ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสำหรับการเคลื่อนที่อากาศยานแบบไร้คนขับ โดยใช้ภาพสามมิติแบบสเตอริโอสโคปิก

Obstacle Detection for Unmanned Aerial Vehicle Movement by Using 3D Stereoscopic

สุทธินันท์ ลุนเพ็ง[1] *สายยัญ สายยศ*[1*] และ *พิเชษ วะยะลุน*[1]

บทคัดย่อ

สิ่งกีดขวางคืออุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของอากาศยานแบบไร้คนขับในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางหรือภูมิประเทศที่เข้าถึงยากจะส่งผลให้การเคลื่อนที่อากาศยานแบบไร้คนขับมีอุปสรรค และอาจปะทะกับสิ่งกีดขวางระหว่างการเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นความแม่นยำในการตรวจจับสิ่งกีดขวางจึงมีความสำคัญสำหรับการเคลื่อนที่อากาศยานแบบไร้คนขับ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสำหรับการเคลื่อนที่อากาศยานแบบไร้คนขับโดยใช้เทคนิคสหสัมพันธ์ (cross-correlation) ของภาพสามมิติแบบสเตอริโอสโคปิก (3D stereoscopic) เพื่อหาความสัมพันธ์ของภาพสามมิติ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนวิเคราะห์หาสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ และขั้นตอนการวิเคราะห์ทิศทางการหลบหลีก โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ของภาพสามมิติว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ซึ่งความสัมพันธ์นั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่ามีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่อยู่หรือไม่ การวัดประสิทธิภาพของระบบทำด้วยการถ่ายภาพแบบสามิติแบบสเตอริโอสโคปิกแล้วนำเข้าให้ระบบทำการวิเคราะห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่มีความถูกต้อง 83.33 % และระบบสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่มีความถูกต้องที่ 85.71%

[1]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

*Corresponding Author, E-mail: saiyan@kku.ac.th

ABSTRACT

Obstacle is a hindrance to the unmanned aerial vehicle movement in various situations. The terrain has obstacle difficult movement effect, or the movement may be clash with obstacles. So the accuracy of the obstacle detection is very important for unmanned aerial vehicle movement. This paper proposes an obstacle detection system for unmanned aerial vehicle movement using correlation techniques of 3D Stereoscopic to examine the relationship of 3D images. The proposed system consists of two processes which are the obstacles detection in the movement vision, and objects avoidance by analysis of the correlation of 3D images. The correlation can analyze an obstacle of the movement. The system performances are evaluated by using 3D stereoscopic images input to the system to analyze it. The experiments results showed that accuracy of the detected obstacles in the movement vision is 83.33 %, and objects avoidance in the movement vision is 85.71 %.

คำสำคัญ: ภาพสามมิติแบบสเตอริโอสโคปิก การตรวจจับสิ่งกีดขวาง อากาศยานแบบไร้คนขับ
Keyword: 3D stereoscopic, Obstacle detection, Unmanned aerial vehicle

บทนำ

การเคลื่อนที่ของอากาศยานแบบไร้คนขับในพื้นที่ที่มีภูมิประเทศที่เข้าถึงได้ยากลำบาก ส่งผลให้การเคลื่อนที่ เกิดความผิดพลาดอีกทั้งทำให้เกิดความล่าช้า ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอันตรายและสูญเสียเวลาในการเข้าถึงพื้นที่ที่สำคัญ เช่น พื้นที่ที่ประสบอุบัติภัย โดยจะต้องใช้เวลาอันรวดเร็วในการเข้าถึงพื้นที่เพื่อให้การช่วยเหลือผู้ประสบเหตุ ดังนั้นในการเคลื่อนที่จะต้องมีความรวดเร็ว และแม่นยำ

ในปัจจุบันการเคลื่อนที่ของอากาศยานแบบไร้คนขับนั้นถูกนำไปพัฒนาเพื่อภารกิจที่มีความเสี่ยงสูงที่จะใช้มนุษย์ปฏิบัติภารกิจนั้น ๆ หรือภารกิจที่ต้องเข้าไปในพื้นที่ที่มนุษย์เข้าถึงได้ยาก เช่น การตรวจการณ์พื้นที่ที่เกิดอุทกภัย การสำรวจและบันทึกภาพภูมิประเทศต่าง ๆ เป็นต้น (เฉลิมพล, 2556) แต่การเคลื่อนที่ของอากาศยานแบบไร้คนขับที่ใช้การประมวลจากสองมิติแบบเวลาจริง (real time) ยังมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะการเคลื่อนที่ในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง ดังนั้นอากาศยานแบบไร้คนขับจำเป็นจะต้องมีวิธีการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่ถูกต้องแม่นยำสูง

จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสำหรับอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งประยุกต์ใช้วิธีการมองวิสัยทัศน์แบบสามมิติ (3D) ในลักษณะการเคลื่อนที่เร็ว และประยุกต์การหาค่าสหสัมพันธ์ (cross-correlation) (พีระพล, 2552) ของภาพสามมิติโดยได้จาก 2 ภาพที่ได้จากกล้องสองตัว จากการคำนวณค่าสหสัมพันธ์จะสามารถวิเคราะห์และตรวจพบสิ่งกีดขวางเพื่อกำหนดทิศทางการหลบหลีกในการเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำในพื้นที่ที่ยากลำบาก ซึ่งระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ อากาศยานไร้คนขับ (unmanned aerial vehicle) (เฉลิมพล, 2556) ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสำหรับการเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสำหรับการเคลื่อนที่ของอากาศยานไร้คนขับโดยใช้เทคนิคสหสัมพันธ์ของภาพสามมิติแบบสเตอริโอสโคปิก (Christopher Wilson) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) รับภาพสามมิติจากกล้องสเตอริโอสองเลนส์

2) นำภาพที่ได้เข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของทั้งสองภาพเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของพิกเซล

3) วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์จากภาพ

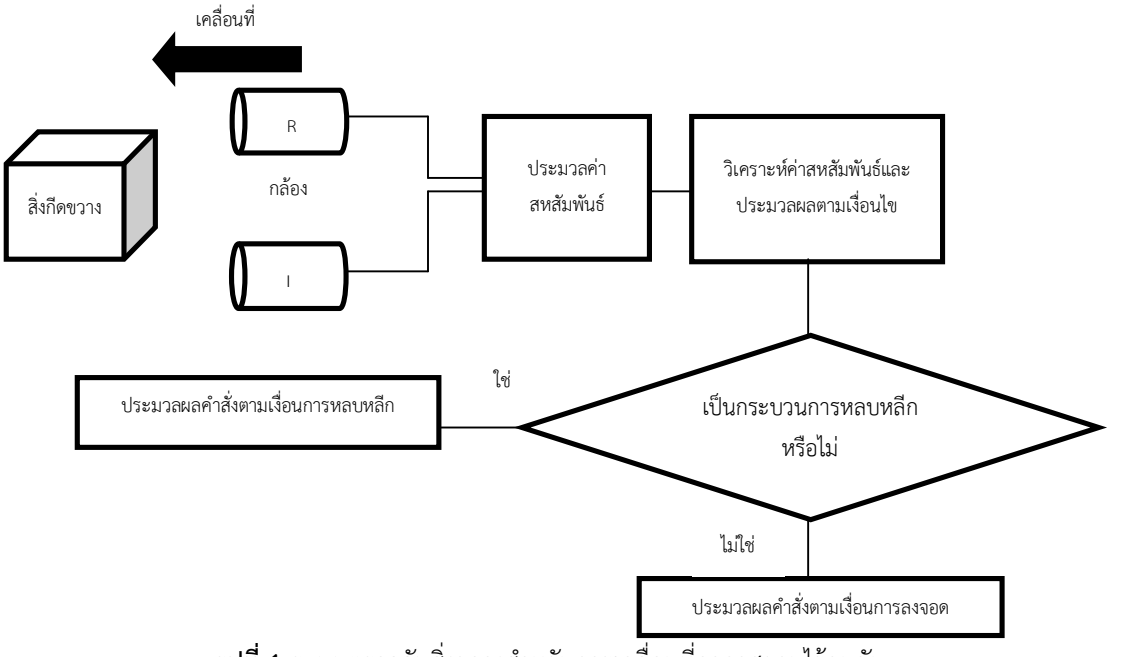
4) เข้าสู่เงื่อนไขเพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ และการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ซึ่งขั้นตอนการทำงานดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 1

2. ขั้นตอนการตรวจจับสิ่งขวางสำหรับการเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับ

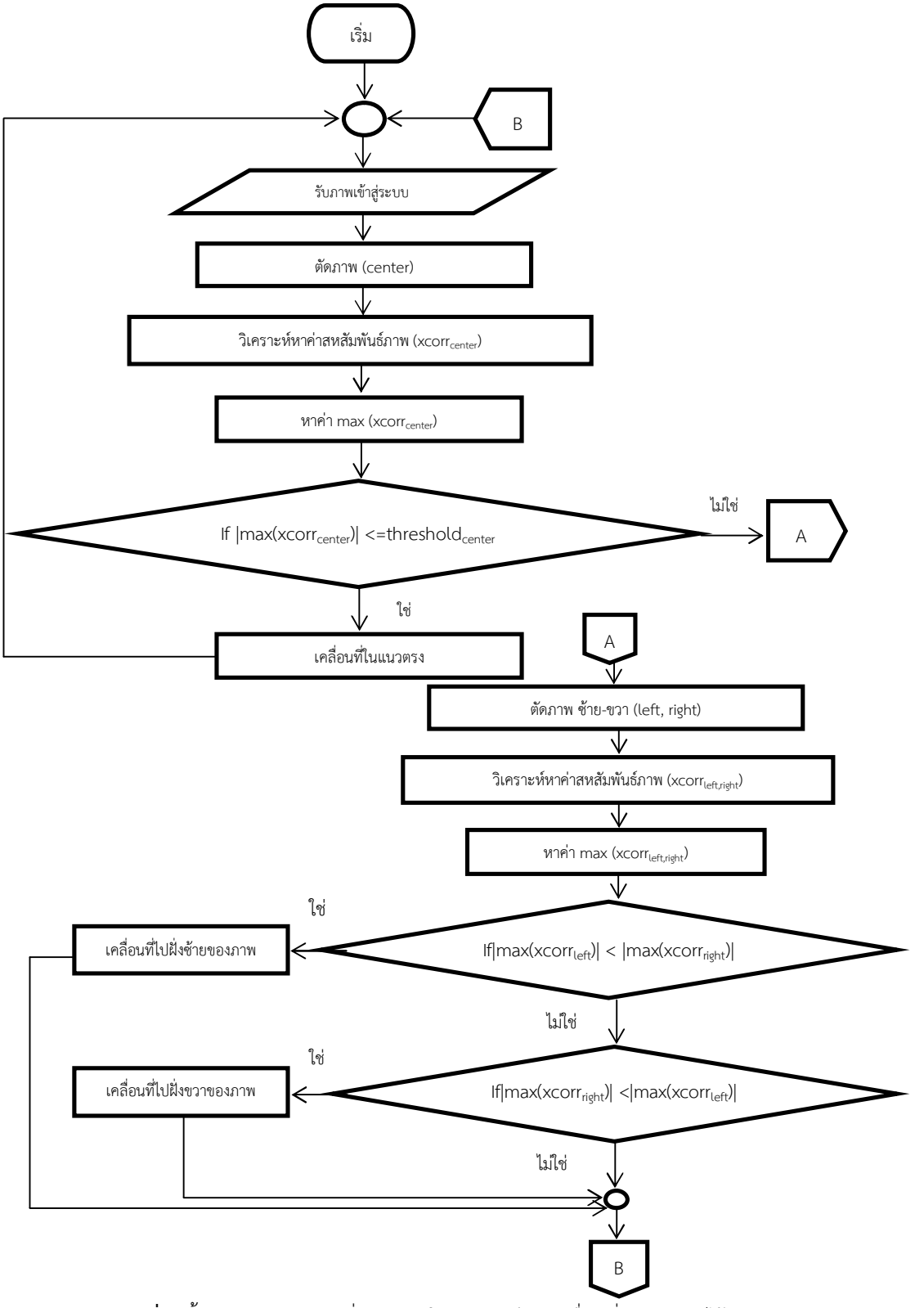
ขั้นตอนการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับ ดังรูปที่ 2 ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) ภาพถ่ายวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ โดยใช้ภาพถ่ายชนิดไฟล์ PNG ขนาด 320×240 พิกเซลโดยแสดงตัวอย่างภาพ ดังรูปที่ 3

2) การเลือกตำแหน่งกึ่งกลางของภาพถ่าย ขั้นตอนนี้เป็นการลดความซับซ้อนของโปรแกรมในการประมวลผลภาพถ่ายสามมิติ ซึ่งจะต้องประมวลผลทั้งภาพ ทำให้มีจำนวนข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในวิธีการนี้จึงเลือกเฉพาะตำแหน่งกึ่งกลางของภาพถ่ายในแนวแกน X (แนวนอนของภาพ) เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ (cross-correlation) (พีระพล , 2552) ของภาพต่อไป ดังรูปที่ 4



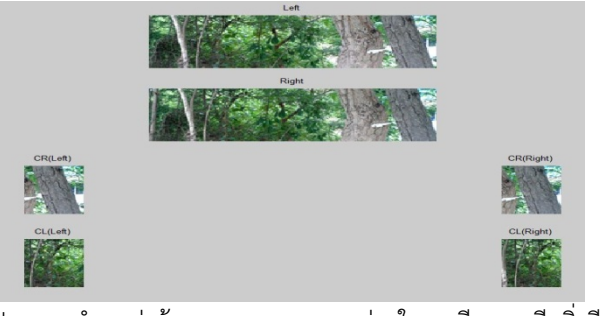
รูปที่ 1 ระบบตรวจจับสิ่งขวางสำหรับการเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับ



รูปที่ 2 ขั้นตอนการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับ

รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพถ่ายวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่การเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับ

รูปที่ 4 การเลือกตำแหน่งกึ่งกลางของภาพ



รูปที่ 5 ประมวลตำแหน่งซ้ายและขวาของภาพถ่ายในกรณีหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

3) การเลือกตำแหน่งซ้ายและขวาของภาพถ่ายเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการในการเลือกตำแหน่งซ้ายและขวาของภาพถ่ายเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางในกรณีที่ระบบตรวจพบอุปสรรคสิ่งกีดขวาง โดยระบบจะเลือกตำแหน่งด้านซ้ายและขวาของภาพถ่าย ดังรูปที่ 5 มาประมวลผลหาค่าสหสัมพันธ์ จากนั้นจะนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ว่าภาพด้านซ้ายหรือขวาของภาพถ่ายที่มีค่าพิกเซลของสิ่งกีดขวางในภาพถ่ายที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด หลังจากที่วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ ของตำแหน่งด้านซ้ายและขวาของภาพถ่ายแล้วจึงจะสามารถบอกทิศทางการหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ถูกต้อง

4) การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ เมื่อได้ข้อมูลภาพถ่ายจากการเลือกตำแหน่งของภาพถ่ายที่จะนำมาประมวลผลแล้วทำการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ จะพิจารณา 2 ภาพถ่าย ว่าข้อมูลของทั้งสองภาพถ่ายนั้นมีความสัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหน (ดังรูปที่ 6) จากสมการดังต่อไปนี้

$$r_{xy}(n,m) = E\{x1(n)y1(m)\} \quad (1)$$

ในกรณีที่ $n = m$ จะได้

$$r_{xx}(n,m) = r_{xx}(n,n) = E\{x2(n)\} \quad (2)$$

เมื่อ x คือ ข้อมูลพิกเซลของภาพถ่ายจากกล้องซ้าย

y คือ ข้อมูลพิกเซลของภาพถ่ายจากกล้องขวา

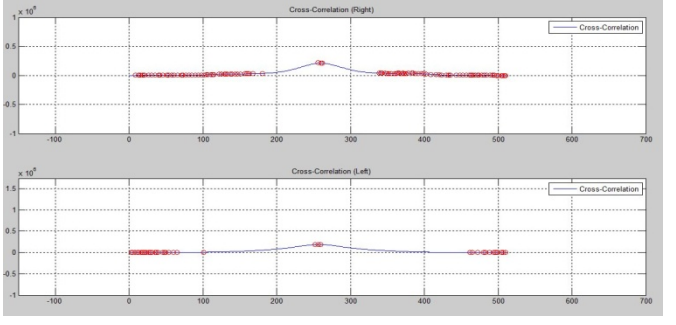
n, m คือ ช่วงเวลาของข้อมูลภาพถ่ายทั้งสอง (พีระพล, 2552)

จะเห็นว่า cross-correlation ก็คือการหาค่าเฉลี่ยของผลคูณระหว่างข้อมูลพิกเซลของภาพที่หนึ่ง $x(n)$ กับข้อมูลพิกเซลของภาพที่สองที่ถูกเลื่อนเวลาไป คือ $y(m)$ เป็นการหาว่าข้อมูลพิกเซลของภาพทั้งสองมีความสัมพันธ์หรือ เหมือนกันมากน้อยแค่ไหน กล่าวคือถ้าข้อมูลพิกเซลของภาพที่มีความสัมพันธ์กันมากก็จะมีค่าสหสัมพันธ์สูง ถ้ามีความสัมพันธ์กันน้อยค่าสหสัมพันธ์นี้ก็จะต่ำ (Tharadol)

5) คำนวณหาค่า magnitude (correlation) คำนวณหาค่าสูงสุดของค่าสหสัมพันธ์ของภาพ เพื่อนำไปวิเคราะห์ทิศทางการเคลื่อนที่ และหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

6) วิเคราะห์ทิศทางการเคลื่อนที่ ในกระบวนการวิเคราะห์การเคลื่อนที่และหลบหลีกสิ่งกีดขวาง กระบวนการวิเคราะห์มีดังนี้ คือ พิจารณาค่า magnitude (correlation) ของภาพในสถานการณ์นั้นมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า threshold ความสัมพันธ์ของภาพในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่นั้นมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีสิ่งกีดขวางสามารถเคลื่อนที่ได้ และถ้าค่า magnitude (correlation) ของภาพในสถานการณ์นั้นมีค่ามากกว่าค่า threshold ความสัมพันธ์ของภาพในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่นั้นมีความสัมพันธ์กันมากหรือมีค่าพิกเซลของสิ่งกีดขวางวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในภาพที่สัมพันธ์กันมากไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ระบบจะเข้าสู่กระบวนการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

7) วิเคราะห์ทิศทางการหลบหลีก กระบวนการหลบหลีกสิ่งกีดขวางจะพิจารณาตำแหน่งซ้ายและขวาของภาพ โดยวิเคราะห์ค่า magnitude (correlation) ระหว่างตำแหน่งซ้าย และขวาตำแหน่งใดมีค่าน้อยที่สุด หลังจากนั้นระบบจะประมวลผลทิศทางการหลบหลีกไปในทิศทางตำแหน่งที่ค่า magnitude (correlation) น้อยที่สุด



รูปที่ 6 ในกรณีหลบหลีกสิ่งกีดขวางระบบจะพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ของตำแหน่งซ้ายและขวาของภาพ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ประมวลผลที่ความเร็ว CPU 2.27 GHz การประมวลผล 1 ภาพต่อ 1 วินาที ในรูปแบบ PNG ขนาด 320×240 พิกเซล จากกล้องวีดีโอ 2 ตัว และประมวลผลภาพในการเคลื่อนที่ระหว่างความเร็วที่ 30–50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูลการทดลองมีดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง กล้องวีดีโอ 2 ตัว และ ภาพถ่ายรูปแบบ PNG ขนาด 320×240 พิกเซล จำนวน 36 ภาพ 3 เซตการทดลอง

2) จำลองสถานการณ์ในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ โดยจำลองสิ่งแวดล้อมในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ที่มี และไม่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อทดลองเพื่อหาค่า magnitude ของค่าสหสัมพันธ์เพื่อนำไปใช้เป็นค่า threshold แล้วนำค่าที่ได้ไปใช้ในระบบจริง

3) หาค่าเฉลี่ยของค่า threshold โดยใช้ค่า median ของค่า magnitude (correlation) ของภาพแต่ละสถานการณ์ของวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ทั้งหมดที่นำมาทดลอง

4) นำค่า threshold ของวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ เพื่อนำที่ได้ไปใช้ในระบบจริง

1. ทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในระยะทางที่แตกต่างกัน

การจำลองสถานการณ์ในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ โดยจำลองสิ่งแวดล้อมในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ที่มี และไม่มีสิ่งกีดขวาง การทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะทางที่แตกต่างกันคือ 5 6 7 8 และ 9 เมตร โดยทดลองจาก 18 ภาพตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย threshold ของภาพตัวอย่าง คือ 12723785 จากผลการทดลองระบบประมวลผลได้ถูกต้อง 15 ภาพ ความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 83.33 ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1

รูปที่ 7 ภาพทดลองสิ่งกีดขวางที่ระยะ 5 เมตร

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในระยะทางที่แตกต่างกัน

ระยะทาง	5 เมตร	6 เมตร	7 เมตร	8 เมตร	9 เมตร
การตั้งค่า	12723785	12723785	12723785	12723785	12723785
จำนวนภาพ	4	3	2	3	6
ความแม่นยำ	3	3	2	3	4

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ตรวจจับสิ่งกีดขวางในภาพทดลองสิ่งกีด-ขวางที่ระยะ 5 เมตร

ตั้งค่า	**ภาพทดลองสิ่งกีดขวางที่ระยะ 5 เมตร**
การตั้งค่า (threshold)	12723785
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	12651062
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) < threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ตรวจจับสิ่งกีดขวางในภาพทดลองสิ่งกีด-ขวางที่ระยะ 6 เมตร

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางที่ระยะ 6 เมตร
การตั้งค่า (threshold)	12723785
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	23808717
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) > threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

ตารางที่ 4 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ตรวจจับสิ่งกีดขวางในภาพทดลองสิ่งกีด-ขวางที่ระยะ 7 เมตร

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางที่ระยะ 7 เมตร
การตั้งค่า (threshold)	12723785
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	28008359
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) > threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

ตารางที่ 5 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ตรวจจับสิ่งกีดขวางในภาพทดลองสิ่งกีด ขวางที่ระยะ 8 เมตร

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางที่ระยะ 8 เมตร
การตั้งค่า (threshold)	12723785
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	22028911
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) > threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

ตารางที่ 6 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ตรวจจับสิ่งกีดขวางในภาพทดลองสิ่งกีด-ขวางที่ระยะ 9 เมตร

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางที่ระยะ 9 เมตร
การตั้งค่า (threshold)	12723785
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	15407322
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) > threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

2. ทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในสถานการณ์หลบหลีกสิ่งกีดขวาง

จากตารางที่ 7 การทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในสถานการณ์หลบหลีกสิ่งกีดขวาง โดยทดลองจากภาพพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางทั้งหมด 7 ภาพทดลอง จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถประมวลผลทิศทางการหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ถูกต้อง 6 ภาพ จากทั้งหมด 7 ภาพ ซึ่งคิดเป็นร้อยละได้ 85.71

3. ทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม.

จากตารางที่ 8 เป็นการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยเคลื่อนที่ในความเร็ว 30 กม./ชม. โดยถ่ายภาพ 1 วินาที ต่อ 1 ภาพ และในความเร็ว 30 กม./ชม. ใน 1 วินาทีสามารถเคลื่อนที่ไปได้ 8 เมตร โดยทดลองจาก 11 ภาพตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย threshold ของภาพตัวอย่าง คือ 4227375 จากผลการทดลองระบบประมวลผลได้ถูกต้อง 5 ภาพ ความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 45.45

รูปที่ 8 ภาพทดลองสถานการณ์หลบหลีกสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 7 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในสถานการณ์หลบหลีกสิ่งกีดขวาง

ภาพทดลอง / การตั้งค่า	1	2	3	4	5	6	7
การตั้งค่าการหลบหลีก	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ซ้าย
ค่าสหสัมพันธ์ตำแหน่งขวาของภาพ	178984	170061	213201	209379	209912	178840	220154
ค่าสหสัมพันธ์ตำแหน่งซ้ายของภาพ	145981	211110	142274	179337	227002	444663	187464
วิเคราะห์ทิศทาง	ขวา>ซ้าย	ขวา<ซ้าย	ขวา>ซ้าย	ขวา>ซ้าย	ขวา>ซ้าย	ขวา<ซ้าย	ขวา>ซ้าย
ประมวลผลทิศทาง	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ซ้าย	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
ความถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ถูกต้อง

ตารางที่ 8 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม.

ช่วงเวลา / การตั้งค่า	1 วินาที	2 วินาที	3 วินาที
การตั้งค่า	4227375	4227375	4227375
จำนวนภาพ	4	4	3
ความแม่นยำ	3	0	2

รูปที่ 9 ภาพทดลองสิ่งกีดขวางโดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 1 ของการเคลื่อนที่

ตารางที่ 9 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 1

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางโดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 1 ของการเคลื่อนที่
การตั้งค่า (threshold)	4227375
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	3380526
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) <threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

ตารางที่ 10 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 2

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางโดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 2 ของการเคลื่อนที่
การตั้งค่า (threshold)	4227375
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	5238254
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) >threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 11 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 3

ตั้งค่า	ภาพทดลองสิ่งกีดขวางโดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ในวินาทีที่ 3 ของการเคลื่อนที่
การตั้งค่า (threshold)	4227375
ค่าสหสัมพันธ์ (magnitude(correlation))	4868749
วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์	magnitude (correlation) >threshold
ประมวลผลการเคลื่อนที่	ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ความถูกต้อง	ประมวลผลถูกต้อง

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่อากาศยานไร้คนขับโดยใช้เทคนิคสหสัมพันธ์ของภาพสามมิติแบบสเตอริโอสโคปิกโดยระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการตรวจจับสิ่งกีดขวาง และขั้นตอนหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ในกระบวนการวิเคราะห์การเคลื่อนที่และหลบหลีกสิ่งกีดขวาง จะพิจารณาค่า magnitude (correlation) ของภาพในสถานการณ์นั้นมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า threshold ความสัมพันธ์ของภาพในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่นั้นมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีสิ่งกีดขวางสามารถเคลื่อนที่ได้ และถ้าค่า magnitude (correlation) ของภาพในสถานการณ์นั้นมีค่ามากกว่าค่า threshold ความสัมพันธ์ของภาพในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่นั้นมีความสัมพันธ์กันมากหรือมีพิกเซลของสิ่งกีดขวางวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในภาพที่สัมพันธ์กันมากไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ระบบจะเข้าสู่กระบวนการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ส่วนกระบวนการหลบหลีกสิ่งกีดขวางจะพิจารณาตำแหน่งซ้ายและขวาของภาพโดยวิเคราะห์ค่า magnitude (correlation) ระหว่างตำแหน่งซ้าย และขวาตำแหน่งใดมีค่าน้อยที่สุด หลังจากนั้นระบบจะประมวลผลทิศทางการหลบหลีกไปในทิศทางตำแหน่งที่ค่า magnitude (correlation) น้อยที่สุด

การทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ ประกอบด้วย การทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะทางที่แตกต่างกัน คือ 5 6 7 8 และ 9 เมตร จากภาพทดลอง 18 ภาพ ผลการทดลองพบว่าระบบประมวลผลได้ถูกต้อง 15 ภาพ ความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 83.33 และการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม.จากภาพทดลอง 11 ภาพ แต่ละภาพมีช่วงเวลาที่ต่างกัน 1 วินาที ในช่วงเวลาการทดลอง 3 วินาที จากผลการทดลองพบว่าระบบประมวลผลได้ถูกต้อง 5 ภาพ ความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 45.45 และความเร็วในการเคลื่อนที่ที่ 30 กม./ชม. ขึ้นไปมีผลต่อการตรวจจับสิ่งกีดขวางของงานวิจัยนี้ ในการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในสถานการณ์หลบหลีกสิ่งกีดขวาง ทดลองจากภาพทดลองหลบหลีกสิ่งกีดขวางในทิศทางที่ต่างกัน 7 ภาพทดลอง ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถประมวลผลทิศทางการหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ถูกต้อง 6 ภาพ ซึ่งคิดเป็นร้อยละได้ 85.71 จากผลการทดลองในแต่ละสถานการณ์ ข้อดีของงานวิจัยนี้คือ การตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะทางไม่เกิน 9 เมตรได้ถูกต้อง แม่นยำ โดยคิดเป็นร้อยละ 83.33 ดังตารางที่ 1 กระบวนการหลบหลีกสิ่งกีดขวางระบบสามารถประมวลทิศทางการหลบหลีกในทิศทางที่แตกต่างกันได้

ถูกต้อง แม่นยำ โดยคิดเป็นร้อยละ 85.71 ดังตารางที่ 7 ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ คือ การตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วจากผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่ในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็ว 30 กม./ชม. ระบบสามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 45.45 ดังตารางที่ 8 ซึ่งยังมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นงานวิจัยนี้ประมวลได้ถูกต้อง แม่นยำ ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่เกิน 30 กม./ชม. แนวทางการศึกษาต่อคือการพัฒนาการตรวจจับ และหลบหลีกสิ่งกีดขวางให้ถูกต้อง แม่นยำ ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการตรวจจับสิ่งกีดขวางในวิสัยทัศน์การเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วที่มีข้อบกพร่องในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง และพัฒนาอัลกอริทึมให้สามารถได้อย่างรวดเร็วกับขนาดภาพที่มีขนาดใหญ่ งานวิจัยนี้สามารถนำติดตั้งกับอุปกรณ์ที่ปฏิบัติภารกิจในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางหรือภูมิประเทศที่ยากลำบาก เช่น หุ่นยนต์ อากาศยานไร้คนขับ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล เจียตระกูล. (2556). UAV...วิถีใหม่ของการสำรวจพืชเสพติด. วารสารสำนักงาน ป.ป.ส. 2556: 25-30 หน้า

พีระพล ยุวภูษิตานนท์. (2552). การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลขั้นสูงพื้นฐานของทฤษฎีการประมาณค่า. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยมหานคร.

Wilson, C. Distance Estimation using Stereo Vision.: ELEC6430, pp. 1-5.

Komolmis, T. Principles of Communications. (บทที่ 2 การวิเคราะห์สัญญาณและระบบ). เชียงใหม่: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 25-29.

❑❑❑❑❑