บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

อัคคีภัย หมายถึง ภัยอันตรายอันเกิดมาจากไฟที่ขาดการควบคุมดูแล ทำให้เกิดการลุกลามไปตามบริเวณที่มีเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้อย่างต่อเนื่องระดับสภาวะของไฟจะรุนแรงขึ้นอยู่กับการลุกไหม้ที่มีเชื้อเพลิงหนุนเนื่อง หรือไอของเชื้อเพลิง ถ้าถูกขับออกมามากจะส่งผลให้ความร้อนรุนแรงมากตามไปด้วย จะสร้างความสูญเสียให้ชีวิตและทรัพย์สิน (ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2558) จากข้อมูลศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในระหว่างปี พ.ศ. 2532 – 2562 สถิติการเกิดอัคคีภัยของประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีจำนวนมากถึง 48,889 ครั้ง มีมูลค่าความเสียหายมากกว่า 27,300 ล้านบาท ซึ่งในอดีตที่ผ่านมา เช่น ในปี พ.ศ. 2540 เกิดเพลิงไหม้โรงแรมรอยัลจอมเทียนพัทยาจังหวัดชลบุรี มีผู้เสียชีวิต 90 ศพ บาดเจ็บ 51 ราย ปี พ.ศ. 2549 เกิดเพลิงไหม้สถานบันเทิง Route 999 พัทยา มีผู้เสียชีวิต 8 ศพ บาดเจ็บ 59 ราย และปี พ.ศ. 2552 เกิดเพลิงไหม้สถานบันเทิงซานติก้ากรุงเทพฯ มีผู้เสียชีวิต 67 ศพ บาดเจ็บ 100 ราย จากเหตุการณ์การเกิดอัคคีภัยข้างต้น พบว่ามีจำนวนประชาชนเสียชีวิตและบาดเจ็บเป็นจำนวนมาก เกิดความเสียหายเป็นจำนวนเงินมูลค่ามากมายมหาศาลซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้สาเหตุหนึ่งเกิดจากการขาดระบบป้องกันอัคคีภัยที่ดีและมีประสิทธิภาพ (ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2558)

ในการป้องกันอัคคีภัยที่มีประสิทธิภาพ สมาคมป้องกันไฟแห่งชาติ เมืองควินซี่ รัฐแมซซาชูเซตส์ (National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts ,1998) ได้แบ่งการจัดการอัคคีภัยเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การควบคุมกระบวนการเผาไหม้จะต้องมีการควบคุมที่เชื้อเพลิงและควบคุมสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นควบคู่กันซึ่งการควบคุมกระบวนการเผาไหม้จะต้องมีการมีการควบคุมคุณสมบัติของเชื้อเพลิง ส่วนที่ 2 การระงับอัคคีภัยจะต้องมีการดำเนินงาน 2 ส่วนร่วมกัน คือ การใช้ระบบระงับอัคคีภัย

อัตโนมัติซึ่งอาจจะใช้ระบบตรวจจับไฟ หรือใช้อุปกรณ์ระงับอัคคีภัยที่เพียงพอ และการใช้ระบบระงับอัคคีภัยด้วยมือซึ่งอาจจะเลือกระบบการตรวจจับไฟ ระบบสัญญาณเตือนภัย และส่วนที่ 3 การควบคุมไฟโดยการออกแบบโครงสร้างที่เหมาะสม โดยสามารถเลือกการดำเนินการควบคุมโดยการจัดให้มีโครงสร้างที่มีเสถียรภาพ เช่น การสร้างกำแพงทนไฟ การใช้วัสดุทนไฟหรือการควบคุมการเคลื่อนที่ของไฟ การป้องกันอัคคีภัยออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การป้องกันอัคคีภัยเชิงรับ (Passive Fire Safety) เป็นการเน้นการป้องกันในส่วนของการออกแบบโครงสร้างอาคารเพื่อจำกัดการลุกลามของไฟ ซึ่งอาคารส่วนใหญ่ดำเนินการป้องกันตั้งแต่การออกแบบการก่อสร้างอาคารเสร็จ และ 2) การป้องกันอัคคีภัยเชิงรุก (Active Fire Safety) เป็นการป้องกันอัคคีภัยเมื่อไฟได้เกิดขึ้นแล้ว ซึ่งจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์การเฝ้าระวัง อุปกรณ์การป้องกันการลุกลามของไฟ และอุปกรณ์สำหรับการควบคุมควันไฟ ซึ่งวิธีการป้องกันและอุปกรณ์ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการเกิดเปลวไฟ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระยะ (เกชา ธีระโกเมน, 2545, หน้า 1-53) ได้แก่

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น (Incipient Stage) ระยะนี้ไม่สามารถมองเห็นอนุภาคของควัน ควันไฟ เปลวไฟ และไม่รู้สึกถึงความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสมคือ อุปกรณ์ตรวจจับไอออน และก๊าซจากการเผาไหม้ ค่าอันตรายโดยเฉลี่ยจะอยู่ในระดับ “ไม่มีอันตราย” (No Hazard)

ระยะที่ 2 ระยะเกิดควัน (Smoldering Stage) ระยะนี้ไม่สามารถมองเห็นเปลวไฟ และไม่รู้สึกถึงความร้อน แต่จะมองเห็นควันไฟ อุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสม คือ อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ ค่าอันตรายโดยเฉลี่ยจะอยู่ในระดับ “อันตรายปานกลาง” (Moderate Hazard)

ระยะที่ 3 ระยะเกิดเปลวไฟ (Flame Stage) ระยะนี้สามารถมองเห็นเปลวไฟ ควันไฟ และเริ่มรู้สึกถึงความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสมคือ อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ คือ กล้อง Infrared อุณหภูมิ ค่าอันตรายโดยเฉลี่ยจะอยู่ในระดับ “อันตรายปานกลาง” (Moderate Hazard) จนถึง “อันตรายมาก” (Major Hazard)

ระยะที่ 4 ระยะเกิดความร้อน (Heat Stage) ระยะนี้สามารถมองเห็นเปลวไฟ ควันไฟ จะไม่สามารถควบคุมความร้อนได้ อากาศร้อนจะแผ่ขยายตัวออกไป อุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสมคือ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน Incipient Stage Smoldering Stage Flame Stage Heat Stage ค่าอันตรายโดยเฉลี่ยจะอยู่ในระดับ “อันตรายมาก” (Major Hazard)

ในการป้องกันอัคคีภัยส่วนใหญ่จะเริ่มจากระยะที่ 2 ซึ่งเป็นระยะอันตรายปานกลางจนถึงระดับอันตรายมากซึ่งแต่ละระยะมีการป้องกัน ดังนี้

ระยะที่ 2 ระยะเกิดควันไฟ Yoon และคณะ (2013) ได้พัฒนาระบบตรวจจับควันไฟ โดยใช้เทคนิค Gaussian Mixture Model งานวิจัยของธีรศักดิ์ ศรีสุวรรณ์ และมิติ รุจานุรักษ์ (2556, หน้า 5) ได้พัฒนาระบบตรวจจับควันไฟ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพซึ่งใช้ระบบสี HSL (Hue Saturation Lightness) และระบบสี YCbCr ในการจำแนกควันไฟ งานวิจัยของ สุรพงษ์ สุฤทธิ์ และ วัชระ ฉัตรวิริยะ (2553, หน้า 3) ทำการตรวจจับพื้นที่ควันไฟป่าด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพจากกล้องวิดีโอ โดยพิจารณาเปรียบเทียบองค์ประกอบระหว่างภาพก่อนหน้ากับภาพปัจจุบัน ด้วยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมคอนเนกเต็ทคอมโพแนนท(Connected Component Algorithm) และใช้อัลกอริทึมคอนเวกซ์ฮอล (ConvexHull Algorithm) พิจารณาคุณสมบัติต่างๆ เพื่อระบุควันไฟ แต่อย่างไรก็ตามการเกิดเพลิงไหม้นั้นบางครั้งจะเกิดควันไฟในปริมาณที่น้อย อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและทิศทางของลมในการพัดควันไฟหรือความกดอากาศ จะส่งผลทำให้ตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้โดยการตรวจจับควันไฟจึงเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ระยะที่ 3 ระยะการเกิดเปลวไฟมีการป้องกันโดยการตรวจจับเปลวไฟ งานวิจัยของ วิมลรัตน พึ่งพุทโธและโกสินทร จำนงไทย (2558, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาอุปกรณ์แจ้งเตือนการเกิดอัคคีภัยแบบอัตโนมัติ โดยใช้การตรวจจับความสว่างของเปลวไฟด้วยระบบสี HSV (Hue Saturation Value) จากกล้องวิดีโอและใช้เทคนิคการรู้จำด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในการจำแนกประเภทไฟที่เกิดจากการเพลิงไหม้ งานวิจัยของ Vipin (2012, p.6) ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยการใช้ระบบสี RGB และ YCbCr ในการจำแนกพิกเซลของไฟบนพื้นฐานของกฎ เพื่อตรวจจับเปลวไปสำหรับการป้องกันไฟป่าและงานวิจัยของ ShadabDastgeer (2016, p.5)ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับเปลวไฟโดยการวิเคราะห์พื้นที่และสีของเปลวไฟพร้อมทั้งวิเคราะห์ระดับการเกิดเปลวไฟ

ระยะที่ 4 ระยะการเกิดความร้อนมีการป้องกันโดยการตรวจจับด้วยความร้อนโดยงานวิจัย (Kawa, et al ., 2016) ได้พัฒนาการตรวจจับอุณหภูมิ ก๊าซ และควัน โดยใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ซึ่งต้องรอให้อุณหภูมิมีความร้อนในระดับหนึ่งก่อนจึงจะสามารถตรวจจับได้

จากการป้องกันอัคคีภัยในระยะต่างๆ วิมลรัตน พึ่งพุทโธ และโกสินทร จำนงไทย (2558, บทคัดย่อ) พบว่าการตรวจจับในระยะที่ 3 ระยะการเกิดเปลวไฟมีประสิทธิภาพ

ดีกว่า รวมถึงสามารถตรวจจับได้เร็วกว่า การตรวจจับด้วยความร้อนและควันไฟ ซึ่งจากผลการศึกษาการตรวจจับเปลวไฟพบว่ามีการใช้ระบบสี RGB ระบบสี HSV และระบบสี YCbCr ในการจำแนกภาพจากพื้นหลัง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพ แล้วทำการตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งต้องมีการใช้ข้อมูลในการเรียนรู้เป็นจำนวนมากและใช้เวลานาน นอกจากเทคนิคดังกล่าวแล้วยังมีอีกเทคนิคหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลภาพคือ เทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง (Histogram Matching) ซึ่งทำงานโดยอาศัยการเข้าคู่กันของสีต้นแบบกับค่าระบบสี RGB ของภาพวัตถุเพื่อเปรียบเทียบการเข้าคู่กันกับสีต้นแบบโดยเทคนิคนี้มีการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การถอดข้อความตัวอักษรจากภาพ (Jannick P Rolland., 2000) การดึงข้อมูลภาพจากฐานข้อมูล (Chih Chang Yu et al., 2008) พบว่าเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถประมวลผลได้ค่อนข้างเร็ว หากมีการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจจับเปลวไฟได้จะสามารถประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับเปลวไฟที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่งพร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเปลวไฟโดยการส่งสัญญาณเสียงโดยระบบที่พัฒนานี้จะเป็นประโยชน์ในการป้องกันหรือยับยั้งการเกิดอัคคีภัยไม่ให้มีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัย ไว้ดังนี้

ระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่งเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ไว้ดังนี้

เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัย ไว้ดังนี้

ได้ระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือในการตรวจจับเปลวไฟ เพื่อป้องกันอัคคีภัย

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

– ศึกษาวิธีการตรวจจับเปลวไฟใช้การประมวลผลภาพด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง

– ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการพัฒนาการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเปลวไฟ โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งจากโปรแกรมเมื่อระบบสามารถตรวจจับสีของเปลวไฟได้ เป็นตัวส่งสัญญาณเสียงเพื่อแจ้งเตือนการเกิดอัคคีภัย

– ใช้ภาษา c++ ในการเขียนโปรแกรมพัฒนาระบบตรวจจับเปลวไฟ

– ใช้กล้องวิดีโอเป็นสื่อรับภาพเพื่อตรวจจับเปลวไฟ

– การวัดประสิทธิภาพการตรวจจับเปลวไฟโดยใช้ตัววัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) การวัดความแม่นยำ ร้อยละของการตรวจจับเปลวไฟได้

– การทดลองกำหนดสภาพแวดล้อม ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน

ขอบเขตของกลุ่มตัวอย่าง

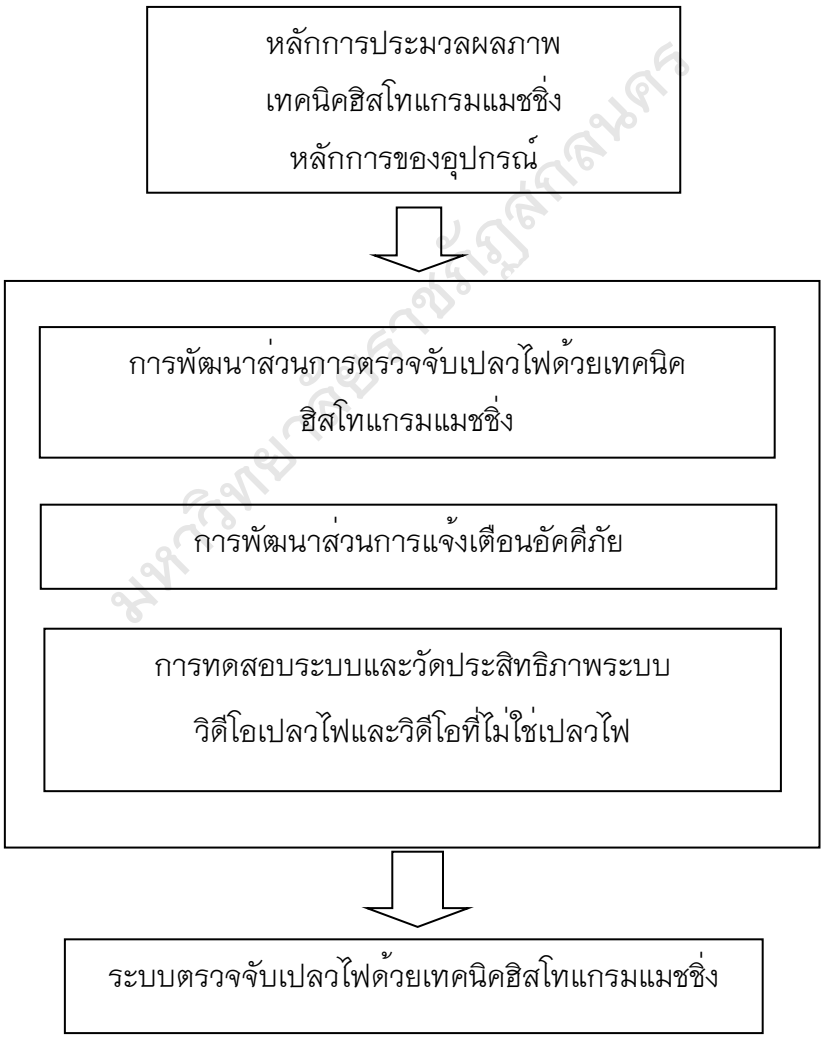
กำหนดตัวอย่างเพื่อทดสอบระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยฮิสโทแกรมแมชชิ่ง จำนวน 100 ตัวอย่าง โดยดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ www.pixabay.com แบ่งเป็น

– วิดีโอเปลวไฟจำนวน 50 วิดีโอ

– วิดีโอที่ไม่ใช่เปลวไฟ จำนวน 50 วิดีโอ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยเรื่องระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง มีกรอบแนวคิด คือ วิเคราะห์และออกแบบระบบโดยใช้หลักการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง (Histogram Matching) เพื่อตรวจจับสีของเปลวไฟ และใช้หลักการของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อส่องภาพเปลวไฟ และการแจ้งเตือน พัฒนาระบบโดยพัฒนาส่วนตรวจจับเปลวไฟและส่วนแจ้งเตือน และประเมินประสิทธิภาพระบบโดยทดสอบกับวิดีโอเปลวไฟ และที่ไม่ใช่เปลวไฟ แสดงดังภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะ ไว้ดังนี้

1. การตรวจจับเปลวไฟ คือการใช้อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำการตรวจจับรังสีอินฟราเรดและรังสีอัลตราไวโอเลตที่เกิดจากเปลวไฟของเพลิงไหม้และการใช้การประมวลผลภาพ

2. การประมวลผลภาพ คือ การนำเอารูปภาพมาวิเคราะห์ หรือประมวลผลโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เราต้องการ เช่น การปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ดีขึ้น การหาตำแหน่งของวัตถุต่างๆ ในภาพ การแปลความหมายจากภาพให้เป็นข้อความด้วยเครื่องอ่านอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition) การตกแต่งภาพ เป็นต้น กระบวนการประมวลผลภาพเริ่มจากการแปลงภาพที่มนุษย์มองเห็นให้เป็นภาพที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ ซึ่งปกติแล้วสายตามนุษย์จะมองเห็นภาพเป็นแบบอนาล็อก สามารถอธิบายได้ด้วยคณิตศาสตร์ที่มีตัวแปรแบบนับได้อย่างต่อเนื่อง แต่เครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้เลขฐานสองเป็นหลักในการคำนวณ จึงจำเป็นต้องนำภาพอนาล็อก มาแปลงเป็นภาพดิจิทัลก่อนเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (นายธนภัทร สังขรัตน, 2551, หน้า 5)

3. เทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง (Histogram Matching) คือ อัลกอริทึมของการประมวลผลภาพโดยการเข้ากันของข้อมูลที่ได้จากภาพแล้วนำมาวิเคราะห์ ด้วยการเข้าคู่กันของค่าสีของภาพมีค่าตั้งแต่ 0–255 โดยแทนในรูปแบบเมทริก

4. ระบบตรวจจับเปลวไฟด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่ง คือ ระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อตรวจจับเปลวไฟ โดยใช้หลักการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคฮิสโทแกรมแมชชิ่งในการตรวจจับสีเปลวไฟ และใช้หลักการของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อส่องภาพเปลวไฟ และการแจ้งเตือน เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับเปลวไฟและแจ้งเตือนการเกิดอัคคีภัยต่อไป

5. อัคคีภัย หมายถึง ภัยอันตรายอันเกิดมาจากไฟที่ขาดการควบคุมดูแล ทำให้เกิดการลุกลามไปตามบริเวณที่มีเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้อย่างต่อเนื่อง ระดับสภาวะของไฟจะรุนแรงขึ้นอยู่กับการลุกไหม้ที่มีเชื้อเพลิงหนุนเนื่อง หรือไอของเชื้อเพลิง ถ้าถูกขับออกมามากจะส่งผลให้ความร้อนรุนแรงมากตามไปด้วย จะสร้างความสูญเสียให้ทรัพย์สินและชีวิต (ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2558)

6. ร้อยละความแม่นยำ คือ อัตราส่วนของการตรวจจับภาพได้ถูกต้องตามความเป็นจริงจากระบบ

7. ร้อยละความผิดพลาด คือ อัตราส่วนของการตรวจจับภาพที่ไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงจากระบบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร