



การวัดปริมาณน้ำฝนและแจ้งเตือนน้ำป่าไหลหลาก

โดย

นางสาวกนกวลี	พันธ์คำ	รหัสนักศึกษา	B5602445
นายมุฮัมหมัดอามีน	มีเหาะ	รหัสนักศึกษา	B5613779
นางสาวกัญฐิกา	รักด่านกลาง	รหัสนักศึกษา	B5621989

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 527499 โครงการวิศวกรรมโทรคมนาคม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ 2557

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559

การวัดปริมาณน้ำฝนและแจ้งเตือนน้ำป่าไหลหลาก

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....
(อาจารย์ ดร.เศรษฐวิทย์ ภูฉายา)
กรรมการ / อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

.....
(ผศ.ร.อ.ดร. ประโยชน์คำสวัสดิ์)
กรรมการ

.....
(ผศ.ดร.วิภาวีหัตถกรรม)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้แนบรายงานโครงการฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา527499 โครงการวิศวกรรมโทรคมนาคมประจำปีการศึกษา

2559

โครงการ	การวัดปริมาณน้ำฝนและแจ้งเตือนน้ำป่าไหลหลาก			
จัดทำโดย	นางสาวกนกวลี	พันธ์คำ	รหัสนักศึกษา	B5602445
	นายมุฮัมหมัดอามีน	มีเหาะ	รหัสนักศึกษา	B5613779
	นางสาวกัญฐิกา	รักด่านกลาง	รหัสนักศึกษา	B5621989
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. เศรษฐวิทย์ภูฉายา			
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม			
ภาคการศึกษาที่	1/2559			

บทคัดย่อ

การจัดตั้งศูนย์แจ้งเตือนภัยพิบัติ เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติด้านน้ำป่าไหลหลากที่มักเกิดในฤดูฝน ซึ่งแต่ละครั้งนั้นจะมีปริมาณน้ำฝนที่มากเนื่องจากฝนตกติดต่อกันหลายวัน อาจทำให้เกิดความเสียหายจากน้ำป่าไหลหลากได้ เพราะไม่มีเครื่องวัดที่แน่นอนและสามารถแจ้งเตือนได้ตลอด24ชั่วโมงในการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้งที่ฝนตก จึงทำให้เกิดความเสียหายต่อสภาพแวดล้อม บ้านเรือน และประชากรที่อยู่บริเวณข้างเคียงเพราะไม่สามารถรู้ทันว่าจะเกิดน้ำป่าไหลหลากได้ ผู้คนอพยพไม่ทันไร้สัญญาณการแจ้งเตือนล่วงหน้าและเกิดความเสียหายตามมาอย่างมหาศาล

ดังนั้น ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการจึงได้ออกแบบ เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอย่างง่าย โดยเน้นความถูกต้อง แม่นยำ และส่งการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็วผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์เพื่อแจ้งเตือนไปยังประชาชนได้ทันทั่วทั้ง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. เศรษฐวิทย์ภิญญาชาติ ได้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับแนวคิด การชี้แนะการดูแลเอาใจใส่ ติดตามงาน ชี้แนะในข้อบกพร่องและสิ่งต่างๆ ตลอดจนช่วยฝึกฝนและให้การสนับสนุนคณะผู้จัดทำให้มีความสามารถในการทำโครงการ และสามารถนำเสนอผลงานให้เป็นที่รู้จักและยอมรับได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมรวมทั้งผู้ปกครองของคณะผู้จัดทำทุกท่านที่และเพื่อนของคณะผู้จัดทำในสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคนที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนรวมทั้งให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำตลอดมา

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวมาไว้ ณ ที่นี้ สำหรับส่วนดีของโครงการชิ้นนี้ขออุทิศแก่อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำ

ผู้จัดทำ

นางสาวกนกวลี

พันธ์คำ

นายมุฮัมหมัดอาหมีน

มีเหาะ

นางสาวกัญฉิกา

รักด่านกลาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

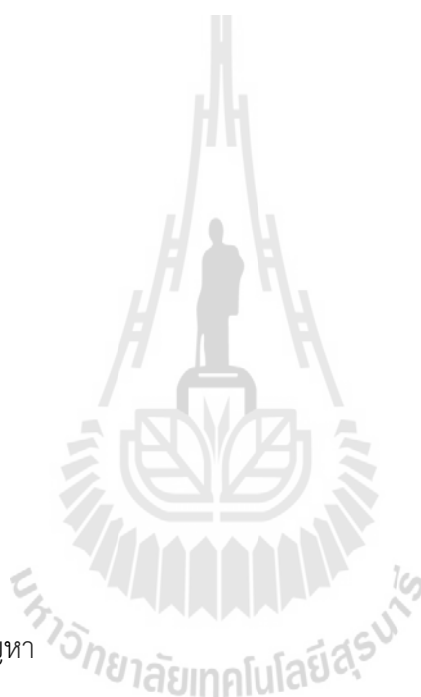
เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
บทที่1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 การวัดปริมาณน้ำฝน	4
2.2.1 ปริมาณน้ำฝน	4
2.2.2 วิธีการวัดปริมาณน้ำฝน	7

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.2.3 ปริมาณน้ำฝนสัมพันธ์กับ Land Slide	8
2.2.4 ภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำฝน	9
2.3 Raspberry Pi 3 (RPi3) Model B	17
2.3.1 ชุดอุปกรณ์สำหรับใช้งานบอร์ด Raspberry Pi	18
2.3.2 การเริ่มต้นใช้งาน Raspberry Pi	19
2.3.3 การเริ่มต้นใช้งานครั้งแรก	23
2.4 Ultrasonic sensor	27
2.4.1 วิธีการใช้งาน	29
2.5 Application Line	30
2.6 ภาษาไพธอน (Python)	35
2.7 ค่า R-Squared	45
บทที่ 3 การออกแบบและการจำลอง	47
3.1 กล่าวนำ	47
3.2 การเขียนโปรแกรม	49
3.2.1 การส่งข้อความและรูปภาพ	49
3.2.2 การคำนวณระดับน้ำ	50
3.2.3 การทำงานของระบบโดยรวม	52

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและทดสอบการใช้งานจริง	54
4.1 กล่าวนำ	54
4.2 อุปกรณ์และการทดสอบชิ้นงาน	54
4.3 ขั้นตอนการทดลอง	55
4.4 ผลการทดลอง	56
4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	59
4.6 สรุปผลการทดลอง	59
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	60
5.1 บทสรุป	60
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	60
5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา	60
5.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	61
5.5 สิ่งที่ได้รับจากการทำโครงการ	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	63
ประวัติผู้เขียน	67



สารบัญรูปภาพ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
รูปที่ 2.1 ลักษณะบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B	17
รูปที่ 2.2 การดาวน์โหลดอิมเมจ OS	19
รูปที่ 2.3 ไฟล์อิมเมจ (.img)	20
รูปที่ 2.4 การดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager	20
รูปที่ 2.5 การติดตั้งโปรแกรม Win32DiskImager	21
รูปที่ 2.6 เลือก Drive ของ Micro SD card	21
รูปที่ 2.7 ไฟล์ที่ดาวน์โหลด	22
รูปที่ 2.8 การยืนยันที่ติดตั้ง OS	22
รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi	23
รูปที่ 2.10 การเลือก Expand Filesystem	23
รูปที่ 2.11 การยืนยันทำคำสั่ง	24
รูปที่ 2.12 หน้าเริ่มต้น Raspberry Pi	24
รูปที่ 2.13 การกด Enter เพื่อยืนยันทำคำสั่งต่อไป	25
รูปที่ 2.14 แสดงข้อมูลเมื่อกด Enter	25
รูปที่ 2.15 การยืนยันการติดตั้ง	26
รูปที่ 2.16 Ultrasonic	27

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.17 การสะท้อนกลับของคลื่นเสียง	27
รูปที่ 2.18 วิธีการต่อเข้าบอร์ด	29
รูปที่ 2.19 การสนทนาด้วยเสียง	30
รูปที่ 2.20 ส่งข้อความแบบวิดีโอและเสียง	31
รูปที่ 2.21 การส่งสติ๊กเกอร์	31
รูปที่ 2.22 ภาพวอลเปเปอร์	32
รูปที่ 2.23 การแชตแบบกลุ่ม	32
รูปที่ 2.24 Timeline	33
รูปที่ 2.25 เกมในไลน์	33
รูปที่ 2.26 การเพิ่มเพื่อน	34
รูปที่ 2.27 Windows explorer ที่อยู่โปรแกรม Python version 2.5.2	36
รูปที่ 2.28 Dialog box การเลือกผู้ใช้ขณะติดตั้งโปรแกรมไพธอน	36
รูปที่ 2.29 Dialog box การเลือกโฟลเดอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรมไพธอน	37
รูปที่ 2.30 แสดง Dialog box เลือกปรับแต่งการติดตั้งโปรแกรมไพธอน	37
รูปที่ 2.31 Dialog box การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จสมบูรณ์	38
รูปที่ 2.32 หน้าต่างโปรแกรมไพธอนในส่วนของ Python Shell	39
รูปที่ 2.33 หน้าต่างการเขียนโปรแกรมกับ Python shell	42

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.34 หน้าต่างการเขียนโปรแกรมกับ GUI	43
รูปที่ 2.35 วิธีการบันทึกโปรแกรม	43
รูปที่ 2.36 หน้าต่างการสั่งให้ไพธอนประมวลผลโปรแกรม	44
รูปที่ 2.37 แสดงผลของ Error	44
รูปที่ 2.38 แผนภาพเปรียบเทียบค่า R-Squared	45
บทที่ 3 การออกแบบและการจำลอง	47
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานโดยรวม	47
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม	48
รูปที่ 3.3 ค่าที่ได้จากการวัดจากเซนเซอร์ และคำนวณระดับน้ำ	51
บทที่ 4 ผลการทดลองและทดสอบการใช้งานจริง	54
รูปที่ 4.1 โมเดลจำลองสำหรับการวัดปริมาณน้ำฝน	54
รูปที่ 4.2 รูปแบบการต่อวงจร	55
รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบที่ส่งเข้าแอปพลิเคชัน Line	56

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การวัดปริมาณน้ำฝน	7
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการประกาศตัวแปรระหว่างภาษาต่างๆ	40
ตารางที่ 2.3 คำสงวน	41
บทที่ 4 ผลการทดลองและทดสอบการใช้งานจริง	54
ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง	57



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีการแจ้งเตือนภัยพิบัติด้านน้ำป่าไหลหลากไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติด้านน้ำป่าไหลหลาก ที่มักเกิดขึ้นในฤดูฝน ฝนที่ตกต่อเนื่องกันหลายวัน ส่งผลให้มีปริมาณน้ำฝนมาก ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวัดปริมาณน้ำฝน เพื่อนำมาเตรียมตัวรับมือกับภัยพิบัติที่มีโอกาสเกิด และเตือนภัยไปยังนักท่องเที่ยว ชุมชน ประชาชน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทันเวลาที่ เดิมการวัดปริมาณน้ำฝนจะวัดจากจำนวนน้ำฝนที่ตกลงมายังภาชนะรูปทรงกระบอก แล้วอ่านค่าปริมาณน้ำฝนเทียบกับมาตรฐานวัดฝนแบบไทย ปัญหาคือมีการแจ้งเตือน ที่ล่าช้าต่อการเตรียมตัวรับมือภัยพิบัติที่มีโอกาสเกิดน้ำป่าไหลหลากจากปริมาณน้ำฝนตกสะสม ผู้คนอพยพไม่ทัน และเกิดความเสียหายต่อบ้านเรือน ดังนั้นทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการงานจึง เสนอการออกแบบ เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอย่างง่าย โดยเน้นความถูกต้อง แม่นยำ และส่งการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็วไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างทันเวลาที่ นอกจากนี้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้นเป็นที่ต้องการของหน่วยงานรัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป ที่ได้ผลกระทบทางภัยพิบัตินี้ทั้งบนที่สูงและที่ราบลุ่มแม่น้ำ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อการบันทึกปริมาณน้ำฝนที่มีความถูกต้อง แม่นยำ
2. เพื่อพัฒนาการแจ้งเตือนปริมาณน้ำฝนยังเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องอย่างทันเวลาที่
3. เพื่อแยกแยะปริมาณน้ำฝนด้วยแถบสี ในการแจ้งเตือนโอกาสการเกิดน้ำป่าไหลหลาก

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. ศึกษาหลักการและวิธีการวัดปริมาณน้ำฝน
2. ปรับเทียบอุปกรณ์และเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าปริมาณน้ำฝน
3. เขียนโปรแกรมประมวลผลค่าปริมาณน้ำฝนเพื่อแจ้งเตือนโอกาสเกิดน้ำป่าไหลหลากผ่านระบบแอปพลิเคชัน Line

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ปรึกษาอาจารย์ เพื่อเลือกเรื่องที่น่าสนใจที่ทำเพื่อศึกษาขอบเขตของโครงการ
2. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการ
3. ศึกษาทฤษฎีและหลักการการทำงานของเซนเซอร์และบอร์ด Raspberry Pi
4. จัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการ
5. เปรียบเทียบอุปกรณ์และเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าปริมาณน้ำฝน
6. เขียนโปรแกรมประมวลผลค่าปริมาณน้ำฝนเพื่อแจ้งเตือนโอกาสการเกิดน้ำป่าไหลหลากผ่านแอปพลิเคชัน Line
7. ทดสอบการทำงานของตัวตรวจรู้และบอร์ด Raspberry Pi
8. สรุปผลการทดลอง เขียนรายงานโครงการ และนำเสนอโครงการ

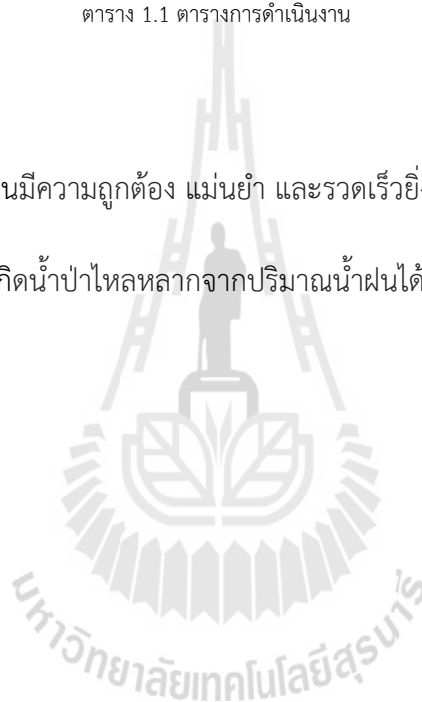
กิจกรรม	พ.ศ. 2559							
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1.ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล	↔							
2.เขียนโครงการและเสนอโครงการกับอาจารย์ที่ปรึกษา		↔						
3.หาซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ			↔					
4.เปรียบเทียบอุปกรณ์และเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าปริมาณน้ำฝน			↔					

5. เขียนโปรแกรมประมวลผลค่าปริมาณน้ำฝนเพื่อแจ้งเตือนโอกาสการเกิดน้ำป่าไหลหลากผ่านแอปพลิเคชัน Line					←	→		
6. ทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์						←	→	
7. สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน							←	→
8. นำเสนอโครงการ								←

ตาราง 1.1 ตารางการดำเนินงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. การแจ้งเตือนปริมาณน้ำฝนมีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วยิ่งขึ้น
2. สามารถแจ้งเตือนโอกาสเกิดน้ำป่าไหลหลากจากปริมาณน้ำฝนได้อย่างรวดเร็ว และยังลดผลกระทบต่อประชาชน



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงวิธีการวัดปริมาณน้ำฝน การแบ่งเกณฑ์ของปริมาณน้ำฝน การตั้งค่าโปรแกรม การเขียนโปรแกรม Raspberry Pi 3 model B ด้วยภาษา Python และการใช้งาน Ultrasonic Sensor ในการบอกปริมาณน้ำฝน โดยการแสดงผลผ่านทางแอปพลิเคชัน Line

2.2 การวัดปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนเป็นสิ่งสำคัญในทางอุตุนิยมวิทยา เพราะปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรกรรมและอื่นๆ พื้นที่ใดจะอุดมสมบูรณ์และสามารถทำการเพาะปลูกได้หรือจะเป็นทะเลทรายก็ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในบริเวณนั้น

2.2.1 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝน หมายถึง ระดับความลึกของน้ำฝนในภาชนะที่รองรับน้ำฝน ทั้งนี้ภาชนะที่รองรับน้ำฝนจะต้องตั้งอยู่ในแนวระดับ และวัดในช่วงเวลาที่กำหนด หน่วยที่ใช้วัดปริมาณน้ำฝนนิยมใช้ในหน่วยของมิลลิเมตร

น้ำผิวดินมีความสำคัญมากกับมนุษย์ ทั้งในแง่ของพลังงาน การคมนาคม การชลประทาน แต่อย่างไรก็ดีในศตวรรษที่ 16 มนุษย์จึงเริ่มเข้าใจว่า ทางน้ำเป็นแหล่งของน้ำไหลผ่านและน้ำใต้ดิน ซึ่งได้มาจากน้ำฝนและหิมะ น้ำไหลผ่านเริ่มจาก ชั้นบางๆแผ่ออกไป (Broad Sheet) และกลายเป็น ลำธาร (Rill) และเป็น ทางน้ำ (Stream) ต่อไป

การไหลของน้ำในทางน้ำ (Stream Flow) การไหลของน้ำเป็นวิธีการในการเปิดช่องทางสู่ทะเล มหาสมุทร ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วง เวลาที่ใช้ในการเดินทางขึ้นอยู่กับความเร็วของสายน้ำซึ่งวัดในรูปของระยะทางที่น้ำเดินทางได้ต่อหน่วยของทางน้ำบางสายมีความเร็วช้ากว่า 0.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่บางสายน้ำอาจมีความเร็วถึง 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การไหลของทางน้ำอย่างช้า ๆ ที่เรียกว่า การไหลแบบชั้น (Laminar Flow) อนุภาคของน้ำในทางน้ำมีการเคลื่อนที่เป็นชั้นขนานกันไป ในแต่ละชั้นมีความเร็วเท่า ๆ กัน แต่อาจแตกต่างกันไปจากชั้นใกล้เคียง ในทางน้ำจะพบเห็นการไหลแบบนี้ได้ยาก แต่ถ้ามีการไหลในลักษณะนี้ จะสามารถสังเกตเห็นได้ในบริเวณใกล้ขอบของทางน้ำ แต่ทางน้ำส่วนใหญ่มักมีลักษณะการไหลแบบ การไหลปั่นป่วน (Turbulent Flow) ซึ่งความเร็วเพิ่มขึ้น ทำให้อนุภาคมีการไหลวนเวียน การเปลี่ยนแปลงการไหลจากการไหลเป็นชั้น ไปเป็น การไหลปั่นป่วน มีปัจจัยที่สำคัญคือความเร็ว ปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจเกี่ยวข้องประกอบด้วยคือ การลดลงของความหนืดของน้ำ การเพิ่มขึ้นของความลึก และความไม่ราบเรียบของทางน้ำ

การวัดค่าความเร็วของทางน้ำ จะวัดในหน่วยของระยะทางที่น้ำเดินทางได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยการติดตั้งมาตรวัดหลาย ๆ จุด ขวางลำน้ำและหาค่าเฉลี่ยในทางน้ำสายตรง ความเร็วที่สูงสุดจะอยู่บริเวณตอนกลางของทางน้ำซึ่งเป็นบริเวณที่แรงต้านทานน้อยที่สุด เมื่อทางน้ำคดโค้งบริเวณที่ทางน้ำมีความเร็วสูงสุด จะเป็นฝั่งด้านนอก

ความสามารถในการกร่อนและการพัดพาวัตถุขึ้นอยู่กับความเร็วของทางน้ำ ดังนั้นความเร็วจึงเป็นลักษณะที่สำคัญของทางน้ำ ความเร็วของทางน้ำที่เปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยทำให้ความสามารถพัดพาเอาตะกอนไปกับน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย ปัจจัยหลายประการที่เป็นตัวกำหนดความเร็วของทางน้ำซึ่งก็เป็นตัวกำหนดความสามารถในการกร่อนของทางน้ำด้วย ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

1. ความลาดเอียง (Gradient)
2. รูปร่าง ขนาด และความเรียบของทางน้ำ
3. อัตราน้ำไหล (Discharge)

ความลาดเอียงของทางน้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในการควบคุมความเร็วของทางน้ำ ความลาดเอียงเป็นการลดระดับตามแนวตั้งของทางน้ำในช่วงระยะทางหนึ่ง ๆ ที่กำหนด ความลาดเอียงของทางน้ำแต่ละสายอาจไม่เท่ากัน และในทางน้ำแต่ละสายค่าความลาดเอียง ก็เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงของทางน้ำ โดยปกติค่าความลาดเอียงของทางน้ำลดลงจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ ทางน้ำที่มีค่าความลาดเอียงสูงย่อมมีพลังงานในการไหลสูงด้วย ถ้าทางน้ำสองสายซึ่งมีลักษณะเหมือนกันทุกประการยกเว้นค่าความลาดเอียง ทางน้ำสายที่มีค่าความลาดเอียงสูงจะมีความเร็วมากกว่า ทางน้ำสายที่มีค่าความลาดเอียงต่ำกว่า

รูปร่างภาพตัดขวางของทางน้ำเป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำที่สัมผัสกับร่องน้ำซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทาน ทางน้ำซึ่งมีเส้นรอบวงน้อยจะเป็นทางน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบทางน้ำสองสายซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ทางน้ำที่มีภาพตัดขวางเป็นครึ่งวงกลมจะเป็นทางน้ำที่น้ำสัมผัสกับร่องน้ำน้อยและก็จะมีความเร็วเสียดทานน้อย ซึ่งก็เป็นผลให้น้ำไหลได้เร็ว

ขนาดและความราบเรียบของร่องน้ำ มีผลกับปริมาณของแรงเสียดทาน ขนาดที่เพิ่มขึ้นของภาพตัดขวางของทางน้ำจะเป็นตัวที่ทำให้อัตราส่วนของเส้นรอบวงต่อพื้นที่หน้าตัดลดลง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการไหลของทางน้ำ ความราบเรียบของร่องน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งเห็นผลได้ง่าย ร่องน้ำที่ราบเรียบทำให้การไหลของน้ำสม่ำเสมอ ในขณะที่ร่องน้ำที่ขรุขระซึ่งเต็มไปด้วยก้อนกรวดตามท้องน้ำ จะทำให้กระแสน้ำปั่นป่วนลดความสามารถในการไหลของน้ำ





อัตราน้ำไหลของทางน้ำเป็นปริมาณของน้ำที่ไหลผ่านจุดใด ๆ ในช่วงเวลาที่กำหนด มักวัดในหน่วยของลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที ซึ่งอาจคำนวณได้จากผลคูณของพื้นที่หน้าตัดของทางน้ำกับความเร็วของทางน้ำ ปริมาณของน้ำในทางน้ำสายหนึ่ง ๆ มักไม่คงที่ อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนหรือหิมะที่ตกลงมาสู่พื้นดินไม่แน่นอน ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปย่อมกระทบกับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย ถ้าปริมาณน้ำสูง ความกว้างและความลึกของทางน้ำย่อมสูงขึ้น หรืออาจทำให้น้ำมีความเร็วสูงขึ้นด้วย ซึ่งทางน้ำเองก็มีการปรับตัวเพื่อรองรับปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยการขยายความกว้างของทางน้ำหรือเพิ่มความลึกของทางน้ำ ซึ่งเมื่อขนาดของทางน้ำเพิ่มขึ้น พื้นที่สัมผัสของน้ำกับร่องน้ำก็เพิ่มขึ้นเกิดแรงเสียดทาน ทำให้น้ำไหลช้าลงโดยปกติอัตราน้ำไหลมีค่าเพิ่มขึ้นไปทางปลายน้ำ

2.2.2 วิธีกรวัดปริมาณน้ำฝน

การวัดปริมาณน้ำฝนใช้หลักการการวัดจำนวนฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้าโดยให้น้ำฝนตกลงในภาชนะรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร ฝนจะตกผ่านปากกระบอกลงไปตามท่อกรวยสู่ภาชนะรองรับน้ำฝนไว้ เมื่อต้องการทราบปริมาณน้ำฝน จะเริ่มทำการวัดโดยใช้ Ultrasonic Sensor พร้อมแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชัน Line

ในการรายงานปริมาณน้ำฝนนั้น จะรายงานว่าฝนตกเล็กน้อย ฝนตกปานกลาง ฝนตกหนัก ฝนตกหนักมาก แต่การตั้งเกณฑ์สากลไม่อาจทำได้ เพราะสภาพของฝนในแต่ละประเทศมีปริมาณไม่เหมือนกัน เฉพาะประเทศไทยใช้รายงานเป็นจำนวนมิลลิเมตร (มม.) ต่อ 24 ชั่วโมง โดยมีหลักเกณฑ์ในการรายงานดังนี้

ปริมาณฝนต่อ 24 ชั่วโมง

เกณฑ์ปริมาณน้ำฝน	แสดงแถบสี	ความหมาย
0 มม. - 10.0 มม.		ฝนตกเล็กน้อย
10.1 มม. - 35.0 มม.		ฝนตกปานกลาง
35.1 มม. - 90.0 มม.		ฝนตกหนัก
90.1 มม. เป็นต้นไป		ฝนตกหนักมาก

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การวัดปริมาณน้ำฝน

2.2.3 ปริมาณน้ำฝนสัมพันธ์กับ Land Slide

น้ำจะเป็นตัวลดแรงต้านทานในการเคลื่อนตัวของมวลดินหรือหิน และน้ำจะเป็นตัวที่ทำให้คุณสมบัติของดินที่เป็นของแข็งเปลี่ยนไปเป็นของไหลได้ ดินถล่มมักเกิดจากการที่น้ำซึมลงในชั้นดินบนลาดเขาและเกิดแรงดันของน้ำเพิ่มขึ้นในชั้นดินโดยเฉพาะในช่วงที่ฝนตกหนัก

ดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย จะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลานาน โดยน้ำฝนจะไหลซึมลงไปชั้นดินจนกระทั่งชั้นดินชุ่มน้ำ ไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ เนื่องจากความดันของน้ำในดินเพิ่มขึ้น (Piezometric Head) เป็นการเพิ่มความดันในช่องว่างของชั้นหิน (Pore Pressure) ดันให้ดินมีการเคลื่อนที่ลงมาตามลาดเขาได้ง่ายขึ้น และนอกจากนี้แล้วน้ำที่เข้าไปแทนที่ช่องว่างระหว่างเม็ดดินทำให้แรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง ส่งผลให้ดินมีกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินลดลงทำให้ความปลอดภัยของลาดดินลดลงไปด้วย (วรากร ไม้เรียง, 2546) และถ้าหากปริมาณน้ำในมวลดินเพิ่มขึ้นจนมวลดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ และระดับน้ำในชั้นดินสูงขึ้นมาที่ระดับผิวดินจะเกิดการไหลบนผิวดินและกัดเซาะหน้าดิน ความปลอดภัยของลาดดินจะลดลงไปครึ่งหนึ่งของสภาวะปกติ (Glawe, 2004) หมายความว่าลาดดินเริ่มมีการเคลื่อนตัวตามระนาบของการเคลื่อนตัวของดิน และถ้าฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลาออกไป น้ำจะไหลลงไปบนระนาบของรอยการเคลื่อนตัวและชะล้างเม็ดดินที่เป็นดินเหนียวออกไปตามแนวระนาบทำให้ค่าแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินบริเวณระนาบการเคลื่อนตัวลดลงไปอย่างมาก ก่อให้เกิดดินถล่มลงมาตามความลาดชันของไหล่เขา

2.2.4 ภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำฝน

2.2.4.1 อุทกภัย

1. นิยามและสาเหตุการเกิดอุทกภัย

อุทกภัย คือ ภัยหรืออันตรายที่เกิดจากน้ำท่วม หรืออันตรายอันเกิดจากสภาวะที่น้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำ เข้าท่วมพื้นที่ซึ่งโดยปกติแล้วไม่ได้อยู่ใต้ระดับน้ำ หรือเกิดจากการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทันทำให้พื้นที่นั้นปกคลุมไปด้วยน้ำ (หน่วยวิจัยภัยพิบัติทางธรรมชาติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) โดยทั่วไปแล้วอุทกภัยมักเกิดจากน้ำท่วม ซึ่งสามารถแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ

1) น้ำท่วมขัง/น้ำล้นตลิ่ง เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ๆ มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งเกิดจากฝนตกหนัก ณ บริเวณนั้นๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน หรือเกิดจากสภาวะน้ำล้นตลิ่ง น้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำ และมีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไม่สามารถระบายได้ทัน ความเสียหายจะเกิดกับพืชผลทางการเกษตร และอสังหาริมทรัพย์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับความเสียหายอื่นๆ มีไม่มากนักเพราะสามารถเคลื่อนย้ายไปอยู่ในที่ที่ปลอดภัย

2) น้ำท่วมฉับพลัน เป็นภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันในพื้นที่ เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ที่มีความชันมาก และมีคุณสมบัติในการกักเก็บหรือการตื้นน้ำน้อย เช่น บริเวณต้นน้ำซึ่งมีความชันของพื้นที่มาก พื้นที่ป่าถูกทำลายไปทำให้การกักเก็บหรือการตื้นน้ำลดน้อยลง บริเวณพื้นที่ถนนและสนามบิน เป็นต้น หรือเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำพังทลาย น้ำท่วมฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนักไม่เกิน 6 ชั่วโมง และมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอาจจะไม่มีฝนตกหนักในบริเวณนั้นมาก่อนเลยแต่มีฝนตกหนักมากบริเวณต้นน้ำที่อยู่ห่างออกไป เนื่องจากน้ำท่วมฉับพลันมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็วมาก โอกาสที่จะป้องกันและหลบหนีจึงมีน้อย ดังนั้นความเสียหายจากน้ำท่วมฉับพลันจึงมีมากทั้งแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

สาเหตุของการเกิดอุทกภัยจากธรรมชาติ มีดังนี้

- ฝนตกหนักจากพายุหรือพายุฝนฟ้าคะนอง เป็นพายุที่เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลาหลายชั่วโมง มีปริมาณฝนตกหนักมากจนไม่อาจไหลลงสู่ต้นน้ำลำธารได้ทันจึงท่วมพื้นที่ที่อยู่ในที่ต่ำ มักเกิดในช่วงฤดูฝนหรือฤดูร้อน
- ฝนตกหนักจากพายุหมุนเขตร้อน เมื่อพายุนี้ประจำอยู่ที่แห่งใดแห่งหนึ่งเป็นเวลานานหรือแทบไม่เคลื่อนที่ จะทำให้บริเวณนั้นมีฝนตกหนักติดต่อกันตลอดเวลา ยิ่งพายุมีความรุนแรงมาก เช่น มีความรุนแรงขนาดพายุโซนร้อนหรือไต้ฝุ่น เมื่อเคลื่อนตัวไปถึงที่ใดก็ทำให้ที่นั่นเกิดพายุลมแรง ฝนตกหนักเป็นบริเวณกว้างและมีน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ถ้าความถี่ของพายุที่เคลื่อนที่เข้ามาหรือผ่านเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ถึงแม้จะในช่วงสั้นแต่ก็ทำให้น้ำท่วมเสมอ
- ฝนตกหนักในป่าบนภูเขา ทำให้ปริมาณน้ำบนภูเขาหรือแหล่งต้นน้ำมาก มีการไหลและเชี่ยวอย่างรวดเร็วลงสู่ที่ราบเชิงเขา เกิดน้ำท่วมขึ้นอย่างกะทันหัน เรียกว่าน้ำท่วมฉับพลัน เกิดขึ้นหลังจากที่มีฝนตกหนักในช่วงระยะเวลาสั้นๆ หรือเกิดก่อนที่ฝนจะหยุดตก มักเกิดขึ้นในลำธารเล็กๆ โดยเฉพาะตอนที่อยู่ใกล้ต้นน้ำของบริเวณลุ่มน้ำ ระดับน้ำจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับเทือกสูง เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น
- ผลจากน้ำทะเลหนุน ในระยะที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์อยู่ในแนวที่ทำให้ระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด น้ำทะเลจะหนุนให้ระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นอีกมาก เมื่อประจวบกับระยะเวลาที่น้ำป่าและจากภูเขาไหลลงสู่แม่น้ำ ทำให้น้ำในแม่น้ำไม่อาจไหลลงสู่ทะเลได้ ทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งและท่วมเป็นบริเวณกว้างยิ่งถ้ามีฝนตกหนัก หรือมีพายุเกิดขึ้นในช่วงนี้ ความเสียหายจากน้ำท่วมชนิดนี้จะมีมาก
- ผลจากลมมรสุมมีกำลังแรง มรสุมตะวันออกเฉียงใต้เป็นมรสุมที่พัดพาความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เมื่อมีกำลังแรงเป็นระยะเวลาหลาย วัน ทำให้เกิดคลื่นลมแรง ระดับน้ำในทะเลตามขอบฝั่งจะสูงขึ้น ประกอบกับมีฝนตกหนักทำให้เกิดน้ำท่วมได้ ยิ่งถ้ามีพายุเกิดขึ้นในทะเลจีนใต้ก็จะยิ่งเสริมให้มรสุมดังกล่าวมีกำลังแรงขึ้นอีก ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจากประเทศจีนเข้าสู่ไทยปะทะขอบฝั่งตะวันออกของภาคใต้ มรสุมนี้มีกำลังแรงเป็นครั้งคราว เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนมีกำลังแรงขึ้นจะทำให้มีคลื่นค่อนข้างใหญ่ในอ่าวไทย และระดับน้ำทะเลสูงกว่าปกติ บางครั้งทำให้มีฝนตกหนักในภาคใต้ ตั้งแต่จังหวัดชุมพร ลงไปทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง

- ผลจากแผ่นดินไหวหรือภูเขาไฟระเบิด เมื่อเกิดแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟบนบกและภูเขาไฟใต้น้ำระเบิด เปลือกของผิวโลกบางส่วนจะได้รับความกระทบกระเทือนต่อเนื่องกัน บางส่วนของผิวโลกจะสูงขึ้นบางส่วนจะยุบลง ทำให้เกิดคลื่นใหญ่ในมหาสมุทรซัดขึ้นฝั่ง เกิดน้ำท่วมตามหมู่เกาะและเมืองตามชายฝั่งทะเลได้ เกิดขึ้นบ่อยครั้งในมหาสมุทรแปซิฟิก

สาเหตุของการเกิดอุทกภัยจากการกระทำของมนุษย์ มีดังนี้

- การตัดไม้ทำลายป่า ในพื้นที่เสี่ยงภัยเมื่อเกิดฝนตกหนักจะทำให้อัตราการไหลสูงสุดเพิ่มมากขึ้นและไหลมาเร็วขึ้น เป็นการเพิ่มความรุนแรงของน้ำในการทำลายและยังเป็นสาเหตุของดินถล่มด้วย นอกจากนี้ยังทำให้ดินและรากไม้ขนาดใหญ่ถูกชะล้างให้ไหลลงมาในท้องน้ำ ทำให้ท้องน้ำตื้นเขินไม่สามารถระบายน้ำได้ทันที รวมทั้งก่อให้เกิดความสูญเสียชีวิตและบาดเจ็บของประชาชนทางด้านท้ายน้ำ

- การขยายเขตเมืองลุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ลุ่มต่ำ (Flood plain) ซึ่งเป็นแหล่งเก็บน้ำธรรมชาติ ทำให้ ไม่มีที่รับน้ำ ดังนั้นเมื่อน้ำล้นตลิ่งก็จะเข้าไปท่วมบริเวณที่เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำซึ่งเป็นเขตเมืองที่ขยายใหม่ก่อน

- การก่อสร้างโครงสร้างขวางทางน้ำธรรมชาติทำให้มีผลกระทบต่อการระบายน้ำ และก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม

- การออกแบบทางระบายน้ำของถนนไม่เพียงพอ ทำให้น้ำล้นเอ่อในเขตเมือง ทำความเสียหายให้แก่ชุมชนเมืองใหญ่ เนื่องจากการระบายได้ช้ามาก

- การบริหารจัดการน้ำที่ไม่ดีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำท่วมโดยเฉพาะบริเวณด้านท้ายเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ

2.2.4.2 โคลนถล่ม

1. นิยามของโคลนถล่ม

ดินถล่มหรือโคลนถล่ม คือ การเคลื่อนตัวของมวลดินและหินภายใต้อิทธิพลแรงโน้มถ่วงของโลก (วรรณช ตีละมัน, 2555)

สาเหตุหลักของดินถล่มหรือโคลนถล่ม คือ ดินบริเวณนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักได้อีกต่อไป ดินถล่มมักเกิดพร้อมกับหรือตามมาหลังจากน้ำป่าไหลหลาก เกิดขึ้นในขณะหรือภายหลังจากพายุฝนที่ทำให้เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องอย่างรุนแรง กล่าวคือ เมื่อฝนตกต่อเนื่องน้ำซึมลงในดินอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงจุดหนึ่งดินจะอิ่มตัวชุ่มด้วยน้ำยังผลให้น้ำหนักของมวลดินเพิ่มขึ้นและแรงยึดเกาะระหว่างมวลดินลดลง ระดับน้ำใต้ผิวดินเพิ่มสูงขึ้นทำให้แรงต้านทานการเลื่อนไหลของดินลดลง จึงเกิดการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหิน ดังนั้น โอกาสที่เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่มจึงมีมากยิ่งขึ้นการเคลื่อนตัวของดินอาจเกิดอย่างช้า ๆ หรืออย่างฉับพลัน น้ำหนักของมวลดินที่ถล่มลงมามีกำลังมหาศาลที่ทำลายสิ่งต่าง ๆ ที่ขวางทางและก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินการเกิดดินถล่มเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ

2. สาเหตุของดินถล่ม/โคลนถล่ม จำแนกได้ดังต่อไปนี้

1) สาเหตุจากมนุษย์ (Manmade Causes) กิจกรรมที่มนุษย์ทำในบริเวณที่ลาดชัน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่ม เช่น

- การก่อสร้างในบริเวณเชิงเขาที่ลาดชัน โดยไม่มีการคำนวณด้านวิศวกรรมที่ดีพอ
- การเกษตรในพื้นที่ลาดชันเชิงเขา
- การกำจัดพืชที่ปกคลุมดินและการตัดไม้ทำลายป่า

กิจกรรมเหล่านี้ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีความลาดชันเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำผิวดิน และเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล ซึ่งอาจก่อให้เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่ม การขุดหรือตัดถนนในบริเวณที่ลาดเชิงเขาอาจก่อให้เกิดความชันของพื้นที่มากขึ้น การขุดเหมืองและการระเบิดหินมักจะทำให้ดินมีความลาดชันเพิ่มขึ้น การทำการเกษตรในบริเวณที่ลาดชัน เกษตรกรก็จำเป็นต้องกำจัดวัชพืชและอาจปรับพื้นที่

ให้มีลักษณะชั้นบันไดหรือธุรกิจการตัดไม้ทำลายป่า กิจกรรมเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณผิวดินกล่าวคือน้ำจะไหลผ่านหน้าดินอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดการชะล้างหน้าดิน เนื่องจากป่าถูกทำลาย ดินขาดรากไม้ยึดเหนี่ยวนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณผิวดินยังส่งผลต่อระดับน้ำบาดาลอีกด้วย ในการทำชลประทาน จะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ซึมออกจากคลองชลประทานและไหลซึมลงไปได้ดิน ทำให้ระดับน้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้น มวลดินมีน้ำหนักมากขึ้นและอาจเป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่มในที่สุด การเพิ่มระดับน้ำบาดาลอาจมีสาเหตุมาจากการรั่วของท่อ น้ำ บ่อหรืออ่างเก็บน้ำ หรือการปล่อยน้ำทิ้งจากที่ต่าง ๆ

2) สาเหตุจากธรรมชาติ (Natural Factors) เหตุการณ์ทางธรรมชาติเป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่ม หรือโคลนถล่มได้เช่นกัน เช่น

- ฝนตกหนัก การเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะมีฝนเป็นปัจจัยเร่งที่สำคัญเสมอ
- การละลายของหิมะจะไปเพิ่มระดับน้ำใต้ผิวดิน และน้ำหนักของดินอย่างรวดเร็ว
- การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง การลดระดับน้ำในแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำ
- การกัดเซาะของดินจากกระแสน้ำในแม่น้ำ ลำธาร หรือจากคลื่นซัดทำให้ความหนาแน่นของมวลดินลดลง
- การผุพังของมวลดินและหิน
- การสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว
- ภูเขาไฟระเบิด ในบริเวณที่ภูเขาไฟยังไม่สงบ ถ้าภูเขาไฟหรือลาวาจะเคลื่อนตัวเป็นมวลดินขนาดใหญ่ที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเกิดฝนตกหนัก จึงมีโอกาสดินถล่มหรือโคลนถล่ม

นอกจากนี้การเกิดดินถล่มอาจมีสาเหตุจากการเกิดภัยธรรมชาติหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน บางกรณีภัยธรรมชาติเพียงภัยหนึ่งอาจส่งผลให้เกิดภัยต่าง ๆ ตามมาได้ ตัวอย่างเช่น แผ่นดินไหวซึ่งทำให้เกิดดินถล่มและเขื่อนแตก ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรงในพื้นที่ท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่า เหตุการณ์ลักษณะเช่นนี้อาจส่งผลกระทบแตกต่างกันไป จากเหตุการณ์ที่มีสาเหตุการเกิดจากภัยพิบัติเพียงภัยเดียว

3. ลักษณะพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภัยโคลนถล่มและสัญญาณเตือนภัย

1) พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภัยโคลนถล่ม หมายถึง พื้นที่และบริเวณที่อาจจะเริ่มเกิดการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหินที่อยู่บนภูเขาสูงที่ต่ำในลำห้วยและทางน้ำขณะเมื่อมีฝนตกหนักอย่างต่อเนื่อง ลักษณะของพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม มีข้อสังเกตดังนี้

- พื้นที่ตามลาดเชิงเขาหรือบริเวณที่ลุ่มใกล้เชิงเขาที่มีการพังทลายของดินสูง
- พื้นที่เป็นภูเขาสูงชันหรือหน้าผาที่เป็นหินผุพังง่ายและมีชั้นดินหนาจากการผุกร่อนของหิน
- พื้นที่ที่เป็นทางลาดชัน เช่น บริเวณถนนที่ตัดผ่านหุบเขา บริเวณลำห้วย บริเวณเหมืองใต้ดินและเหมืองบนดิน
- บริเวณที่ดินลาดชันมากและมีหินก้อนใหญ่ฝังอยู่ในดิน โดยเฉพาะบริเวณที่ใกล้ทางน้ำ เช่น ห้วย คลอง แม่น้ำ
- ที่ลาดเชิงเขาที่มีการขุดหรือถม
- สภาพพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่มีการทำลายป่าไม้สูง ชั้นดินขาดรากไม้ยึดเหนี่ยว
- เป็นพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มมาก่อน
- พื้นที่สูงชันไม่มีพืชปกคลุม
- บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของชั้นดินอย่างรวดเร็วซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่อสร้าง
- บริเวณพื้นที่ลาดต่ำแต่ชั้นดินหนาและชั้นดินอึดตัวด้วยน้ำมาก

2) หมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม หมายถึง หมู่บ้านหรือชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้เชิงลำห้วยตามลาดเชิงเขา และที่ลุ่มที่อยู่ติดหรือใกล้เขาสูง อาจจะได้ผลกระทบจากการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหินปริมาณมากที่มาพร้อมกับน้ำตามลำห้วยจากที่สูงชันลงมาสู่หมู่บ้านหรือชุมชนที่ตั้งอยู่ โดยลักษณะที่ตั้งของหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มมีข้อสังเกตได้ดังนี้

- อยู่ติดภูเขาและใกล้ลำห้วย
- มีร่องรอยดินไหลหรือเลื่อนบนภูเขา
- มีรอยแยกของพื้นดินบนภูเขา
- อยู่บนเนินหน้าหุบเขาและเคยมีโคลนถล่มมาก่อน
- มีน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมบ่อย
- มีกองหิน เนินทรายปนโคลนและต้นไม้ในห้วยหรือใกล้หมู่บ้าน
- พื้นห้วยจะมีก้อนหินขนาดเล็กและใหญ่ปนกันตลอดท้องน้ำ

3) สัญญาณเตือนภัยบอกเหตุดินถล่มในบริเวณพื้นที่ลาดชัน ได้แก่

- มีฝนตกหนักถึงหนักมากตลอดทั้งวัน
- มีน้ำไหลซึมหรือน้ำพุพุ่งขึ้นมาจากใต้ดิน นอกจากนี้อาจจะสังเกตจากลักษณะการอุ้มน้ำของชั้นดิน

เนื่องจากเกิดดินถล่ม ดินจะอึดตัวด้วยน้ำหรือชุ่มน้ำมากกว่าปกติ

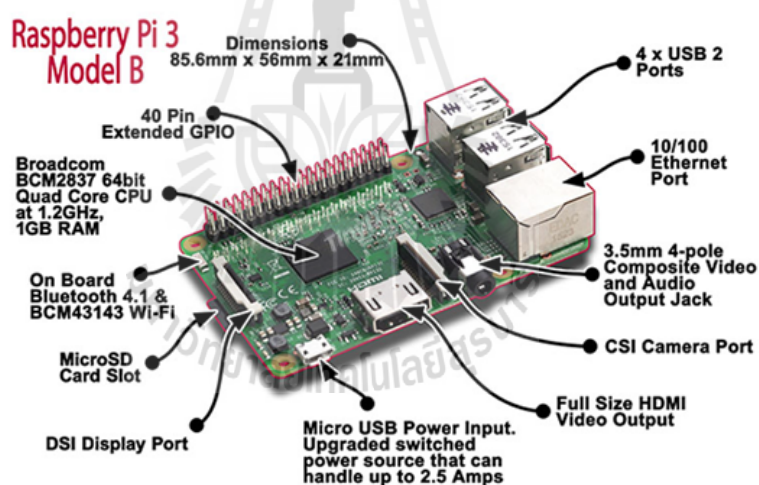
- ระดับน้ำในแม่น้ำลำห้วยเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วผิดปกติ
- สีของน้ำมีสีขุ่นมากกว่าปกติ เปลี่ยนเป็นเหมือนสีดินภูเขา
- มีกิ่งไม้หรือท่อนไม้ไหลมากับกระแสน้ำ
- เกิดช่องทางเดินน้ำแยกขึ้นใหม่หรือหายไปจากเดิมอย่างรวดเร็ว
- เกิดรอยแตกบนถนนหรือพื้นดินอย่างรวดเร็ว

- ดินบริเวณฐานรากของตึก หรือสิ่งก่อสร้างเกิดการเคลื่อนตัวอย่างกะทันหัน
- โครงสร้างต่าง ๆ เกิดการเคลื่อนหรือตันตัวขึ้น เช่น ถนน กำแพง
- ต้นไม้ เสาค้ำ รั้ว หรือกำแพง เอียงหรือล้มลง
- ท่อน้ำใต้ดินแตกหรือหักอย่างฉับพลัน
- ถนนยุบตัวลงอย่างรวดเร็ว
- เกิดรอยแตกร้าวขึ้นที่โครงสร้างต่าง ๆ เช่น รอยแตกที่กำแพง
- เห็นรอยแยกระหว่างวงกบกับประตู หรือระหว่างวงกบกับหน้าต่างขยายใหญ่ขึ้น



2.3 Raspberry Pi 3 (RPi 3) Model B

บอร์ด Raspberry Pi 3 (RPi 3) Model B เป็นคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวที่มีราคาต่ำ เป็นรุ่นถัดจาก Raspberry Pi 2 (RPi 2) Model B ออกแบบและพัฒนาโดยองค์กรที่มีชื่อว่า Raspberry Pi Foundation บอร์ด RPi 2 และ RPi 3 มีขนาดเท่ากัน ตำแหน่งพอร์ต ส่วนเชื่อมต่อเหมือนเดิม แตกต่างกันที่หลอด LED แสดงสถานะ Power กับ Activity ถูกแทนที่ด้วยสายอากาศทำให้ LED ย้ายไปอยู่บริเวณภาคจ่ายไฟ และบอร์ด RPi 3 มีความสามารถในการประมวลผลที่สูงขึ้น มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า เนื่องจากใช้ชิป BCM 2837 SoC ที่มีซีพียู ARM Cortex A53 ARMv8 แบบ Quad-core ขนาด 64 บิต ใช้ความถี่ที่ 1.2GHz ซึ่งแตกต่างจาก RPi 2 ที่ใช้ BCM 2836 SoC ที่มีซีพียู Cortex-A7 ARMv7 ขนาด 32 บิต ทำงานที่ความถี่ 900MHz แม้ว่าเป็น Quad-core เหมือนกัน บอร์ด RPi 3 มีหน่วยความจำ 1GB DDR3 RAM ขนาดความจุเดียวกับบอร์ด RPi 2 นอกจากนั้นบอร์ดยังมีชิปสำหรับเชื่อมต่อ Wi-Fi IEEE 802.11n, Bluetooth 4.1 Low-Energy (LE) และมีสายอากาศแบบ Chip Antenna บนบอร์ดอีกด้วย



รูปที่ 2.1 ลักษณะบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B

ที่มา : http://www.tinydeal.com/raspberry-pi-3-model-b-motherboard-1gb-ram-64bit-cpu-wifi-bluetooth-p-159528.html?gclid=CLDBm6SImc8CFVMfaAodaRcOBQ&utm_medium=referral&admitad_uid=7e45c887d68704def8cb71a03a3bc3d5&utm_source=admitad&utm_campaign=admitad

2.3.1 ชุดอุปกรณ์สำหรับใช้งานบอร์ด Raspberry Pi โดยทั่วไป ได้แก่

1. บอร์ด Raspberry Pi 3 + กล่องใส่ (Raspberry Pi Case)
2. อุปกรณ์จ่ายไฟเลี้ยงกระแสตรง +5Vdc (เหมือนอุปกรณ์ที่ใช้ชาร์จโทรศัพท์ Smart Phone) โดยแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยสามารถจ่ายกระแสได้อย่างน้อย 2A 5V
3. การ์ดหน่วยความจำแบบ microSD (แนะนำให้ใช้ความจุ 8GB อย่างน้อย)
4. กล่องใส่บอร์ด Raspberry Pi 3 เพื่อป้องกันตัวบอร์ดและแผงวงจร
5. สาย LAN สำหรับเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi 3 กับพอร์ต RJ45 ของอุปกรณ์เครือข่าย
6. อุปกรณ์อินพุต เช่น USB Keyboard & Mouse (ต่อเพิ่มเติมได้)
7. จอภาพแสดงผล LCD และสายเชื่อมต่อแบบ HDMI (ต่อเพิ่มเติมได้)



2.3.2 การเริ่มต้นใช้งาน Raspberry Pi

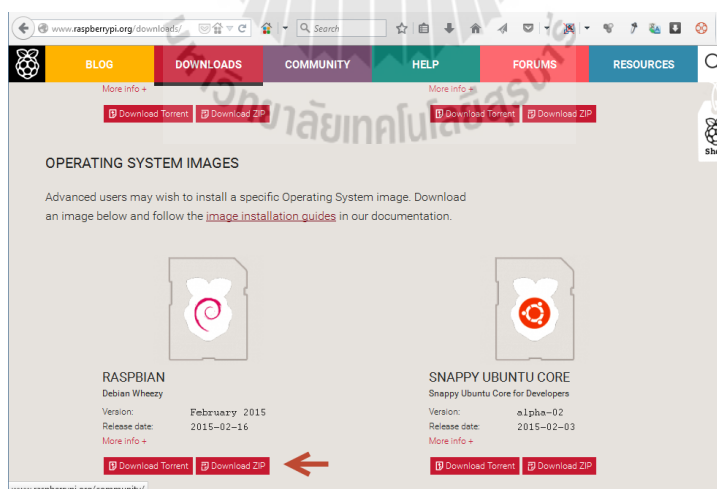
การใช้งาน Raspberry Pi เบื้องต้น ตั้งแต่การติดตั้งระบบปฏิบัติการลง Micro SD card ซึ่งในที่นี้คือ Raspbian โดยใช้กับบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B โดยทำการใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ในการติดตั้ง และจำเป็นต้องต่ออินเทอร์เน็ตด้วย

อุปกรณ์ที่ต้องใช้

- บอร์ด Raspberry Pi 2 Model B
- Micro SD Card ขนาด 2 GB ขึ้นไป (แนะนำ Class 10)
- สาย Micro USB
- สาย HDMI
- หน้าจอแสดงผล (สามารถเชื่อมต่อแบบ HDMI ได้)
- USB Keyboard และ USB Mouse
- สาย LAN สำหรับเชื่อมต่อ Internet หรือ USB Wifi
- คอมพิวเตอร์ + Card Reader

การติดตั้งระบบปฏิบัติการลง MICRO SD CARD

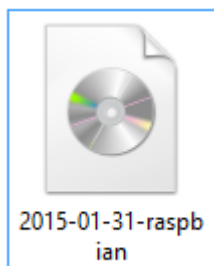
- ขั้นตอนที่ 1: ดาวน์โหลดอิมเมจ OS จาก <http://www.raspberrypi.org/downloads/> แล้วเลือก Raspbian



รูปที่ 2.2 การดาวน์โหลดอิมเมจ OS

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

- ขั้นตอนที่ 2: เมื่อดาวโหลดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการแตกไฟล์ จะได้ไฟล์อิมเมจ (.img) ดังรูป



รูปที่ 2.3 ไฟล์อิมเมจ (.img)

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

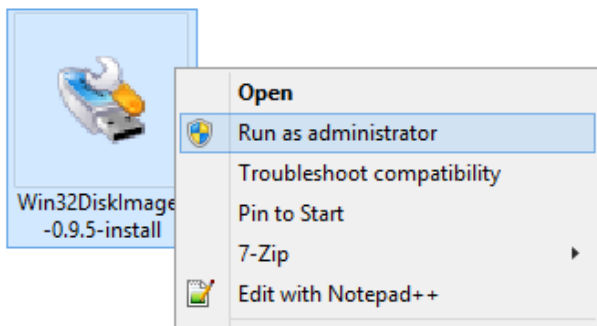
- ขั้นตอนที่ 3: ดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager จาก <http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>



รูปที่ 2.4 การดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

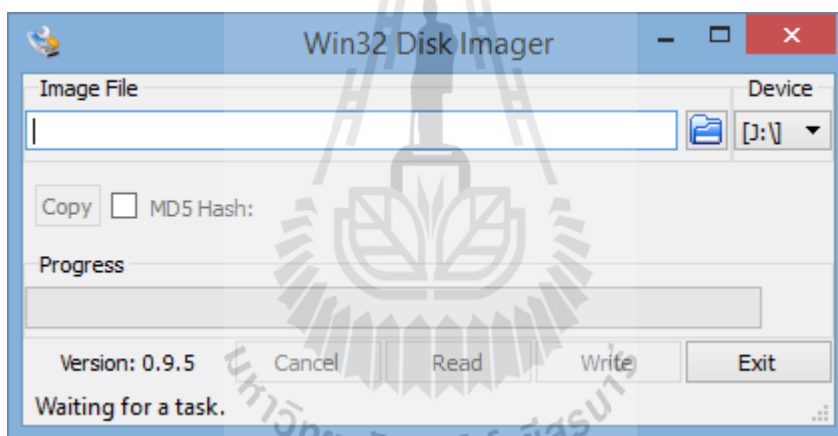
- ขั้นตอนที่ 4: แดกซิปไฟล์ และติดตั้งโปรแกรม Win32DiskImager (คลิกขวา Run as administrator)



รูปที่ 2.5 การติดตั้งโปรแกรม Win32DiskImager

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

- ขั้นตอนที่ 5: ใส่ SD card เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือ card reader
- ขั้นตอนที่ 6: เปิดโปรแกรม Win32 Disk Imager เลือก Drive เป็นไดรฟ์ของ Micro SD card

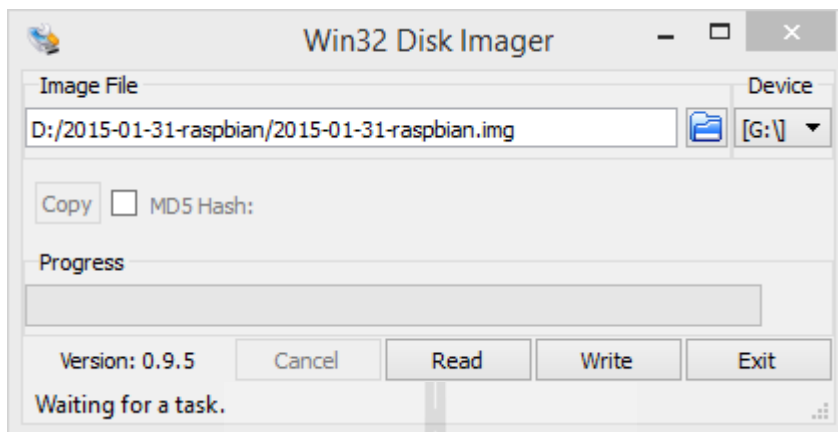


รูปที่ 2.6 เลือก Drive ของ Micro SD card

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

- ขั้นตอนที่ 7: ที่ช่อง Image File ให้เลือก OS ที่เราจะทำการติดตั้งใน Micro SD card โดยคลิกที่รูปแฟ้มสีน้ำเงิน ดังภาพ

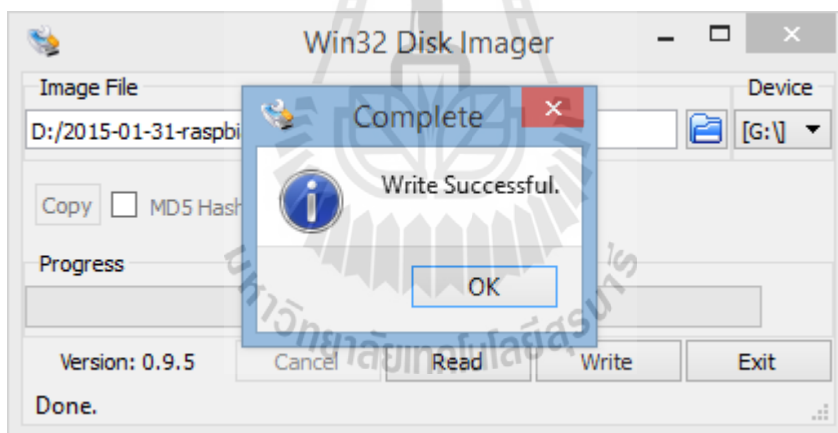
- ขั้นตอนที่ 8: ให้เลือกไฟล์อิมเมจของ Raspbian ที่เราดาวน์โหลดไว้



รูปที่ 2.7 ไฟล์ที่ดาวน์โหลด

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

- ขั้นตอนที่ 9: กดปุ่ม Write เพื่อติดตั้ง OS ลง Micro SD card แล้วกด YES เพื่อยืนยัน

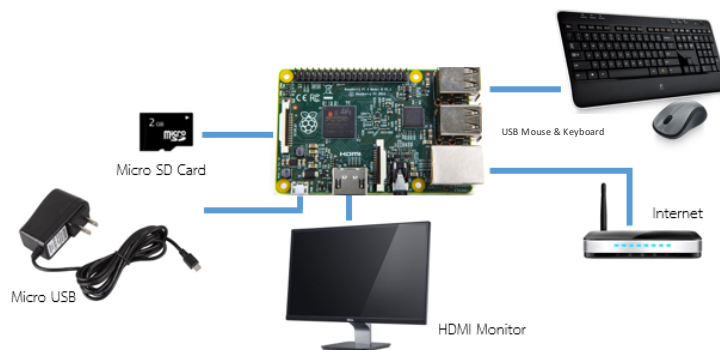


รูปที่ 2.8 การยืนยันเพื่อติดตั้ง OS

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

- ขั้นตอนที่ 10: เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วให้ถอด Micro SD card ออกจากคอมพิวเตอร์แล้วใส่ไปที่ Raspberry Pi ต่อไป

2.3.2.1 การเชื่อมต่อ

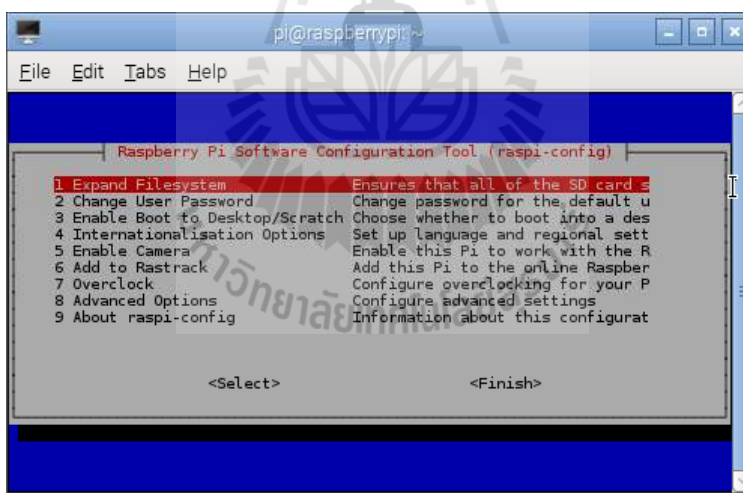


รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

2.3.3 การเริ่มต้นใช้งานครั้งแรก

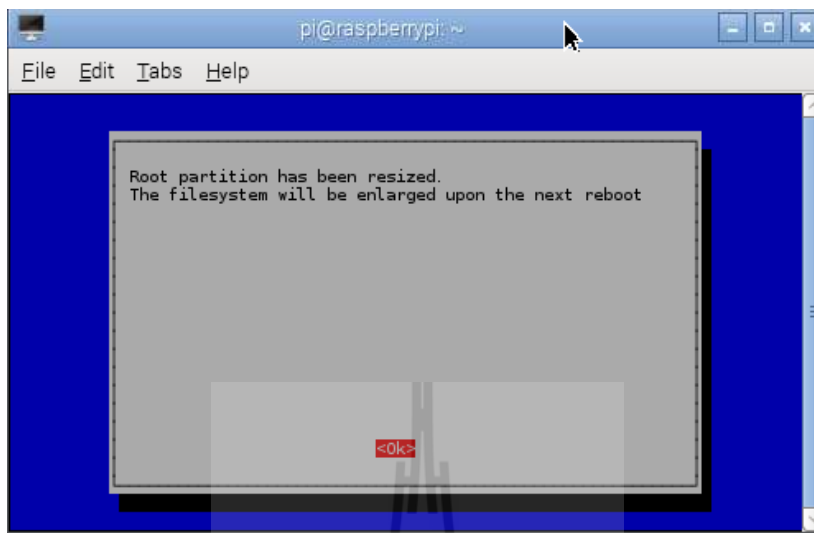
- ขั้นตอนที่ 1: จ่ายไฟให้ Raspberry Pi
- ขั้นตอนที่ 2: กำหนดค่าครั้งแรก (Raspi-config)
 - เลือก Expand Filesystem เพื่อขยายขนาด SD card ให้ระบบปฏิบัติการเห็นพื้นที่ส่วนที่เหลือทั้งหมด



รูปที่ 2.10 การเลือก Expand Filesystem

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

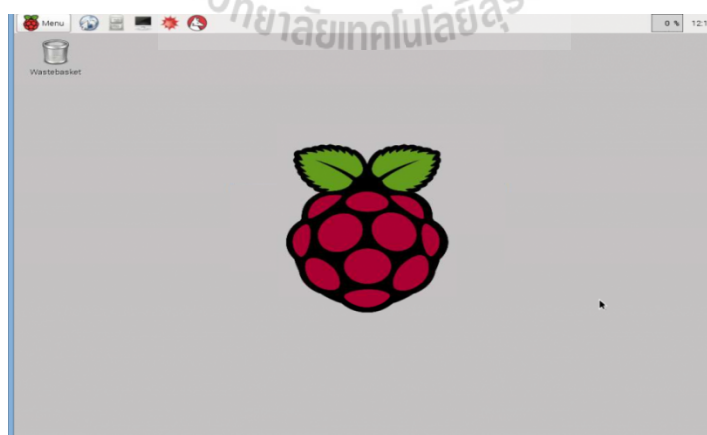
แล้วกด OK เพื่อทำคำสั่ง



รูปที่ 2.11 การยืนยันทำคำสั่ง

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

- ขั้นตอนที่ 3: ล็อคอิน
 - Login: pi
 - Password: raspberry
- ขั้นตอนที่ 4: เข้าหน้า Desktop หรือ GUI
 - พิมพ์ startx

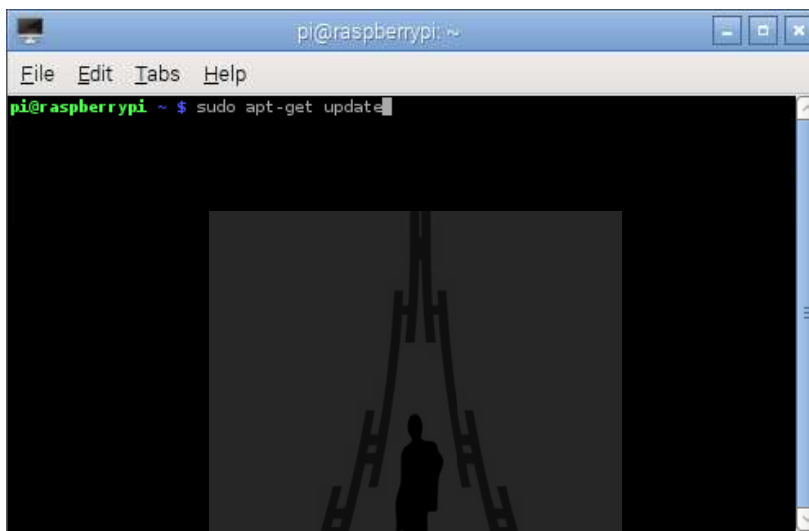


รูปที่ 2.12 หน้าเริ่มต้น Raspberry Pi

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

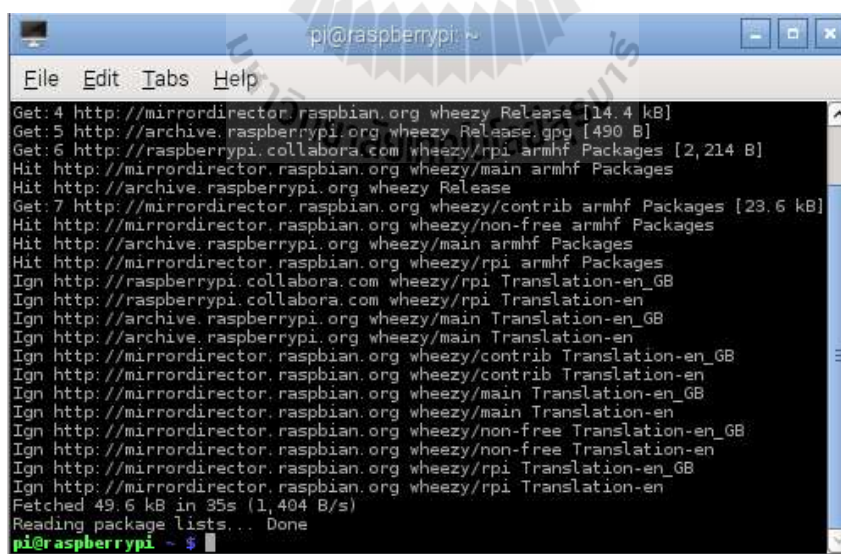
สิ่งที่ควรทำหลังจากการ BOOT ครั้งแรก

- อัปเดตโปรแกรมให้ใหม่ล่าสุดด้วย `sudo apt-get update`
 - เข้า Terminal แล้วพิมพ์คำสั่ง
 - 1 `sudo apt-get update`
 พิมพ์เสร็จแล้วกด Enter เพื่อทำคำสั่ง



รูปที่ 2.13 การกด Enter เพื่อยืนยันทำคำสั่งต่อไป

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>



รูปที่ 2.14 แสดงข้อมูลเมื่อกด Enter

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

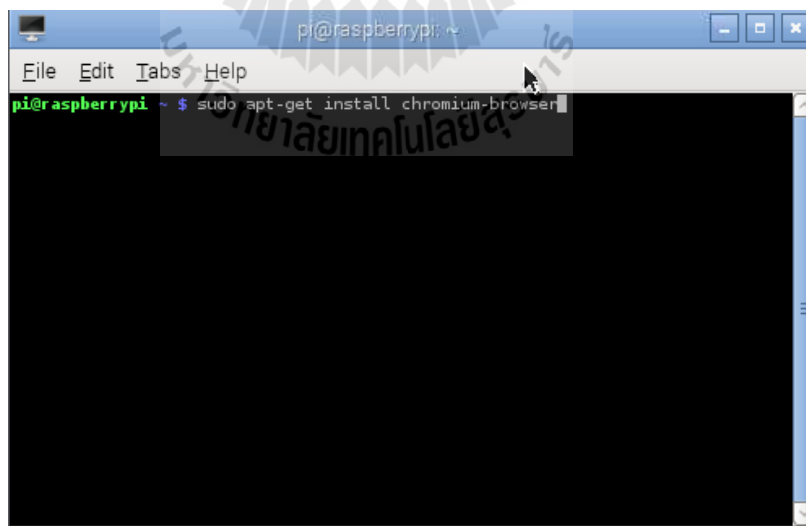
- อัปเดตโปรแกรมให้ใหม่ล่าสุดด้วย `sudo apt-get upgrade`
 - เข้า Terminal แล้วพิมพ์คำสั่ง
 - 1 `sudo apt-get upgrade`

พิมพ์เสร็จแล้วกด Enter เพื่อทำคำสั่ง

แล้วกด Y และ Enter เพื่อยืนยัน (ขั้นตอนนี้จะนานมาก)

การทดลองติดตั้งโปรแกรมผ่าน TERMINAL

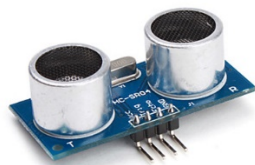
- คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรมต่างๆ
 - รูปแบบคำสั่ง
 - 1 `sudo apt-get install (ชื่อโปรแกรม)`
- ตัวอย่างเช่น ต้องการติดตั้งโปรแกรม Chromium Browser
 - เปิด Terminal แล้วพิมพ์คำสั่ง
 - 1 `sudo apt-get install chromium-browser`
 - แล้วกดปุ่ม Y ตามแล้ว Enter เพื่อยืนยันการติดตั้ง



รูปที่ 2.15 ยืนยันการติดตั้ง

ที่มา : <http://www.sathittham.com/raspberry-pi/rpi-ep-2/>

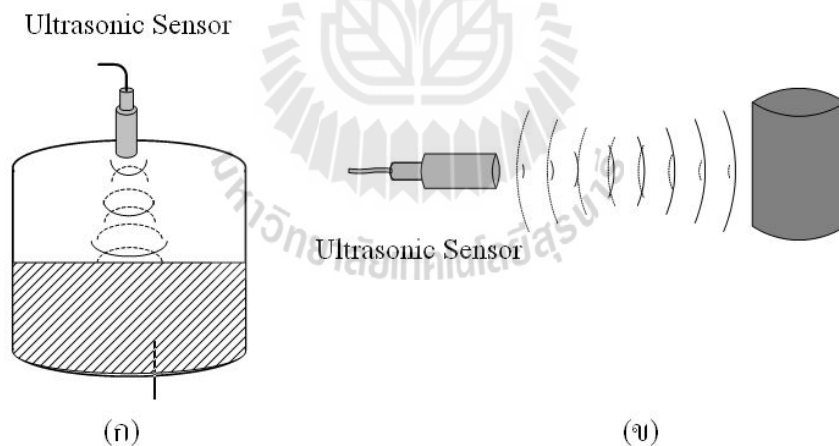
2.4 Ultrasonic sensor



รูปที่ 2.16 Ultrasonic

ที่มา : <https://www.arduitronics.com/article/18/ultrasonic-ranging-module-hc-sr04>

เซนเซอร์ชนิดใช้เสียง หรือเซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) เป็นเซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิร์ต (kHz) ซึ่งเป็นคลื่นในย่านที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินเสียง เซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกทำงานโดยอาศัยการกระจาย หรือการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงไปกระทบกับพื้นผิวของตัวกลาง ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลว บางส่วนของคลื่นเสียงจะแทรกผ่านเข้าไปในตัวกลางนั้น และส่วนใหญ่ของคลื่นความถี่สูงนี้จะสะท้อนกลับเรียกว่า "Echo" โดยช่วงเวลาของการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ (ดังรูป)



รูปที่ 2.17 การสะท้อนกลับของคลื่นเสียง

(ก) การตรวจจับระดับความสูงของของเหลว (ข) การตรวจจับระยะห่างของวัตถุ

ที่มา : <https://www.arduitronics.com/article/18/ultrasonic-ranging-module-hc-sr04>

อุปกรณ์ตัวนี้เริ่มต้นทำงานโดยการส่งสัญญาณเริ่มต้นยาว 10 ไมโครวินาที ไปสั่งให้แหล่งกำเนิดเสียงทำงาน จากนั้นจะส่งคลื่นเสียงความถี่ 40 kHz ออกไป 8 พัลส์ แล้วรอฟังเสียงสะท้อนตัวซ้ายจะเป็นตัวส่งคลื่นเสียงออกไป ส่วนตัวขวาในรูปจะเป็นตัวรับความถี่ที่สะท้อนกลับมา

เนื่องจากเสียงที่ส่งออกไปถึงแม้จะไม่ได้ยินเพราะเกิน 20 kHz ที่หูมนุษย์จะรับฟังได้ แต่เนื่องจากยังคงเป็นคลื่นเสียง ดังนั้นความเร็วของเสียงจึงแปรผันตามอุณหภูมิด้วย ดังสมการที่ (1)

$$c \approx 331.5 + 0.61\theta \quad \dots (1)$$

ดังนั้นแน่นอนว่า ผู้ผลิตเขียนโปรแกรมออกแบบไว้ก็อยู่ที่อุณหภูมิทำงานที่อาจจะแตกต่างกัน ทำให้ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดไป

อีกส่วนที่จะต้องทราบคือ ช่วงการวัด และมุมที่สามารถวัดได้ เนื่องจากคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำเนิดเสียง และรูปร่างของตัวลำโพง (Horn) ก็ทำให้อุปกรณ์ตัวนี้มีมุมวัด 15 องศา (Measuring Angle) โดยสามารถวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึง 4 เมตร และคุณภาพของสัญญาณ ความแม่นยำขึ้นกับวัสดุ กับลักษณะของพื้นผิวที่ใช้วัด โดยที่ระยะทางสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$D = \frac{t(s) \times v(m/s)}{2} \quad \dots (2)$$

โดยที่

D = ระยะทาง (เมตร)

t = ความยาวของสัญญาณสะท้อน (วินาที)

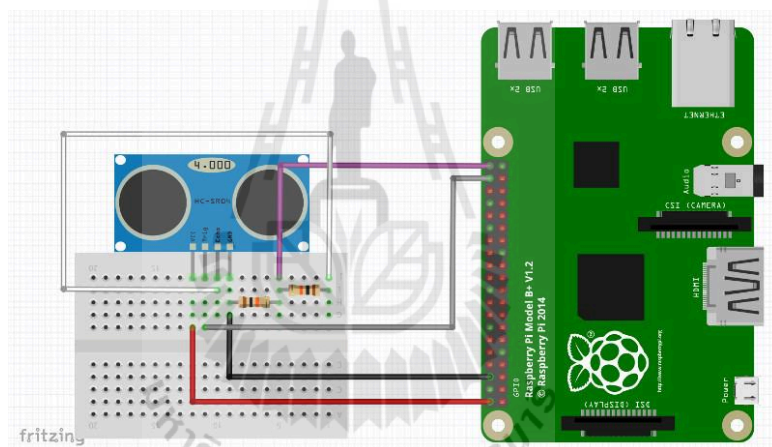
v = อัตราเร็วเสียงในอากาศ มีค่าเท่ากับ 340 เมตร/วินาที

2.4.1 วิธีการใช้งาน

Ultrasonic Sensor มี 4 Pin คือ VCC, GND, Trig และ Echo

- VCC ต่อที่พอร์ต 2 5V.
- GND ต่อที่พอร์ต 6 0V.
- Trig ต่อที่พอร์ต 38 BCM GPIO20
- Echo ต่อที่พอร์ต 40 BCM GPIO21

โดย VCC จะถูกใช้เป็นตัวควบคุมการเริ่มทำงาน หรือ หยุดทำงานของอุปกรณ์ จากนั้นสัญญาณเริ่มต้นในการปล่อยพัลส์จะถูกส่งไปที่ขา Trig และ สัญญาณ Echo จะถูกส่งกลับไปให้ตัวบอร์ด Raspberry Pi เพื่อคำนวณระยะทางต่อไป



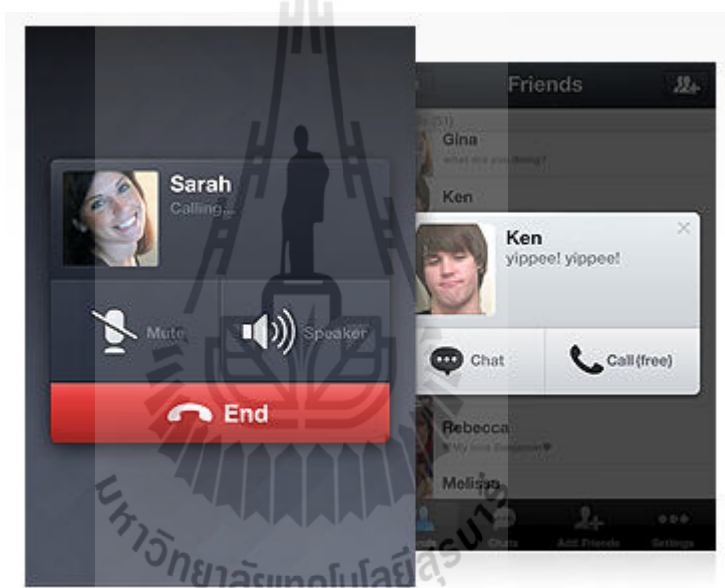
รูปที่ 2.18 วิธีการต่อเข้าบอร์ด

ที่มา : <http://www.knight-of-pi.org/ultrasonic-range-detection-with-the-raspberry-pi/>

2.5 Application Line

LINE คือ แอปพลิเคชันที่ผสมผสานบริการ Messaging และ Voice Over IP นำมาผนวกเข้าด้วยกัน จึงทำให้เกิดเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถแชท สร้างกลุ่ม ส่งข้อความ โฟสต์รูปต่างๆ หรือจะโทรคุยกันแบบเสียงก็ได้ โดยข้อมูลทั้งหมดไม่ต้องเสียเงิน หากเราใช้งานโทรศัพท์ที่มีแพคเกจอินเทอร์เน็ตอยู่แล้ว แล้วยังสามารถใช้งานร่วมกันระหว่าง iOS และ Android รวมทั้งระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ได้ด้วย การทำงานของ LINE มีลักษณะคล้ายกับ WhatsApp ที่ต้องใช้เบอร์โทรศัพท์เพื่อยืนยันการใช้งาน แต่ LINE ได้เพิ่มลูกเล่นอื่น ๆ เข้ามา ทำให้ LINE มีจุดเด่นที่เหนือกว่า WhatsApp ซึ่งคุณสมบัติที่น่าสนใจของ LINE มีดังนี้

1. Free Voice Calls (สนทนาด้วยเสียง ฟรี)



รูปที่ 2.19 การสนทนาด้วยเสียง

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

จุดเด่นอย่างหนึ่งของ LINE นั่นก็คือบริการ Free Voice Calls ที่ให้ผู้ใช้สามารถโทรหาผู้ที่ใช้ LINE ด้วยกัน โดยใช้งานผ่านเครือข่าย 3G และ Wi-Fi เพื่อส่งข้อมูลรูปแบบเสียง โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

2. Send Videos & Voice Message (ส่งข้อความแบบวิดีโอและเสียง)



รูปที่ 2.20 ส่งข้อความแบบวิดีโอและเสียง

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

นอกจากการแชทด้วยการส่งข้อความแบบปกติแล้ว LINE ยังสามารถอัดภาพวิดีโอหรือเสียงแล้วส่งไปให้เพื่อน ๆ ได้ด้วย โดยสามารถส่งได้เป็นคลิปวิดีโอหรือเสียงในรูปแบบสั้น ๆ ความยาวไม่กี่วินาที

3. Stickers and Emoticons (สติ๊กเกอร์การ์ตูน)

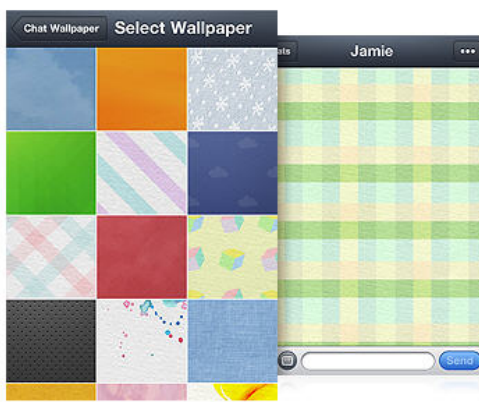


รูปที่ 2.21 การส่งสติ๊กเกอร์

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

อีกหนึ่งความสนุกของแอปฯ แชททั่วไปที่ขาดไม่ได้ก็คืออีโมติคอน ที่ช่วยเพิ่มสีสันให้การแชทสนุกสนานยิ่งขึ้น และสำหรับ LINE มีทั้ง Stickers และ Emoticons รูปแบบต่าง ๆ และยังคงเลือกดาวน์โหลดเพิ่มเติมได้อีกด้วย

4. Customizable Wallpaper (ปรับแต่งภาพวอลเปเปอร์)



รูปที่ 2.22 ภาพวอลเปเปอร์

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

LINE สามารถเปลี่ยน Wallpaper ในหน้าต่างแชทได้ โดยแอปฯ จะมีภาพ Wallpaper มาให้ทั้งหมด 23 แบบ และสามารถเพิ่ม Wallpaper ที่ต้องการ โดยนำรูปที่อยู่ในโทรศัพท์มือถือมาใช้งานเป็น Wallpaper ได้

5. Group Chat (แชทแบบกลุ่ม)

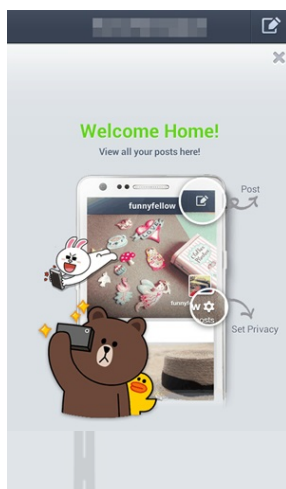


รูปที่ 2.23 การแชทแบบเป็นกลุ่ม

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

LINE สามารถสร้างกลุ่มเพื่อพูดคุยกันได้ หากต้องการความเป็นส่วนตัวเฉพาะกลุ่ม แอปฯ LINE สามารถสร้างกลุ่มไว้สำหรับพูดคุยได้

6. Timeline



รูปที่ 2.24 Timeline

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

LINE มีความเป็นโซเชียลเน็ตเวิร์กในตัว มี Timeline ให้สามารถอัปเดตสถานะ, โพสต์รูป, คอมเมนต์ หรือกดไลค์ได้เหมือนกับเฟซบุ๊ก

7. Game

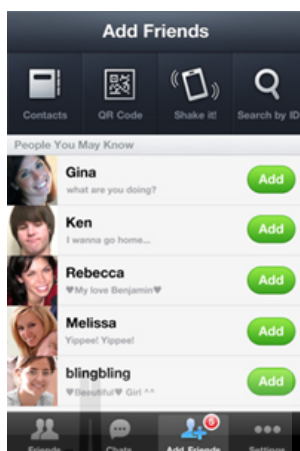


รูปที่ 2.25 เกมใน line

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

LINE มีเกมในเครือให้ดาวน์โหลดเล่นได้มากมาย ซึ่งจะใช้บัญชีของ LINE ในการเล่น โดยที่สามารถแข่งขันกับเพื่อนใน LINE ได้

8. Add Friends / Contacts



รูปที่ 2.26 การเพิ่มเพื่อน

ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>

อีกหนึ่งลูกเล่นที่ทำให้ LINE แตกต่างจาก WhatsApp นั่นคือการเพิ่ม Contacts ที่สามารถเลือกได้ 4 รูปแบบ

1. เพิ่ม Contacts จากรายชื่อในโทรศัพท์
หากมีเพื่อนคนไหนใช้แอปพลิเคชันนี้ จะมีสัญลักษณ์ LINE แสดงให้เห็นและสามารถเพิ่มเป็นเพื่อนได้ทันที
2. QR Code
สามารถสแกน QR Code ของเพื่อนเพื่อเพิ่มเป็นเพื่อนและสามารถสร้าง QR Code ของผู้ใช้งานเพื่อใช้สำหรับให้คนอื่น มาสแกน QR Code เพื่อเพิ่มเพื่อนใน LINE
3. Shake it!
เขย่าโทรศัพท์มือถือ เป็นวิธีการเพิ่มเพื่อนที่น่าสนใจที่สุดของ LINE ใช้ในกรณีที่ทั้งสองโทรศัพท์สองเครื่องอยู่ด้วยกัน เมื่อเขย่าเครื่องพร้อมกัน จะสามารถเพิ่มเป็นเพื่อนกันได้ทันที
4. Search by ID
สามารถค้นหาเพื่อนได้จาก ID (คล้ายกับ PIN ของ Black Berry) โดยการพิมพ์ ID ของเพื่อนที่ต้องการเพิ่มเป็นเพื่อน

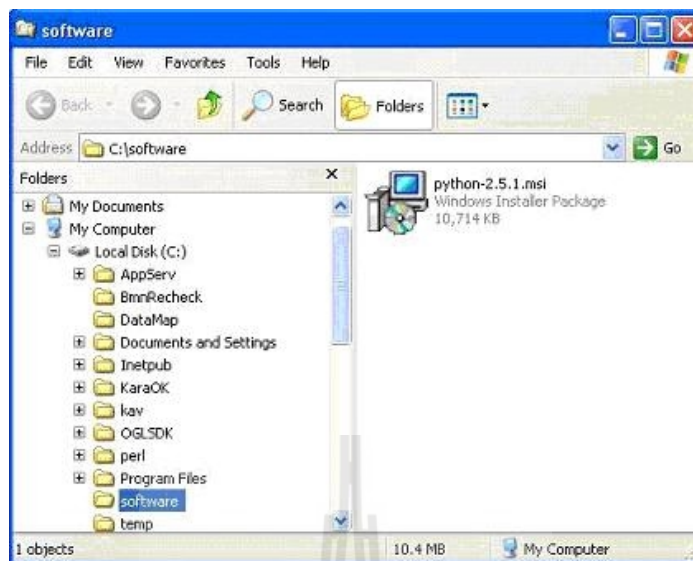
2.6 ภาษาไพธอน (Python)

ภาษาไพธอนออกแบบมาเพื่อให้ทำงานได้กับ Web Application เนื่องจากภาษาไพธอน เป็นภาษาที่ใหม่ จึงมีคุณสมบัติที่ติดตั้งต่อไปนี้

1. สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์ม คือ สามารถทำงานได้ทุก CPU หลายระบบปฏิบัติการ เพียงแต่ผู้เขียนโปรแกรมเขียนจากแพลตฟอร์มใด ๆ แล้ว นำโปรแกรมที่ได้ไปให้ทำงานต่างแพลตฟอร์มกันได้
2. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อโปรแกรมต้นฉบับ โปรแกรมภาษาไพธอนสามารถดาวน์โหลดจาก www.python.org ได้โดยตรง แล้วนำมาติดตั้งและศึกษาการใช้ด้วยตนเอง เพราะเป็นโปรแกรมประเภท Open Source
3. ภาษาไพธอนได้นำเอาข้อดีของโปรแกรมในอดีตเข้ามาไว้ด้วยกัน เช่น ภาษา C, C++, Java
4. มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากภาษาไพธอนทำงานอยู่ด้าน Server เป็นหลัก เมื่อมีการร้องขอจากเครื่อง Client จะประมวลผลที่เครื่อง Server ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงเครื่อง Server ได้โดยตรง จึงมีความปลอดภัยสูงกว่า
5. ใช้ในการพัฒนา Web Service เรียนรู้ได้เร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่น ๆ เพราะมีโครงสร้างภาษาที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งโครงสร้างภาษาล้ายคลึงกับภาษา C ถ้าโปรแกรมเมอร์ที่เคยใช้ภาษา C มาก่อนจะทำให้เรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอนจะมีความกระชับและสั้นกว่าภาษา C

เนื่องจากโปรแกรมภาษาไพธอน เป็นซอฟต์แวร์ประเภท open source จึงมีแหล่งรวบรวมให้ผู้ใช้ทั่วไปดาวน์โหลดมาติดตั้งได้ด้วยตนเอง ตามที่อยู่ของเว็บไซต์ <http://python.org/download> เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมมาเสร็จสิ้นแล้ว จึงลงมือติดตั้ง สำหรับวิธีการติดตั้งที่แนะนำต่อไปนี้ เป็นวิธีการติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิด explorer ให้ Double click ที่รูปภาพของโปรแกรมที่ดาวน์โหลดมาได้



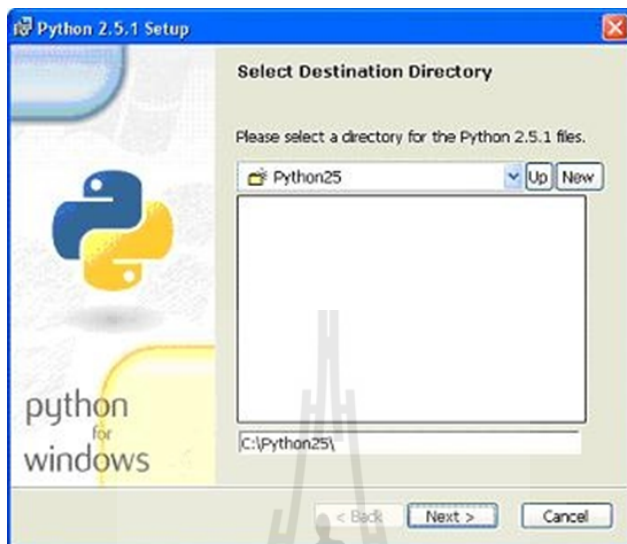
รูปที่ 2.27 Windows explorer ที่อยู่โปรแกรม python version 2.5.2
ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

2. มีตัวเลือกให้เลือกระหว่าง จะให้ผู้ใช้โปรแกรมนี้ทั้งหมดหรือเฉพาะผู้ที่สิทธิ์ แนะนำให้เลือก Install for all users



รูปที่ 2.28 Dialog box การเลือกผู้ใช้งานติดตั้งโปรแกรมไพธอน
ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

3. ในขั้นตอนต่อไปให้เลือกตำแหน่งการจัดเก็บโปรแกรมว่าจะให้โปรแกรมติดตั้ง ณ ไดรฟ์หรือ โฟลเดอร์ใด
แนะนำให้คลิกปุ่ม Next



รูปที่ 2.29 Dialog box การเลือกโฟลเดอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรมไพธอน
ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

4. ขั้นตอนถัดไปให้ผู้ติดตั้งเลือกรายการ ด้วยตนเอง แนะนำให้คลิกปุ่ม Next



รูปที่ 2.30 แสดง Dialog box เลือกปรับแต่งการติดตั้งโปรแกรมไพธอน
ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

5. โปรแกรมจะดำเนินการติดตั้งต่อไป จนกระทั่งเสร็จสิ้น ให้คลิกปุ่ม Finish



รูปที่ 2.31 Dialog box การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จสมบูรณ์

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

6. โปรแกรมจะแนะนำให้ผู้ติดตั้งปิดเครื่องและเปิดใหม่เพื่อจะได้ใช้โปรแกรมได้ทันที แนะนำให้คลิกปุ่ม Yes รอสักครู่เครื่องคอมพิวเตอร์จะปิดตนเองและเปิดขึ้นมาใหม่อย่างอัตโนมัติ

2.6.1 การเรียกใช้โปรแกรม

โปรแกรมภาษาไพธอนมี Editor สำหรับเขียนคำสั่ง มีชื่อว่า Python Shell โดยทั่วไปจะเรียกว่า IDLE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) วิธีการเรียกใช้โปรแกรมภาษาไพธอน เหมือนกับโปรแกรมอื่น ๆ คือ

1. คลิกที่ปุ่ม Start
2. เลื่อนตำแหน่งเมาส์ไปที่ Programs
3. เลื่อนตำแหน่งเมาส์ไปที่ Python 2.5
4. เลื่อนตำแหน่งเมาส์ไปที่ IDLE (Python GUI) และคลิก

หน้าต่างของโปรแกรมภาษาไพธอน และการเขียนคำสั่งมีลักษณะดังนี้

```
Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help

Python 2.5.1 (r251:54863, Apr 18 2007, 08:51:08) [MSC v.1310 32 bit (Int
el)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.

*****
Personal firewall software may warn about the connection IDLE
makes to its subprocess using this computer's internal loopback
interface. This connection is not visible on any external
interface and no data is sent to or received from the Internet.
*****

IDLE 1.2.1
>>> # นี่คือการแสดงข้อความหลังบรรทัดนี้ โปรแกรมจะไม่นำไปประมวลคำสั่ง
>>> str = "a string"
>>> class Circle:
>>>     pass
>>> "output"
>>> 'output'
>>> |
```

รูปที่ 2.32 หน้าต่างโปรแกรมไพธอนในส่วนของ Python Shell

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/usindidle>

จากภาพที่ 2.32 แสดง GUI ของ Editor Python Shell ที่มีความสามารถแสดงข้อความที่เป็นชุดคำสั่ง ที่บอกให้ ผู้เขียนโปรแกรมทราบว่า ถ้าตัวอักษรเป็น

1. สีแดง หมายถึง คำอธิบายที่ภาษาไม่ต้องนำไปประมวลคำสั่งในบรรทัดนั้น
2. สีเขียว หมายถึง สายอักขระหรือกลุ่มคำที่อยู่ภายใต้เครื่องหมาย " "
3. สีน้ำเงิน หมายถึง ผลลัพธ์ หรือ ผลการทำงาน หรือชื่อที่ตั้งขึ้นใหม่หรือชื่อที่เรียกใช้
4. สีส้ม หมายถึง ชื่อเฉพาะของโปรแกรม หรือคำสั่งงวนที่ห้ามนำมาใช้ในการประกาศตัวแปร

2.6.2 การประกาศตัวแปร

ตัวแปร (Variable) เป็นการกำหนดชนิดข้อมูลของตัวแปร เพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยที่โปรแกรมภาษาไพธอนไปจองพื้นที่ในหน่วยความจำ เพื่อใช้เก็บข้อมูลชนิดต่าง ๆ แล้วแต่ชนิดของตัวแปรที่ประกาศไว้ เช่น ชนิดตัวเลข ตัวอักษร หรือสายอักขระ ข้อมูลประเภทเหล่านี้จะถูกนำไปอ้างถึงเมื่อเขียนคำสั่งไปอ้างอิง ภาษาไพธอนมีการประกาศตัวแปรไม่เหมือนกับภาษาซี หรือภาษาปาสกาล ดังนี้

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการประกาศตัวแปรระหว่างภาษาต่าง ๆ

ชนิดข้อมูล	ภาษาไพธอน	ภาษาซี	ภาษาปาสกาล
integer	i = 0 j = 5	int i; int j;	i : integer; j : integer
float	i = 0.0 j = 5.0	float i; float j;	j: real; j: real;
character	ch = 'Y'	char ch;	ch : char;
string	text = 'Programming Language'	string text;	string : text;
boolean	Boo = True Boo = False		Boo : Boolean; Boo := true; Boo := false;

จากตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบการประกาศตัวแปรของภาษาต่าง ๆ เปรียบเทียบกับภาษาไพธอน ภาษาซีจะต้องบอกชนิดอย่างชัดเจน เช่น `int i`; แต่ภาษาไพธอนสามารถกำหนดค่าให้กับตัวแปรนั้น ๆ ได้เลย ตัวแปรของภาษาไพธอนจะเรียนรู้จากข้อมูลที่เรากำหนดให้ เช่น `i = 0` หมายถึง ตัวแปร `i` เก็บข้อมูลประเภทตัวเลขจำนวนเต็ม (integer) แต่การประกาศตัวแปรมีเงื่อนไขที่ต้องคำนึงตามกฎการตั้งชื่อตัวแปรของภาษาไพธอน มีดังต่อไปนี้

1. ต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษร ห้ามใช้ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ใด ๆ
2. ห้ามมีช่องว่าง หรือเว้นวรรค
3. ห้ามใช้เครื่องหมายต่อไปนี้ในการตั้งชื่อตัวแปร `!,@, #, $, %, ^, &, *, (,), -, =, \, |, +, ~`
4. ห้ามตั้งชื่อตัวแปรซ้ำกับคำสงวน
5. ควรตั้งชื่อตัวแปรที่สื่อความหมายให้ชัดเจน เพื่อผู้อื่นตีความหมายได้เข้าใจ แต่ถ้ามีความยาวมากให้ย่อ เช่น `student_name` ควรใช้ `st_name` เป็นต้น
6. ตัวแปรที่มีตัวพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็กผสมกันจะมีความหมายต่างกับตัวพิมพ์เล็กเพียงอย่างเดียว เช่น `St_id` แตกต่างจากตัวแปร `st_id` เป็นต้น

2.6.3 คำสงวน

คำสงวน คือ ชื่อหรือคำที่ภาษาไพธอนสงวนไว้เฉพาะเพื่อใช้เป็นคำสั่ง หรือมีไว้เพื่อเขียนเป็นโครงสร้างของตัวภาษาเอง ฉะนั้นผู้เขียนโปรแกรมจึงควรหลีกเลี่ยงคำสงวนเหล่านี้ในการตั้งชื่อโปรแกรม ตัวแปร หรือชื่อใด ๆ ก็ตามที่ตั้งขึ้นมาใหม่แล้วตรงกับคำสงวน คำสงวนมีด้วยกัน 31 คำดังต่อไปนี้

ตาราง 2.3 คำสงวน

and	del	from	not	while
as	elif	global	or	with
assert	else	if	pass	yield
break	except	import	print	
class	exec	in	raise	
continue	finally	is	return	
def	for	lambda	try	

2.6.4 เริ่มต้นการเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอนมีวิธีการเขียนได้ 2 วิธีได้แก่ การเขียนโปรแกรมผ่านไพธอนเชลล์ หรือที่เรียกว่า IDLE (Python GUI) เป็นการทำงานโต้ตอบกับผู้ใช้ทันที กับวิธีที่เรียกว่า ดอสเชลล์ หรือคำสั่งสคริปต์ ต้องเขียนคำสั่งด้วยไพธอนอิดิเตอร์ ได้เป็น Source Code ของภาษาไพธอน หลังจากนั้นต้องสั่งให้โปรแกรมบันทึกเป็นนามสกุลแบบ .py

วิธีที่ 1 IDLE (Python GUI) ในโหมดนี้ช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมทำงานโต้ตอบกับภาษาไพธอน ได้โดยตรง เมื่อเขียนคำสั่งเสร็จในหนึ่งชุดคำสั่ง โปรแกรมจะเอ็กซ์ซิควิต์ทันที มีจุดเด่นที่สีของตัวอักษร และพร้อมพ์ โดยมีเครื่องหมาย >>> แทนการรอรับคำสั่ง ดังภาพ



```

Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.5.1 (r251:54863, Apr 18 2007, 08:51:08) [MSC v.1310 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.

*****
Personal firewall software may warn about the connection IDLE
makes to its subprocess using this computer's internal loopback
interface. This connection is not visible on any external
interface and no data is sent to or received from the Internet.
*****

IDLE 1.2.1
>>> print "Hello World"
Hello World
>>> x = 5
>>> y = 10
>>> print x*y
50
>>> |
  
```

รูปที่ 2.33 หน้าต่างการเขียนโปรแกรมกับ Python Shell

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

วิธีที่ 2 โดยการเปิด File > New window หรือกดปุ่ม Ctrl+N จากหน้าต่าง Python GUI ของวิธีที่ 1 หลังจากนั้นให้พิมพ์คำสั่งต่าง ๆ ลงไป เหมือนกับอิดิเตอร์อื่น ๆ ซึ่งจะไม่มีสัญลักษณ์ prompt >>> อยู่ด้านหน้าบรรทัด ดังภาพที่ 1.12

```

ac-motor.py - C:\Python25\ac-motor.py
File Edit Format Run Options Windows Help
print "This is first Program"
print "to compute A/C motor speed"
# expression n = 120f/p
f = 50
p = 4
print "ความเร็วรอบแอมอเตอร์แบบ 4 pole = ", 120*f/p

```

รูปที่ 2.34 หน้าต่างการเขียนโปรแกรมกับ GUI

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ถ้าต้องการจัดเก็บโปรแกรมที่เขียนลงสู่ Disk ให้คลิกเลือกรายการ File เลื่อนไปที่ตัวเลือก Save หรือกดปุ่ม Ctrl+S จะขึ้นไดอะล็อกบ็อก ให้พิมพ์ชื่อแฟ้มที่ต้องการบันทึก ควรพิมพ์ชื่อนามสกุลเป็น .py ด้วย ดังแสดงในรูปด้านล่างต่อไปนี้

```

ac-motor.py - C:\Python25\ac-motor.py
File Edit Format Run Options Windows Help
New Window Ctrl+N
Open... Ctrl+O
Recent Files
Open Module... Alt+M
Class Browser Alt+C
Path Browser
Save Ctrl+S
Save As... Ctrl+Shift+S
print "This is first Program"
print "to compute A/C motor speed"
# expression n = 120f/p
f = 50
p = 4
print "ความเร็วรอบแอมอเตอร์แบบ 4 pole = ", 120*f/p

```

รูปที่ 2.35 วิธีการบันทึกโปรแกรม

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

ขั้นตอนต่อไปคือการสั่ง Run โปรแกรมหรือการ execute เพื่อให้โปรแกรมประมวลผลคำสั่งให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ การสั่ง Run โดยการคลิกเลือกรายการ Run เลือกตัวเลือก Run Module หรือกดปุ่มคีย์ลัด F5 โปรแกรมจะเปิดไพธอน เซลล์ มาแสดงผลการทำงานดังรูป

```

Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help

Personal firewall software may warn about the connection IDLE
makes to its subprocess using this computer's internal loopback
interface. This connection is not visible on any external
interface and no data is sent to or received from the Internet.
*****

IDLE 1.2.1
>>> ===== RESTART =====
>>>
This is first Program
to compute A/C motor speed
ความเร็วรอบมอเตอร์แบบ 4 pole = 1500
>>> |
Ln: 17 Col: 4

```

รูปที่ 2.36 หน้าต่างการสั่งให้ไพธอนประมวลผลโปรแกรม

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

ในการเขียนคำสั่งผู้เขียนจะต้องเขียนให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ ของภาษาไพธอนทุก ๆ กรณี การเขียนคำสั่งผิดพลาดแม้เพียงอักขระเดียว โปรแกรมไม่สามารถจะ Run ได้แต่โปรแกรมจะบอกตำแหน่งที่ผิดพลาด คอยแนะนำให้ผู้เขียนทราบว่าผิดในส่วนใดบ้าง จะแจ้งบรรทัดที่เขียนผิด ดังรูปภาพด้านล่างต่อไปนี้

```

Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help

Python 2.5.1 (r251:54863, Apr 18 2007, 08:51:08) [MSC v.1310 32 bit
(Intel)] on win32
Type "copyright" for more information.

*****
Personal firewall software may warn about the connection IDLE
makes to its subprocess using this computer's internal loopback
interface. This connection is not visible on any external
interface and no data is sent to or received from the Internet.
*****

Syntax error
There's an error in your program:
invalid syntax
OK

IDLE 1.2.1
>>> |
Ln: 12 Col: 4

```

รูปที่ 2.37 แสดงผลของ error

ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>

การแจ้งเตือนคำสั่งที่ผิดโปรแกรมไพธอนจะสร้างสี่เหลี่ยมระบายข้อความที่ผิด ผู้เขียนโปรแกรมต้องใช้ความรู้ วิจารณ์ญาณ ในการตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้อง เมื่อแก้ไขข้อผิดพลาดให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์เรียบร้อยแล้ว และให้ทดลอง Run โปรแกรมใหม่อีกครั้ง จนกระทั่งไม่มีข้อผิดพลาดอื่น ๆ อีก โปรแกรมจะแสดงผลการทำงานออกมาตามต้องการ

2.7 ค่า R-Squared

ค่า R-Squared คือ ตัวสถิติที่ใช้วัดว่าตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้นี้มีความสมรूपกับข้อมูลมากน้อยอย่างไร หรือรู้จักกันในอีกความหมายหนึ่งว่าเป็น ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจเชิงซ้อน (Coefficient of Multiple Determination) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression)

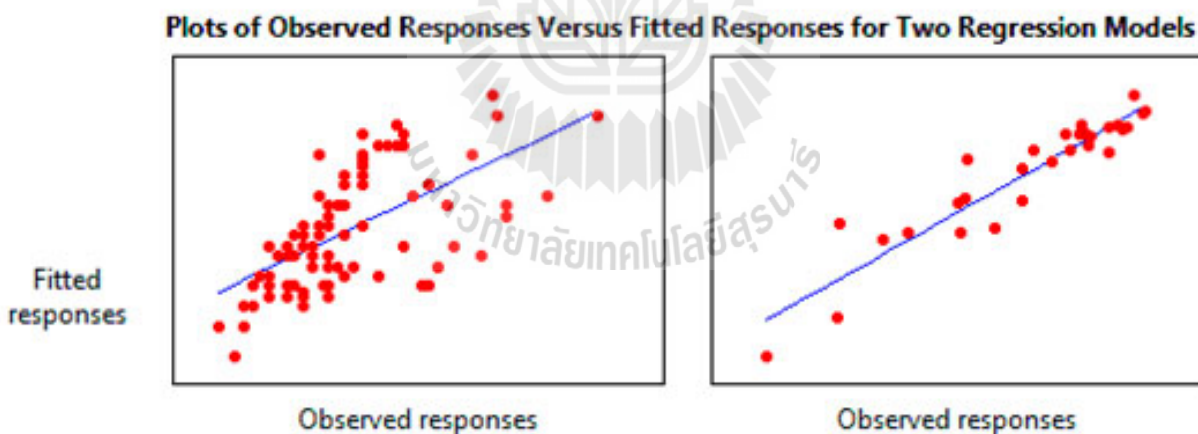
นิยามของค่า R-Squared คือ ค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนองที่สามารถอธิบายได้มีอยู่ในตัวแบบเชิงเส้นนี้ ก็เปอร์เซ็นต์ หรือ $R\text{-Squared} = \text{ความผันแปรที่สามารถอธิบายได้} / \text{ความผันแปรทั้งหมด}$

ค่า R-Squared จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0% - 100%

- 0% แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้มานั้นไม่สามารถอธิบายความผันแปรของค่าตัวแปรตอบสนอง ต่างที่กระจายรอบค่าเฉลี่ยได้เลย

- 100% แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้มานั้นสามารถอธิบายความผันแปรของค่าตัวแปรตอบสนอง ต่างที่กระจายรอบค่าเฉลี่ยได้เป็นอย่างดี

โดยทั่วไปแล้ว ค่า R-Squared สูง ๆ หมายความว่า ตัวแบบคณิตศาสตร์นั้นดี (เหมาะสมกับข้อมูล) แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีเงื่อนไขบางอย่างที่ต้องมีพร้อมกับค่า R-Squared สูง ๆ นี้ด้วย



รูปที่ 2.38 แผนภาพเปรียบเทียบค่า R-Squared

ที่มา http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=3086&read=true&count=true

ในแผนภาพนี้เป็นการพลอตค่าข้อมูลที่สังเกตได้และค่าข้อมูลที่คำนวณได้จากตัวแบบคณิตศาสตร์ ซึ่งทั้งสองแผนภาพนี้มีค่า R-Squared แตกต่างกัน

ตัวแบบด้านซ้าย มีค่า 38% ของความแปรปรวน ส่วนของตัวแบบด้านขวามีค่า 87.4% ของความแปรปรวน ซึ่งถ้า ค่าเปอร์เซ็นต์ยิ่งมีค่ามาก หมายความว่า ตัวแบบสามารถคำนวณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าสังเกตมาก หรือ ค่าสังเกตจะอยู่บนเส้นตรงของตัวแบบ ในทางทฤษฎีถ้าตัวแบบสามารถอธิบายความแปรปรวนได้

100% หมายความว่า ค่าที่คำนวณได้จะมีค่าเท่ากับค่าที่สังเกตได้ ดังนั้นค่าข้อมูลที่สังเกตได้จะอยู่บนเส้นตรงของตัวแบบคณิตศาสตร์ทุกจุด

ข้อจำกัดของค่า R-Squared

1. ค่า R-Squared ไม่สามารถบอกได้ว่าค่าที่คำนวณได้นั้นมีความเอนเอียงหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ แผนภาพเศษเหลือมาเป็นตัวช่วย
2. ค่า R-Squared ไม่สามารถบอกได้ว่า ตัวแบบคณิตศาสตร์นี้มีความเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ซึ่งบางครั้งตัวแบบ คณิตศาสตร์ที่ดีอาจให้ค่า R-Squared ต่ำและบางกรณีที่มีค่า R-Squared สูงตัวแบบก็ไม่เหมาะสมกับข้อมูล

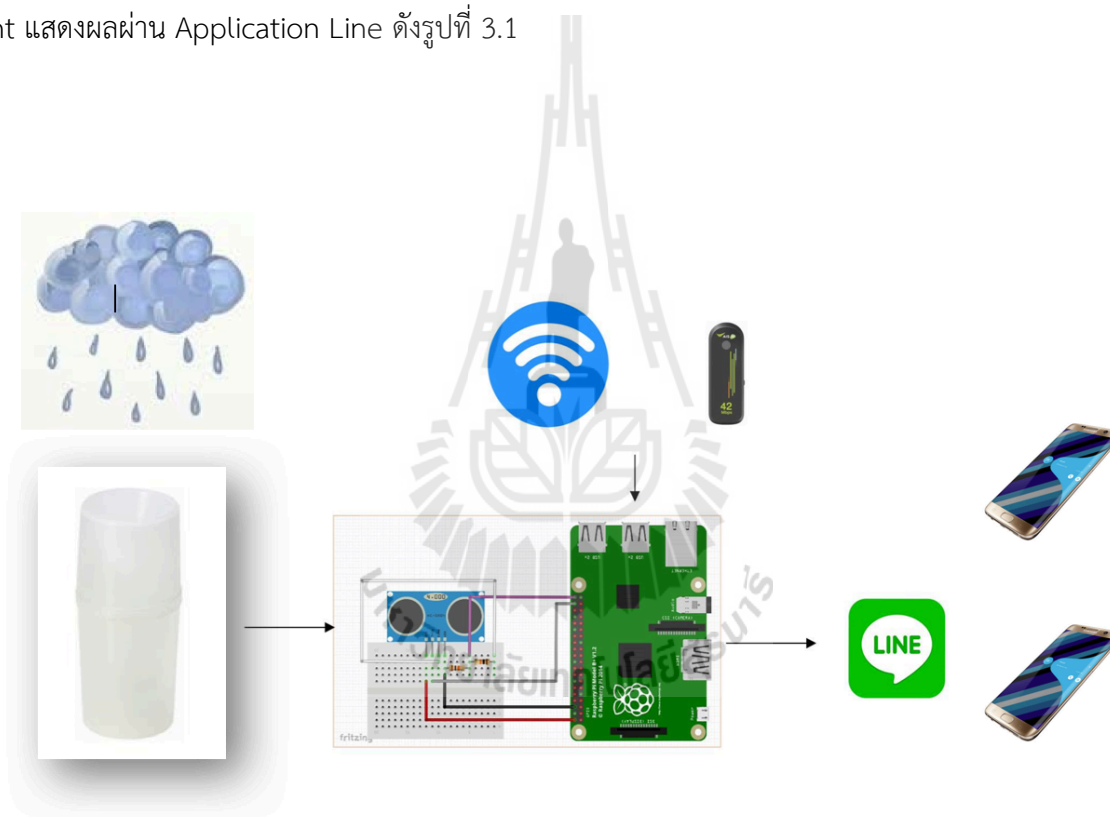
ค่า R-Squared ถือเป็นค่าที่นำมาใช้วัดว่าตัวแบบสมการเชิงเส้นที่ได้มานั้นมีความเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่ แต่อย่างไรก็ตาม การมองเฉพาะค่า R-Squared อย่างเดียวอาจไม่สามารถตอบได้ว่าตัวแบบสมการนั้นเหมาะสมหรือไม่ แต่ต้องมีการพิจารณาค่า R-Squared ร่วมกับการวิเคราะห์แผนภาพเศษเหลือ และตัวสถิติอื่นๆ

บทที่ 3

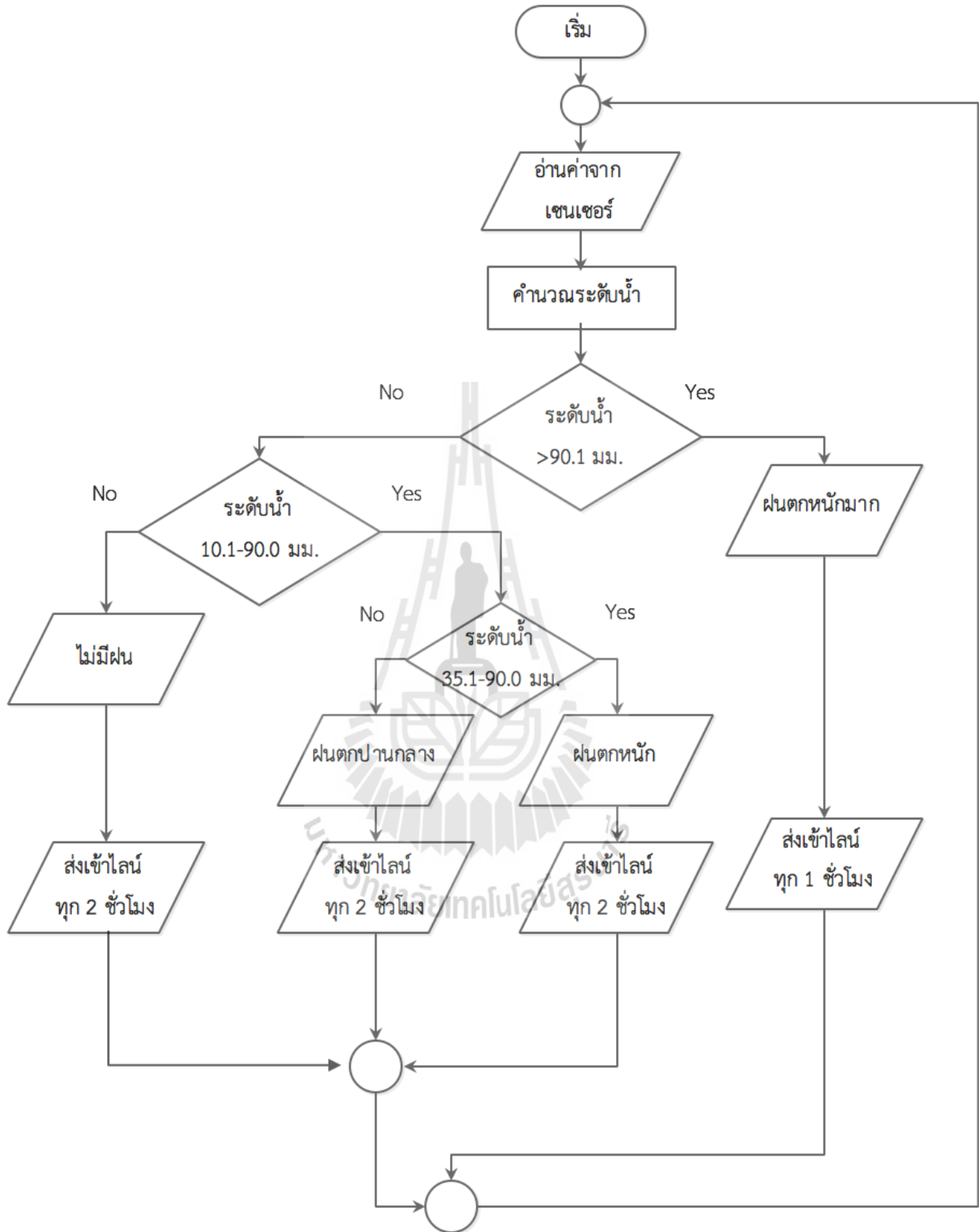
การออกแบบและการจำลอง

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบแบบจำลองชิ้นงาน เพื่อสามารถนำไปเป็นแนวทางในการ สร้างชิ้นงานจริง โดยเริ่มจากการเตรียมอุปกรณ์ การใช้งานโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมบอร์ด Raspberry Pi โดยบอร์ด Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อ Line Server ที่สามารถวัดปริมาณน้ำฝน แล้วส่งแจ้งเตือนไปที่ Client แสดงผลผ่าน Application Line ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานโดยรวม



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม

3.2 การเขียนโปรแกรม

3.2.1 การส่งข้อความและรูปภาพ

```
#!/usr/bin/python
#-*-coding: utf-8 -*-

from line import LineClient, LineGroup, LineContact
import measure
from measure import water_level
import time
from time import sleep
import datetime

USERNAME = 'ID'
PASSWORD = 'PASSWORD'
CONTACT = 'FRIENDNAME'
GROUPNAME = 'GROUPNAME'

#optional
COMPUTERNAME = 'Raspberry Pi3'
TOKEN = ''

try:
    client = LineClient(id=USERNAME, password=PASSWORD, authToken=TOKEN, com_name=COMPUTERNAME)
    #authToken = 'AUTHTOKEN'
    #client = LineClient(authToken="authToken")
except:
    print "Login Failed"

client_name = client.getContactByName(CONTACT)
client_group = client.getGroupByName(GROUPNAME)

print client_name
client_group.sendMessage("ทดสอบ")
client_group.sendImage('./red.png')

print client_group
client_group.sendMessage("ทดสอบ")
client_group.sendImage('./red.png')
```

คำสั่งในโค้ดนี้จำทำการลงชื่อเข้าใช้ และส่งรูปภาพกับข้อความเข้าระบบแอปพลิเคชัน Line โดยใช้ E-mail การลงชื่อเข้าใช้ การส่งรูปภาพและข้อความนั้นก่อนอื่นจะต้องทำการเลือกกลุ่ม หรือรายชื่อผู้ติดต่อในแอปพลิเคชัน Line ว่าต้องการส่งรูปภาพและข้อมูลไปที่กลุ่ม หรือผู้ติดต่อคนไหน เมื่อเลือกกลุ่มผู้ติดต่อได้แล้ว ให้กำหนดลงในตัวแปร GROUPNAME = 'ชื่อกลุ่ม' หรือ CONTACT = 'รายชื่อผู้ติดต่อ' บอร์ด Raspberry Pi จะทำการส่งรูปภาพและข้อความไปที่กลุ่ม หรือรายชื่อที่เลือกไว้

3.2.2 การคำนวณระดับน้ำ

```

import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

TRIG = 38
ECHO = 40

print "Distance Measurement In Progress"

GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)

GPIO.output(TRIG, False)
print "Waiting ... "
time.sleep(2)

GPIO.output(TRIG, True)
time.sleep(0.00001)
GPIO.output(TRIG, False)

while GPIO.input(ECHO)==0:
    pulse_start = time.time()

while GPIO.input(ECHO)==1:
    pulse_end = time.time()

pulse_duration = pulse_end - pulse_start

distance = pulse_duration * 17150
print "Distance:",distance,"cm"

distance_cal = (0.9497579 * distance) + 0.6382421
#สมการได้จากการทำRSQUARE

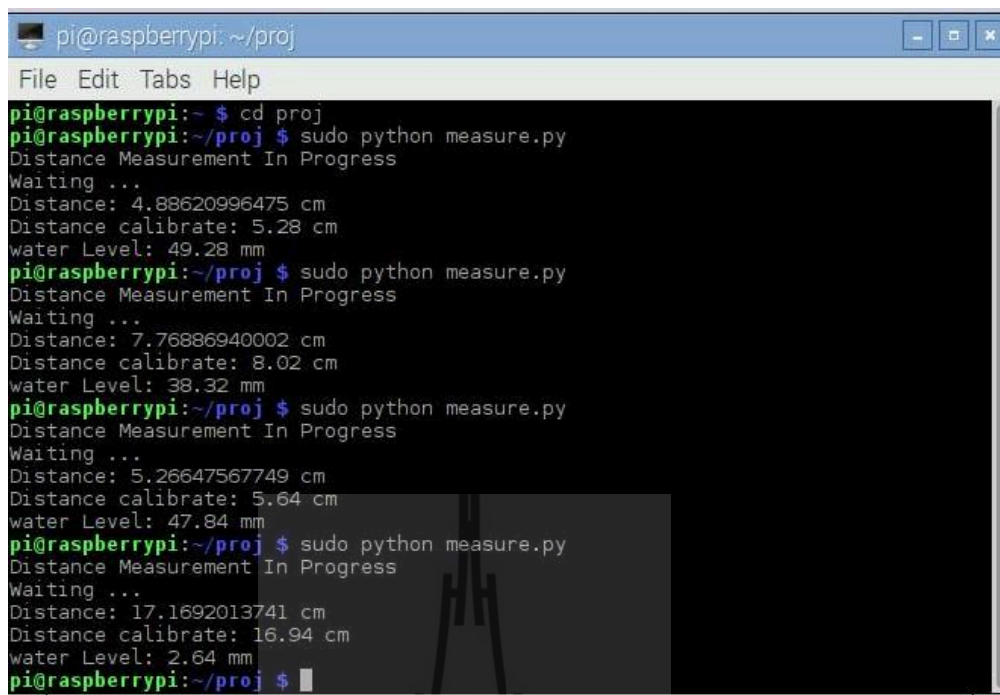
distance_cal = round(distance_cal, 2)
print "New Distance:",distance_cal,"cm"

distance_cal = distance_cal * 10
level = 175 - distance_cal
water = ( 10 * level ) / 25.4
print "Level:",water,"mm"

GPIO.cleanup()

#END Program

```



```

pi@raspberrypi: ~/proj
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ cd proj
pi@raspberrypi:~/proj $ sudo python measure.py
Distance Measurement In Progress
Waiting ...
Distance: 4.88620996475 cm
Distance calibrate: 5.28 cm
water Level: 49.28 mm
pi@raspberrypi:~/proj $ sudo python measure.py
Distance Measurement In Progress
Waiting ...
Distance: 7.76886940002 cm
Distance calibrate: 8.02 cm
water Level: 38.32 mm
pi@raspberrypi:~/proj $ sudo python measure.py
Distance Measurement In Progress
Waiting ...
Distance: 5.26647567749 cm
Distance calibrate: 5.64 cm
water Level: 47.84 mm
pi@raspberrypi:~/proj $ sudo python measure.py
Distance Measurement In Progress
Waiting ...
Distance: 17.1692013741 cm
Distance calibrate: 16.94 cm
water Level: 2.64 mm
pi@raspberrypi:~/proj $

```

รูปที่ 3.3 ค่าที่ได้จากการวัดจากเซนเซอร์ และคำนวณระดับน้ำ

คำสั่งในโค้ดนี้จะทำการวัดค่าเวลาของคลื่นสะท้อนด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 แล้วนำมาคำนวณระยะทาง ปรับเทียบ แล้วคำนวณระดับน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน โดยให้แสดงผลขึ้นหน้าจอว่า ระยะทาง ในหน่วยเซนติเมตร และระดับในกระบอกในหน่วยมิลลิเมตร ณ เวลาที่วัดมีค่าเท่าไร

3.2.3 การทำงานของระบบโดยรวม

```
#!/usr/bin/python
#-*-coding: utf-8 -*-

from line import LineClient, LineGroup, LineContact
import measure
from measure import water_level
import time
from time import sleep
from datetime import datetime

USERNAME = 'ID'
PASSWORD = 'Password'
CONTACT = ''
GROUPNAME = 'Group'

#optional
COMPUTERNAME = 'Raspberry Pi3'
TOKEN = ''

try:
    client = LineClient(id=USERNAME, password=PASSWORD, authToken=TOKEN, com_name=COMPUTERNAME)
    #authToken = 'AUTHTOKEN'
    #client = LineClient(authToken="authToken")

except:
    print "Login Failed"

client_group = client.getGroupByName(GROUPNAME)
print "เลือกกลุ่ม: ", client_group

print 'การแจ้งเตือนปริมาณน้ำฝน กำลังทำงาน...'
count=0
old = 0
delta = 0
cum = 0
cum += water_level
```



```

while True:
    print water_level
    if water_level >= 50.00:
        print "water level: ", water_level, "mm."
        client_group.sendMessage("ระดับน้ำกำลังจะล้น กรุณาปล่อยน้ำ")
        time.sleep(5)
    if cum > 90.10:
        print "cumulative rain fall: ", cum, "mm."
        client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))
        client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))
        client_group.sendMessage("ฝนตกหนักมาก")
        client_group.sendMessage("โปรดระวังน้ำป่าไหลหลาก")
        client_group.sendImage('./red.png')
        count += 1
        time.sleep(3600)
    else:
        if 10.10 < cum < 90.00 :
            if 35.10 < cum < 90.00:
                print "cumulative rainfall: ", cum, "mm."
                client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))
                client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))
                client_group.sendMessage("ฝนตกหนัก")
                client_group.sendImage('./yellow.png')
                count += 2
                time.sleep(7200)
            else:
                print "cumulative rainfall: ", cum, "mm."
                client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))
                client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))
                client_group.sendMessage("ฝนตกปานกลาง")
                client_group.sendImage('./green.png')
                count += 2
                time.sleep(7200)
        elif 0.10 < cum < 10.00 :
            print "cumulative rainfall: ", cum, "mm"
            client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))
            client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))
            client_group.sendMessage("ฝนตกเล็กน้อย")
            client_group.sendImage('./blue.png')
            count +=2
            time.sleep(7200)
        elif 0 < cum < 0.10 :
            client_group.sendMessage("มีฝนเล็กน้อย ไม่สามารถวัดปริมาณได้")
            time.sleep(10)
        else:
            client_group.sendMessage("เกิดข้อผิดพลาด... ลองอีกครั้ง")
            time.sleep(10)

```


คำสั่งในโค้ดนี้จะทำการเรียกโปรแกรม measure ขึ้นมาแล้วประมวลผลได้ค่าปริมาณน้ำฝน water_level แล้วมาตรวจสอบเงื่อนไขว่า ระดับน้ำในกระบอกกำลังจะล้นหรือไม่ แล้วจึงตรวจสอบปริมาณน้ำฝนว่า อยู่ในเกณฑ์ไหน ถ้าปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์ ฝนตกน้อย ฝนตกปานกลาง และฝนตกหนัก จะส่งข้อความ และรูปภาพโค้ดสี เข้าแอปพลิเคชัน Line ทุก ๆ 2 ชั่วโมง ถ้าปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์ตกหนักมาก จะส่ง Alert ข้อความ และรูปภาพโค้ดสี เข้าแอปพลิเคชัน Line ทุก ๆ 1 ชั่วโมง

```

old = water_level
reload(measure)
from measure import water_level
if water_level >= old :
    delta = water_level - old
    cum += delta
else:
    cum += water_level
if count >= 24 :
    cum = 0
    count = 0

#END Program

```

คำสั่งในโค้ดนี้จะทำการนับปริมาณน้ำฝนสะสม และทำการนับเวลาการทำงานของอุปกรณ์



บทที่ 4

ผลการทดลองและทดสอบการใช้งานจริง

4.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบอุปกรณ์ว่าค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้จากเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 จะมีค่าเทียบเคียงกับที่วัดได้จากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนหรือไม่ อย่างไร และถ้าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้มีค่าคลาดเคลื่อนสูงเกินไป จะมีการปรับเทียบให้มีค่าใกล้เคียงอย่างไร

4.2 อุปกรณ์ประกอบการทดสอบชิ้นงาน

ผู้จัดทำได้สร้างแบบจำลองสำหรับการวัดค่าปริมาณน้ำฝน ตามรูปที่ 4.1 โดยภายในกล่องบรรจุแบบจำลองมีวงจรการทำงานคอยควบคุมการวัดค่า และคำนวณค่าระดับปริมาณน้ำฝน ตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แบบจำลองสำหรับการวัดปริมาณน้ำฝน

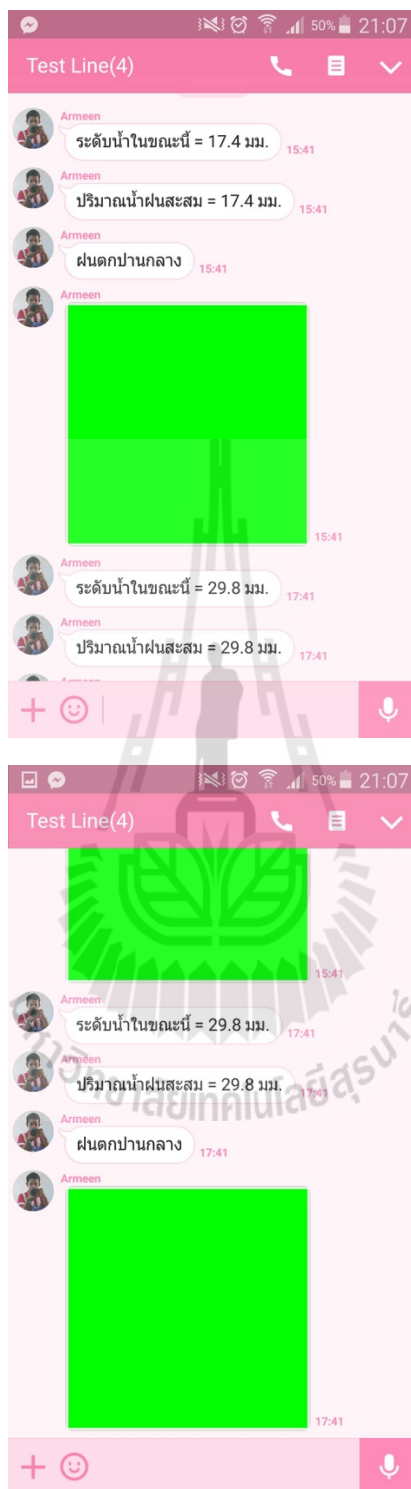


รูปที่ 4.2 รูปแบบการต่อวงจร

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์การทดลองดังรูปที่ 4.2
2. ทำการทดลองโดยนำอุปกรณ์วาง ณ จุดทดสอบเพื่อรับน้ำฝน แล้วจึงทำการวัดค่าปริมาณน้ำฝนในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน
3. บันทึกค่าปริมาณน้ำฝนที่แสดงบน Serial Monitor และที่อ่านค่าจากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน
4. ทำการวัดจนครบ 24 ชั่วโมง
5. บันทึกผลการทดลอง

4.4 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองที่ส่งเข้าแอปพลิเคชัน LINE

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่	เวลา	ค่าที่บันทึกได้ จาก Serial Monitor (มม.)	ค่าที่อ่านได้จาก กระบอกวัด ปริมาณน้ำฝน (มม.)	% error	การรายงานผล	
					เกณฑ์	สี
26 สิงหาคม 2559	15.03	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	17.03	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	19.03	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	21.03	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	23.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
27 สิงหาคม 2559	01.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	03.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	05.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	07.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	09.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	11.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	13.03	30.4	30	1.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
			ค่าเฉลี่ย	1.72%		

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง [ต่อ]

วันที่	เวลา	ค่าที่บันทึกได้ จาก Serial Monitor (มม.)	ค่าที่อ่านได้จาก กระบอกวัด ปริมาณน้ำฝน (มม.)	% error	การรายงานผล	
					เกณฑ์	สี
27 สิงหาคม 2559	16.48	19.2	20	4.00%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	18.48	20.5	20	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	20.48	24.0	25	4.00%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	22.48	24.7	25	1.20%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
28 สิงหาคม 2559	00.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	02.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	04.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	06.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	08.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	10.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	12.48	28.7	28	2.50%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	14.48	28.7	28	2.5%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
			ค่าเฉลี่ย	2.64%		

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง [ต่อ]

วันที่	เวลา	ค่าที่บันทึกได้จาก Serial Monitor (มม.)	ค่าที่อ่านได้จาก กระจกวัด ปริมาณน้ำฝน (มม.)	% error	การรายงานผล	
					เกณฑ์	สี
27 กันยายน 2559	15.41	17.4	18	3.33%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	17.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	19.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	21.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	23.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
28 กันยายน 2559	01.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	03.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	05.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	07.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	09.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	11.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
	13.41	29.8	30	0.67%	ฝนตกปานกลาง	เขียว
			ค่าเฉลี่ย	0.89%		

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากรูปที่ 4.3 เป็นตัวอย่างการแสดงผลทาง Serial Monitor โดยค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการแสดงผลทาง Serial Monitor นั้นจะแสดงให้เห็น คือ

- ค่าระดับน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน
- ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมที่ผ่านการปรับเทียบการปรับเทียบแล้ว
- การรายงานผลแบบเกณฑ์ และแบบสี

โดยที่ค่าปริมาณน้ำฝนที่ผ่านการปรับเทียบแล้ว มาจากการคำนวณดังนี้

$$y = 0.949x + 0.638 \quad \dots (3)$$

โดยที่ y คือ ค่าปริมาณน้ำฝนที่ผ่านการปรับเทียบ
 x คือ ค่าปริมาณน้ำฝนก่อนปรับเทียบ

ซึ่งค่าปริมาณน้ำฝนที่ผ่านการปรับเทียบแล้ว มีความใกล้เคียงกับค่าปริมาณน้ำฝนที่อ่านได้จากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน

4.6 สรุปผลการทดลอง

จากตารางผลการทดลอง สรุปได้ว่าค่าปริมาณน้ำฝนที่ผ่านการปรับเทียบแล้ว มีความใกล้เคียงกับค่าปริมาณน้ำฝนที่อ่านได้จากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ระบบเริ่มต้นการทำงานด้วยการวัดระดับน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน โดยใช้ Ultrasonic Sensor HC-SR04 และทำการส่งค่าปริมาณน้ำฝนกลับมาให้บอร์ด Raspberry Pi เพื่อนำมาคำนวณปรับเทียบระดับน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน เมื่อบอร์ด Raspberry Pi ทำการปรับเทียบค่าแล้ว ทำการตรวจสอบกับเกณฑ์การรายงานปริมาณน้ำฝนและโอกาสการเกิดน้ำป่าไหลหลากตามการอ้างอิง แล้วระบบจะส่งข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเข้ากลุ่มที่ได้กำหนดไว้แล้วในแอปพลิเคชัน LINE

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ยังไม่มีเสถียรภาพเท่าที่ควร
2. พลังงานของแบตเตอรี่ไม่เพียงพอสำหรับการใช้งานเป็นเวลานาน
3. ความแม่นยำในการวัดของเซนเซอร์ ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่เล็กน้อย

5.3 แนวทางการแก้ปัญหา

1. เปลี่ยนการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยใช้แอร์การ์ดทดแทนการเชื่อมต่อเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย
2. เปลี่ยนมาใช้แบตเตอรี่ที่มีความจุเพียงพอต่อการใช้งาน 24 ชั่วโมง
3. ปรับเทียบค่าใหม่เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุด

5.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในอนาคตจะทำการส่งงานจากแอปพลิเคชัน LINE กลับมายังบอร์ด Raspberry Pi เพื่อให้มีการปล่อยน้ำออกจากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนโดยอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำกำลังจะล้นความจุกระบอก เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการรายงานผล เพิ่มพารามิเตอร์อื่น ๆ ในการแจ้งเตือนโอกาสเกิดน้ำป่าไหลหลาก

5.5 สิ่งที่ได้รับจากการทำโครงการ

1. เข้าใจหลักการทำงานของบอร์ด Raspberry Pi
2. เข้าใจหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการทำโครงการ
3. เข้าใจโครงสร้าง และการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอน
4. สามารถใช้งานเพื่อรายงานผลปริมาณน้ำฝน สำหรับวางแผนการทำงานเกษตร



บรรณานุกรม

- [1]การวัดปริมาณน้ำฝน,ที่มา : <http://cendru.eng.cmu.ac.th/web/13-2.htm>
- [2]นิยามและสาเหตุการเกิดอุทกภัย,ที่มา : <http://cendru.eng.cmu.ac.th/web/13-2.htm>
- [3]นิยามของโคลนถล่ม,ที่มา : <https://sites.google.com/site/thapkungch/home/din-thlm-laea-kholn-thlm-landslides-and-mudslides>
- [4]Raspberry Pi 3 (RPI 3) Model B, ที่มา : <http://www.tinydeal.com/raspberry-pi-3-model-b-motherboard>
- [5]Ultrasonic sensor, ที่มา : <https://www.arduitronics.com/article/18/ultrasonic-ranging-module-hc-sr04>
- [6]Application Line, ที่มา : <http://line.kapook.com/view64457.html>
- [7] ภาษาไพธอน, ที่มา : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation/1-0-bthna>





คำสั่งที่ใช้ ณ สถานที่จริง

การวัดระดับน้ำ

```

import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
#เรียกใช้งานโมดูล และตั้งค่าพอร์ต GPIO

TRIG = 38
ECHO = 40
#กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อของ GPIO กับเซนเซอร์

print "Distance Measurement In Progress"
GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)
GPIO.output(TRIG, False)
print "Waiting ... "
time.sleep(2)

GPIO.output(TRIG, True)
time.sleep(0.00001)
GPIO.output(TRIG, False)

while GPIO.input(ECHO)==0:
    pulse_start = time.time()
while GPIO.input(ECHO)==1:
    pulse_end = time.time()

pulse_duration = pulse_end - pulse_start
#คำสั่งให้เซนเซอร์ทำงานเพื่อวัดความความของคลื่นสะท้อน

```



```
distance = pulse_duration * 17150
print "Distance:",distance,"cm"
#สมการแปลงระยะทางจากเวลา

distance_cal = (0.9497579 * distance) + 0.6382421
#สมการปรับเทียบที่ได้จากการทำ RSQUARE

distance_cal = round(distance_cal, 2)
print "New Distance:",distance_cal,"cm"
distance_cal = distance_cal * 10
level = 175 - distance_cal
water = ( 10 * level ) / 25.4
print "Level:",water,"mm"
#การแปลงระยะทางเป็นระดับน้ำ

GPIO.cleanup()
#END Program
```



การทำงานโดยรวม

```
#!/usr/bin/python
#-*-coding: utf-8 -*-
from line import LineClient, LineGroup, LineContact
import measure
from measure import water_level
import time
from time import sleep
from datetime import datetime

USERNAME = 'ID'
PASSWORD = 'PASSWORD'
CONTACT = ''
GROUPNAME = 'groupname'

#optional
COMPUTERNAME = 'Raspberry Pi3'
TOKEN = ''
try:
    client = LineClient(id=USERNAME, password=PASSWORD, authToken=TOKEN,
com_name=COMPUTERNAME)
    #authToken = 'AUTHTOKEN'
    #client = LineClient(authToken="authToken")

except:
    print "Login Failed"
```

- คำสั่งในโค้ดนี้จะเรียกโปรแกรม Measure รับค่า water_level แล้วลงชื่อเข้าใช้ Application Line

```

client_group = client.getGroupByName(GROUPNAME)
print "เลือกกลุ่ม: ", client_group
print 'การแจ้งเตือนปริมาณน้ำฝน กำลังทำงาน...'

count=0
old = 0
delta = 0
cum = 0
cum += water_level

while True:
    print water_level
    if water_level >= 50.00:
        print "water level: ", water_level, "mm."
        client_group.sendMessage("ระดับน้ำกำลังจะล้น กรุณาปล่อยน้ำ")
        time.sleep(5)
    if cum > 90.10:
        print "cumulative rain fall: ", cum, "mm."
        client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))
        client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))
        client_group.sendMessage("ฝนตกหนักมาก")
        client_group.sendMessage("โปรดระวังน้ำป่าไหลหลาก")
        client_group.sendImage('./red.png')
        count += 1
        time.sleep(3600)

```

- คำสั่งในโค้ดนี้จะรับค่าชื่อกลุ่ม กำหนดตัวแปรเริ่มต้น นำค่า water_level มาตรวจสอบว่าระดับน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนมีระดับที่เกินกว่า 50.00 มิลลิเมตรหรือไม่ ถ้าเกินจะส่งแจ้งเตือนให้ปล่อยน้ำออกจากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน แล้วตรวจสอบเกณฑ์ที่หนึ่งคือ ปริมาณน้ำฝนมีค่ามากกว่า 90.10 มิลลิเมตรหรือไม่ ถ้าใช่จะรายงานผลว่าฝนตกหนักมาก ถ้าไม่ใช่จะไปตรวจสอบในเกณฑ์ถัดไป

else:

if 10.10 < cum < 90.00 :

if 35.10 < cum < 90.00:

print "cumulative rainfall: ", cum, "mm."

client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))

client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))

client_group.sendMessage("ฝนตกหนัก")

client_group.sendImage('./yellow.png')

count += 2

time.sleep(7200)

else:

print "cumulative rainfall: ", cum, "mm."

client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))

client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))

client_group.sendMessage("ฝนตกปานกลาง")

client_group.sendImage('./green.png')

count += 2

time.sleep(7200)

elif 0.10 < cum < 10.00 :

print "cumulative rainfall: ", cum, "mm"

client_group.sendMessage("ระดับน้ำในขณะนี้ = {0:.02f} มม.".format(water_level))

client_group.sendMessage("ปริมาณน้ำฝนสะสม = {0:.02f} มม.".format(cum))

client_group.sendMessage("ฝนตกเล็กน้อย")

client_group.sendImage('./blue.png')

count +=2

time.sleep(7200)

elif 0 < cum < 0.10 :

client_group.sendMessage("มีฝนเล็กน้อย ไม่สามารถวัดปริมาณได้")

time.sleep(10)

else:

```
client_group.sendMessage("เกิดข้อผิดพลาด...ลองอีกครั้ง")
time.sleep(10)
```

- คำสั่งในโค้ดนี้คือ หากปริมาณน้ำฝนไม่เข้าเงื่อนไขมากกว่า 90.10 มิลลิเมตร จะนำค่าปริมาณน้ำฝน มาตรวจสอบเงื่อนไขต่อมา คือ 0.10-10.00 มิลลิเมตร, 10.10-35.00 มิลลิเมตร, 35.10-90.00 มิลลิเมตรต่อมา ถ้าไม่ตรงกับเงื่อนไขใด ๆ จะทำการวัดอีกครั้ง

```
old = water_level
reload(measure)
from measure import water_level
if water_level >= old :
    delta = water_level - old
    cum += delta
else:
    cum += water_level
if count >= 24 :
    cum = 0
    count = 0
#END Program
```



- คำสั่งในโค้ดนี้คือ จะทำการเก็บค่าปริมาณน้ำฝนในการวัดรอบก่อนหน้า แล้วเรียกใช้โปรแกรม Measure รับค่า water_level ใหม่ เปรียบเทียบ นับปริมาตรน้ำฝนสะสม และนับรอบการทำงานของระบบ

ประวัติผู้เขียน



นางสาวกนกวลี พันธคำ รหัสนักศึกษา B5602445

เกิดเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2537

ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลหนองจะบก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์

อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีการศึกษา 2555

ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



นายอัมหมัดอามีน มีเหาะ รหัสนักศึกษา B5613779

เกิดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2537

ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลปะลูกาสามา อำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนอัสตรีกะหืออิสลามียะห์

อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส เมื่อปีการศึกษา 2555

ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



นางสาวกัญฐิกา รักदानกลาง รหัสนักศึกษา B5621989

เกิดเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2537

ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า นครราชสีมา

อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีการศึกษา 2555

ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี