

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพดิน ในพื้นที่แปลงเพาะปลูกผักด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

Device Development for Soil Parameter Measurements in Crop Area by Using Wireless Sensor Network for Smart Farm

สายชัย สายยศ¹, ณัฐพล แก้วมาตย์²

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

123 หมู่ 16 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

¹ saiyan@kku.ac.th

² nattapol@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการตรวจวัดสภาพดินในพื้นที่บริเวณแปลงเพาะปลูกผักให้มีประสิทธิภาพ และสร้างระบบฟาร์มอัจฉริยะให้สามารถติดตามสภาพของพื้นที่เพาะปลูกทางไกลผ่านทางเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ Smart Phone

เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาและนำมาใช้ทำการวิจัยในส่วนของอุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไร้สาย Xbee Series 2 สำหรับการสร้างเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม แหล่งจ่ายพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า วงจรตรวจวัดปริมาณน้ำในดินและวงจรตรวจวัดความชื้นดิน

คำสำคัญ: เกษตรความแม่นยำสูง, ฟาร์มอัจฉริยะ, เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย, ไมโครคอนโทรลเลอร์, พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

This research aims to develop and improve an effective of the system for measure the soil parameters in the crops area. In addition, we made the smart farm system which can be monitor the farms environmental by website and application on smart phone.

The tool that we developed and applied to test in our research on the part of the devices are consist of the microcontroller and Xbee Series 2 for building a wireless sensor network to use for collect and store the data. The solar cell to converts an energy of light directly by the photovoltaic effect and soil parameters measurement which consist of soil moisture and underground water level.

Keywords: precision agriculture, smart farm, wireless sensor network, microcontroller, solar cell

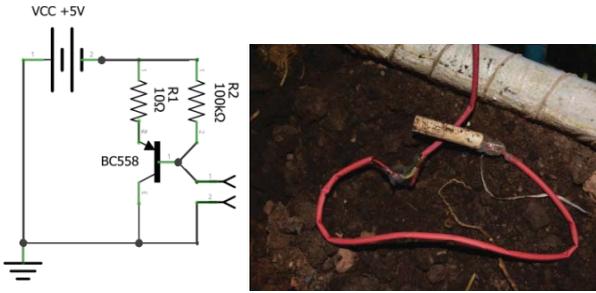
1. คำนำ

เกษตรกรรมความแม่นยำสูงเป็นกลยุทธ์ในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดการใช้ทรัพยากรในด้านการดูแลและจัดการ เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่คุ้มค่า โดยเกษตรกรสามารถจะปรับการใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่รวมไปถึงการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำด้วยเงื่อนไขที่ได้จากลักษณะเฉพาะของพืชพันธุ์และปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดโดยอาศัยการตรวจวัดปริมาณสารอาหารในดินและสภาพอากาศของพื้นที่ทำการเกษตร[1]

การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำการเพาะปลูกโดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจวัดแบบพกพาร่วมกับประสบการณ์ของเกษตรกร เพื่อรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจในการบริหารจัดการกับแปลงเพาะปลูกเป็นเรื่องที่ทำได้ลำบากและใช้เวลานาน ในบางช่วงเวลาไม่มีการจัดเก็บข้อมูลที่สำคัญต่อการดูแลพืชทำให้การตัดสินใจและการดูแลพืชทำได้ล่าช้า จึงได้มีการพัฒนาและใช้งานอุปกรณ์ต่างๆสำหรับการตรวจวัดและเก็บรวบรวมสภาพดิน[2] เพื่อเป็นแนวทางทำการเกษตรสมัยใหม่ที่ต้องกำหนดปริมาณการให้น้ำแก่พืชเป็นปัจจัยสำคัญ[3] โดยอาศัยความละเอียดของพารามิเตอร์สภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณแสงอาทิตย์ ลม ฝน อุณหภูมิ อากาศ ความดันอากาศ อุณหภูมิดิน ความชื้นของดิน โครงสร้างของดิน เป็นต้น[4] มาทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อกำหนดปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับต้นพืช[5] โดยกำหนดปริมาณการใช้น้ำของต้นพืชแต่ละช่วงเวลาควบคู่ไปกับการตรวจวัดสภาพดินจากปริมาณความชื้นของดิน[6] ที่วัดได้จากการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าระหว่างแท่งวัด[7] ที่อาศัยน้ำเป็นสื่อกลาง[8] ในแต่ละวันโดยใช้แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ด้วยการผลิตพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์[9] และจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ด้วยแบตเตอรี่เพื่อการจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ครอบคลุมตลอดทั้งวัน

บทความนี้นำเสนอการทำงานของกระบวนการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ระดับน้ำใต้ดิน และความเร็วในการไหลซึมของน้ำใต้ดินและ

การควบคุมอุปกรณ์รดน้ำพืชด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่ควบคุมผ่าน Smart Phone Application[10] และรายงานสภาพแวดล้อมผ่านเว็บไซต์



รูปที่ 1 วงจรเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดิน

2. การทำงานของระบบ

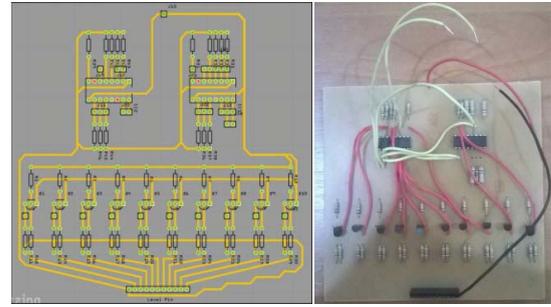
การตรวจวัดสภาพดินในพื้นที่แปลงเพาะปลูกประกอบด้วยโครงสร้างของระบบ 3 ส่วน ได้แก่ ระบบการตรวจวัดสภาพดินด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ระบบการรับส่งข้อมูลพร้อมทั้งจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนสุดท้ายคือระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วเก็บพลังงานไฟฟ้าเอาไว้และจ่ายพลังงานไฟฟ้าแก่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.1 การตรวจวัดสภาพดิน

ระบบจะมีการตรวจวัดสภาพแวดล้อม โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรวบรวมข้อมูล 3 ชนิดจากอุปกรณ์ตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิกับความชื้นภายในอากาศด้วยอุปกรณ์ DHT22/AM2302 ความชื้นภายในดินและระดับน้ำภายในท่อวัดระดับที่ถูกติดตั้งไว้ในบริเวณแปลงเพาะปลูก หลังจากทำการรดน้ำจะนำระดับน้ำในท่อไปคำนวณเพื่อหาความเร็วการไหลซึมของน้ำในดิน

2.1.1 การตรวจวัดความชื้นภายในดิน

การตรวจวัดความชื้นในดินใช้วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าแล้วระบุค่าความชื้นในดินจากปริมาณการนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ การทดลองได้ใช้วัสดุ 3 ชนิด สำหรับวัดค่าความชื้นในดิน ประกอบด้วย แท่งทองแดง อะลูมิเนียมแบน และเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) หลังจากทำการทดลองเพื่อทดสอบการผุกร่อนปรากฏว่า แท่งทองแดงไม่สามารถใช้งานได้นานเนื่องจากการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดสนิมได้รวดเร็วมากขึ้นแต่ Stainless Steel เบอร์ 304 ที่นำมาใช้เป็นวัสดุในการวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรดที่ทำมาจาก Stainless Steel ดังรูปที่ 1 สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ดีและเมื่อเพิ่มการหุ้มผิวด้านนอกโดยใช้ปูนพลาสติกให้เป็นแท่งทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ปูนที่ห่อหุ้มผิวภายนอกไว้จะดูดซับน้ำฝนหรือน้ำที่ใช้รดพืชและจะแห้งไปในที่สุดเมื่อโดนแสงแดดในตอนกลางวันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวัดความชื้นได้ดียิ่งขึ้นยืดอายุการใช้งานและลดการสึกหรอเนื่องจากความชื้นสามารถนำมาวัดความชื้นที่อยู่ภายในดินได้ โดยให้ค่าผลลัพธ์เป็นแบบเชิงเลข (Digital) เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อการทำระบบรดน้ำอัตโนมัติ

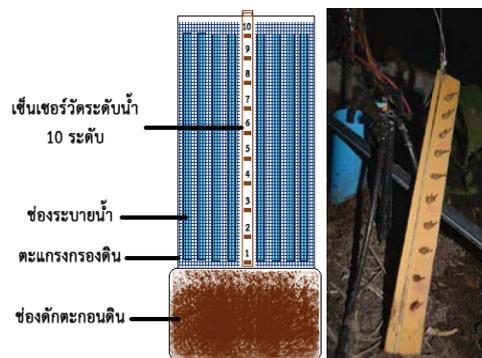


รูปที่ 2 วงจรเซนเซอร์ตรวจวัดระดับภายในดิน

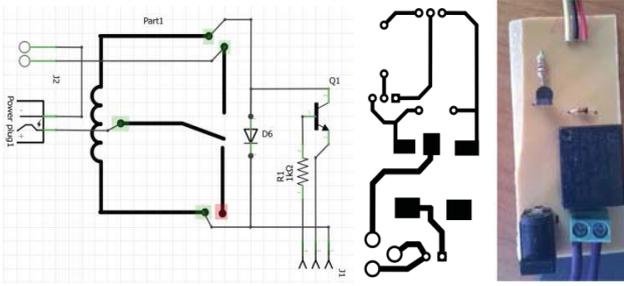
2.1.2 การตรวจวัดระดับน้ำภายในดิน

เซนเซอร์วัดระดับน้ำในดินเป็นอุปกรณ์วัดระดับน้ำโดยอาศัยหลักการที่น้ำไหลซึมลงดินในระยะความยาวรากพืชมาวัดความเร็วในการซึมของน้ำและการอ้อมตัวของน้ำ ภายในบริเวณพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดใช้วิธีการไปแอสทรานซิสเตอร์และใช้ไอซี Shift Register เพื่ออ่านสัญญาณไฟฟ้า เมื่อมีกระแสวิ่งผ่านน้ำไปยัง Input Pin ของไอซี

การทำงานของวงจรดังรูปที่ 2 จะใช้ Shift register รับข้อมูลแบบขนาน แล้วให้สัญญาณออกมาเป็นแบบอนุกรม (Parallel input/ Serial output) โดยใช้ IC CD4021BE จำนวน 2 ตัวดังรูปที่ 2 Output จาก IC CD4021BE ทางฝั่งขวาที่ขา Parallel Input (P1,P2) ต่ออยู่กับทรานซิสเตอร์วัดระดับน้ำระดับที่ 9 และ 10 จะส่งไปเป็น Input ให้ IC ทางฝั่งซ้ายที่ขา Parallel Input (P1,P2,...,P8) ต่ออยู่กับทรานซิสเตอร์วัดระดับน้ำระดับที่ 1 ถึง 8 ภายใน IC จะประกอบไปด้วย flip-flop เมื่อส่ง clock ไป 1 ครั้ง data ที่ flip-flop จะส่งไปยังตัวถัดไป ถ้าส่ง clock ไป 8 ครั้งก็จะได้ data จาก 8 Input การเรียกข้อมูลระดับน้ำจะทำการเก็บข้อมูล 2 ชุด แต่ละชุดเก็บข้อมูล 1 Byte คือ 8 Bit โดยชุดแรกจะเก็บข้อมูลทั้ง 8 Bit สำหรับระดับน้ำ 8 ระดับ และชุดที่สอง 6 Bit แรกจากทางซ้ายจะมีค่าเป็น 0 และ 2 Bit สุดท้ายทางขวาจะเก็บค่าระดับน้ำระดับที่ 9 และ 10 สำหรับการเก็บข้อมูลแต่ละชุดไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่ง Clock จำนวน 8 ครั้งเพื่อจะเก็บข้อมูลระดับน้ำให้ครบทั้ง 8 ระดับ ใส่ในข้อมูล 1 Byte โดยการวัดแต่ละระดับจะเลื่อนข้อมูลไปทีละ 1 Bit แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ชุดมาแปลงค่าจาก 8 Bit เป็นจำนวนเต็มแล้วบวกกัน



รูปที่ 3 แท่งตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าสำหรับวัดระดับน้ำและท่อวัดระดับ



รูปที่ 4 วงจรสำหรับควบคุมเปิดปิดรีเลย์สำหรับ Solenoid Valve

2.1.3 แท่งตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าสำหรับวัดระดับน้ำ

การตรวจวัดระดับน้ำด้วยแท่งตรวจจับสัญญาณไฟฟ้างดรูปที่ 3 ได้ทำการเชื่อมต่อสายไฟจากแผ่นวงจรวัดระดับน้ำไปยังแต่ละจุดบนแท่งวัดระดับ โดยเส้นวงจรด้านนอกสุดคือ Ground (GND) สำหรับระดับที่ 1 จะอยู่ด้านล่างในดินส่วนที่ลึกที่สุดไล่ระดับขึ้นมาเรื่อยๆ โดยเว้นระยะห่าง 1 นิ้วเป็นช่องว่างระหว่างแต่ละระดับ และเหนือจากระดับที่ 10 ขึ้นไปอีก 1 นิ้ว คือระดับพื้นผิวดินของแปลงเพาะปลูก จากนั้นนำแท่งวัดไปบรรจุลงในท่อวัดระดับที่เจาะรูระบายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ระหว่างระดับที่ 1 - 10 โดยเจาะเป็นแนวเส้นตรงรอบท่อจำนวน 3 แนวเส้น แต่ละแนวเส้นห่างกัน 6 เซนติเมตร

ระบบฟาร์มอัจฉริยะจะทำการตรวจวัดปริมาณน้ำอยู่ตลอดเวลา ในขณะที่เกิดฝนตกหรือภายหลังจากการรดน้ำ เซนเซอร์วัดระดับน้ำในดินจะตรวจพบสัญญาณจากแท่งตรวจจับสัญญาณไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในท่อวัดแล้วจึงส่งผลตรวจวัดที่ได้ไปยังอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นข้อมูลปริมาณน้ำจะถูกนำไปจัดเก็บและประมวลผลเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับการรดน้ำในครั้งต่อไป

2.1.4 วงจรสำหรับควบคุมเปิดปิดรีเลย์สำหรับ Solenoid Valve

รูปที่ 4 แสดงวงจรขั้วรีเลย์ควบคุมการเปิดปิดด้วยทรานซิสเตอร์และใช้ไดโอดต่อคอมมิวติเตอร์เพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์เสียหายจากกระแสไฟฟ้าที่พยายามไหลผ่านเมื่อรีเลย์ตัดการทำงาน การเปิดวาล์วน้ำของ Solenoid Valve จะใช้วิธีการส่งสัญญาณไฟฟ้าแรงดันสูง (High Voltage) จาก Arduino ผ่านตัวต้านทาน (Resistor) ไปยังทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานจะครบวงจร กระแสจะสามารถไหลผ่านรีเลย์แล้วสวิทช์รีเลย์จะสลับจากตำแหน่ง NO ไปยัง NC และจ่ายกระแสไฟให้ Solenoid Valve ทำงาน



รูปที่ 5 Solenoid Valve 12 Vdc 2 W สำหรับท่อ 1/2 นิ้ว



รูปที่ 6 วงจรสำเร็จรูปสำหรับการประจุแบตเตอรี่

2.1.5 อุปกรณ์ควบคุมการเปิดและปิดน้ำด้วย Solenoid Valve

การควบคุมระบบเปิดและปิดน้ำโดยใช้รีเลย์ควบคุมการจ่ายพลังงานให้กับ Solenoid Valve ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 12 Vdc เมื่อโหนดเซนเซอร์ได้รับข้อมูลคำสั่งให้เปิดหรือปิดน้ำ โหนดเซนเซอร์จะทำการควบคุมการทำงานของ Relay เพื่อที่จะตัดไฟหรือจ่ายไฟให้ Solenoid Valve ขนาด 2 W ที่เชื่อมต่ออยู่กับท่อส่งน้ำประปาขนาด 1/2 นิ้ว สำหรับเปิดหรือปิดการส่งน้ำดังแสดงในรูปที่ 5

2.1.6 อุปกรณ์สำหรับการประจุแบตเตอรี่

การประจุแบตเตอรี่โดยใช้วงจรลดแรงดัน DC Step-Down ที่สามารถปรับตั้งแรงดันขาออกได้ (Constant Voltage) และเป็นวงจรควบคุมกระแสให้คงที่ (Constants Current) พร้อมแสดงสถานะชาร์จ สามารถตั้งกระแสชาร์จสูงสุดที่ 5 A ดังรูปที่ 6 โดยวงจรควบคุมกระแสมีคุณสมบัติของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- รับแรงดันไฟ INPUT ได้ตั้งแต่ 4.5 - 30 Vdc
- ปรับแรงดัน OUTPUT ได้ตั้งแต่ 0.8 - 30 Vdc
- ปรับตั้งกระแสได้ตั้งแต่ 100 mA - 5 A

การทำงานแบบ Floating Charge โดยวงจรจะปรับกระแสให้คงที่ ขณะที่ทำการประจุแบตเตอรี่ (CC: Constant Current) โดยไม่สนใจ Volt ตกคร่อม จนกว่ากระแสจะลดลงต่ำกว่าค่ากระแสที่ตั้งไว้ วงจรจะทำหน้าที่คงแรงดันตามที่ตั้งค่าไว้ให้คงที่ (CV: Constant Voltage) จากนั้น LED จะเปลี่ยนสีจากสีแดง (กำลังประจุแบตเตอรี่) ให้เป็นสีเขียว (พลังงานแบตเตอรี่เต็ม)

2.1.7 วงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า Buck-Boost Converter

วงจร Buck-Boost Converter ดังรูปที่ 7 ทำหน้าที่รักษาแรงดันที่จ่ายโหลดให้มีค่าคงที่ ถึงแม้ว่าแรงดันที่ป้อนให้วงจร Buck-Boost Converter จะมีค่าเปลี่ยนแปลงก็ตาม หากแรงดัน Input น้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้วงจรจะทำการทบทวนแรงดันด้วยการชดเชยกระแส และหากแรงดัน Input มากกว่าค่าที่ตั้งไว้วงจรจะทำการลดทอนแรงดัน สามารถรับแรงดัน Input ได้ 3-35 Vdc และแปลงแรงดัน Output ได้ระหว่าง 1.25-30 Vdc จ่ายกระแสต่อเนื่องได้ 2 A พลังงานขาออกจ่ายพลังงานได้สูงสุด 20 W



รูปที่ 7 วงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า DC Buck-Boost Converter



รูปที่ 8 แบตเตอรี่แห้ง Sealed lead acid battery ขนาด 12 Vdc 12 Ah



รูปที่ 10 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 30 W

2.1.8 แบตเตอรี่สำหรับจัดเก็บพลังงาน

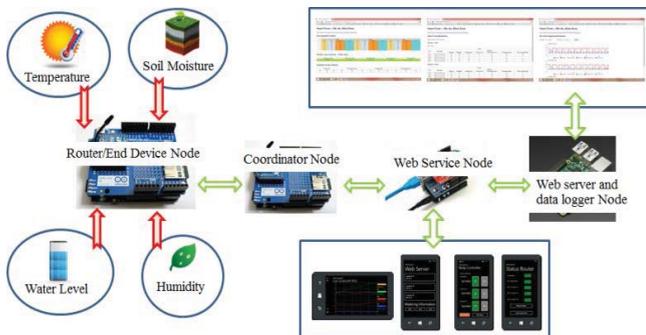
การทดลองระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายและระบบการให้น้ำผัก เลือกใช้แบตเตอรี่สำหรับการกักเก็บพลังงานขนาด 12 Vdc 12 Ah ดังรูปที่ 8 เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าโดยมีปริมาณแรงดันไฟฟ้า 12 Vdc ให้แก่ Solenoid Valve โดยตรงและอีกทางหนึ่งก็จะลดปริมาณแรงดันลงเหลือ 5 Vdc แล้วจึงจ่ายพลังงานให้แก่อุปกรณ์อื่นๆในเครือข่ายโดยผ่านวงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าเสียก่อน ทั้งนี้ได้เลือกใช้แบตเตอรี่ชนิด แบตเตอรี่แห้งเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการบำรุงรักษา

2.1.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์

การทดลองระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายและระบบการให้น้ำผัก เลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 30 W ดังรูปที่ 10 เพื่อให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากเพียงพอต่อการใช้งานแม้ในสภาพแสงน้อยที่อาจจะพบได้ในช่วงฤดูฝน

2.2 การรับส่งและจัดเก็บข้อมูล

การรับส่งข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลทำงานบนพื้นฐานของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย โดยการติดตั้งโหนดปลายทาง (End Device Nodes) ใว้ยังพื้นที่ทดลองเพื่อตรวจวัดและควบคุมอุปกรณ์ภายในแปลงทดลอง เมื่อโหนดปลายทางตรวจวัดค่าเสร็จสิ้นแล้วจะจัดส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายผ่านโหนดควบคุม (Coordinator node) ไปยังโหนดปลายทางสำหรับการจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม (Web Server Node และ Web Service Node) โดยมีเส้นทางรับส่งข้อมูลดังรูปที่ 9 แสดงเส้นทางการรับส่งข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อม



รูปที่ 9 เส้นทางการรับส่งข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อม

การรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายมีการกำหนดรูปแบบการจัดส่งข้อมูลเป็นระบบข้อความแสดงความหมายของข้อมูลขึ้นต้นและลงท้ายด้วยตัวเลขที่ระบุค่าสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ทดลอง

3. การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพความชื้นดินและปริมาณน้ำใต้ดินในพื้นที่แปลงเพาะปลูกได้ทำการออกแบบการทดลองกับดิน 3 ชนิดบนแปลงเพาะปลูกจำนวนทั้งสิ้น 3 แปลง ได้แก่ แปลงที่ 1 บรรจูดินร่วน แปลงที่ 2 บรรจูดินทราย และแปลงที่ 3 บรรจูดินเหนียว แต่ละแปลงเพาะปลูกมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 40 เซนติเมตร ที่ระดับความสูง 0 – 35 เซนติเมตร บรรจูดินแยกชนิดสำหรับแต่ละแปลงทดลอง และที่ระดับความสูง 35 – 40 เซนติเมตรบรรจิวัดสำหรับการเพาะปลูกพืชจำพวกกหลาบและกากมะพร้าวผสมดินเพาะปลูกชนิดบรรจูดิน โดยกำหนดให้แต่ละวันมีการรดน้ำจำนวน 2 ครั้ง

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการตรวจวัดปริมาณน้ำใต้ดิน

การตรวจวัดระดับน้ำในช่วงเวลาเช้าและเย็นทดสอบหลังจากทำการรดน้ำพืชเสร็จสิ้น โดยในช่วงเช้าจะเริ่มรดน้ำเวลา 6:00 น. และช่วงเย็นเวลา 17:00 น. อุปกรณ์ตรวจวัดจะเริ่มนับจากช่วงเวลาหลังการหยุดรดน้ำไปจนกระทั่งปริมาณน้ำระดับต่ำสุด ทั้งนี้ปริมาณการรดน้ำในแต่ละครั้งมีปริมาณที่ต่างกัน จึงต้องหาระยะเวลาที่น้ำซึมออกจากท่อวัดจากระยะห่างของระดับสูงสุดของท่อวัด (level 11) กับระดับสูงสุดที่ทำการรดน้ำ (Max Level) คำนวณกับเวลาที่น้ำซึมออกจากท่อวัดจนหมด

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการนับเวลาที่น้ำอยู่ในระดับรากพืชหลังจากรดน้ำตอนเช้า

แปลงเพาะปลูก	เวลาเริ่มรดน้ำ	ระดับน้ำ			ระยะเวลาการซึม (Time: นาที)	เวลารวมคิดจาก (11-Max) × Time
		สูงสุด (Max)	เมื่อเวลา (Min)	เมื่อเวลา		
แปลงที่ 1	6.00	6	6.01	0	6.01	1
แปลงที่ 2	6.00	9	6.01	1	6.07	12
แปลงที่ 3	6.01	3	6.02	1	6.04	16

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการนับเวลาที่น้ำอยู่ในระดับรากพืชหลังจาการรดน้ำตอนเย็น

แปลง เพาะปลูก	เวลา เริ่มรด น้ำ	ระดับน้ำ				ระยะเวลา การซึม (Time:นาทื)	เวลารวมคิด จาก (11-Max) × Time
		สูงสุด (Max)	เมื่อ เวลา	ต่ำสุด (Min)	เมื่อ เวลา		
แปลงที่ 1	17.00	4	17.01	0	17.01	0.43 (26 วินาที)	3
แปลงที่ 2	17.00	8	17.01	1	17.08	7	21
แปลงที่ 3	17.01	7	17.02	1	17.07	5	20

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพการตรวจวัดปริมาณความชื้นในดิน

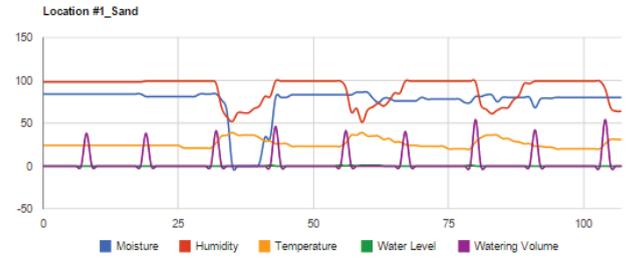
การวัดความชื้นดินจะมีการตรวจสอบระดับความชื้นอยู่ตลอดเวลา เมื่อค่าความชื้นดินที่วัดได้มีการเปลี่ยนแปลงระบบจะทำการบันทึกค่าทันทีเพื่อนำไปประมวลผลในการกำหนดปริมาณการรดน้ำและรายงานข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพความชื้นดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน อุณหภูมิและความชื้นในอากาศผ่านทางเว็บไซต์ดังรูปที่ 11 – 13 แสดงกราฟรายงานข้อมูลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในพื้นที่เพาะปลูกแปลงดินทราย, ดินร่วน และดินเหนียวบนฐานข้อมูล

3.3 การรายงานสภาพแวดล้อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

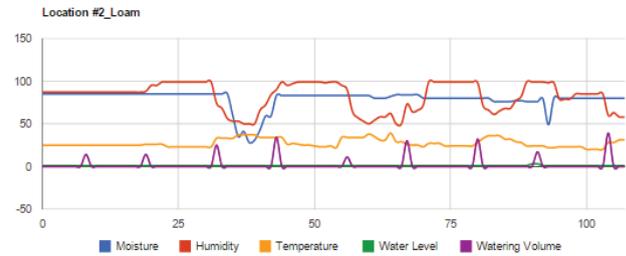
การรับส่งข้อมูลและการควบคุมอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตบน Smart Phone ทำการทดสอบบนอุปกรณ์โทรศัพท์ Nokia Lumia ซึ่งเป็น Windows Phone ที่รองรับการใช้งานบนเครือข่าย 3G ทำการทดลองโดยเรียกดูข้อมูลรายงานสภาพแปลงเพาะปลูกผ่าน Application บน Smart Phone ดังรูปที่ 14 แสดงภาพการทำงานของ Application ที่ทำการส่งข้อมูลคำสั่งควบคุมอุปกรณ์รดน้ำและเรียกดูรายงานสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่แปลงเพาะปลูก ผลการควบคุมอุปกรณ์โดยสั่งงานไปยังโหนดปลายทาง (Web Service Node) สามารถควบคุมการรดน้ำได้เพียงพอต่อการรดน้ำผักในแต่ละวัน ดังนำเสนอใน [10]

ตารางที่ 3 ระดับความชื้นที่วัดได้จากแปลงทดลอง

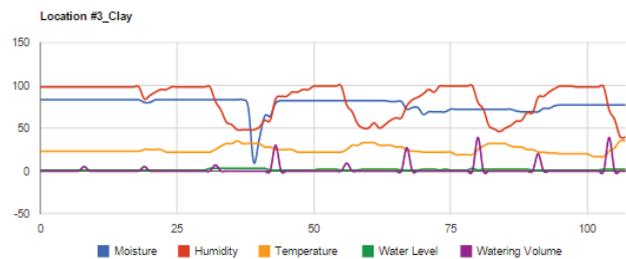
วันที่	เวลา	ความชื้นดิน (0 - 100 %)		
		แปลงดินทราย	แปลงดินร่วน	แปลงดินเหนียว
1	เช้า	84	85	83
1	เย็น	33	59	64
2	เช้า	83	83	82
2	เย็น	76	84	81
3	เช้า	74	80	72
3	เย็น	80	76	69
4	เช้า	80	80	77
4	เย็น	80	80	77
5	เช้า	80	83	77
5	เย็น	80	83	77



รูปที่ 11 กราฟรายงานสภาพพื้นที่เพาะปลูกแปลงดินทราย



รูปที่ 12 กราฟรายงานสภาพพื้นที่เพาะปลูกแปลงดินร่วน



รูปที่ 13 กราฟรายงานสภาพพื้นที่เพาะปลูกแปลงดินเหนียว



รูปที่ 14 Application บน Smart Phone [10]

4. สรุป

เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสามารถตรวจวัดข้อมูลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เซนเซอร์และอุปกรณ์ภายในเครือข่ายตรวจวัดสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนการรับส่งข้อมูลสภาพแวดล้อมและข้อมูลคำสั่งจากโทรศัพท์มือถือ Smart Phone สามารถควบคุมอุปกรณ์การรดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ

การตรวจวัดและรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมสำหรับการเพาะปลูกที่อาศัยข้อมูลจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดเพียงสภาพดิน อุณหภูมิ และความชื้น ทำให้ได้ข้อสรุปสำหรับตัดสินใจที่ยังไม่รอบคอบเท่าที่ควร ทั้งนี้ข้อผิดพลาดดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัยเช่น ลักษณะของต้นพืช ปริมาณปุ๋ย ศัตรูพืชและลักษณะของแปลงเพาะปลูก หากเกษตรกรไม่หมั่นตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืชอย่างสม่ำเสมอ อาจทำให้ได้ผลผลิตไม่เต็มที่

เอกสารอ้างอิง

- [1] V. Romanov, D. Artemenko, I. Galelyuka, O. Kovyrova, Y. Sarakhan, V. Fedak, "Computer devices for precision agriculture," Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2011 IEEE 6th International Conference on., Prague., 2011, pp. 26-29.
- [2] Qiang Wang, A. Terzis, A. Szalay, "A novel soil measuring wireless sensor network," Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2010 IEEE., Austin., TX, 2010, pp. 412-415.
- [3] R.G. Vishwakarma, V. Choudhary, "Wireless solution for irrigation in agriculture," Signal Processing, Communication, Computing and Networking Technologies (ICSCCN), 2011 International Conference on., Thuckafay., 2011, pp. 61-63.
- [4] I. Plotog, G. Varzaru, B. Mihailescu, "Device for multiple environment parameters measurements for agriculture use," Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), 2014 IEEE 20th International Symposium for., Bucharest., 2014, pp. 207-210.
- [5] M.A. Fourati, W. Chebbi, A. Kamoun, "Development of a web-based weather station for irrigation scheduling," Information Science and Technology (CIST), 2014 Third IEEE International Colloquium in., Tetouan., 2014, pp. 37-42
- [6] S. Sulaiman, A. Manut, A.R. Nur Firdaus, "Design, Fabrication and Testing of Fringing Electric Field Soil Moisture Sensor for Wireless Precision Agriculture Applications," Information and Multimedia Technology, 2009. ICIMT '09. International Conference on., Jeju Island, Korea (South)., 2009, pp. 513-516.
- [7] J.A.G. Gnechchi, L.F. Tirado, G.M.C. Campos, R.D. Ramirez, C.F.E. Gordillo, "Design of a Soil Moisture Sensor with Temperature Compensation Using a Backpropagation Neural Network," Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2008. CERMA '08., Morelos., 2008, pp. 553-558.
- [8] Yandong Zhao, "Study on soil water content real-time measuring method and sensor structure," Industrial Electronics and Applications, 2009. ICIEA 2009. 4th IEEE Conference on., Xi'an., 2009, pp. 3815-3818.
- [9] N. Codreanu, G. Varzaru, C. Ionescu, "Solar powered wireless multi-sensor device for an irrigation system," Electronics Technology (ISSE), Proceedings of the 2014 37th International Spring Seminar on., Dresden., 2014, pp. 442-447.
- [10] Kaewmard, N.; Saiyod, S., "Sensor data collection and irrigation control on vegetable crop using smart phone and wireless sensor networks for smart farm," Wireless Sensors (ICWiSE), 2014 IEEE Conference on , pp.106,112, 26-28 Oct. 2014