



รายงานความก้าวหน้า

การประกวดนวัตกรรมเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ (TIAT)

ผลงาน : หุ่นยนต์ติดตามและตรวจจับการล้มสำหรับผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก

กลุ่ม : BME4SHARE (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ)



การประกวดนวัตกรรมเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ (TIAT)

ผลงาน : “หุ่นยนต์ติดตามและตรวจจับการล้มสำหรับผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก”

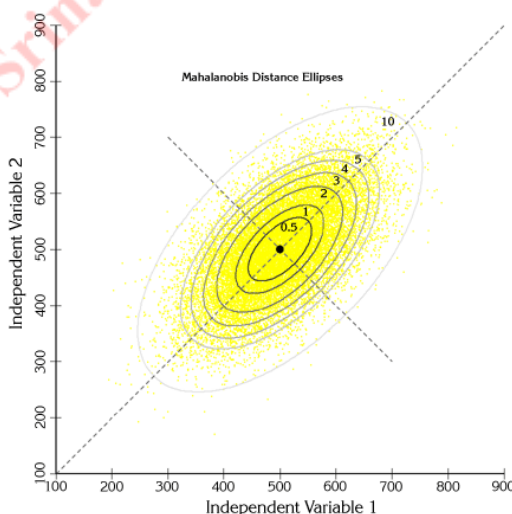
กลุ่ม : BME4SHARE (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ)

รายงานความก้าวหน้าฉบับนี้เป็นการนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา “หุ่นยนต์ติดตามและตรวจจับการล้มสำหรับผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก” โดย ณ ที่นี้จะแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 จะกล่าวถึงแนวคิดและหลักการทำงานที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา/ข้อจำกัด ในแง่ของความสว่างของสภาพแวดล้อม รวมถึงการทดลองและสรุป ส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงแนวคิดและหลักการทำงานของหุ่นยนต์ขณะทำการติดตามบุคคล รวมถึงการทดลอง ซึ่งรายละเอียดความก้าวหน้าต่างๆเป็นไปดังนี้

ส่วนที่ 1

● แนวคิด

ตัวแปรสำคัญในการตรวจจับเสื่อด้วยค่าสี คือ “แสง” ซึ่งเมื่อแสงมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่าสีที่บันทึกได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้ทางกลุ่มวิจัยจึงนำเสนอวิธีการหาค่าช่วงสีที่เหมาะสมที่สามารถตรวจจับได้ในสภาวะแสงที่แตกต่างกัน โดยทำการเก็บข้อมูลสีในสภาวะแสงตั้งแต่ 30-750 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าความสว่างทั่วไปที่เหมาะสมต่อสายตา นำมาบันทึกเป็นกราฟ แล้วใช้ค่า mahalanobis distance ในการจำแนกช่วงสีที่ใช้ตรวจจับ ซึ่งค่า mahalanobis distance มาจากการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลสีและจุดศูนย์กลางของกลุ่มสีที่ต้องการ ถ้าข้อมูลสีห่างจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มสีที่ต้องการมาก จะมีค่า mahalanobis distance สูง ซึ่งถ้าค่า mahalanobis distance สูงเกินกว่าที่กำหนดจะถือว่าไม่ใช่สีที่ต้องการตรวจจับ

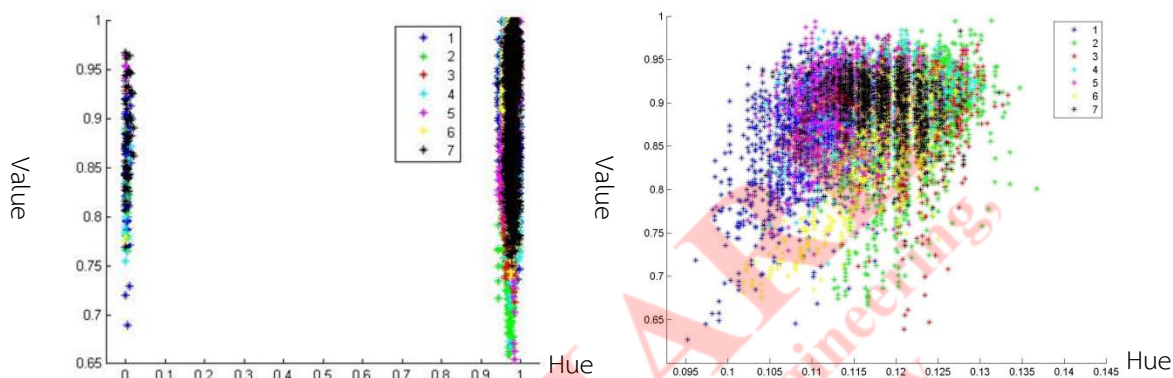


รูป Mahalanobis Distance

● หลักการทำงาน

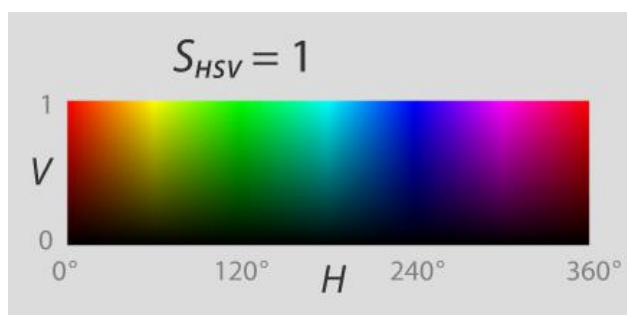
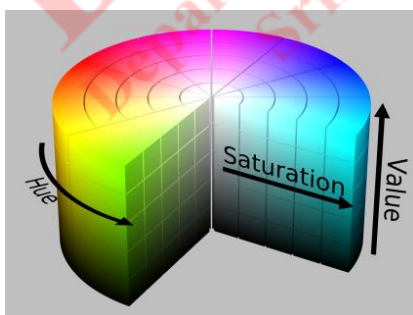
การหาช่วงสีเสื้อและรองเท้าที่เหมาะสมในการตรวจจับมี 3 ขั้นตอน คือ

1. การเก็บข้อมูล โดยการบันทึกสีเสื้อและรองเท้าขณะมีความสว่างตั้งแต่ 30-750 ลักซ์ โดยใช้ lux meter ในการวัดค่าแสง แปลงภาพจาก RGB เป็น HSV เลือกเก็บค่าสีบนพื้นที่ที่เป็นเสื้อและรองเท้า บันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูล



กราฟที่ 1 : กราฟซ้ายแสดงค่าสีแดงของเสื้อที่ใช้ตรวจจับ กราฟขวาแสดงค่าสีเหลืองของรองเท้าที่ใช้ในการตรวจจับ

เมื่อนำข้อมูลสีที่บันทึกไว้มาพล็อตลงบนกราฟดังกราฟที่ 1 ด้วยโมเดลสี HSV ตามค่าความสว่าง ตั้ง 30, 140, 230, 400, 500, 600 และ 700 ลักซ์ ตามลำดับแสดงด้วยสีของจุดที่อยู่บนกราฟ จะเห็นว่าเมื่อแสงมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสีที่บันทึกได้จะยังอยู่บริเวณกลุ่มเดิมไม่แปรตามค่าแสงมากนัก ในกราฟที่ 1 ด้านซ้าย เป็นกราฟของข้อมูลสีแดงที่ได้จากการตรวจจับเสื้อ ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เนื่องจากโมเดลสี HSV ค่า Hue ที่แสดงค่าสีแดงเป็นจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดกราฟ ดังรูปที่ 2 ทำให้ข้อมูลสีแดงที่ได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แต่เมื่อนำมาเชื่อมกันต่อกัน ข้อมูลสีแดงที่บันทึกไว้จะมีเพียงกลุ่มเดียว ส่วนกราฟที่ 1 ด้านขวา เป็นกราฟข้อมูลสีเหลืองของรองเท้าที่ถูกขยายใหญ่เพื่อให้เห็นชัดเจน



โมเดลสี HSV

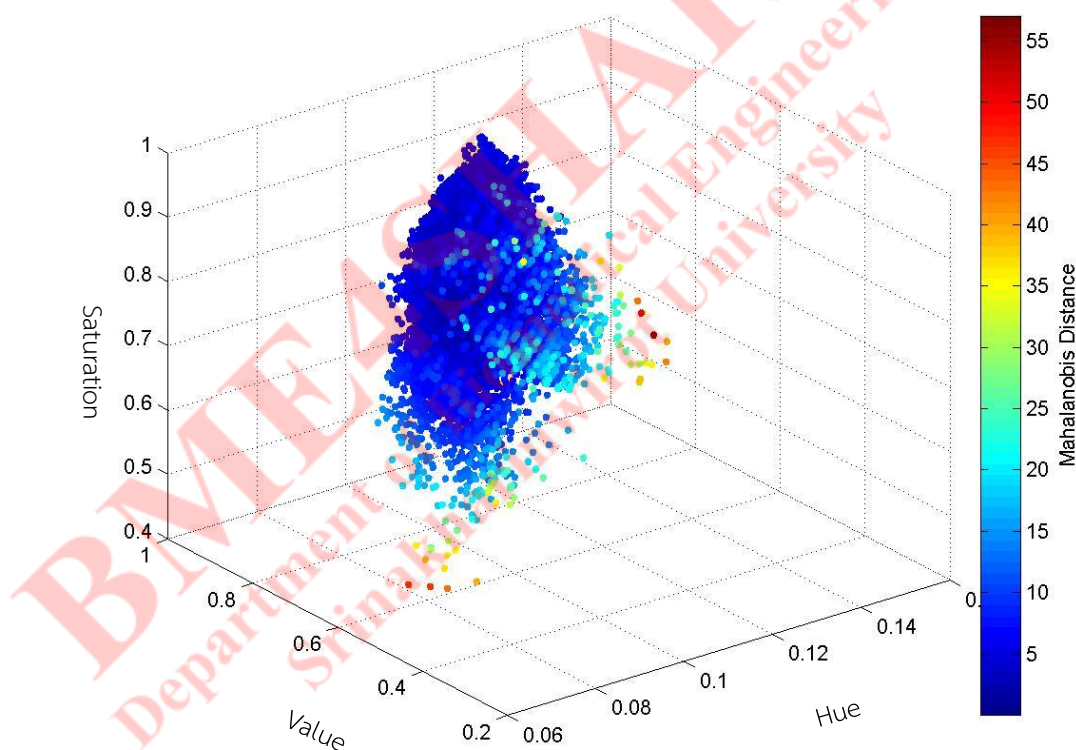
2. การคำนวณระยะ mahalanobis distance โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$MD^2 = (x - m)^T C^{-1} (x - m)$$

โดย MD แทนระยะทางแบบ mahalanobis ระหว่างข้อมูล x กับจุดศูนย์กลางข้อมูล m
 C^{-1} คือ Invert covariance matrix คำนวณจากสมการดังนี้

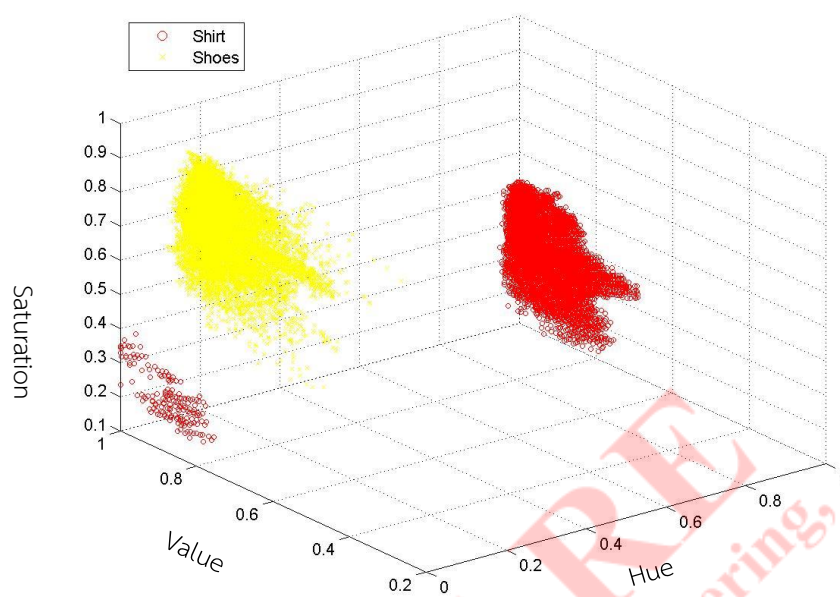
$$C^{-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^T (x_i - m)}{n - 1}$$

บันทึกค่าจุดศูนย์กลางข้อมูล (m) กับ covariance matrix (C) ไว้ในฐานข้อมูล



กราฟที่ 2 : แสดง mahalanobis distance ของข้อมูลสีเหลืองจากรองเท้า

3. การเลือกช่วง mahalanobis distance ที่เหมาะสม โดยการบันทึกกราฟค่าสีที่แสงค่าต่างๆ และระยะ mahalanobis distance ดังกราฟที่ 2 เลือกขอบเขต mahalanobis distance ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจจับสีที่ต้องการ บันทึกค่า mahalanobis distance ที่เหมาะสมไว้ในฐานข้อมูล

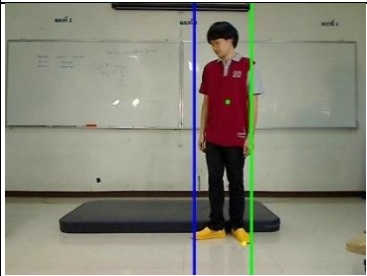
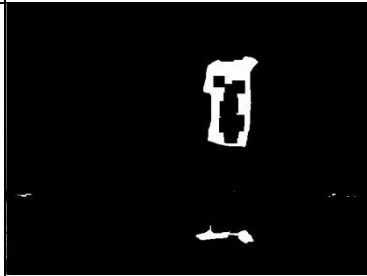
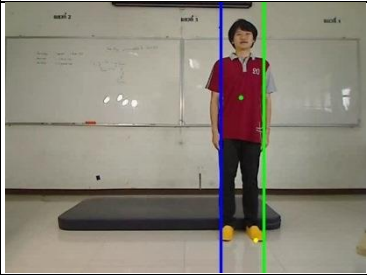
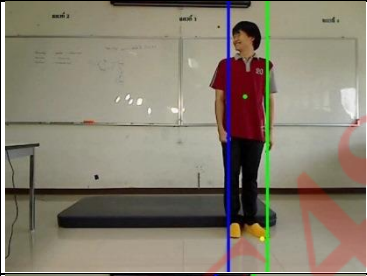

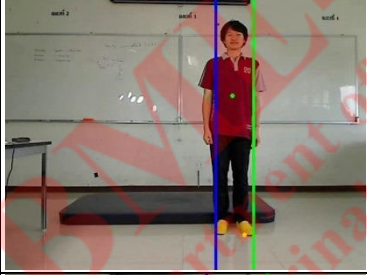
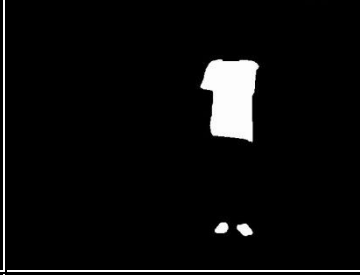
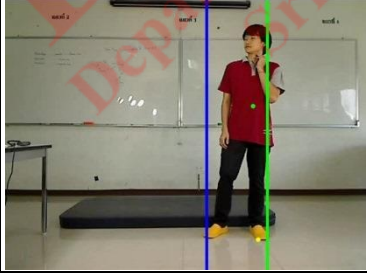
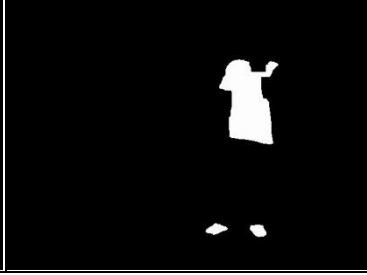


กราฟที่ 3 : เปรียบเทียบบริเวณข้อมูลสีแดงของเสื้อและสีเหลืองของรองเท้า

- การทดลอง

ในการทดสอบการตรวจจับสีเสื้อและรองเท้า มีการเปลี่ยนแปลงความสว่าง 7 ระดับ คือ 30, 140, 230, 400, 500, 600 และ 700 ลักซ์ ตามมาตรฐานความสว่างในอาคาร ได้ผลดังตาราง

ความสว่าง (ลักซ์)	ภาพสี RGB	ก่อนใช้ mahalobis distance	หลังใช้ mahalobis distance
30			
140			

ความสว่าง (ลักซ์)	ภาพสี RGB	ก่อนใช้ mahalobis distance	หลังใช้ mahalobis distance
230			
400			
500			
600			
720			

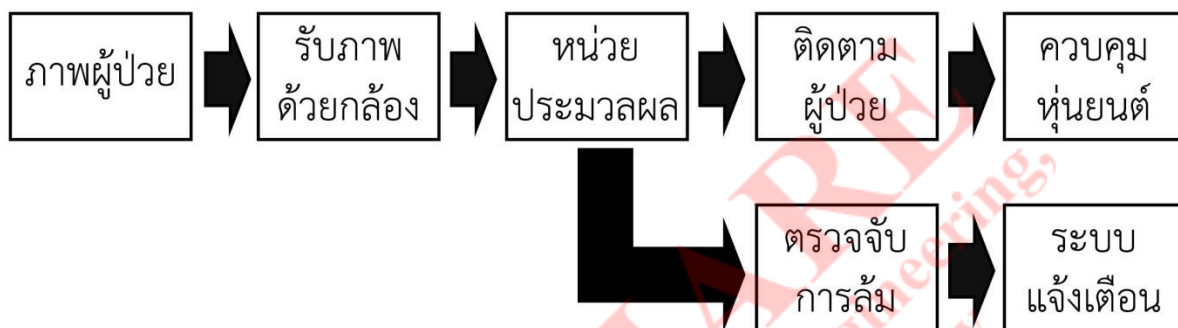
จะเห็นว่า หลังจากใช้วิธีการ mahalobis distance ในการคำนวณหาช่วงแสงจะสามารถตรวจจับสีเสื้อและรองเท้าได้ดีกว่ากำหนดช่วงสีธรรมดา แม้ว่าความสว่างจะเปลี่ยนไปก็ตาม

ส่วนที่ 2

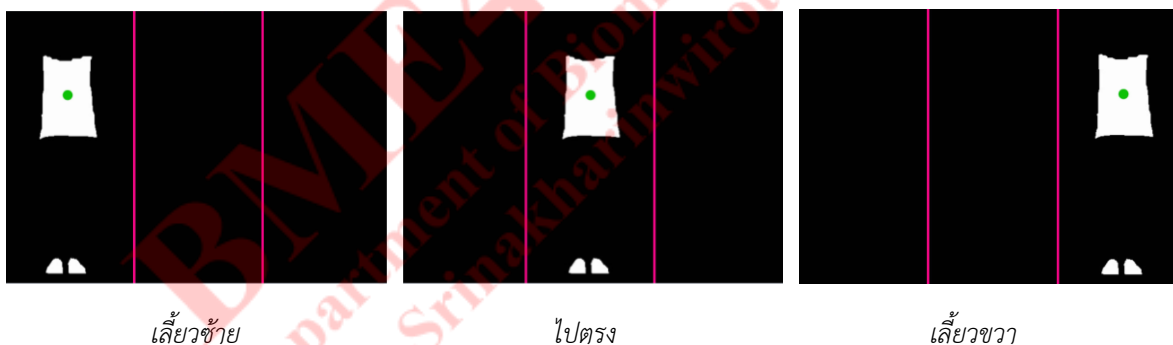
- แนวคิด

ใช้คำสั่งจากโปรแกรมในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยระยะที่ติดตามนั้นจะกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับขนาดวัตถุที่ตรวจจับได้ด้วยกระบวนการทาง Image processing เพื่อให้เกิดการติดตามในระยะที่เหมาะสม

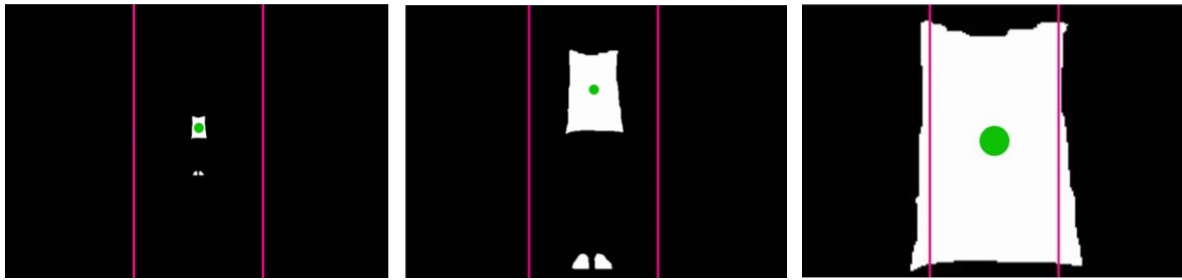
- หลักการทำงาน



ในการบังคับการเลี้ยวของหุ่นยนต์ ทำงานโดยใช้การตรวจจับสีที่กำหนด จากนั้นนำมาหาจุดกึ่งกลางและนำมาเทียบกับช่วงที่กำหนดไว้ ซึ่งจะแบ่งเป็น 3 ช่วง โดยหากอยู่ในช่วงแรกจะสั่งให้เลี้ยวซ้าย ช่วงที่สองจะสั่งไปตรง และช่วงที่สามจะสั่งให้เลี้ยวขวา



ในการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้า หยุด และถอยหลัง จะใช้การควบคุมโดยดูจากค่าพื้นที่ของสีที่กำหนดไว้ โดยที่หากมีพื้นที่น้อยกว่า 25,000 พิกเซล จะสั่งให้เดินหน้า พื้นที่ระหว่าง 25,000 ถึง 40,000 พิกเซล จะสั่งหยุด และ พื้นที่มากกว่า 40,000 พิกเซล จะสั่งถอยหลัง

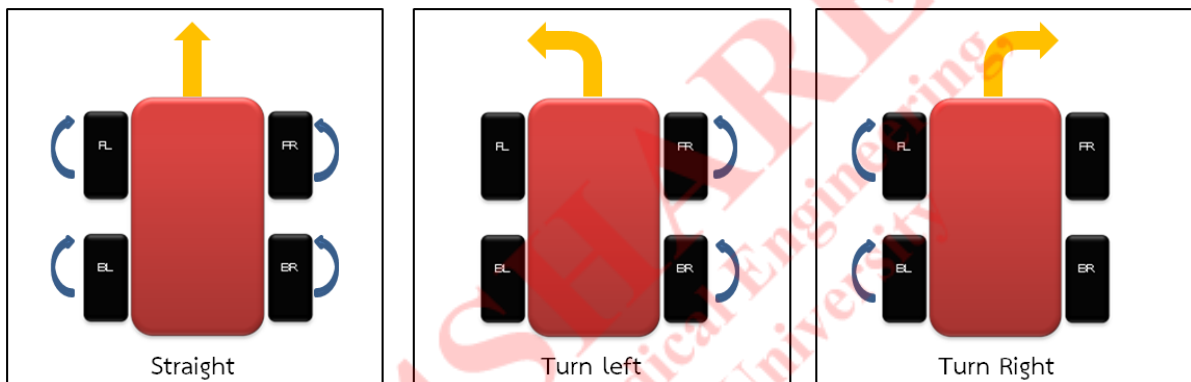


เดินหน้า

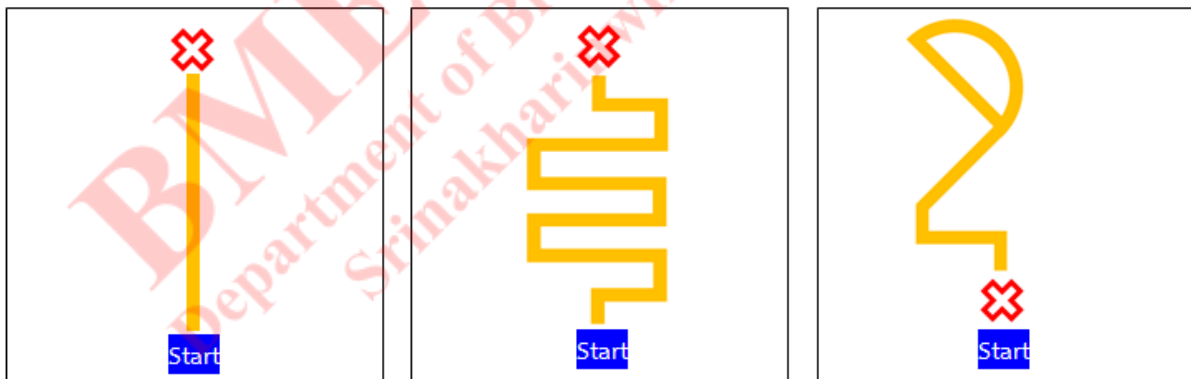
หยุด

ถอยหลัง

ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จะใช้มอเตอร์ควบคุม 2 ตัว ด้านซ้ายและด้านขวา โดยจะมีการควบคุมโดยสัญญาณดังนี้



- การทดลองติดตามบุคคล



(a) เส้นทางตรง

(b) เส้นทางซิกแซ็ก

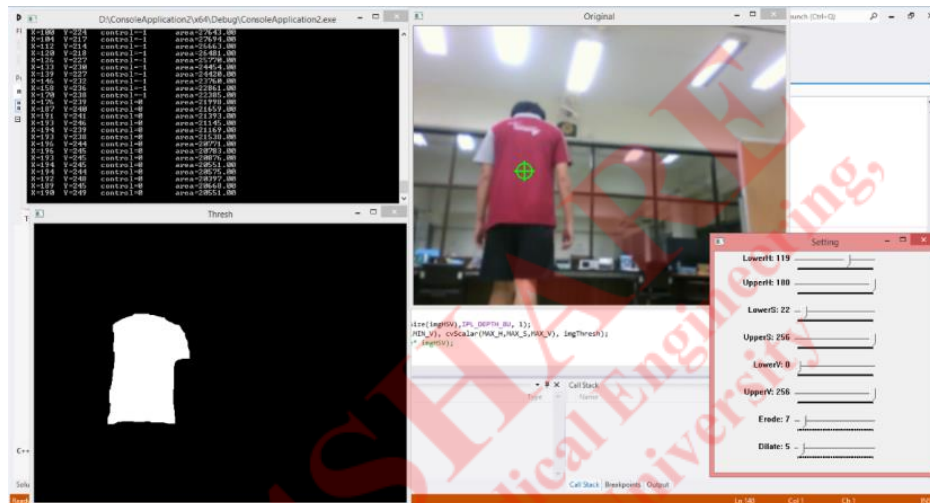
(c) เส้นทางอิสระ

ออกแบบการทดลองโดยออกแบบเส้นทางการเดินของบุคคลเป้าหมายเป็น 3 แบบ คือแบบ (a) เส้นทางตรง, (b) เส้นทางซิกแซ็ก และ (c) เส้นทางอิสระ ตามรูปข้างต้น และตรวจสอบว่าหุ่นยนต์สามารถตรวจจับและติดตามได้ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดหรือไม่

ตัวแปรควบคุม

- สีเสื้อผู้ทดลอง
- สีพื้นหลัง
- สภาพพื้นและสิ่งแวดล้อมรอบตัวหุ่นยนต์

● ผลการทดลอง



การประมวลผลเพื่อติดตามบุคคลเป้าหมาย



การติดตามบุคคลเป้าหมายขณะเดินตามเส้นทางซิกแซ็ก



การติดตามบุคคลเป้าหมายขณะเดินตามเส้นทางอิสระ

จากการเก็บผลการทดลองจากผู้รับการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ แต่ละรูปแบบจำนวน 10 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้

	ความถูกต้อง (เปอร์เซ็นต์)		
	(a) เส้นทางตรง	(b) เส้นทางซิกแซ็ก	(c) เส้นทางอิสระ
ครั้งที่ 1	✓	✓	✓
ครั้งที่ 2	✓	✓	✓
ครั้งที่ 3	✓	✓	✓
ครั้งที่ 4	✓	✓	✓
ครั้งที่ 5	✓	✓	✓
ครั้งที่ 6	✓	✓	✓
ครั้งที่ 7	✓	✓	✓
ครั้งที่ 8	✓	✓	✓
ครั้งที่ 9	✓	✓	✓
ครั้งที่ 10	✓	✓	✓
Accuracy (%)	100	100	100

หุ่นยนต์สามารถติดตามผู้รับการทดลองได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง

สรุป รายงานชุดนี้นำเสนอการปรับปรุงและพัฒนา ทั้ง 2 ส่วนคือ ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ในส่วนของซอฟต์แวร์ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงในเรื่องแสงที่จะมีผลกระทบกับการตรวจจับสีโดยใช้ Mahalanobis distance เพื่อให้สามารถตรวจจับสีได้ในทุกสภาพแสงสว่าง ซึ่งผลที่ได้ก็สามารถตรวจจับได้ในสภาพแสงที่แตกต่างกันตั้งแต่ช่วงความสว่างตั้งแต่ 30 - 720 ลักซ์ และในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ทำการทดสอบระบบการควบคุมหุ่นยนต์ติดตามบุคคล โดยออกแบบเส้นทางการทดสอบต่างกัน 3 รูปแบบ คือ (a)เส้นทางตรง (b)เส้นทางซิกแซ็ก และ(c)เส้นทางอิสระ ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบ คือ หุ่นยนต์สามารถติดตามได้ถูกต้องทุกครั้งในทุกรูปแบบเส้นทาง

BME4SHARE
Department of Biomedical Engineering,
Srinakharinwirot University