บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบตรวจวัดความชื้นดินแบบไร้การสัมผัส ประยุกต์ใช้กำลังงานการสะท้อนของ 2 คลื่นความถี่ คือ 2.4 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ เนื่องจากเป็นช่วงความถี่เสรี (ISM band) รวมถึงมีอุปกรณ์รองรับการใช้งานจำนวนมาก เพื่อตรวจวัดปริมาณความชื้นในดิน โดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของดินที่ต่างกันในแต่ละระดับความชื้น มาเป็นค่าสำหรับการฝึกสอนเพื่อออกแบบส่วนประมวลผลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมจากกำลังงานการสะท้อนของคลื่นความถี่ ระบบตรวจวัดแบ่งออกเป็นภาคส่งและภาครับที่ติดตั้งอยู่ด้านเดียวกัน ภายในของภาคส่งใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูง รุ่น NMRF 2400 ที่สามารถปรับความถี่ได้ระหว่าง 2.40 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ ด้วยการควบคุมด้วยบอร์ดอาดุยโน และส่งออกคลื่นความถี่ด้วยสายอากาศแพทช์ที่มีส่วนแพร่กระจายคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ถูกออกแบบและสร้างให้ทำงานในช่วงความถี่ 2.37 ถึง 2.46 กิกะเฮิรตซ์ และสายอากาศนี้ถูกสร้างด้วยแผ่น FR4 จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้งานที่ภาครับ ภายในของภาครับมีวงจรตรวจจับกำลังงาน รุ่น AD8362 และส่วนประมวลผลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลของกำลังงานที่ได้รับได้รับการประมวลผลและตัดสินใจด้วยโครงข่ายประสาทเทียมบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน และแสดงผลบนหน้าจอโอแอลอีดีขนาด 0.96 นิ้ว

ระบบต้นแบบที่สร้างขึ้นถูกนำมาทดสอบการทำงานของระบบด้วยการตรวจวัดความชื้นทำทั้งหมด 8 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 ถึง 35 ดินที่ใช้ในการทดสอบ คือ ดินอาคาดามะมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี โดยพบว่าค่ากำลังงานแรงดันการสะท้อนของคลื่นความถี่ 2.40 กิกะเฮิรตซ์ อยู่ที่ 0.927, 0.976, 1.038 ถึง 1.378 โวลต์ และความถี่ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ อยู่ที่ 0.690, 0.736, 0.765 ถึง 1.011 โวลต์ ระดับแรงดันของทั้ง 2 ความถี่ เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันและตอบสนองต่อระดับความชื้นอย่างชัดเจน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการตรวจวัดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.179 และให้ความแม่นยำไม่น้อยกว่าร้อยละ 96.82 เมื่อนำค่ากำลังงานการสะท้อนไปฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยปรับอัตราการเรียนรู้ 6 ระดับ และปรับจำนวนข้อมูลสำหรับฝึกสอนเพื่อหาค่าค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสม ผลการฝึกสอนได้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ความ คือ อินพุต 2 โนด โนดซ่อนเร้น 4 โนด เอาต์พุต 3 โนดที่เป็นตัวแทนของระดับความชื้นในดินแบบละเอียดทั้งหมด 8 ระดับ อัตราการเรียนรู้ที่เหมาะสมอยู่ที่ 0.005 ใช้การฝึกสอนซ้ำ 520 Epochs ค่าถ่วงน้ำหนักและโครงสร้างจากการฝึกสอนถูกโปรแกรมลงบนบอร์ดอาดุยโน ซึ่งระบบสามารถตรวจวัดความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานการตรวจวัดความชื้นดินโดยไม่สัมผัส

อภิปรายผล

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความชื้นมีผลต่อกำลังงานของคลื่นการสะท้อน เนื่องจากเมื่อปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (ε_r') แปรผันเพิ่มขึ้นในลักษณะเดียวกัน (Bhat, Rao.þ Singh, 2007 ; 1-12) ความไม่สม่ำเสมอของผิวดินและระยะห่างที่ต่างกันเล็กน้อยขณะตรวจวัด ส่งผลต่อข้อมูลการวัดค่อนข้างชัดเจนโดยเฉพาะที่ระดับความชื้นสูง ดังนั้นการควบคุมระยะห่างระหว่างระบบตรวจวัดความชื้นและดินจึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาและได้รับการควบคุม ระบบวัดความชื้นดินได้ติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในระบบให้ต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ลดผลกระทบจากความร้อนที่เกิดจากตัวอุปกรณ์และความร้อนจากสภาพอากาศภายนอก กรณีที่ดินมีความชื้นสูงในทางทฤษฎีระบบที่นำเสนอยังคงสามารถใช้ในการตรวจวัดดินได้ เนื่องจากคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของดินที่ความชื้นสูงเกินร้อยละ 35 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเชิงเส้น (Kaiser et al., 2010 : 649-658) ส่งผลให้ค่ากำลังงานการสะท้อนของคลื่นเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นระบบตรวจวัดความชื้นดินที่นำเสนอจึงสามารถประยุกต์ใช้ในการวัดดินที่มีความชื้นสูงมากกว่าร้อยละ 35 ระบบที่พัฒนาสามารถวัดโดยไม่สัมผัสกับดิน มีความแม่นยำสูง เหมาะกับการนำไปใช้งานจริงภาคสนามและประยุกต์ใช้กับการเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ต การแสดงผลการตรวจแบบออนไลน์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ระบบที่ออกแบบสามารถใช้งานได้ดีในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นสำหรับนำไปใช้งานจริง สามารถพัฒนาต่อยอดโดยการทดสอบการทำงานภาคสนาม การตรวจวัดแบบเรียลไทม์แบบออนไลน์ การติดตั้งเพื่อใช้งานเป็นจุดวัดถาวร ทั้งนี้การควบคุมอุณหภูมิที่จะมีผลต่อการทำงานของระบบเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี