

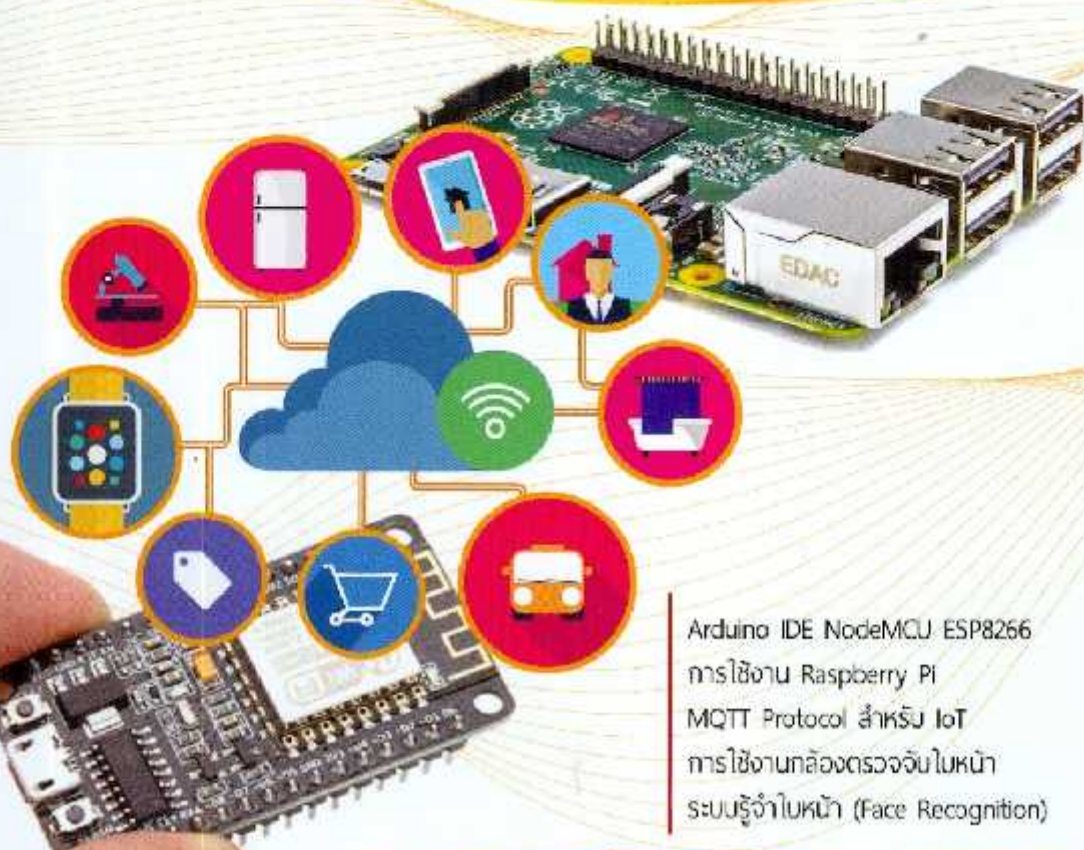
พัฒนา IOT

บนแพลตฟอร์ม

Arduino

และ

Raspberry Pi



Arduino IDE NodeMCU ESP8266
การใช้งาน Raspberry Pi
MQTT Protocol สำหรับ IoT
การใช้งานกล้องตรวจจมนใบหน้า
ระบบรู้จำใบหน้า (Face Recognition)

สารบัญ

01 IoT เบื้องต้น	15
IoT (Internet of Things) คืออะไร.....	16
ประโยชน์ของ IoT.....	17
สถาปัตยกรรม IoT.....	20
ต้องมีความรู้อะไรบ้างในการพัฒนา IoT.....	22
บอร์ดสำหรับการพัฒนา IoT.....	22
ข้อแตกต่างและข้อพิจารณาในการเลือกบอร์ด.....	27
อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	29
02 การติดตั้งเครื่องมือ	35
บอร์ด NodeMCU ESP8266.....	36
ขั้นตอนการติดตั้งโดยรวม.....	37
การติดตั้ง Arduino IDE และการตั้งค่าพอร์ต.....	37
การติดตั้งไลบรารี (Libraries).....	38
รู้จักกับ USB to Serial ก่อนการติดตั้งไดรเวอร์ (Driver).....	42
การดาวน์โหลดไดรเวอร์การติดตั้งไดรเวอร์.....	43
การเลือกพอร์ตใช้งาน.....	45
03 Hello blink และการดับโปรგრ...	47
Workshop 1: Hello Blink ไฟกระพริบ.....	48
หลอดติดเมื่อสัญญาณเป็น Low.....	54
Workshop 2: ปรับแต่งความเร็วในการกระพริบ.....	55
เกี่ยวกับ Arduino IDE.....	55
การตั้งค่าที่จำเป็น.....	56
การใช้ Serial Monitor.....	56
Workshop 3: ใช้ Serial Monitor ดูข้อมูลที่ส่งจากบอร์ด.....	57
Workshop 4: ใช้รวม Serial Monitor ส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปยังบอร์ด.....	60

พล็อตกราฟด้วย Serial Plotter	63
Workshop 5: ใช้งาน Serial Plotter	63
การแก้ไขปัญหาข้อผิดพลาด	65

04 GPIO อินพุตเอาต์พุต

GPIO ขาอินพุต/เอาต์พุตแอมป์ประสงค์	68
การตั้งโหมดและการใช้งาน GPIO	70
Workshop 1: Digital Output-Myblink	70
Workshop 2: Digital Input	74
Workshop 3: ทดลองให้ขาอื่นๆ	78
Full up/Pull-down	78
Workshop 4: การใช้ INPUT_PULLUP ในตัว	81

05 การเชื่อมต่อ ADC I2C และ SPI

สัญญาณ Analog	84
Workshop 1: วัดสัญญาณ Analog	85
Workshop 2: ปรับความถี่การกระพริบ LED	88
Workshop 3: การปรับแต่งค่าช่วงของเอาต์พุตด้วย map	91
I2C การสื่อสารระหว่างโมดูล	93
LCD Display และชุด I2C LCD Controller	95
Workshop 4: ต่อโมดูล LCD เข้ากับ NodeMCU	96
Workshop 5: การควบคุมหน้าจอ LCD	98
Workshop 6: การต่อจอแสดงผล OLED	100
SPI การสื่อสารระหว่างโมดูลแบบ Full-duplex	102

06 การใช้งานเซ็นเซอร์

เกี่ยวกับเซ็นเซอร์	106
Workshop 1: วัดอุณหภูมิด้วยเซ็นเซอร์ LM53 (Analog)	106
โมดูลเซ็นเซอร์ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าไปตามสภาพแวดล้อม	112
Workshop 2: วัดความเข้มแสงด้วย LDR (Analog/Digital)	115
Workshop 3: วัดความชื้น ความแห้งในดิน (Analog/Digital)	119
การอ่านค่าเซ็นเซอร์สวิตช์แม่เหล็กและสวิตช์อื่นๆ	120
Workshop 4: วัดอุณหภูมิและความชื้นด้วย DHT	122
Workshop 5: วัดอุณหภูมิแบบละเอียดด้วย DS18B20	128

Workshop 6: วิศวะยะด้วยเซ็นเซอร์ Ultrasonic.....	132
Workshop 7: เซ็นเซอร์จับการเคลื่อนไหวมนุษย์ (Digital).....	134

07 Pulse-width Modulation.....	141
PWM เบื้องต้น.....	142
เข้าพุทแรงดัน Analog ด้วย PWM.....	143
Workshop 1: PWM voltage.....	145
Workshop 2: ปรับความสว่างของ LED.....	147
Workshop 3: Serial Monitor ควบคุมความสว่างของ LED.....	148
Workshop 4: ปรับความสว่าง LED ด้วย Pot.....	149

08 อุปกรณ์ทำงาน (Actuators).....	151
เกี่ยวกับ Actuators.....	152
การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงกระแสสูง.....	152
Workshop 1: เปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก.....	154
การใช้รีเลย์แบบหน้าสัมผัส.....	155
Workshop 2: วงจรเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยรีเลย์.....	156
การใช้รีเลย์แบบ Solid State.....	158
ขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยไมโคร.....	159
Workshop 3: วงจรควบคุมมอเตอร์ดีซี.....	160
มอเตอร์ชนิด Stepper Motor.....	165
Workshop 4: ควบคุม Stepper Motor.....	166
การใช้งานขับเคลื่อนเซอร์โว (Servo Motor).....	169
Workshop 5: ควบคุมเซอร์โว.....	170

09 การเชื่อมต่อเครือข่าย.....	175
การเชื่อมต่อแบบไร้สาย.....	176
อุปกรณ์และไมโคร IoT สำหรับเชื่อมต่อ WiFi.....	179
Workshop 1: ทดลองสแกนสัญญาณ WiFi.....	181
Workshop 2: เชื่อมต่อ Wi-Fi.....	182
Workshop 3: ใช้งานเป็น Access Point และ Web Server.....	184
Workshop 4: AP + Web Server รายงานค่าเซ็นเซอร์.....	188
การใช้งาน JSON.....	192
Workshop 5: Web Server ส่งข้อมูลแบบ JSON (1).....	195

01 บทนำ 02 การติดตั้งและเตรียมอุปกรณ์ 03 การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น 04 การเชื่อมต่อและสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก 05 การเชื่อมต่อและสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก (ต่อ) 06 วิศวะยะด้วยเซ็นเซอร์ Ultrasonic 07 Pulse-width Modulation 08 อุปกรณ์ทำงาน (Actuators) 09 การเชื่อมต่อเครือข่าย 10 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 11 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 12 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 13 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 14 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 15 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 16 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 17 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 18 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 19 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 20 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 21 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 22 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 23 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 24 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 25 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 26 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 27 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 28 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 29 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 30 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 31 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 32 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 33 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 34 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 35 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 36 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 37 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 38 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 39 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 40 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 41 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 42 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 43 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 44 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 45 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 46 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 47 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 48 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 49 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 50 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 51 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 52 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 53 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 54 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 55 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 56 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 57 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 58 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 59 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 60 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 61 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 62 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 63 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 64 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 65 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 66 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 67 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 68 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 69 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 70 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 71 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 72 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 73 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 74 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 75 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 76 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 77 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 78 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 79 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 80 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 81 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 82 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 83 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 84 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 85 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 86 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 87 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 88 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 89 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 90 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 91 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 92 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 93 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 94 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 95 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 96 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 97 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 98 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 99 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ) 100 การเชื่อมต่อเครือข่าย (ต่อ)

Workshop 6: Web Server ส่งข้อมูลแบบ JSON (2).....	196
Workshop 7: ควบคุมการปิดเปิดสวิชต์อุปกรณ์ผ่านเว็บ.....	198
Workshop 8: การใช้ CSS กำหนดรูปร่างเมนูให้เป็นปุ่มกด.....	201
Workshop 9: ใช้ฐานเว็บ Web Server อย่างเดียว.....	204
Workshop 10: การตั้งค่า Static IP.....	206

10 เครื่อง IoT โดสเวิร์ฟ..... 209

Workshop 1: สื่อนทอแบบ Client รองรับหลายเครือข่าย.....	210
Workshop 2: การใช้ AutoConfig ตั้งค่าเชื่อมต่อ.....	214
เกี่ยวกับ HTTP GET and POST.....	217
Workshop 3: HTTP GET แบบจี้ครูปแบบเอง.....	219
Workshop 4: HTTP GET โดยการใช้ไลบรารี HTTPClient.....	224
Workshop 5: HTTP POST.....	227
Workshop 6: HTTP ส่งข้อมูล JSON.....	230
Workshop 7: การ Parsing คัดแยกรับข้อมูล JSON.....	234
Workshop 8: ส่งข้อมูล JSON เก็บในฐานข้อมูล MySQL.....	239
นาฬิกาในอุปกรณ์ IoT.....	245
Workshop 9: ซิงค์ตั้งเวลาก็คอนโมมิติด้วย NTP.....	246
Workshop 10: อัปเดตเฟิร์มแวร์ผ่านเครือข่ายไร้สาย (OTA).....	248
Workshop 11: ตรวจสอบ Debug แบบไร้สาย (Telnet).....	254

11 ใช้นบริการ IFTTT..... 261

เกี่ยวกับ IFTTT.....	262
Workshop 1: ส่ง Email ด้วย IFTTT.....	265
Workshop 2: การทดสอบ Webhooks (HTTP request).....	268
Workshop 3: NodeMCU ส่ง Email เมื่อสวิชต์ถูกกด.....	269
Workshop 4: Rasp Pi ส่ง HTTP Request ไป IFTTT.....	274
Workshop 5: ส่ง Line ด้วย NodeMCU และ Rasp Pi.....	275
Workshop 6: บันทึกอุณหภูมิความชื้นใส่ Google Sheet.....	278

12 IoT Protocol MQTT..... 285

เกี่ยวกับ MQTT.....	286
องค์ประกอบและหลักการทำงานการรับส่งข้อมูล MQTT.....	286

สรุปองค์ประกอบ.....	288
เครื่องแม่ข่าย MQTT Broker.....	289
เครื่อง Client.....	290
หัวข้อ Topics.....	290
การกรองด้วยเครื่องหมาย Single Level +.....	291
การกรองด้วยเครื่องหมาย Multilevel #.....	292
คุณภาพการบริการ: Quality of Service (QoS).....	292
1) At Most Once (QoS = 0) ส่งไม่เกิน 1 ครั้ง.....	292
2) At Least Once (QoS = 1) ส่งอย่างน้อย 1 ครั้ง.....	293
3) Exactly Once (QoS = 2) ส่งครั้งเดียวเท่านั้น.....	294
การเก็บข้อมูลด้วย Retain Message.....	294
การสั่งลาก่อนตายจากไป (Last Will & Testament).....	295
Workshop 1: ตั้งค่า MQTT Client ด้วย MQTTBox.....	298
Workshop 2 : ทดลอง Publish และ Subscribe.....	300
Workshop 3: Publish/Subscribe โดยใช้ Smartphone.....	302
ติดตั้งไลบรารีเพื่อ Publish/Subscribe ด้วย NodeMCU.....	304
Workshop 4: อุปกรณ์ IoT Publish/Subscribe.....	304
Workshop 5: การใช้ Retain.....	312
Workshop 6: สั่งลาก่อนตายจากไปด้วย Last Will (LWT).....	314
การ Subscribe แบบกำหนด QoS.....	318
การยกเลิก Subscribe.....	319
ปฏิบัติการเชื่อมต่อ.....	319
13 เบื้องต้น IoT ด้วย NETPIE.....	321
NETPIE คืออะไร.....	322
Workshop 1: สมัครสมาชิก NETPIE.....	322
Workshop 2: ลงทะเบียนขอ ID.....	323
Workshop 3: ทดสอบโค๊ดเอ็นท์ด้วย HTML+JS.....	325
Workshop 4: NETPIE ส่งและรับข้อมูลแบบใช้ chat.....	329
Workshop 5: ส่งและรับข้อมูลโดยใช้ Publish/Subscribe.....	333
Workshop 6: HTML ควบคุม NodeMCU ผ่าน NETPIE.....	338
14 แนวความคิดและแสดงผล.....	349
NETPIE FEED.....	350

Workshop 1: สร้าง FEED.....	350
Workshop 2: สร้างช่องทางสำหรับรับข้อมูล.....	351
Workshop 3: กำหนดสิทธิ์อนุญาตให้บันทึกข้อมูล.....	352
การบันทึกข้อมูลลงใน FEED.....	353
Workshop 4: NodeMCU บันทึกข้อมูลเก็บลง FEED.....	355
Freeboard.....	361
Workshop 5: สร้าง Freeboard.....	362
Workshop 6: สร้างแผงแสดงกราฟ temp และ humid.....	362
Workshop 7: สร้างมาตรวัด (Gauge) แสดงค่าอุณหภูมิ.....	365
Workshop 8: สวิตช์ควบคุมอุปกรณ์แบบ Button.....	370
Workshop 9: แสดงสถานะ On/Off อุปกรณ์.....	374
Workshop 10: สวิตช์แบบ Toggle.....	376

15 Raspberry Pi 101..... 379

เกี่ยวกับ Raspberry Pi.....	380
อุปกรณ์ที่ต้องใช้กับ Rasp Pi.....	382
การติดตั้งระบบปฏิบัติการสำหรับ Rasp Pi.....	382
Workshop 1: การติดตั้งด้วย NOOBS.....	383
Workshop 2: การติดตั้งด้วย image.....	384
Workshop 3: การบูทและปรับตั้งระบบครั้งแรก.....	385
การติดตั้งและตั้งค่าเพื่อใช้งานแบบ Headless.....	389
การเปลี่ยนรหัสผ่าน Change pwd.....	393
การตั้งค่าขยายพื้นที่สำหรับ Filesystem.....	393
การปิดเครื่องและการรีสตาร์ทเครื่อง.....	394
Workshop 4: การอัปเดตและอัปเดตระบบ.....	394
Workshop 5: การตั้งค่า Static IP ให้กับ Rasp Pi.....	395
Workshop 6: การเพิ่มพื้นที่ว่างให้กับ SD Card.....	398

16 Raspberry Pi 102..... 401

Python เบื้องต้น.....	402
Workshop 1: การติดตั้ง MQTT Broker บน Rasp Pi.....	411
Workshop 2: ติดตั้งแพคเกจเพื่อให้ Python เป็นไคลเอ็นต์.....	414
Workshop 3: ใช้ Python เป็นไคลเอ็นต์ทำการ Publish.....	415

เหตุการณ์ Event ที่เกิดขึ้น.....	416
Workshop 4: ใช้ Python เป็นไลบรารี Publish แบบมี Event	416
Workshop 5: ใช้ Python เป็นไลบรารีทำการ Subscribe	418
Workshop 6: การส่งลากลอนตายจากด้วย LWT.....	419
การ Publish แบบกำหนด QoS.....	422
การ Publish แบบกำหนด Retain.....	423
การ Subscribe แบบกำหนด QoS.....	423
การยกเลิก Subscribe	423
ยุติการเชื่อมต่อ	424
การใช้งาน GPIO สำหรับ Input/Output.....	424
Workshop 7: สั่งปิดเปิด LED ด้วย Rasp Pi.....	426
Workshop 8: ไฟกระพริบ.....	428
Workshop 9: Digital Input	430
Workshop 10: รันโปรแกรม Python อัปเดตโมด็มือทุกระบบ.....	433
Workshop 11: รับความเคลื่อนไหวด้วย PIR.....	435
Workshop 12: Rasp Pi เชื่อมต่อกับ NETPIE.....	439
Workshop 13: Rasp Pi รับข้อมูล (Subscribe) NETPIE.....	441
Workshop 14: Rasp Pi ส่งข้อมูล (publish) NETPIE.....	443

17 สร้างเซิร์ฟเวอร์ด้วย Raspberry Pi..... 447

เซิร์ฟเวอร์สำหรับ IoT.....	448
เกี่ยวกับเว็บเซิร์ฟเวอร์.....	448
Workshop 1: ติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ nginx.....	449
Workshop 2: การส่งไฟล์เข้าพื้นที่เว็บด้วย FTP.....	452
Workshop 3: การติดตั้ง PHP.....	453
Workshop 4: การติดตั้ง MySQL.....	454
Workshop 5: การติดตั้ง PhpMyAdmin.....	456
Workshop 6: การใช้ Rasp Pi เป็น Data Logger.....	458
Workshop 7: การควบคุม GPIO Rasp Pi ด้วย PHP.....	461

18 ใช้งานกล้องกับ Raspberry Pi..... 467

กล้องสำหรับ Rasp Pi.....	468
Workshop 1: การติดตั้ง Webcam และถ่ายภาพนิ่ง.....	470
Workshop 2: Webcam ถ่ายภาพนิ่งโดยใช้ Python.....	472

Workshop 3: Webcam ถ่ายภาพนิ่งต่อเนื่องหลาย Shot.....	473
Workshop 4: ถ่าย VDO ด้วย Webcam	473
Workshop 5: การติดตั้งและใช้งานกล้อง PI Camera	475
Workshop 6: Python ถ่ายภาพโดยใช้ PI Camera.....	477
Workshop 7: แสดงภาพนิ่งบนจอ.....	478
Workshop 8: กดปุ่มถ่ายภาพด้วย Webcam.....	479
Workshop 9: Python ถ่าย VDO โดยใช้ Hi Camera	481
Workshop 10: Streaming / IP Camera.....	483
IP และ Port	488
Workshop 11: เปิดจากที่ใดก็ได้ (Port Forwarding).....	490
Workshop 12: การให้ DDNS dns no ip.....	495

19 การตรวจจับและแยกแยะใบหน้า..... 499

การใช้ Computer Vision ตรวจสอบและแยกแยะใบหน้าคน	500
Workshop 1: เริ่มต้นใช้งาน OpenCV	504
Workshop 2: OpenCV อ่านข้อมูลภาพหลายๆ จากกล้อง.....	506
Workshop 3: ตรวจจับใบหน้าคนจากภาพนิ่งด้วย OpenCV.....	511
Workshop 4: ตรวจจับใบหน้าคนจากกล้องสดๆ.....	514
Workshop 5: ระบบรู้จำและแยกแยะใบหน้า.....	516

20 Blynk: IoT กับ Mobile App..... 527

Blynk.....	528
อุปกรณ์ที่ใช้.....	529
Workshop 1: เตรียมความพร้อม.....	529
Workshop 2: สร้าง Project และทดลองเชื่อมต่อ.....	530
Workshop 3: สร้างปุ่มควบคุม GPIO.....	532
Workshop 4: มาควัด (Gauge) แสดงค่าจากเซ็นเซอร์.....	534
Workshop 5: ส่งค่าอุณหภูมิ ความชื้นจากเซ็นเซอร์จริง.....	536

21 NB-IoT เชื่อมต่อระยะไกล..... 539

NB-IoT.....	540
อุปกรณ์.....	541
Workshop 1: การติดตั้งซอฟต์แวร์.....	542
Workshop 2: เชื่อมต่อเข้ากับระบบเครื่องข่าย NB-IoT.....	543

Contents

Workshop 3: สมัยครีမ်บริการ Magellan	544
Workshop 4: เชื่อมต่อส่งข้อมูลเข้า Magellan	545
Workshop 5: สร้างแผง Dashboard	547
Workshop 6: ต่อกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น	549
Workshop 7: การดึงข้อมูลออกไปใช้ภายนอก	551
Workshop 8: ดึงข้อมูลโดยใช้ Python	552
Workshop 9: Python ดึงข้อมูลแล้วบันทึกลงไฟล์	554
เกี่ยวกับ UDP	556
Workshop 10: สร้าง UDP Server และ Client	556
Workshop 11: NB-IoT เชื่อมต่อกับ UDP Server ส่วนตัว	559

22 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน

Workshop 1: IoT Car ความรู้ด้วย Smartphone	568
การประกอบตัวรถและวงจรควบคุม	570
การออกแบบคำสั่งควบคุม	571
การตรวจจับ Touch UnTouch และการส่ง Request คำสั่ง	572
โค้ด	574
ทดลองรัน	579
การทำงาน	580
การปรับแต่ง	582
Workshop 2: เตือนผู้บุกรุกและส่งรูปภาพ Line	582
อุปกรณ์ที่ใช้	582
รู้จักกับ Line Notify	583
การส่งข้อมูลเข้า Line ด้วย Python	584
ประกอบวงจร	587
โค้ด Python	588
หลักการทำงาน	589
การปรับแต่งและปรับใช้งาน	590