking	45

## ปฏิบัติการที่ 02

### เทคโนโลยี Wireless Local Area Networks (WLAN)..... 46

เทคโนโลยี Wi-Fi	46
มาตรฐาน IEEE 802.11	47
• WLAN Physical Layer	48
• WLAN Architecture	50
• WLAN Datalink Layer	51
• IEEE 802.11 Frame Format	52
การติดตั้งและตรวจสอบเครือข่ายไร้สายเบื้องต้น	53
การปรับแต่งโครงสร้าง WLAN	57
• การเชื่อมต่อรูปแบบ Ad Hoc	58
• การทดสอบการส่งข้อมูลด้วย iperf	61
• การเชื่อมต่อรูปแบบ Infrastructure	65
การตรวจสอบข้อมูลเครือข่ายไร้สาย	67
การเลือกการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ	74
สรุปทเรียน	76
• แบบฝึกหัดท้ายบท	76

## ปฏิบัติการที่ 03

### การจำลอง WLAN..... 77

แนะนำบริการ DHCP	77
แนะนำการแปลงเลขที่อยู่เครือข่าย	79
การปรับแต่ง WLAN ขั้นต้น (1 AP)	79
• ทดสอบการใช้งานโดยใช้ Simulator ในการส่งข้อมูลรูปแบบ icmp	84
การปรับแต่ง WLAN ขั้นกลาง (2 APs เชื่อมต่อกับ Server)	86
• ทดสอบการใช้งานโดยใช้ Simulator ในการส่งข้อมูลรูปแบบ icmp	92



การปรับแต่ง WLAN ชั้นสูง (2 APs ร่วมกับ 2 Routers) 95	การปรับแต่ง Wireless Access Point แบบ WDS 172
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทดสอบการใช้งานโดยใช้ Simulator ในการส่งข้อมูลรูปแบบ icmp 101</li> </ul>	การปรับแต่ง WLAN ระหว่าง AP และ Wireless Router 177
การปรับแต่ง WLAN ร่วมกับ Wireless Router 104	สรุปทบทวน 185
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทดสอบการใช้งานโดยใช้ Simulator ในการส่งข้อมูลรูปแบบ icmp 111</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แบบฝึกหัดท้ายบท 185</li> </ul>
สรุปทบทวน 114	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• แบบฝึกหัดท้ายบท 114</li> </ul>	
<b>ปฏิบัติการที่ 04</b>	<b>ปฏิบัติการที่ 06</b>
<b>การใช้งาน Wireless Router..... 115</b>	<b>การเชื่อมต่อ WLAN รูปแบบ P2P และ P2MP.....186</b>
แนะนำ Wireless Router 115	การติดตั้ง WLAN แบบ P2P 186
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wi-Fi Protected Setup (WPS) 116</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทดสอบการส่งข้อมูลด้วย iperf 195</li> <li>• ทดสอบการใช้เครื่องมือเสริม AirOS 197</li> </ul>
แนะนำข้อมูลเส้นทาง 116	การติดตั้ง WLAN แบบ P2MP 202
<ul style="list-style-type: none"> <li>• แนะนำ Routing Protocol 117</li> <li>• Routing Information Protocol (RIP) 118</li> </ul>	การติดตั้ง WLAN แบบ P2MP โดยเปิดใช้งาน Static Route และเชื่อมต่อ Internet 209
Open Access และ MAC address filtering 118	สรุปทบทวน 214
การติดตั้ง Wireless Router เบื้องต้น 119	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แบบฝึกหัดท้ายบท 214</li> </ul>
การปรับแต่งเส้นทาง Static Route 130	<b>ปฏิบัติการที่ 07</b>
การปรับแต่งเส้นทาง Dynamic Route (RIP) 136	<b>การติดตั้งและปรับแต่ง Bluetooth, NFC, Smart Plug และ PLC.....215</b>
สรุปทบทวน 139	เทคโนโลยี Bluetooth 215
<ul style="list-style-type: none"> <li>• แบบฝึกหัดท้ายบท 139</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เครือข่าย PicoNet 216</li> <li>• สถานะการทำงานของเทคโนโลยี Bluetooth 216</li> </ul>
<b>ปฏิบัติการที่ 05</b>	เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) 217
<b>การเชื่อมต่อ WLAN ด้วย Access Point..... 140</b>	เทคโนโลยี NFC (Near Field Communication) 218
Wireless Distribution System (WDS) 140	การสื่อสารด้วยสายไฟฟ้า (Power Line Communication-PLC) 219
การปรับแต่ง Wireless Access Point Controller 141	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HomePlug 219</li> </ul>
การปรับแต่ง Wireless Access Point ขั้นต้น (1AP) 145	การส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วย Bluetooth 220
การปรับแต่ง Wireless Access Point ชั้นกลาง (2AP) 151	การทดสอบการอ่าน/เขียน NFC Tag 221
<ul style="list-style-type: none"> <li>• การบริหารจัดการ Access Point ด้วย Controller 156</li> <li>• การใช้งาน Wifi Roaming (หรือการใช้ค่า SSID เดียวกัน) 159</li> </ul>	การใช้งาน Smart Plug 225
การปรับแต่ง Wireless Access Point เพื่อเพิ่มความมั่นคงปลอดภัย 163	การส่งข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Power Line Communication (PLC) 232

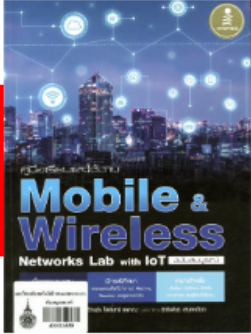
สรุปท้ายบท	234	สรุปบทเรียน	355
• แบบฝึกหัดท้ายบท	234	• แบบฝึกหัดท้ายบท	355
<b>ปฏิบัติการที่ 08</b>		<b>ปฏิบัติการที่ 11</b>	
<b>การเชื่อมต่อ Wireless Personal Area Networks (WPAN) ด้วย ZigBee .....235</b>		<b>การเชื่อมต่อ IoT ด้วยอุปกรณ์จริง.....356</b>	
แนะนำ ZigBee	235	แนะนำ Arduino	356
การติดตั้ง XCTU และเชื่อมต่อแบบ Star	236	• Microcontroller (ESP 8266)	358
การปรับแต่ง WPAN ด้วย ZigBee		การติดตั้งเครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรม	358
แบบ Cluster Tree	246	การพัฒนาโปรแกรมส่วนเชื่อมต่อ	361
การปรับแต่ง WPAN ด้วย ZigBee แบบ Mesh	251	การทดสอบวัตถุทฤษฎีและความขึ้น	366
สรุปบทเรียน	257	การใช้งาน ESP8266 สำหรับปรับแต่ง Web Server	368
• แบบฝึกหัดท้ายบท	257	การใช้งาน ESP8266 เพื่อเชื่อมต่อบริการ Cloud	372
<b>ปฏิบัติการที่ 09</b>		การใช้งาน freeboard.io	378
<b>การจำลอง Wireless Sensor Networks (WSN) .....258</b>		การส่งงานอุปกรณ์ IoT ผ่าน Blynk	381
แนะนำ Wireless Sensor Networks (WSN)	258	การพัฒนาโปรแกรม Arduino	
• ประเภทของ WSN	259	เพื่อเชื่อมต่อกับ Blynk	385
• ประเด็นสำคัญสำหรับงานวิจัยทางด้าน WSN	260	สรุปท้ายบท	387
• ตัวอย่างของ Protocol ที่ใช้งานใน WSN	261	• แบบฝึกหัดท้ายบท	388
การติดตั้งเครื่องมือการจำลอง MATLAB	262	<b>ปฏิบัติการที่ 12A</b>	
การทดสอบการใช้งาน LEACH (Clustering)	264	<b>การจำลอง IoT ด้วย Contiki และเทคโนโลยี Vehicular Ad Hoc Networks (VANET) .....389</b>	
การทดสอบการใช้งาน PEGASIS (Data Gathering)	272	แนะนำ Contiki	389
การทดสอบการใช้งาน CPGP (Coverage)	281	แนะนำ 6LoWPAN	389
การทดสอบการใช้งาน VFA (Deployment)	293	แนะนำ RPL	390
การทดสอบการใช้งาน DV-Hop (Localization)	315	Vehicular Ad hoc Networks (VANET)	390
สรุปท้ายบท	318	การติดตั้งและปรับแต่ง Contiki	392
• แบบฝึกหัดท้ายบท	319	• การปรับแต่งการค้นหาเส้นทาง RPL-6LowPAN	401
<b>ปฏิบัติการที่ 10</b>		การติดตั้งและปรับแต่ง VANET Simulator	405
<b>เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) .....320</b>		• แผนกการใช้งานแผนที่จาก Openstreet MAP	409
แนะนำ Internet of Things (IoT)	320	สรุปท้ายบท	412
องค์ประกอบที่ใช้พัฒนา IoT	322	• แบบฝึกหัดท้ายบท	412
การปรับแต่ง Internet of Things เบื้องต้น	324		




<b>ปฏิบัติการที่ 12B</b>			
<b>การใช้งาน MQTT และ CoAP .....</b>	<b>413</b>	ทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน LTE	511
MQTT (Message Queue Telemetry Transport)	413	การติดตั้งเครื่องมือการจำลอง	
CoAP (Constrained Application Protocol)	414	Network Simulator 2 และส่วนเสริม UMTS	523
การติดตั้ง Mosquitto	415	สรุปท้ายบท	550
การติดตั้ง CoAP	424	• แบบฝึกหัดท้ายบท	550
สรุปท้ายบท	433		
• แบบฝึกหัดท้ายบท	433		
<b>ปฏิบัติการที่ 13</b>		<b>ปฏิบัติการที่ 15</b>	
<b>การจำลอง Ad Hoc Networks.....</b>	<b>434</b>	<b>WLAN Security.....</b>	<b>551</b>
แนะนำเครือข่าย Ad Hoc	434	Wired Equivalent Privacy (WEP)	551
• Media Access Control (MAC)	436	• รายละเอียดเชิงลึกของ WEP	552
Mobile Ad Hoc Networks (MANET)	436	• การเข้ารหัสและถอดรหัส WEP	552
• การค้นหาเส้นทางใน MANET	436	• การพิสูจน์ตัวตนจริง WEP	553
• Table Driven (TD)	437	• ปัญหาของ WEP	553
• Source-Initiated (On-Demand)		Remote Authentication	
Routing Protocol (SIR)	438	Dial in User Service (RADIUS)	554
• Hybrid Protocol	439	มาตรฐาน IEEE 802.1X	554
การติดตั้งเครื่องมือการจำลอง		Wireless Protected Access/Wi-Fi Protected	
Network Simulator 3	439	Access (WPA)	555
การทดสอบการส่งข้อมูลด้วย UDP และ TCP	445	• Temporal Key Integrity Protocol (TKIP)	556
ทดสอบการเชื่อมต่อด้วยการค้นหาเส้นทาง		• Message Integrity Check (MIC)	556
Ad Hoc Networks	461	• Wireless Protected Access 2/Wi-Fi	
สรุปท้ายบท	481	Protected Access 2 (WPA2)	556
• แบบฝึกหัดท้ายบท	481	• Wireless Protected Access 3/ Wi-Fi	
		Protected Access 3 (WPA3)	556
<b>ปฏิบัติการที่ 14</b>		การทดสอบ Security ของ WEP	557
<b>การจำลอง Cellular Networks.....</b>	<b>482</b>	การทดสอบ IEEE 802.1X ร่วมกับ Radius	569
แนะนำ Cellular Networks	482	สรุปท้ายบท	577
การติดตั้งเครื่องมือการจำลอง		• แบบฝึกหัดท้ายบท	577
Network Simulator 3	488	<b>บรรณานุกรม</b>	<b>578</b>
การทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi	489	<b>Index</b>	<b>581</b>
ทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน WiMAX	500	<b>อภิธานศัพท์</b>	<b>585</b>

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

<https://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00105371>



**คู่มือเรียนและใช้งาน mobile & wireless networks lab with IoT ฉบับสมบูรณ์ / จักรชัย โสอินทร์.**

Author	จักรชัย โสอินทร์
Published	นนทบุรี : ไอดีซี พรีเมียร์, 2563
Edition	พิมพ์ครั้งที่ 1
Detail	592 หน้า : ภาพประกอบ ; 23 ซม
Subject	เครือข่ายคอมพิวเตอร์(+) อินเทอร์เน็ต(+) ไวร์เลสแลน(+)
ISBN	9786164870918
ประเภทแหล่งที่มา	 Book



Multi view



View map

สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรีและการอ้างอิงเท่านั้น