

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงของร่างกายขณะนอนหลับ

เมื่อมนุษย์มีการนอนหลับพักผ่อนที่เพียงพอ ในเช้าวันถัดมาจะรู้สึกสดชื่นตื่นตัวที่จะทำกิจกรรมประจำวัน และสามารถมีผลกระทบต่อคุณภาพโดยรวมของชีวิต

เพื่อที่จะได้รับการนอนหลับในปริมาณที่พอเหมาะและคุณภาพที่ดี ในวัยรุ่นควรนอนหลับอย่างน้อย 8 ชั่วโมงต่อคืนโดยไม่มีการรบกวน การนอนหลับในเวลาที่พอเหมาะจะช่วยให้กล้ามเนื้อ รักษาตัวเอง เปลี่ยนความทรงจำระยะสั้นเป็นความทรงจำระยะยาว และ หลั่งโกรทฮอร์โมน (Growth hormones)

2.1.1 Sleep cycle

การนอนหลับนั้นจะมี 2 รูปแบบคือ REM(rapid eye movement) และ NREM(non-rapid eye movement) โดยการนอนหลับตลอดทั้งคืนนั้นจะมีการสลับกันระหว่าง REM และ NREM ในช่วงเวลา 90 นาที และจะวนซ้ำแบบนี้ไปเรื่อยๆตลอดการนอนหลับ จึงเรียกพฤติกรรมนี้ว่า sleep cycle

2.1.1.1 REM(rapid eye movement)

จะเกิดครั้งแรกที่เวลาประมาณ 90 นาทีหลังจากนอนหลับ และจะเกิดขึ้นทุกๆ 90 นาทีตลอดทั้งคืนคิดเป็น 25% ของการนอนหลับตลอดทั้งคืน โดยจะส่งผลกระทบต่อร่างกายดังนี้

- ให้พลังงานแก่ ร่างกาย และ สมอง
- สมองทำงาน และเกิดความฝัน
- มีการกรอกตาไปข้างหน้าและหลัง
- ร่างกายจะรู้สึกผ่อนคลาย กล้ามเนื้อจะไม่ถูกใช้งาน

23 2.1.1.2 NREM(non-rapid eye movement)

24 การนอนในช่วงนี้มีความสำคัญมาก เพราะมีส่วนสำคัญในการทำให้ภูมิคุ้มกัน
25 แข็งแรง เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหาร และมีการหลั่งของฮอร์โมนที่เร่งการเติบโต (growth
26 hormone) โดยการหลับจะเริ่มจากระยะที่1 ไปจน REMและกลับมาระยะ1ใหม่ จะเกิดขึ้นทันทีเมื่อเรา
27 หลับ คิดเป็น 75% ของการนอนหลับตลอดทั้งคืน โดยการนอนช่วงนี้แบ่งออกเป็น 4 ระยะได้แก่

28 ช่วงที่ 1(Light sleep)

- 29 • อยู่ในช่วงกึ่งหลับกึ่งตื่น
- 30 • อาจมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อ

31 ช่วงที่ 2(so-called true sleep)

- 32 • การหายใจและอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในสภาวะปกติ
- 33 • อุณหภูมิของร่างกายลดลง

34 ช่วงที่ 3 และ ช่วงที่ 4

- 35 • เป็นช่วงที่หลับลึกที่สุด และเป็นช่วงที่ซ่อมแซมร่างกายมากที่สุด
- 36 • ความดันเลือดลดลง
- 37 • การหายใจช้าลง
- 38 • กล้ามเนื้อผ่อนคลาย
- 39 • เลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น
- 40 • เกิดการเจริญเติบโตและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ
- 41 • มีการหลั่งของฮอร์โมน เช่น ฮอร์โมนที่เร่งการเติบโต (growth hormone)

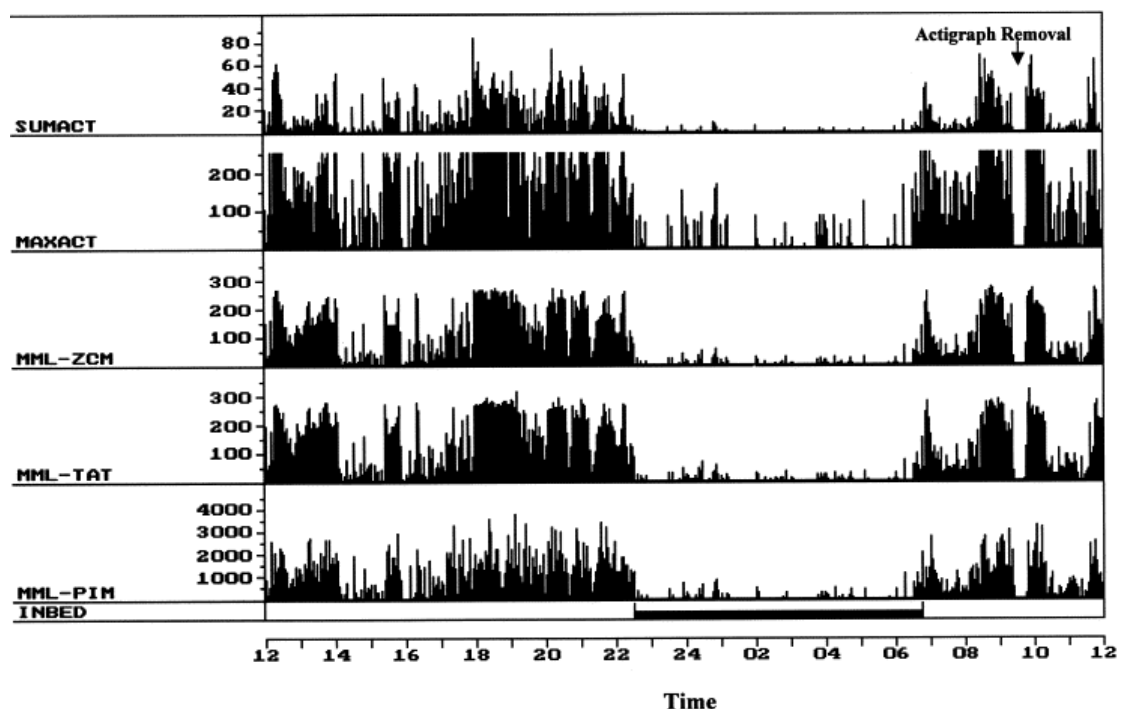
42 2.2 เทคนิคที่ใช้ในการตรวจจับการนอนหลับ

43 2.2.1 เทคนิคActigraphy

44 Actigraphy เป็นกราฟที่แสดงข้อมูลการเคลื่อนไหวของมนุษย์ สำหรับการตรวจสอบ
45 วงจรการพักผ่อนหรือกิจกรรมการเคลื่อนไหวต่างๆ โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์ที่ใช้ทำ Actigraphy จะอยู่

46 ในรูปของกำไลข้อมือ หรือนาฬิกาข้อมือ หรือส่วนใดที่สามารถยึดแนบไปกับร่างกายได้ โดยใน
 47 ตัวอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย Accelerometer สำหรับการวัดความเร่ง ซึ่งมีตั้งแต่แบบ 1 แกนขึ้นไป
 48 จนถึงแบบ 6 แกน (6DoF) มี low-pass filter สำหรับกรองการเคลื่อนไหวทุกย่านขกเว้นย่านที่มี
 49 ความถี่ 2-3hz มี timer ไว้สำหรับจับเวลาเพื่อบันทึกการเคลื่อนไหว โดยจะบันทึกเป็นปริมาณของ
 50 การเคลื่อนไหวในหนึ่งช่วงเวลา (epoch) โดยทั่วไปจะบันทึกที่ 15 วินาที, 30 วินาที และ 60 วินาที มี
 51 Memory สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวดังกล่าว และมี Interface สำหรับส่งข้อมูลออกไป
 52 นอกตัวอุปกรณ์เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ เช่น USB , Bluetooth เป็นต้น

Activity-Rest Measured by Actillum and Mini-Motionlogger Actigraphs



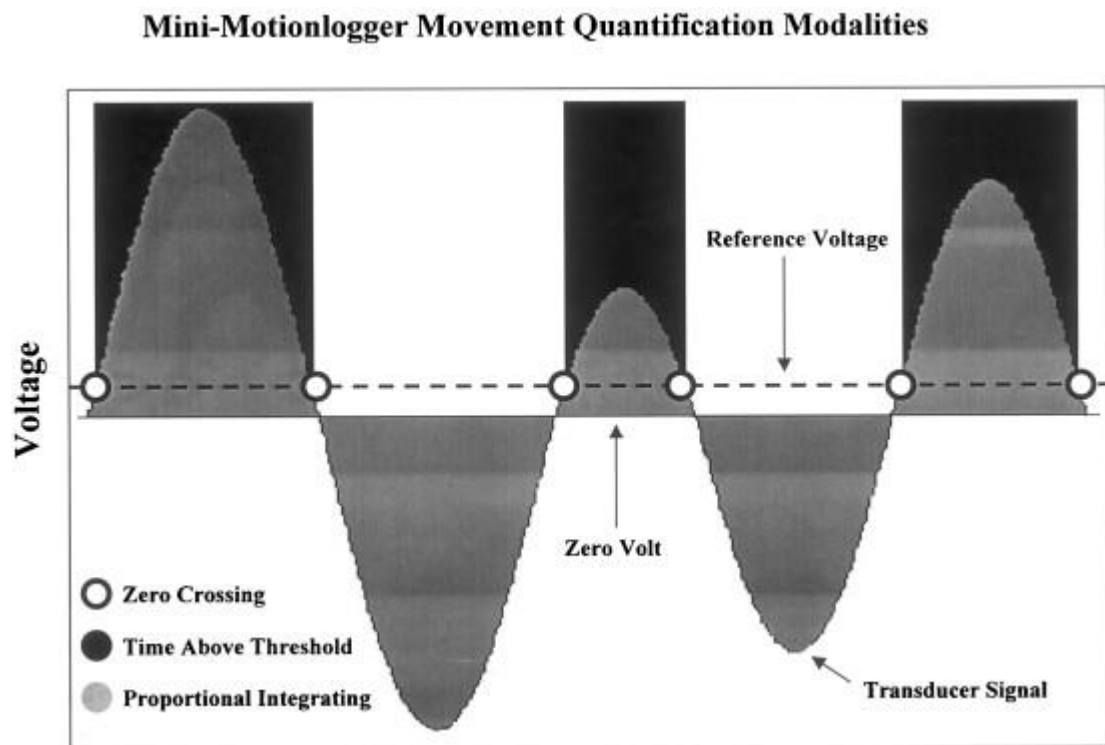
53

54 ภาพที่ 2-1 ตัวอย่างกราฟ Actigraphy ในโหมดต่างๆ

55 2.2.2 การบันทึก Actigraphy

56 สำหรับการบันทึกข้อมูล Actigraphy นั้นสามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น ZCM (zero
 57 crossing mode) เป็นการนับจำนวนครั้งที่ค่าของ Accelerometer ผ่านค่า 0 ในการบันทึกแต่ละช่วงเวลา
 58 (epoch) , PIM (proportional integral mode) เป็นการวัดพื้นที่ใต้กราฟที่ได้มาจากการพล็อตค่าของ
 59 Accelerometer แล้วทำการบวกค่าขึ้นเรื่อยๆตามค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา(epoch) และ TAT (time

60 above threshold) เป็นการใช้ค่า threshold สำหรับค่าจาก Accelometer โดยจะวัดระยะเวลาที่ค่าของ
61 Accelometer มากกว่า threshold จากงานวิจัยจะพบว่า แบบ PIM จะมีความแม่นยำสุดแต่จะไม่ต่าง
62 จากแบบ ZCM มากนัก



64 ภาพที่ 2-2 วิธีการวัด Actigraphy ในโหมดต่างๆ

65 2.3 อุปกรณ์ Hexiware



66

67

ภาพที่ 2-3 แพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาประเภทสวมใส่ Hexiwear

68

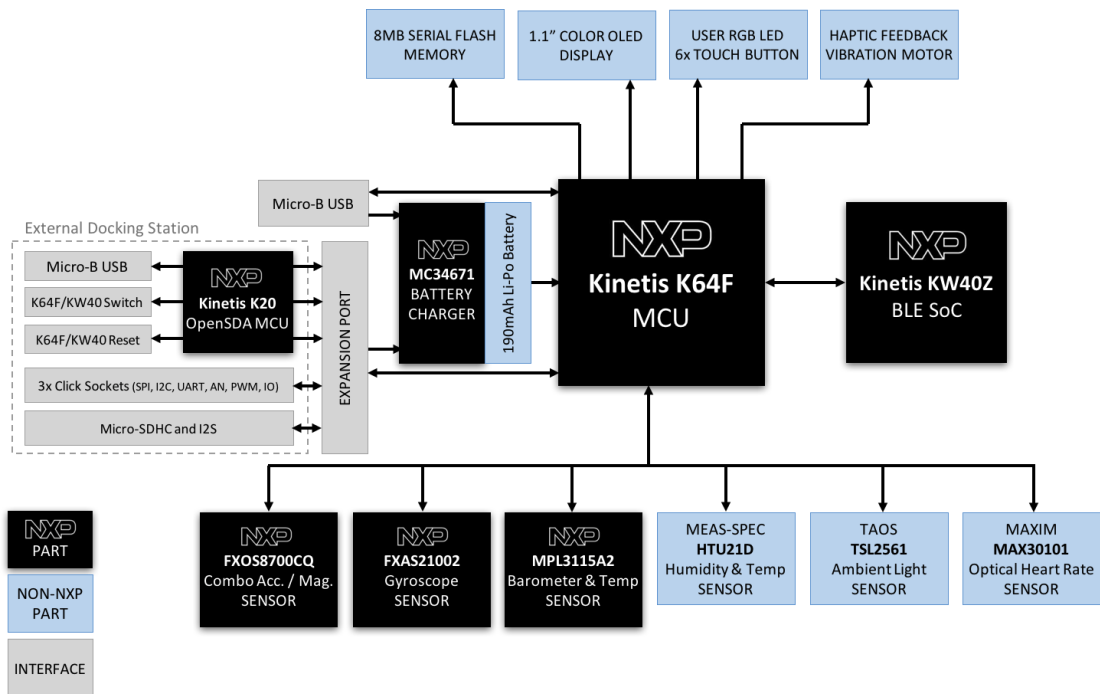
69

70

Hexiwear เป็นชุดพัฒนาในรูปแบบของอุปกรณ์สวมใส่ มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ มีเซ็นเซอร์
ออนบอร์ดอยู่หลากหลายชนิดสามารถเชื่อมต่อได้แบบไร้สายด้วย Bluetooth 4.1 เหมาะแก่การทำ
เป็นอุปกรณ์ต้นแบบในโครงการนี้

71

2.3.1 ฮาร์ดแวร์



ภาพที่ 2-4 Block Diagram ของ Hexiwear

ตาราง 2-1 คุณสมบัติของ Hexiwear

Module	Model name
MCU	NXP Kinetis K64 MCU (ARM® Cortex®-M4, 120 MHz, 1M Flash, 256K SRAM)
Bluetooth Low Energy	NXP Kinetis KW4x (ARM® Cortex®-M0+, Bluetooth Low Energy & 802.15.4 Wireless MCU)
3D Accelerometer and 3D Magnetometer	NXP FXOS8700CQ

3-Axis Digital Gyroscope	NXP FXAS21002
Absolute Digital Pressure sensor	NXP MPL3115A2R1
600 mA Single-cell Li-Ion/Li-Polymer Battery Charger	NXP MC34671
Light-to-digital converter	TAOS TSL2561
Digital humidity and temperature sensor	MEAS HTU21D
Heart-rate sensor	MAXIM MAX30101
1.1” full color OLED display	szboxing PSP27801
Haptic feedback engine	Paralax HPL402323
Battery	190 mAh 2C Li-Po battery
Touch interface	Capacitive touch interface
RGB LED	SML-LX0404SIUPGUSB

External Flash Memory 8MB	Winbond W25Q64FVSSIG

75

76 2.3.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

77 Kinetis® Design Studio IDE



78

79 ภาพที่ 2-5 Kinetis Design Studio IDE

80 Kinetis Design Studio IDE เป็น IDE (integrated development environment) สำหรับ
 81 การพัฒนา MCU ตระกูล Kinetis โดยพัฒนามาจาก Eclipse อีกทีหนึ่ง ในโครงการนี้จะใช้ซอฟต์แวร์
 82 ตัวนี้ในการโปรแกรม Hexiwear

83 2.4 MQTT protocol

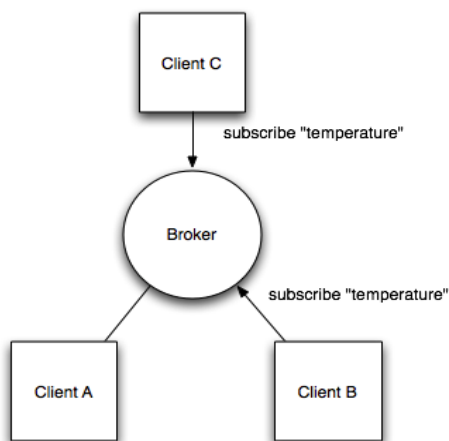


84

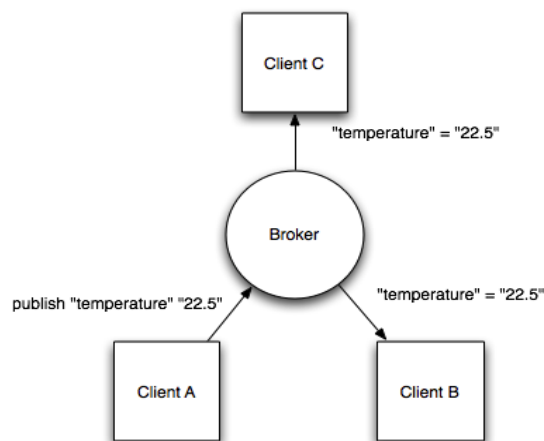
85 ภาพที่2-6 Protocol MQTT

86 MQTT เป็น protocol ที่ออกแบบมาเพื่อใช้รับส่ง (publish/subscribe) โมเดลข้อความระหว่าง
 87 M2M ที่ใช้ bandwidth ต่ำมาก โดยข้อมูลที่ส่งผ่านมีลักษณะเป็นข้อความสั้นๆ โดยส่งผ่านทาง

88 TCP (TCP/IP port 1883 สำหรับแบบทั่วไป และ TCP/IP port 8883 สำหรับแบบที่เข้ารหัสด้วย
89 SSL)
90 MQTT มีโครงสร้างแบบ Client และ Server โดยมี Client เป็น Sensors Module ต่างๆ และมี
91 Server ที่เรียกว่า Broker เป็นตัวกลางคอยรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Client ต่างๆอีกที



92
93 ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างการ Subscribe ของ Client ไปยัง Broker



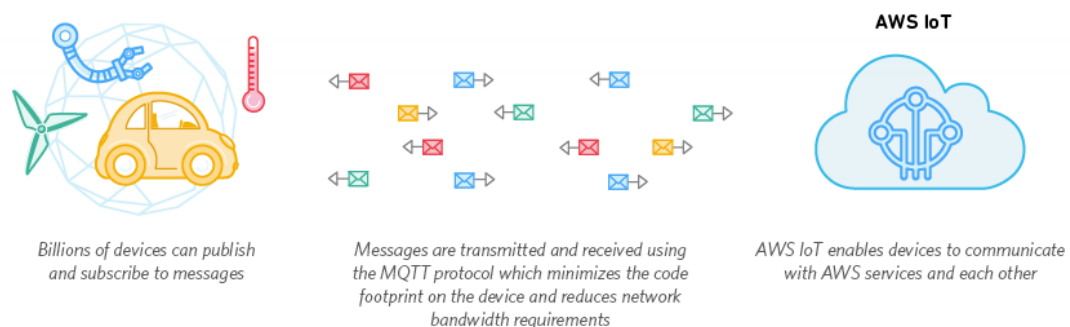
94
95 ภาพที่ 2-8 ตัวอย่างการ publish ของ Client ไปยัง Broker

96
97 **2.5 Amazon Web Services**

98 Amazon web Services หรือ AWS เป็นผู้ให้บริการเครื่องคอมพิวเตอร์บนกลุ่มเมฆ (Cloud
99 Computing) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถซื้อบริการ IT Services ชนิดต่างๆ ได้ เช่น Web server,
100 Database Server, Internet of things ผู้ใช้สามารถกำหนดและควบคุมปริมาณการใช้ทรัพยากรเครื่อง
101 คอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องมีการลงทุนทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

102 2.5.1 AWS IoT

103 เป็น cloud platform ที่ใช้ในการจัดการการเชื่อมต่อของอุปกรณ์กับ cloud application
104 และอุปกรณ์อื่นๆ ให้ง่ายและมีความปลอดภัยมากขึ้น AWS IoT สามารถรองรับการใช้งานของ
105 อุปกรณ์พร้อมกันได้พันล้านเครื่อง สามารถติดตามและติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ได้ตลอดเวลาผ่าน
106 ทาง HTTP, WebSockets หรือ MQTT protocol

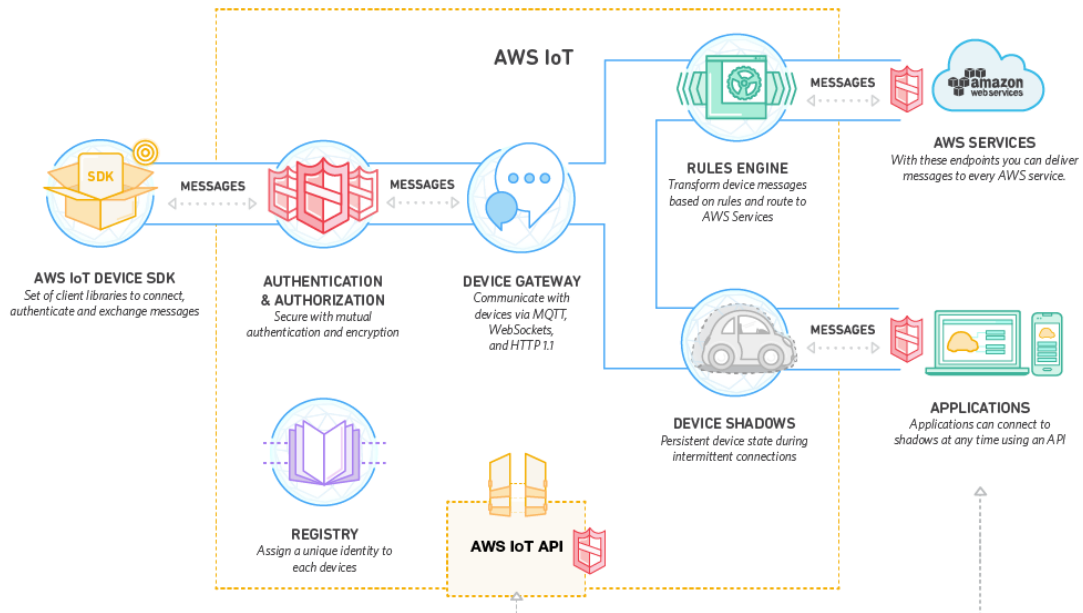


107

108 **ภาพที่2-9** ตัวอย่างการใช้ MQTT protocol ในการติดต่อสื่อสาร

109 2.5.1.1 การทำงานของAWS IOT

110



111

112 ภาพที่2-10 อธิบายการทำงานของ AWS IoT

113 AWS IoT Device SDK : AWS IoT มี SDK เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อ
114 อุปกรณ์กับ AWS IoT ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จะอนุญาตให้มีการเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้
115 MQTT,HTTP หรือ WebSockets protocols โดย AWS IoT Device SDK รองรับการใช้งานหลาย
116 ภาษาอาทิเช่น C , JavaScript,Python,Arduino

117 Device Gateway : ช่วยให้อุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกับ AWS IoT ได้อย่าง
118 ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ Device Gateway สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้
119 publication/subscription model เพื่อช่วยให้มีการติดต่อสื่อสารแบบ one-to-one และ one-to-many

120 Authentication and Authorization : เพื่ออนุญาตให้อุปกรณ์ที่ลงทะเบียนไว้
121 สามารถเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ AWS ได้ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดกฎที่ใช้ในการอนุญาต
122 จาก console หรือใช้ API

123 Registry : ใช้ในการกำหนดตัวตนและอธิบายอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ AWS IoT
124 เหมือน metadata เช่น บอกคุณสมบัติและความสามารถของอุปกรณ์ โดย Registry จะกำหนดตัวตน
125 ของแต่ละอุปกรณ์ไม่ให้ซ้ำกันโดยไม่คำนึงถึงประเภทหรือวิธีการเชื่อมต่อ

126 Device Shadows : เก็บสถานะล่าสุดของแต่ละอุปกรณ์โดยผู้ใช้สามารถเข้าไป
127 อ่านข้อความล่าสุดหรือตั้งค่าในอนาคตของอุปกรณ์แม้อุปกรณ์จะไม่ได้เชื่อมต่อก็ตาม

128 Rules Engine : เป็นกฎที่ผู้ใช้ตั้งขึ้นเองโดยอยู่บนพื้นฐานของของ AWS ที่ใช้ใน
129 การกำหนดการส่งข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ไปยังAWSเพื่อขอใช้บริการ

130 2.5.1.2 AWS IoT Device SDK

131 AWS IoT Device SDK เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การติดต่อระหว่างอุปกรณ์และ
132 AWS IoT มีความง่าย สะดวกรวดเร็วและมีความปลอดภัยมากขึ้น ทำงานร่วมกับ Device Gateway
133 และ Device Shadows โดย AWS IoT Device SDK จะประกอบไปด้วย libraries ต่างๆ และตัวอย่าง
134 การใช้งาน ช่วยให้สามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ได้ง่ายขึ้น

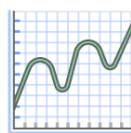
135 2.5.2 AWS Lambda

136 คือ compute service ที่ให้บริการรัน code โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องสร้างหรือจัดเตรียม server โดย
137 จะคิดค่าบริการตามเวลาที่ใช้งานจริง และจะไม่คิดค่าบริการถ้า code ที่เราเขียนไว้ใน AWS Lambda
138 ไม่ได้ทำงาน ผู้ใช้สามารถอัปโหลด code ไปได้ที่ AWS Lambda และตั้งค่าให้ automatically trigger เมื่อ
139 มี event เข้ามากระตุ้น Lambda ก็จะทำงานตามcode ที่เราเขียน ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ Lambda จาก
140 AWS service อื่นๆ web app หรือ mobile app โดย AWS Lambda สามารถรองรับภาษาได้ดังนี้
141 Node.js, Java, และ Python



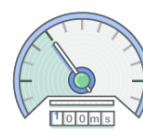
No Servers to Manage

AWS Lambda automatically runs your code without requiring you to provision or manage servers. Just write the code and upload it to Lambda.



Continuous Scaling

AWS Lambda automatically scales your application by running code in response to each trigger. Your code runs in parallel and processes each trigger individually, scaling precisely with the size of the workload.



Subsecond Metering

With AWS Lambda, you are charged for every 100ms your code executes and the number of times your code is triggered. You don't pay anything when your code isn't running.

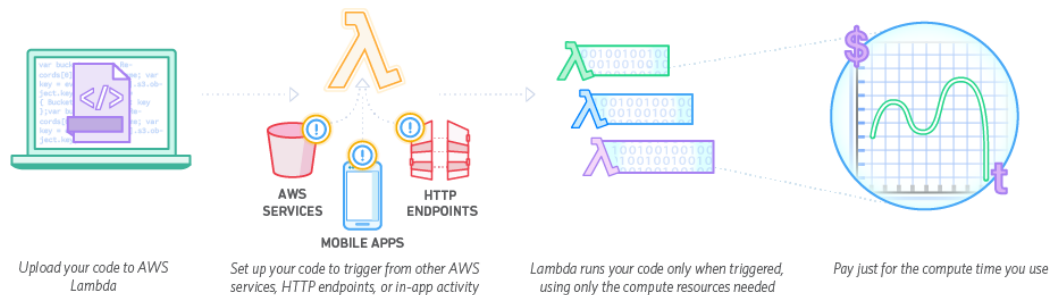
142

143

ภาพที่2-11 อธิบายข้อดีของการใช้ AWS Lambda

144

2.5.2.1 การทำงานของ AWS Lambda



145

146

ภาพที่2-12 อธิบายการทำงานของ AWS Lambda

147

2.6 Raspberry pi 3

148

149

150

151

152

Raspberry pi คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด เมาส์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการ ทำงาน Spreadsheet Word Processing เล่นอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมก็ อีกทั้งยังสามารถเล่น ไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง (High-Definition)

153

154

155

156

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian, Debian, Pidora, Fedora และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้

157

2.6.1 คุณสมบัติที่สำคัญของ Raspberry Pi 3

158

159

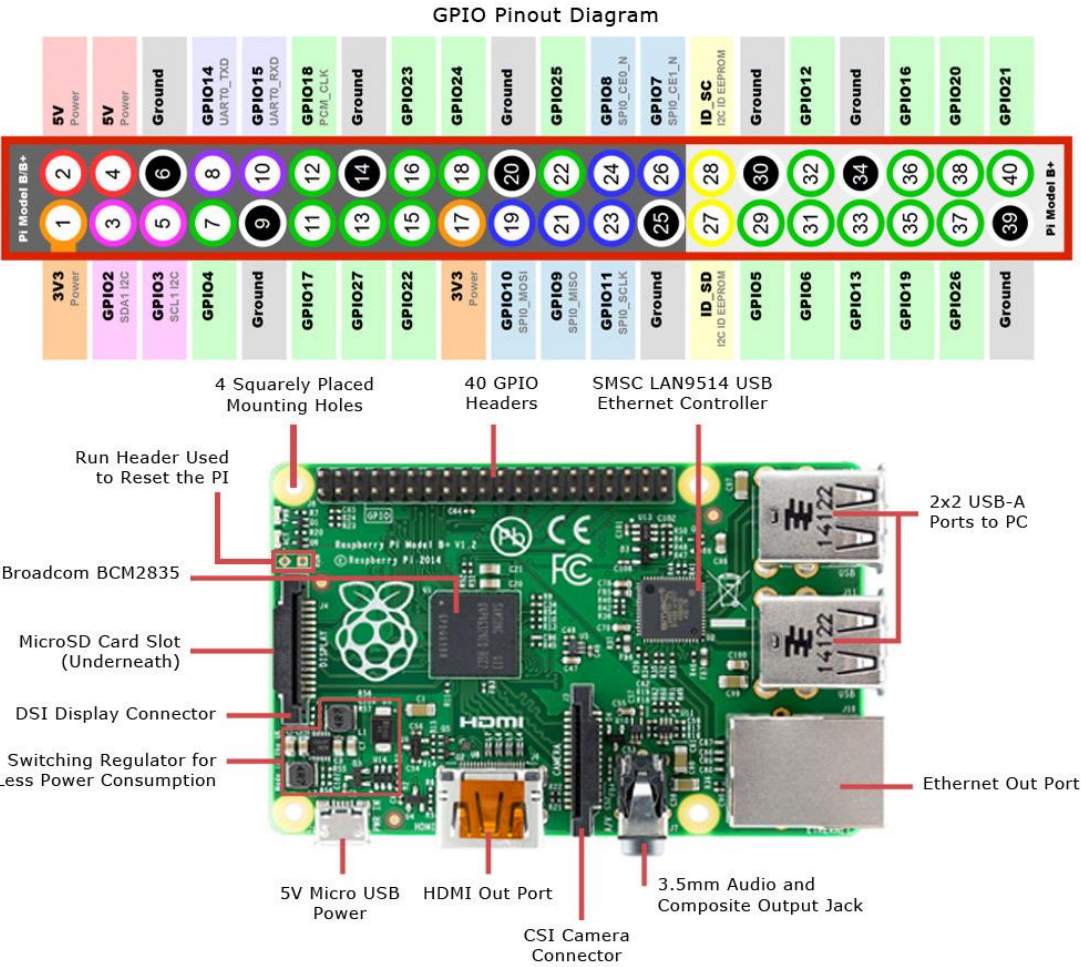
160

161

162

- CPU: Quad-core 1.2 GHz ARM Cortex-A53 แบบ 64 bits
- GPU: Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz
- Memory ขนาด 1 GB (LPDDR2-900 SDRAM)
- หน่วยความจุแบบ MicroSD
- 4 USB ports

- 1 Ethernet port
- 802.11n Wireless LAN
- Bluetooth 4.0
- รองรับ HDMI/Composite ผ่านทาง RCA Jack
- GPIO 40 pins



ภาพที่2-13 อธิบายโครงสร้าง Raspberry Pi 3

173 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

174 Tilmanne J et,al (2009) ได้ทำการศึกษาอัลกอริทึมสำหรับการให้คะแนน actigraphy ไว้ 2
175 แบบ ได้แก่แบบที่ประยุกต์ใช้เครือข่ายปัญญาประดิษฐ์(Artificial Neural Network) และ แบบที่ใช้
176 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) เพื่อแยกแยะสภาวะนอนหลับและตื่นในทารกโดยใช้ actigraphy
177 และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอใหม่กับอัล
178 กอริทึมแบบเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจาก ชุดข้อมูลดิบของ polysomnography และ
179 ankle actimeter (Alice 3) สำหรับเด็กทารก 354 คน โดยใช้ข้อมูลประมาณ 80% ในการฝึกสอน
180 เครือข่ายปัญญาประดิษฐ์และต้นไม้ตัดสินใจ และใช้ข้อมูล 20% ที่เหลือในการทดสอบ ได้ผล
181 ออกมาว่าการใช้อัลกอริทึมทั้ง 2 แบบให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิมที่เป็น
182 สมการการรวมกันเชิงเส้น (linear combination) พบว่าสามารถตรวจจับได้ดีกว่า
183 Yunyoung , Yeeseok และ Jinseok (2016) ได้ทำการออกแบบระบบตรวจสอบการนอน
184 หลับโดยใช้ Accelometer แบบ 3 แกนและเซนเซอร์วัดความดัน เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพการ
185 นอนหลับจากข้อมูลที่เก็บได้จากระบบดังกล่าว โดยใช้อาสาสมัคร 3 คนในการทดลองเป็น
186 ระยะเวลา 20 วัน ได้ผลลัพธ์ว่าระบบนี้สามารถวิเคราะห์คุณภาพของการนอนในเชิงปริมาณได้อย่าง
187 มีประสิทธิภาพ

188 APA(ตอนนี้ใช้แบบนี้) , MLA(ต้องแก้เป็นแบบนี้)

189