**บทที่ 2**

**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐาน ที่ใช้ในการทาโครงงาน และงานวิจัยที่ได้ศึกษาเพื่อช่วยในการทำโครงงาน แบ่งเป็น 2 หัวข้อ คือ ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**2.1 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง**

**2.1.1 ระบบสี (Colors) 2.1.1.1**

**ระบบสี RGB** ระบบสี RGB คือ ระบบที่มีค่าของสีแดง สีเขียว และ สีน้าเงิน ค่าใดค่าหนึ่งหรือหลายๆค่ารวมกัน โดยแต่ละสี จะมีค่าตั้งแต่ 0-255 ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระบบสี RGB

**2.1.1.2 ระบบสี HSI** ในระบบสี HSI (Hue, Saturation, Intensity) นั้น สีที่เรามองเห็นจะประกอบไปด้วย เฉดสี (Hue), ความอิ่มตัวของสี (Saturation) และ ความเข้มของสี (Intensity) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ระบบสี HIS

สามารถอธิบายค่าแต่ละค่าในระบบสี HSI ได้ดังนี้

**- สี (Hue)** คือ เฉดสี ค่า Hue คือ มุมของกรวยโดยที่ค่าของ Hue จะมีค่าระหว่าง 0 - 359 **- ความอิ่มตัวของสี (Saturation)** คือ ค่าที่ระบุว่าสีนั้นอยู่ห่างจากแกนกลางของกรวยมากเท่าใด Saturation เป็นค่าความเข้มของสีจะมีค่าไม่เกิน 1 **- ความเข้มของสี (Intensity)** คือ ค่าที่ใช้ระบุว่า สีนั้นมีความเข้มมากเท่าใด

**2.1.2 รูปภาพ (Image)**

**2.1.2.1 ภาพสี (Color Image)** ภาพสี เป็นภาพที่ค่าในแต่ละจุดภาพ จะประกอบไปด้วย เวกเตอร์ที่แสดงค่าของ สีแดง สีเขียว และสีน้าเงิน อย่างละ 8 บิต กล่าวคือ ภาพสี 1 จุดภาพ จะประกอบไปด้วยจำนวนบิตทั้งหมด 24 บิต ทำให้ภาพสีมีจำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด (28)3 = 224 = 16,777,216 สี ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงภาพสีและค่าที่เก็บอยู่ในแต่ละจุดภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าในแกนสีแดง ค่าในแกนสีเขียว และค่าในแกนสีน้าเงิน

**2.1.2.2 ภาพระดับสีเทา (Grayscale Image)**

ภาพระดับสีเทา เป็นภาพซึ่งค่าในแต่ละจุดภาพ คือ ค่าความเข้มของแสง ณ แต่ละตำแหน่งของจุดภาพนั้นซึ่งค่าทีเป็นไปได้ของภาพระดับสีเทาทั้งหมดขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ ตัวอย่างเช่น ภาพระดับสีเทา 8 บิต จะมีระดับความเทาทั้งหมด 28 = 256 ระดับโดยนิยมระบุในช่วง 0-1 หรือ 0-255 ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงภาพระดับสีเทา และค่าที่เก็บเอาไว้ในแต่ละจุดภาพ

**2.1.2.3 ภาพขาว – ดา (Binary Image)**

ภาพขาว – ดำ เป็นภาพที่ประกอบด้วยสีเฉพาะสีขาวและสีดำ ซึ่งค่าในแต่ละจุดภาพของภาพขาวดำจะมีได้เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 หรือ 0 และ 255 โดยที่ค่า 0 แทนจุดภาพสีดำ และค่า 1 หรือ 255 แทนจุดภาพสีขาว ดังนั้นค่าในแต่ละจุดภาพจะใช้แค่ 1 บิตในการเก็บข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงภาพขาว – ดำ และค่าในแต่ละจุดภาพ

**2.1.3 การแปลงภาพ (Image Transformation)**

**2.1.3.1 การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา**

การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา เป็นการทาเพื่อทำให้การประมวลผลมีความรวดเร็วและง่ายขึ้น จึงมีการเปลี่ยนภาพสีให้อยู่ในรูปของภาพระดับสีเทา ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 โดยหลักการแปลงค่าในแต่ละจุดภาพของภาพสี ให้เป็นค่าในแต่ละจุดภาพของภาพระดับสีเทา ทำได้โดยการดึงค่าของสีแดง 29.89% สีเขียว 58.70% สีน้าเงิน 11.40% รวมเป็น 100% ตัวอย่างเช่น ถ้ามีจุดสีเหลืองที่มีค่าในแกนสีแดงเป็น 250 ค่าในแกนสีเขียวเป็น 240 และค่าในแกนสีน้าเงินเป็น 20 ซึ่งวิธีแปลงให้เป็นสีเทาจะนำค่าสีแดงมา 29.89% ซึ่งสามารถเทียบบัญญัติไตรยางศ์ได้ว่า “ถ้าค่าสีแดงเป็น 100 ให้ดึงมา 29.89 แต่ถ้าค่าสีแดงเป็น 250 จะดึงมาเท่ากับ (250 x 29.89) / 100 " นั่นคือ ถ้าทำทั้ง 3 แกน จะได้ว่า

- ค่าของสีแดง จะเป็น (250 x 29.89) / 100 ซึ่งเท่ากับ 74.725

- ค่าของสีเขียว จะเป็น (240 x 58.7) / 100 ซึ่งเท่ากับ 140.88

- ค่าของสีน้าเงิน จะเป็น (20 x 11.4) / 100 ซึ่งเท่ากับ 2.28

ในช่วง 0 ถึง 255 นั่นคือต้องแปลงค่า 217.885 ให้เป็นจำนวนเต็มที่ใกล้ที่สุด กล่าวคือ ให้มีระดับสีเทาเป็น 218



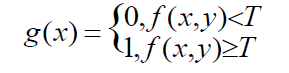
รูปที่ 2.6 แสดงภาพสีของรถจักรยานยนต์บนท้องถนน



รูปที่ 2.7 แสดงภาพระดับสีเทาของรถจักรยานยนต์บนท้องถนน ซึ่งแปลงมาจากรูปที่ 2.6

**2.1.3.2 การแปลงภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพขาว-ดำ (การทาขีดแบ่ง)**

กระบวนการการทำขีดแบ่ง ทำเพื่อที่จะช่วยแยกบริเวณที่สนใจออกจากบริเวณที่เป็นพื้นหลัง และมี ประโยชน์อีกอย่าง คือ ช่วยลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลภาพ กล่าวคือภาพระดับสีเทา จะใช้เนื้อที่ในการเก็บ ข้อมูลถึง 8 บิตหรือ 256 ระดับ แต่เมื่อสร้างเป็นภาพขาว-ดำแล้ว จะใช้พื้นที่ในการเก็บน้อยลงถึง 8 เท่า นั่น คือ แต่ละจุดภาพจะใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลแค่ 1 บิต กระบวนการการทำขีดแบ่ง ทำได้โดยการนำค่าของแต่ละจุดภาพไปเปรียบเทียบกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง ที่เรียกว่า ค่าขีดแบ่ง (Threshold value) หรือ T ซึ่งหากค่าของจุดภาพนี้มีค่าน้อยกว่า T จะทำการกำหนดค่า ใหม่ให้กับจุดภาพนั้นเป็น 0 ซึ่งก็คือ สีดา และถ้าหากค่าของจุดภาพนั้นมีค่ามากกว่า T ค่าใหม่ของจุดภาพนั้น จะถูกกำหนดให้เป็น 1 ซึ่งก็คือ สีขาว สามารถเขียนให้อยู่ในรูปฟังก์ชันได้ดังนี้



โดย คือ ค่าของรูปภาพที่ได้จากการแปลงภาพให้มีค่าเพียง 1 หรือ 0 ดังแสดงในรูปที่ 2.8

คือ ค่าระดับสีเทาของจุดภาพที่พิกัด

คือ ค่าขีดแบ่ง

ดังนั้นค่า T จะเป็นตัวกำหนดว่า บริเวณใดที่เราสนใจให้เป็นสีขาว และบริเวณใดที่เราไม่สนใจเป็น สีดำ ดังแสดงในภาพ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงภาพขาว-ดำ ของรถจักรยานยนต์บนท้องถนน หลังจากการทำกระบวนการขีดแบ่งกับ รูป 2.7

**2.1.4 โดเมนเชิงพื้นที่ (Spatial Domain)**

โดเมนเชิงพื้นที่ หมายถึง ที่ตั้งอยู่หรือระนาบของ จุดภาพที่ประกอบขึ้นเป็น ภาพ ซึ่งสามารถระบุ ตำแหน่งของจุดภาพในความหมายของระยะทางได้ กล่าวคือ ใน โดเมนเชิงพื้นที่เราสามารถแทน ภาพ ด้วย เมื่อ และ คือ ระยะทางในแนวแกนตั้งและแกนนอนวัดจากจุดกำเนิด

**2.1.4.1 ตัวกรองเชิงพื้นที่ (Spatial filter)**

กระบวนการกรองเชิงพื้นที่ คือ กระบวนการในการปรับแต่งค่าแต่ละจุดภาพในรูปภาพ โดยอาศัย ค่าจุดภาพของจุดที่อยู่ใกล้เคียงกับจุดที่จะปรับค่ามาคำนวณ โดยจะพิจารณาเพื่อนบ้านกี่จุดนั้น ขึ้นอยู่กับ ขนาดและรูปร่างของตัวกรองที่ใช้ โดยปกตินิยมใช้ขนาด 3 x 3 คือ การพิจารณาเพื่อนบ้านทั้งหมด 8 จุด ตำแหน่งของจุดที่เป็นเพื่อนบ้านพิจารณาได้จากการนำตัวกรองเข้าไปวางทาบตรงกลางของจุดนั้น ค่าใหม่ที่ จุด ที่ได้สามารถคำนวณได้จากสมการ



ซึ่งก็คือ ผลรวมของผลคูณของสัมประสิทธิ์ของตัวกรอง กับค่าของจุดที่อยู่ใต้ตัวกรองนั้นโดยตรง

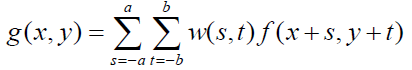
สังเกตได้ว่าสัมประสิทธิ์ จะทับกันพอดีกับนั่นคือ ตัวกรองถูกวางอยู่ตรงกลางที่จุด

ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 กลไกการกรองเชิงพื้นที่ โดยใช้ตัวกรอง ขนาด 3 x 3

โดยทั่วไปถ้าขนาดของตัวกรองเป็น x และขนาดของภาพที่จะกระทำเป็น x จะได้ สมการในการคำนวณค่าใหม่ของแต่ละจุดภาพดังนี้



โดยที่ และ และถ้าจะทำการกรองเชิงพื้นที่ กับทุกจุดในภาพสมการนี้จะต้องให้ มีค่าเป็น 0,1,2,3,…,-1 และ มีค่าเป็น 0,1,2,3,…,-1

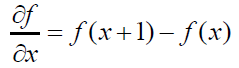
**2.1.5 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)**

ข้อมูลภาพที่รับเข้ามานั้น มักจะไม่เหมาะกับการนาไปประมวลผล เนื่องจากภาพที่รับเข้ามาอาจจะมี เงาหรือภาพไม่คมชัดก็เป็นได้ กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพทาเพื่อ ปรับปรุงภาพให้เหมาะสมกับ การทางานกว่าภาพเดิม ทาให้การทางานในขั้นตอนต่อไปสามารถทาได้ง่ายขึ้น ซึ่งเทคนิคการปรับปรุง คุณภาพของภาพนั้นมีมากมาย การนามาใช้ ควรจะเลือกเพียงบางเทคนิคที่เหมาะสมกับปัญหา วิธีการ ปรับปรุงคุณภาพของภาพแบบหนึ่ง อาจจะเหมาะสมกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง แต่อาจไม่เหมาะสมกับอีก ปัญหาหนึ่งก็เป็นได้

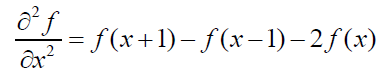
**2.1.5.1 Sharpening filter**

ตัวกรองคมชัด คือ ตัวกรองที่ทาให้ภาพคมชัดขึ้น มี 2 แบบ

1. ค่าอนุพันธ์อันดับที่ 1 สมการสาหรับฟังก์ชันหนึ่งมิติ



1. ค่าอนุพันธ์อันดับที่ 2 สมการสาหรับฟังก์ชันหนึ่งมิติ



* + - 1. **Image Subtraction**

เป็นกระบวนการที่ใช้หาความแตกต่างของแต่ละจุดภาพในภาพสองภาพ โดยถ้าให้ และ เป็นภาพที่ต้องการหาความแตกต่างแล้วจะสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้



โดยกระบวนการนี้ จะทาการคำนวณหาผลต่างระหว่างทุกคู่ของแต่ละจุดภาพในภาพ นั่น หมายความว่า ภาพทั้งสองจะต้องมีขนาดเท่ากัน ประโยชน์ที่ได้จากการหาผลต่าง คือ จะได้ภาพที่แสดง ผลต่างของทั้งสองภาพ เช่น ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ในแต่ละลาดับของภาพ การ ลบถูกใช้ เพื่อลบส่วนประกอบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงออก คงเหลือไว้แต่ส่วนประกอบที่มีการเคลื่อนไหวใน ภาพ

**2.1.6 การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ**

**(Morphological Image Processing)**

กระบวนการนี้ทาขึ้นเพื่อปรับเปลี่ยนรูปร่างและโครงสร้างของภาพให้เหมาะสมสาหรับภาพขาว-ดำ

**2.1.6.1 การขยายขนาดภาพ (Dilation)**

การขยายขนาด เป็นการขยายขนาดของวัตถุในภาพ เพื่อจุดประสงค์บางประการ เช่น เพื่อปิดรูเล็กๆ ในวัตถุ หรือใช้เพื่อช่วยให้วัตถุ 2 วัตถุที่ไม่มีสมาชิกร่วมกันแต่อยู่ใกล้กัน สามารถเชื่อมต่อกันได้ เป็นต้น การขยายขนาดทาได้โดย วางตัวประกอบโครงสร้าง (Structure element) ลงบนภาพ แล้วเลื่อนตัวประกอบโครงสร้าง มีขั้นตอนดังนี้

1. ถ้าจุดศูนย์กลางของตัวประกอบโครงสร้างตรงกับค่า '0' ในภาพ ไม่ต้องดาเนินการใดๆ และให้เลื่อนตัวประกอบโครงสร้างไปยังจุดภาพถัดไป

2. ถ้าจุดศูนย์กลางของตัวประกอบโครงสร้างตรงกับค่า '1' ในภาพ ให้ดาเนินการด้วยตัวดาเนินการทางตรรกะหรือ (Or) ระหว่างภาพกับสมาชิกโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงข้อมูลภาพต้นแบบและข้อมูลภาพหลังทากระบวนการขยายขนาดภาพ

**2.1.6.2 การกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion)**

กระบวนการกร่อนข้อมูลภาพ เป็นการดาเนินการเช่นเดียวกับการขยายขนาดภาพ แต่ให้ลักษณะตรงกันข้าม นั่นคือ การกร่อนจะลดขนาดของวัตถุให้เล็กลง แสดงดังรูป 2.11 ขั้นตอนการประมวลผลทาเช่นเดียวกับการขยายขนาดภาพ แต่ดาเนินการต่างกันดังนี้

1. ถ้าจุดศูนย์กลางของตัวประกอบโครงสร้างตรงกับค่า '0' ในภาพ ไม่ต้องดาเนินการใดๆ และให้เลื่อนตัวประกอบโครงสร้างไปยังจุดภาพถัดไป
2. ถ้าจุดศูนย์กลางของตัวประกอบโครงสร้างตรงกับค่า '1' ในภาพ ให้พิจารณาว่า ถ้ามีจุดภาพค่า '1' ในตัวประกอบโครงสร้างเลยออกจากวัตถุซึ่งมีค่า '1' ในภาพให้เปลี่ยนค่า '1' ณ ตาแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางในภาพเป็นค่า '0' ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงข้อมูลภาพต้นแบบและข้อมูลภาพหลังทากระบวนการกร่อนข้อมูลภาพ

**2.1.7 การตัดแยกภาพ (Image Segmentation)**

การตัดแยกอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์

**2.1.7.1 การหาขอบของวัตถุ (Edge Detection)**

เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่หาขอบของวัตถุใดๆในภาพให้ชัดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.12

****

รูปที่ 2.12 กระบวนการหาขอบของวัตถุ

**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ระบบตรวจจับการสวมใส่หมวกนิรภัยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.2.1 ในปี 2550 Chung-Cheng Chiu, Min-Yu Ku และ Hung-Tsung Chen ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “Motorcycle Detection and Tracking System with Occlusion Segmentation” ใช้เทคนิคการหาความยาว ความกว้าง และอัตราส่วนของจุดภาพต่อภาพทั้งหมดในการตรวจจับรถจักรยานยนต์บนท้องถนน รวมไปถึงการตรวจจับรถจักรยานยนต์ที่มีการซ้อนทับกับรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ด้วยกันเอง โดยงานวิจัยนี้คาดว่ารถจักรยานยนต์ทุกคันจะสวมหมวกนิรภัย แล้วจึงใช้วิธีการตรวจจับหมวกนิรภัยอีกครั้ง เพื่อให้แน่ใจได้ว่าผู้ขับขี่สวมหมวกนิรภัยหรือไม่

ซึ่งผลการทดลองของงานวิจัยนี้ มีความถูกต้อง 95.23% โดยใช้วิดีโอในการทดลอง 900 เฟรม จานวนรถจักรยานยนต์ที่นับโดยคนได้ 42 คัน จานวนรถจักรยานยนต์ที่นับโดยระบบได้ 40 คัน ข้อจากัดของงานวิจัยนี้คือ

- ในกรณีที่การจราจรติดขัด รถมีปริมาณมาก การแก้ปัญหาการซ้อนทับกันของรถจักรยานยนต์กับรถประเภท อื่นๆ ยังเกิดปัญหา

2.2.2 ในปี 2548 Chen-Chung Liu, Jhen-Syun Liao, Wen-Yuan Chen และ Ji-Hong Chen ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “The full motorcycle helmet detection scheme using canny edge detection” ซึ่งเป็นการตรวจจับหมวกนิรภัยแบบเต็มใบ จากการบันทึกภาพทางวิดีโอโดยใช้ 5 เทคนิคในการระบุหมวกนิรภัย ดังนี้

1. Gaussian filter เป็นตัวกรองที่ช่วยในการลดสิ่งรบกวนในภาพ

2. Canny edge detector ช่วยในการตรวจจับขอบของวัตถุ

3. Multiple linear regressions (MLR) ช่วยในการตรวจจับความโค้งของวัตถุในภาพ

4. Best circle fitting (BCF) เป็นการระบุพื้นที่ที่หมวกนิรภัยแบบเต็มใบ

5.วิเคราะห์สีผิวภายใน best fitting circle

ซึ่งผลการทดลองงานวิจัยนี้มีความถูกต้องสามารถระบุได้ว่าคนสวมหมวกนิรภัยแบบเต็มใบ ข้อจากัดของงานวิจัยนี้คือ

- ใช้ได้ในกรณีที่สวมหมวกนิรภัยแบบเต็มใบเท่านั้น

2.2.3 ในปี 2546 Che-Yen Wen, Shih-Hsuan Chiu, Jiun-Jian Liaw และ ChuawPin Lu ได้เสนอผลงาน วิจัยเรื่อง “The safety helmet detection for ATM’s surveillance system via the modified Hough transform” ใช้ Hough transform เป็นตัวกาหนดพื้นที่วงกลมในการตรวจจับหมวกนิรภัย ถ้าตาแหน่งของหมวกนิรภัยอยู่ในพื้นที่วงกลมที่กำหนดหมวกนิรภัย จะถูกตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านเรขาคณิต ว่าเป็นหมวกนิรภัยจริงหรือไม่ ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปใช้กับธนาคาร หรือ ระบบตรวจตราการฝาก-ถอนทาง ATM ผลการทดลองงานวิจัยนี้มีความถูกต้องสามารถระบุได้ว่า คนสวมหมวกนิรภัยหรือไม่ ข้อจากัดของงานวิจัยนี้คือ

-หมวกนิรภัยที่เป็นรูปทรงอื่นๆที่ไม่ใช่ลักษณะโค้งเป็นวงกลมจะไม่สามารถใช้กับระบบได้

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาในข้างต้น จะพบว่ามีงานวิจัยที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้นจึงนำงานวิจัยเหล่านั้นมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับโครงงานนี้