

การพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ทโฟน An Implementation of Agriculture Environment Sensors System and Monitor via Smart Phone

กิตติยศ เงานอ^{1*} อธิวัฒน์ สุวรรณคำ² อรรถชัย สุวรรณคำ³ และ ศุภชัย ทองสุข⁴

สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 1234

kittiyod.ngao57@sskru.ac.th*, athiwat.suwa57@sskru.ac.th, adtahcai.suwa57@sskru.ac.th,

supachai.t@sskru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตร 2) พัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนสำหรับการติดตามสภาพแวดล้อม และ 3) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ทโฟน กลุ่มเป้าหมายได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านงานวิชาการและคอมพิวเตอร์จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ทโฟน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรการทำงาน มีคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi ในการเป็นศูนย์กลางในการประมวลผลข้อมูลและเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์รับรู้ประเภทต่างๆ ทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3G เพื่อบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูล 2) ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน การจัดเก็บฐานข้อมูลด้วยเครื่องแม่ข่าย แอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลผ่าน Web Service ในรูปแบบของภาษา XML มีหน้าจอแสดงผล 2 โหมดหลักคือ โหมดการแสดงผลสภาพแวดล้อมในเวลาปัจจุบัน และ 3) ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ทโฟน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การตรวจวัดสภาพแวดล้อม, แอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน

ABSTRACT

This research aimed to design and implement small computer system for measurement agriculture environment by electronic sensors such as light humidity water level and temperature then store in database server for web service on internet network. User can monitor via smart phone application and show summary report

From the research result found the satisfaction in functionality and usability from specialist are very high level

Keyword: Environment Sensors System, Smart Phone Application

บทนำ

การพัฒนาทางด้านการเกษตรสมัยใหม่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตเช่นการนำเทคโนโลยีดาวเทียม (GPS) มาใช้ ในการควบคุมรถในการใส่ปุ๋ยพรวนดิน เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS, 2555) ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีข้อมูลและเข้าใจสภาพแวดล้อมจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการสร้างผลผลิตพื้นที่ตำบลท่าแลง อำเภอยางาย จังหวัดเพชรบุรี เป็นพื้นที่เกษตรซึ่งมีทั้งหมด 10 หมู่บ้าน มีพื้นที่ 26,961 ไร่ มี 1,692 ครัวเรือน ประชากรทั้งหมด 5,726 คน

ยุทธศาสตร์การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา ซึ่งมีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ ร่วมกับการเรียนรู้ ศ.ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้นำเสนอแนวคิดการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะการใช้ คอมพิวเตอร์แบบพกพาเป็นสื่อหลักสำหรับการเรียนการสอน ที่มีลักษณะเป็นการศึกษาภาคควันทภาพ ที่ผู้เรียนได้รับความรู้ทุกแห่งหน ทุกเวลา รวมไปถึงใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอนให้ครู ได้ใช้เป็นสื่อและเป็นศูนย์ความรู้ติดตัวมีแหล่งความรู้ หรือเป็นห้องสมุดติดตัว เพื่อให้การดำเนินการเพื่อตอบสนองแนวคิดดังกล่าวจะทำให้เกิดระบบการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาเป็นฐาน เกิดขึ้นในหลายๆ รูปแบบ ตามความสามารถของแอปพลิเคชัน ที่นำมาติดตั้ง หรือแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นประกอบกับความสามารถพื้นฐานของแท็บเล็ต เช่น ความสามารถในการบันทึกภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ เสียง ตลอดจนการเข้าถึงเว็บไซต์ต่างๆ ทั้งทางตรงและผ่าน QR Code (กฤษมนันต์ วัฒนารงค์, 2556)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตร เผื่อหวังและติดตามความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา พัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์โฟน และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์โฟน เป็นแนวทางปรับปรุงการปลูกพืชผลทางการเกษตร กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตร
- 1.2 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์โฟนสำหรับการติดตามสภาพแวดล้อม
- 1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์โฟน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bhanu (2014) กล่าวว่า พัฒนาอุปกรณ์เฝ้าติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวรับรู้แบบเครือข่ายไร้สายเพื่อปรับปรุงการผลผลิตการปลูกพืชทางการเกษตร ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้เกษตรกรจะติดตามการทำงานผ่านทางเว็บไซต์ และมีการแจ้งเตือนผ่าน SMS หรือ อีเมลในกรณีที่มีความผิดปกติร้ายแรง เช่นเดียวกับ Vijay (2012) กล่าวว่าได้ออกแบบอุปกรณ์หน่วยรับรู้ความชื้นของแปลงการเกษตรผ่านเครือข่ายไร้สายส่งมาที่อุปกรณ์ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล ซึ่งหากค่าที่วัดได้มีค่าไม่เหมาะสมจึงมีการเปิดการทำงานส่วนการรดน้ำแบบหยุด

ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วยสามส่วน คือ หน่วยรวมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน

1) หน่วยรวมเซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ ที่มีจำนวนมากที่ฝังตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูลและส่งข้อมูล โดยแต่ละหน่วยรวมเซ็นเซอร์ ติดต่อสื่อสารแบบไร้ สายกับหน่วยรวมข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สายโดยหน่วยรวมเซ็นเซอร์ แต่ละหน่วยจะควบคุมและจัดการงานตัวเอง

2) เกตเวย์ เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูล ระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดย

เกตเวย์ อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

3) สถานีฐาน ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทำงาน และติดต่อกับผู้ใช้ หรืออาจติดต่อกับเครือข่ายอื่นๆ (สุชา สุทธิพันธ์พงศ์, 2556)

ราสพ์เบอร์รี่ไพ (Raspberry pi) คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กใช้พลังงานต่ำสามารถใช้กับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ได้ สามารถทำงานได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ (Raspberry pi, Online) ปัจจุบันมีอยู่ 2 รุ่นคือ โมเดลเอ (Model A) และโมเดลบี (Model B) ที่เลือกนำมาใช้คือโมเดลบีเพราะมีสมรรถนะสูงกว่า โมเดลบีมีหน่วยความจำสำรองเป็นแบบ SD Card หน่วยความจำหลักเป็น SDRAM 512 MB หน่วยประมวลผล 700 MHz เบอร์ ARM1176JZF-S สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่น อีเทอร์เน็ต และยูเอสบี 2 พอร์ต ในโครงการนี้ได้นำอุปกรณ์เสริม Wireless USB มาทำหน้าที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย (IEEE 802.11) (IEEE 802, Online)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาปัจจัยความต้องการของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเกษตร
- 1.2 ออกแบบชุดอุปกรณ์และโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์สมาร์ตโฟน
- 1.3 พัฒนาชุดอุปกรณ์และโปรแกรมประยุกต์
- 1.4 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และโปรแกรมเผื่อระวัง ตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในด้านความต้องการของผู้ใช้ระบบ ด้านฟังก์ชันงานของระบบ และด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- 1.5 สรุปผลงานวิจัย

2. เครื่องมือการวิจัย

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ตโฟน

3. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านงานวิชาการและคอมพิวเตอร์จำนวน 5 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีความรู้ในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ ทางด้านการเกษตร

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าเฉลี่ยแปลผลโดย อ้างอิงจาก (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551: 144-146)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.50 – 5.00	หมายความว่า	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.50 – 4.49	หมายความว่า	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.50 – 3.49	หมายความว่า	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.50 – 2.49	หมายความว่า	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.49	หมายความว่า	ระดับน้อยที่สุด

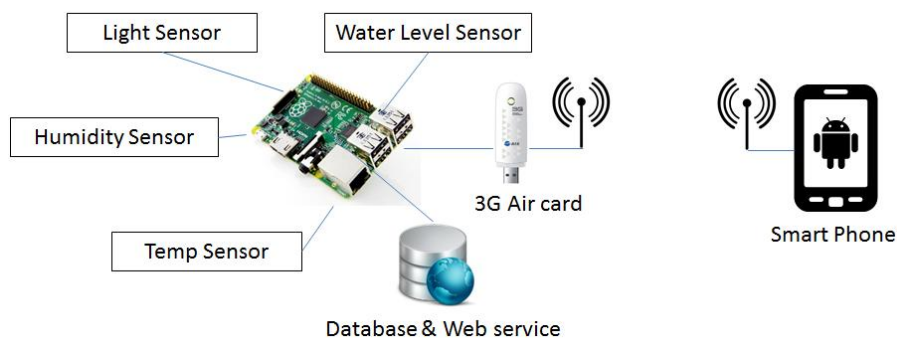
ผลการวิจัย

งานวิจัยได้แบ่งส่วนการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน คือส่วนการพัฒนาเครื่องมือ และส่วนมีผลการดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน และส่วนของการประเมินผล โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

1. ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสภาพแวดล้อมทางเกษตร

การพัฒนาเครื่องมืออาศัยโครงการสร้างการทำงานโดยมีภาพรวมของระบบดังรูปที่ 1 ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi ในการเป็นศูนย์กลางในการประมวลผลข้อมูลและเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์รับรู้ประเภทต่างๆ คือ ตัวรับรู้แสง ตัวรับรู้ความชื้นของดิน ตัวรับรู้ระดับน้ำ และตัวรับรู้อุณหภูมิ ซึ่งคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi จะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3G เพื่อบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

งานวิจัยได้ทำการทดลองกับแปลงจำลองสภาพแวดล้อมทางเกษตรดังภาพที่ 2 ซึ่งอยู่ภายในสภาวะควบคุม



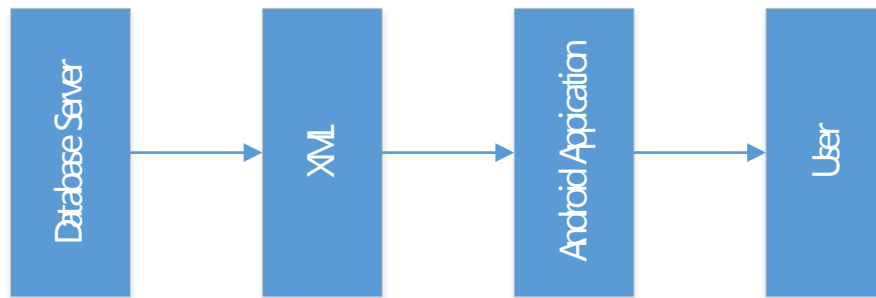
รูปที่ 1 ภาพรวมโครงสร้างของระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อม



รูปที่ 2 แปลงจำลองสภาพแวดล้อมเพื่อการทดสอบพร้อมติดตั้งระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อม

2. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือสำหรับการติดตามสภาพแวดล้อม

งานวิจัยพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยมีภาพรวมโครงสร้างการทำงานดังภาพที่ 3 การจัดเก็บฐานข้อมูลด้วยเครื่องแม่ข่าย แอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลผ่าน Web Service ในรูปแบบของภาษา XML ดังรูปที่ 4



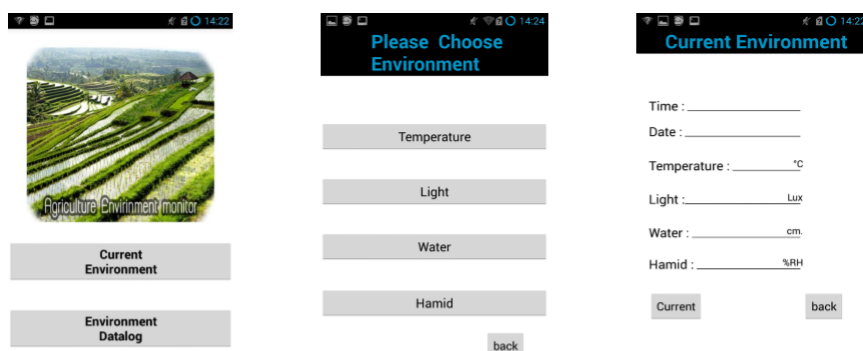
รูปที่ 3 โครงสร้างการส่งข้อมูลของระบบด้วยผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" ?>
<sensor>
  <id>336</id>
  <date>2015-06-11</date>
  <time>03:47:37</time>
  <temperature>24.40</temperature>
  <light>123.32</light>
  <water>32.10</water>
  <hamid>3.00</hamid>
</sensor>
</xml>
  
```

รูปที่ 4 การส่งออกข้อมูลสภาพแวดล้อมจาก Web Service ด้วยภาษา XML

ส่วนต่อประสานผู้ใช้ถูกออกแบบให้มีหน้าจอแสดงผล 2 โหมดหลักคือ โหมดการแสดงผลสภาพแวดล้อมในเวลาปัจจุบัน ดังรูปที่ 5 และการแสดงผลข้อมูลย้อนหลังจนถึงปัจจุบันที่เก็บในฐานข้อมูลเครื่องแม่ข่ายดังภาพที่ 6



รูปที่ 5 หน้าจอแอปพลิเคชันการแสดงผลสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน



รูปที่ 6 หน้าจอแอปพลิเคชันการแสดงผลภาพแวดล้อมแนวโน้มในอดีตจนถึงปัจจุบัน

3. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ตโฟน

ผลของการประเมินความพึงพอใจต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ท่าน ในด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ และด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test)			
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมนำเข้า	4.60	0.89	มากที่สุด
2. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม	4.20	0.83	มาก
3. ความถูกต้องของการผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟ	4.00	0.70	มาก
4. ความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	4.46	0.54	มาก
5. ความน่าเชื่อถือได้ของระบบ	4.60	0.54	มากที่สุด
รวม	4.36	0.16	มาก
1. ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ	4.45	0.54	มาก
2. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	4.20	0.83	มาก
3. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพแอปพลิเคชัน	4.80	0.44	มากที่สุด
4. คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	4.40	0.54	มาก
รวม	4.45	0.16	มาก
โดยรวม	4.41	0.16	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่าความพึงพอใจที่มีต่อระบบ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, SD. = 0.16) ในรายด้านพบว่าด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test) ($\bar{X} = 4.36$, SD. = 0.16) ความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.45$, SD. = 0.16)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการการพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ Raspberry Pi ในการเป็นศูนย์กลางในการประมวลผลข้อมูลและเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์รับรู้ประเภทต่างๆ คือ ตัวรับรู้แสง ตัวรับรู้ความชื้นของดิน ตัวรับรู้ระดับน้ำ และตัวรับรู้อุณหภูมิ ซึ่งคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi จะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่

ช่วยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3G เพื่อบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูล แอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลผ่าน Web Service ในรูปแบบของภาษา XML มีหน้าจอแสดงผล 2 โหมดหลักคือ โหมดการแสดงผลภาพแวดล้อมในเวลาปัจจุบัน และนำแอปพลิเคชันไปสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรและเฝ้าติดตามผ่านสมาร์ทโฟน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, $SD. = 0.16$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi เอกสารระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งนภาพร ภูซาดา (2558) กล่าวว่าความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ต ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ตที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.52$, $SD. = 0.66$)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มรายละเอียดของข้อมูลแกนในกราฟแสดงผลในหน้าจอแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน
2. ตัวอุปกรณ์รับรู้สภาพแวดล้อมยังไม่สามารถกั้นน้ำหรือความชื้นได้ ควรออกแบบกล่องเพื่อป้องกันให้ตัวอุปกรณ์คงทนในสภาพแวดล้อมจริงได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำโครงการครั้งต่อไป

จากผลการศึกษาการพัฒนาโมชันกราฟิก เรื่องตำนานพระธาตุขามแก่น ควรมีการศึกษารูปแบบการนำเสนออื่นๆ เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่จะนำมาพัฒนา หรือเทคนิคอื่นๆ ของงานแอนิเมชัน เพื่อให้มีความสมจริง กระตุ้นความสนใจ และความเหมาะสมของการดูแต่ละรูปแบบกับกลุ่มเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษมันต์ วัฒนธรรค์. (2542). เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิสุทธา อาริราษฎร์. (2551). การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- รุ่งนภาพร ภูซาดา. (2558). การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ต เรื่ององค์ประกอบของระบบสารสนเทศสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม. การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมครั้งที่ 1 : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- GIS, เข้าถึงได้จาก <http://www.gisthai.org/aboutgis/gis.html>. [10 กันยายน พ.ศ. 2555]
- Bhanu, B.B.; Raghava Rao, K.; Ramesh, J.V.N.; Hussain, M.A. (2014). "Agriculture field monitoring and analysis using wireless sensor networks for improving crop production," Wireless and Optical Communications Networks (WOCN), 2014 Eleventh International Conference on , vol., no., pp.1,7, 11-13 Sept. 2014
- Likert, R. A. (1932). Technique for the Measurement of Attitude. [Cited 2013, January23]. Archives from Psychological. Raspberry pi. URL:<http://www.raspberrypi.org>.
- Vijay, N. (2012). "Application of sensor networks in agriculture," Sustainable Energy and Intelligent Systems (SEISCON 2012), IET Chennai 3rd International on , vol., no., pp.1,6, 27-29 Dec. 2012