

บทที่ 7

สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาโครงสร้างระบบการวินิจฉัยโรคใบอ่อนจากภาพสีแบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นระบบต้นแบบสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นระบบกลไกกรรมแบบชาญฉลาด (intelligent farming system) อันเป็นประโยชน์ในการช่วยเหลืองานทางด้านเกษตรกรรม ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยการคัดแยกสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลัง การคัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนและการจำแนกประเภทของโรคใบอ่อน การดำเนินงานวิจัยดังกล่าวสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาทางวิศวกรรมได้ดังต่อไปนี้

การปฏิสัมพันธ์กรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้รับการรายงานไว้ในบทที่ 2 ซึ่งพบว่าการวินิจฉัยโรคของใบพืชจากภาพแบบเดิมเป็นการวินิจฉัยโรคด้วยกระบวนการประมวลผลภาพและคอมพิวเตอร์วิทัศน์จากข้อมูลของภาพภายในห้องปฏิบัติการหรือผู้ควบคุมที่ทำการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ แสงสว่างและความชื้นของภาพพื้นหลัง ขนาด ลักษณะการวางตัว จำนวนข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงดำเนินการพัฒนาการวินิจฉัยโรคใบอ่อนจากภาพสีแบบใหม่ขึ้น เพื่อให้สามารถวินิจฉัยโรคใบอ่อนจากข้อมูลภาพภายในสถานที่จริงของไร่ด้วยกล้องดิจิทัลเพียง 1 ตัว ได้อย่างอัตโนมัติและสามารถลดข้อจำกัดทางด้านแสงสว่าง ลดความแตกต่างของข้อมูลภาพจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภท และสามารถวินิจฉัยโรคใบอ่อนที่มีความชื้นของภาพพื้นหลัง ขนาดของใบ ลักษณะการวางตัว จำนวนข้อมูลและรูปร่างของใบอ่อนได้โดยอัตโนมัติ

ในบทที่ 3 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างการคัดแยกสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลัง ซึ่งโครงสร้างระบบประกอบไปด้วยการปรับระดับความเหมาะสมของสีและความสว่างภายในภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลาแบบอัตโนมัติเพื่อปรับระดับข้อมูลสีและความสว่างของภาพให้อยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันเป็นผลให้สามารถลดความแตกต่างของข้อมูลสีและความสว่างของวัตถุที่ได้จากกล้องดิจิทัลที่แตกต่างกันได้และพิจารณาการแบ่งกลุ่มสีของภาพด้วย SOFM ในการแบ่งกลุ่มสีที่มีลักษณะคล้ายกันให้รวมเป็นกลุ่มเดียวกันเพื่อให้สามารถแบ่งแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูลสีใบอ่อนและไม่ใช่สีใบอ่อนได้ โดยพิจารณาช่องปริภูมิสี H และ b* ของปริภูมิสี HSV และ CIE*L*a*b ตามลำดับเนื่องจากสามารถให้ความแตกต่างของสีใบอ่อนและภาพพื้นหลังได้อย่างชัดเจนโดยไม่พิจารณาช่องปริภูมิสีที่เกี่ยวข้องกับระดับความสว่างของภาพเพื่อลดผลกระทบของสภาวะการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างและความแตกต่างทางด้าน

ความเข้มของสีใบบองุ่นและพิจารณาการคัดแยกส่วนของสีใบบองุ่นด้วย BPNN ซึ่งผ่านการฝึกสอนด้วยกลุ่มที่เป็นสีใบบองุ่นและกลุ่มที่ไม่เป็นสีใบบองุ่นจากข้อมูลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM เป็นตัวตัดสินใจคัดแยกสีใบบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

ในบทที่ 4 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างการคัดแยกสีโรคออกจากใบบองุ่น ซึ่งโครงสร้างของระบบประกอบไปด้วยการแบ่งกลุ่มสีโรคและไม่ใช่สีโรคด้วย MSOFM เนื่องจาก MSOFM เป็นกระบวนการแบ่งกลุ่มสีที่ไม่จำเป็นต้องฝึกสอนหรือกำหนดจำนวนกลุ่มสีเริ่มต้นให้กับระบบและสามารถปรับระดับความละเอียดในการแบ่งกลุ่มของข้อมูลภาพสีที่มีระดับความแตกต่างของสีที่ใกล้เคียงกันได้ แต่การใช้งาน MSOFM จำเป็นต้องกำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้นให้กับระบบ ดังนั้นเพื่อให้ระบบสามารถปรับระดับความละเอียดในการแบ่งกลุ่มสีที่เหมาะสมในแต่ละภาพได้โดยอัตโนมัติจึงทำการพิจารณาหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ด้วย GA ซึ่งในบทนี้ได้แสดงผลการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบบองุ่นด้วย MSOFM ร่วมกับ GA จากผลการทดสอบพบว่าการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี GA ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเพียงพอและพิจารณาการคัดแยกสีโรคออกจากใบบองุ่นด้วย SVMs ซึ่งผ่านการฝึกสอนด้วยข้อมูลกลุ่มสีโรคและไม่ใช่สีโรคที่ได้จากการแบ่งกลุ่มสีด้วย MSOFM ร่วมกับ GA มาทำการฝึกสอนให้ SVMs เป็นตัวตัดสินใจคัดแยกสีโรคออกจากใบบองุ่น และได้แสดงผลของการทดสอบการคัดแยกสีโรคออกจากใบบองุ่นจากการแบ่งกลุ่มสีโรคด้วย MSOFM ร่วมกับ GA ในสถานะที่หลากหลาย จากผลการทดสอบพบว่าระบบยังสามารถคัดแยกสีโรคออกจากใบบองุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ผลการคัดแยกที่ใกล้เคียงกัน

ในบทที่ 5 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างการจำแนกประเภทของโรคใบบองุ่น ซึ่งโครงสร้างระบบประกอบไปด้วยการดึงคุณลักษณะเด่นทางสีโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลสีที่ได้จากการแปลงปริภูมิสีจาก RGB เป็นปริภูมิสี CIE L^*a^*b $YCbCr$ และ YUV โดยพิจารณาช่องปริภูมิสี b^* Cb และ U เนื่องจากสามารถให้ลักษณะความแตกต่างของจุดโรคแต่ละประเภทและการกระจายตัวของข้อมูลสีโรคแต่ละประเภทได้แตกต่างกันอย่างชัดเจน ร่วมกับการดึงคุณลักษณะเด่นของเนื้อองค์ประกอบด้วยตัวกรองภาพออร์เวฟเลทซึ่งสามารถดึงคุณลักษณะเด่นของโรคในแต่ละย่านความถี่และทิศทางได้อย่างชัดเจนและได้ทำการปรับปรุงคุณลักษณะของเนื้อองค์ประกอบที่ได้จากตัวกรองภาพออร์และข้อมูลสีให้มีคุณลักษณะของข้อมูลเนื้อองค์ประกอบและข้อมูลสีสำหรับการวิเคราะห์จำแนกประเภทของโรคได้ดียิ่งขึ้นด้วยการแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้นและทำการคำนวณพลังงานที่เวดล้อมโดยรอบจุดภาพและพิจารณาลักษณะการกระจายของจุดโรคด้วยค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของข้อมูลสีและเนื้อประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทของโรคให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในบทนี้ได้แสดงผลการวินิจฉัยโรคใบบองุ่นในกรณีที่เป็นโรคสแคป ราสนิมและไม่เป็นโรคที่มีรูปร่างลักษณะของใบบองุ่นในรูปแบบต่าง ๆ อีกทั้งยังมีลักษณะการวางตัว ขนาดและจำนวนใบบองุ่นที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในบทที่ 6 แสดงรายละเอียดของผลการทดสอบการวินิจฉัยโรคใบองุ่น รวมทั้งการวิเคราะห์และอภิปรายผลปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคใบองุ่นของระบบ

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมาและผลการทดสอบระบบก่อให้เกิดแนวคิดและข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัยต่อไปในอนาคต ดังต่อไปนี้

1. ระบบของงานวิจัยนี้สามารถวินิจฉัยโรคที่มีภาพพื้นหลังเป็นกลุ่มเหี่ยว หรือกลุ่มใบไม้ขนาดใหญ่ได้ไม่คล่องเนื่องจากระบบนี้พิจารณาข้อมูลทางสีเป็นสำคัญ ดังนั้นเพื่อพัฒนาระบบให้สามารถทำงานได้ดีแม้ในสถานะที่มีภาพพื้นหลังเป็นกลุ่มเหี่ยว หรือกลุ่มใบไม้ขนาดใหญ่ได้ควรคิดค้นวิธีการแบบใหม่สำหรับการค้นหาใบองุ่นภายในภาพที่มีลักษณะรูปร่าง การวางตัวของใบองุ่น และจำนวนใบที่หลากหลายได้เพื่อลดข้อจำกัดของกลุ่มข้อมูลภายในภาพที่มีสีคล้ายสีใบองุ่นซึ่งเป็นผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นมากขึ้น

2. เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างหลากหลายจำเป็นต้องมีข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่หลากหลายและมีจำนวนเพียงพอที่จะใช้แทนกลุ่มข้อมูลได้ทุกกลุ่ม

3. ประสิทธิภาพของระบบการวินิจฉัยโรคสามารถปรับปรุงได้ โดยการปรับปรุงการดึงคุณลักษณะเด่นของโรคให้เกิดความแตกต่างระหว่างข้อมูลของโรคแต่ละประเภทให้เพิ่มมากขึ้นทำให้ระบบสามารถวินิจฉัยโรคได้ง่ายและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

4. ระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นสามารถนำไปประยุกต์สำหรับการวินิจฉัยโรคจากใบพืชชนิดอื่นได้ โดยทำการปรับปรุงกระบวนการที่นำเสนอให้สัมพันธ์กับคุณลักษณะของใบพืชและการเพิ่มข้อมูลในการฝึกสอนตามชนิดของโรคใบพืชประเภทนั้น ๆ

5. เพื่อพัฒนาระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นให้สามารถใช้งานตามเวลาจริง (real time) ควรนำวิธีการที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ซึ่งใช้การประมวลผลค่อนข้างสูงนำไปพัฒนาด้วยโปรแกรมที่มีการประมวลผลที่เร็ว เช่น การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี เป็นต้น เพื่อให้สามารถคำนวณและแสดงผลการวินิจฉัยโรคใบองุ่นตามเวลาจริงได้

6. ระบบงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาควบคู่กับระบบฮาร์ดแวร์และรถจักรกลที่ทำการติดตั้งระบบ GPS สำหรับการพิจารณาลักษณะอาการของโรคพืชเป็นผลให้สามารถทราบตำแหน่งแผนที่ของพื้นที่พืชผลที่เกิดโรคของพืชภายในไร่ นาและสวน เพื่อทำการพิจารณาปริมาณสารเคมีที่พอเหมาะสำหรับการควบคุมพื้นที่ที่เกิดโรคของพืชในระยะเริ่มต้น ซึ่งสามารถช่วยไม่ให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคพืชไปสู่พื้นที่ทางการเกษตรกรรมใกล้เคียง ช่วยลดการสูญเสียของทรัพยากร ช่วยรักษาสภาพแวดล้อมและเพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้นตามลำดับ