

หุ่นยนต์แมลงລາດตรวจ偵察อัตโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัย

(Automatic Reconnaissance Flying Robot for Detecting the culprit)

พนิดา ข่ายสุวรรณ วราภรณ์ บุญจันทร์ เศรษฐรัช เป็นพรเลิศ

หุ่นยนต์แมลงລາດตรวจ偵察อัตโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัย

Automatic Reconnaissance Flying Robot for Detecting the culprit

นางสาวพนิดา ข่ายสุวรรณ

นายวราภรณ์ บุญจันทร์

นายเศรษฐรัช เป็นพรเลิศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ

พระนครเหนือ

พระนครเหนือ

s6107021810022@email.kmutnb.ac.th s6107021810049@email.kmutnb.ac.th s6107021810081@email.kmutnb.ac.th

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มหศักดิ์ เกตุฉ่า

สังกัด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อีเมล์ maoquee@hotmail.com

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากปัญหาทางด้านของการเข้าถึงพื้นที่ในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในปัจจุบันที่มีทั้งความไม่สงบในพื้นที่ ความอันตรายในรูปแบบต่างๆ ความเสี่ยงทั้งทางด้านชีวิตของบุคลากร และทรัพย์สินของหน่วยงาน ซึ่งจะสามารถพบเห็นได้จากภาพข่าว หรือสื่อสังคมออนไลน์ที่มีการกล่าวถึงกันอยู่อย่างมากมาย ดังรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเข้าไปปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ทหาร นอกจากนี้อาจจะพบปัจจัยอื่นๆ เช่น พื้นที่ที่จะเข้าถึงนั้นมุขย์ไม่สามารถที่จะเข้าไปได้เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อันตรายต่อสุขภาพ หรืออาจจะเป็นพื้นที่ที่มีขนาดเล็กมาก และยากต่อการเข้าถึง ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงเหตุการณ์พื้นที่ที่เสียหายจากการเบิดใน 3 จังหวัดชายแดนใต้
ที่มา <https://news.mthai.com/general-news/276989.html>



รูปที่ 2 แสดงการค้นหาและสำรวจในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กและแคบ
ที่มา <https://news.mthai.com/general-news/654985.html>

โดยทั่วไปแล้วการลาดตระเวนนั้นสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบนั่นคือ การลาดตระเวนเพื่อทำการหาข่าว ในพื้นที่ และการลาดตระเวนรอบ โดยทั้งสองรูปแบบอาจจะเป็นการลาดตระเวนระยะใกล้ หรือระยะไกลก็ได้ ซึ่งในการลาด ตระเวนในพื้นที่ต่างๆ ยังคงใช้การเข้าพื้นที่โดยกำลังพลหรือหน่วยรบ ซึ่งถือได้ว่ามีความเสี่ยงในการเข้าถึงพื้นที่นั้นๆ อีกทั้ง ยังรวมไปถึงกรณีของการเข้าสำรวจพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากการเบิดที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ซึ่งลักษณะนี้เรามีความจำเป็น จะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัตถุระเบิดเพื่อทำการเข้าสำรวจ แต่ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้เกิดการพัฒนา และนำมาใช้ในสร้างหุ่นยนต์ลาดตระเวนในรูปแบบต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ลาดตระเวนที่มีลักษณะเป็นรถ หรืออาจจะอยู่ใน ลักษณะของโดรน เป็นต้น แต่หุ่นยนต์ในลักษณะดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน เช่น การเคลื่อนที่ยังคงใช้การขับ เคลื่อนไปบนพื้น ขนาดของหุ่นยนต์ยังคงมีขนาดที่ใหญ่กว่าต่อการสังเกตุเห็น เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการนำเสนอหุ่นยนต์แมลงลาดตระเวนอัตโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัย หุ่นยนต์ดังกล่าวจะ ใช้การบินแทนการเคลื่อนที่ไปบนพื้น ซึ่งลักษณะของการเคลื่อนที่ดังกล่าวจะเป็นการเลียนแบบธรรมชาติของการบินของ แมลงให้มากที่สุด อีกทั้งยังมีการเพิ่มความสามารถในการส่วนของการเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ โดยอัตโนมัติโดยใช้การกำหนดเส้น ทางการเคลื่อนที่ไว้ล่วงหน้าโดยการกำหนดพิกัด และใช้วงจร GPS เป็นอุปกรณ์ในการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่[4] หุ่น ยนต์ที่พัฒนาขึ้นจะมีการใช้เทคโนโลยีของสมองกลฝังตัวขนาดเล็ก เพื่อเป็นการลดขนาดของหุ่นยนต์ให้สามารถเข้าถึงพื้นที่ที่ มีขนาดเล็กได้ อีกทั้งยังเพิ่มความสามารถในการตรวจจับบุคคลต้องสงสัยในพื้นที่ที่เข้าไปสำรวจ และสามารถส่งสัญญาณ แจ้งกลับมาอย่างเจ้าหน้าที่ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถที่จะวางแผนในการปฏิบัติงานได้อย่างทันท่วงที โดยมี การนำเอ 技术 to การประมวลผลภาพ (Image Processing) มาใช้ในการพัฒนาระบบตรวจจับบุคคลต้องสงสัย

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบหุ่นยนต์แมลงลาดตระเวนอัตโนมัติ
- 2.2 เพื่อประยุกต์ระบบประมวลผลภาพมาใช้สำหรับทำการตรวจจับบุคคลต้องสงสัย

3. ขอบเขตและข้อจำกัดของงาน

ในการออกแบบหุ่นยนต์แมลงลาดตระเวนอัตโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัยนั้น จะมีขอบเขตและข้อจำกัดโดย แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

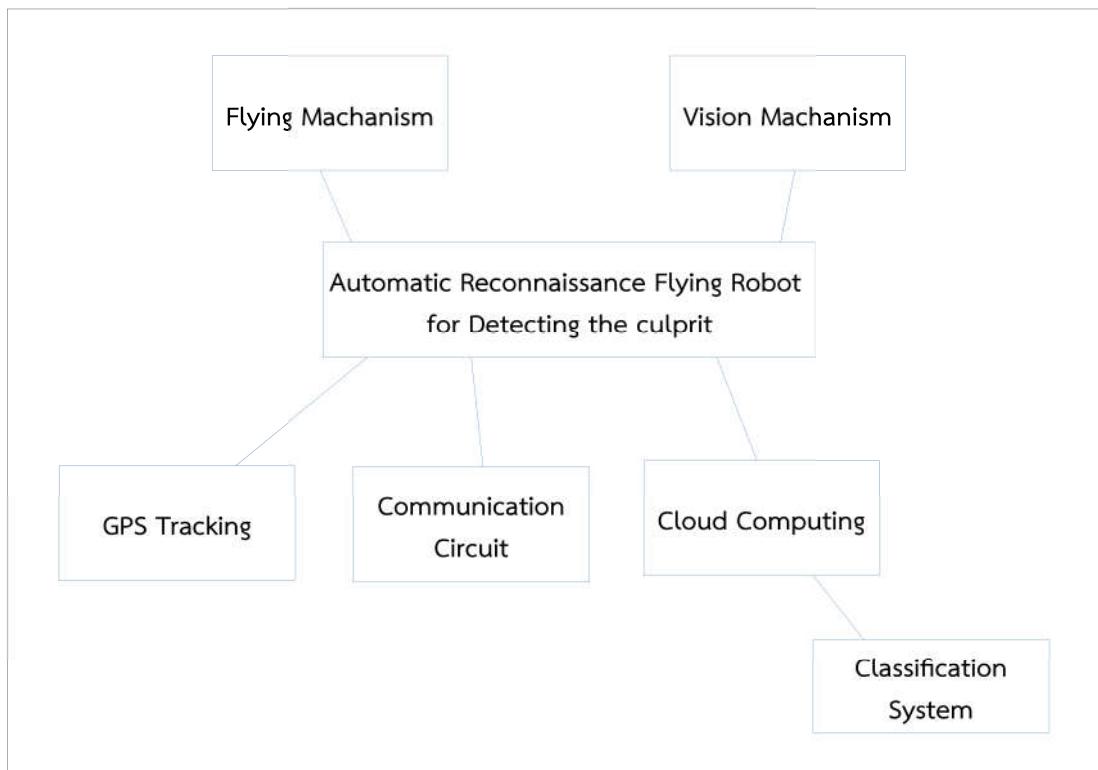
- 3.1 ด้านหุ่นยนต์แมลงลาดตระเวน
 - 3.1.1 หุ่นยนต์แมลงสามารถที่บินได้โดยอัตโนมัติตามเส้นทางที่กำหนดข้อมูลเอาไว้เท่านั้น
 - 3.1.2 หุ่นยนต์แมลงสามารถทำการแจ้งพิกัด GPS กลับมาอย่างฐานปฏิบัติการได้

3.2 ด้านการสื่อสาร

- 3.2.1 การสื่อสารข้อมูลระหว่างหุ่นยนต์กับฐานปฏิบัติการจะสื่อสารผ่านทางเครือข่าย Wireless เท่านั้น
- 3.2.2 การเชื่อมต่อ กับระบบ GPS จะต้องอยู่ภายใต้สภาพอากาศปกติเท่านั้น

4. วิธีการพัฒนา และเทคนิคที่ใช้

สำหรับกระบวนการในการออกแบบหุ่นยนต์แมลงล่าด้วยเรโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัย จะมีกรอบแนวคิดในการทำการวิจัยดังนี้



รูปที่ 3 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

จากรูปที่ 3 ผู้ทำวิจัยทำการแบ่งส่วนการออกแบบเป็น 2 ส่วนหลัก โดยประกอบไปด้วย ส่วนของการออกแบบ ชาร์ตแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งรายละเอียดของการออกแบบ จะเป็นดังนี้

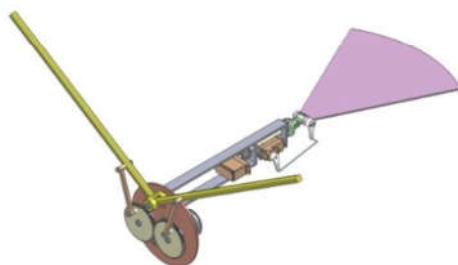
4.1 ชาร์ตแวร์

ในการพัฒนาหุ่นยนต์แมลงล่าด้วยเรโนมัติเพื่อการตรวจจับบุคคลต้องสงสัย ในส่วนของชาร์ตแวร์จะประกอบไปด้วย

4.1.1 จากการทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ที่เป็นลักษณะการเคลื่อนไหวในรูปแบบการกระพือปีก โดยส่วนที่ทำการศึกษาจะทำการศึกษาในเรื่องของการกระพือปีกของหุ่นยนต์ ส่วนของการรับภาพ ส่วนของการสื่อสารด้วย GPS Tracking และวงจรสื่อสารข้อมูลในรูปแบบไร้สาย ซึ่งงานวิจัยที่ศึกษาจะมีดังนี้

วสันต์ ลีลธรณากษ์ และปรัชญา เพรมปราณรัชต์ (2557) [1] การศึกษาและออกแบบสร้างหุ่นยนต์กระพือปีกควบคุมด้วยวิทยุบังคับ โดยงานวิจัยจะทำการศึกษาลักษณะของการเคลื่อนที่ของปีกกระพือที่คล้ายนก โดยทำการออกแบบและสร้างกลไกของการกระพือปีกเพื่อให้ได้แรงยกและแรงผลักโดยใช้ดีซีมอเตอร์ โครงปีกทำด้วยแผ่นปริ้นต์

ขับแห่งคาร์บอนไฟเบอร์ที่ติดกับปีกพลาสติก และออกแบบส่วนหางเพื่อใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์จำนวน 2 ตัว จากนั้นได้พัฒนาระบบควบคุมสั่งการบังคับด้วยคื่นวิทยุ



รูปที่ 4 โครงสร้างทุ่นยนต์กระพือปีก (วสันต์ และปรัชญา, 2557)

พลากร ตันตระกูล และ ดร.เอกชัย เป็งวัง (2557) [1] การออกแบบและวิเคราะห์ระบบกระพือปีกแบบปรับเปลี่ยนระยะได้สำหรับการเครื่องบินขนาดเล็กในการบินแบบลอดตัว โดยศึกษาเครื่องบินขนาดเล็กที่มีความยาวปีกไม่เกิน 15 เซนติเมตร บินอยู่นิ่งได้นานประมาณ 10 นาที ใช้เครื่องพิมพ์สามมิติสร้างโครงสร้างซึ่งเป็นพลาสติกความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบาใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับ โดยได้ศึกษาออกแบบสร้างกลไกทางกลมา 3 รูปแบบ ทดสอบหมายความของศาสตร์พื้นปีกในการคำนวณเบรียบเทียบกับการวัดจริง โดยองศาที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 35 – 40 องศา และความยาวของแห่งคาร์บอนไฟเบอร์ อยู่ในช่วง 18 – 28 มิลลิเมตร

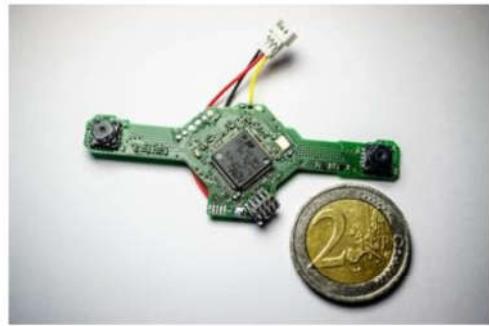


รูปที่ 5 ลักษณะกลไกการกระพือปีกแบบปรับระยะได้ (พลากร และดร.เอกชัย, 2557)

DelFly Explorer [4] เป็นเครื่องบินขนาดเล็กที่มีหลักการบินที่เป็นรูปแบบการกระพือปีก ซึ่งการออกแบบจะมีลักษณะคล้ายแมลงปอ ซึ่งเป็นการบินแบบอัตโนมัติ น้ำหนักเบา ซึ่งเรียกว่าเป็นอากาศยานขนาดเล็ก หรือ MAV (Micro Air Vehicle) โดยการออกแบบจะมีส่วนน้ำหนักเพียง 20 กรัม และมีระบบการมองเห็นแบบ stereovision (Stereo Vision System) ซึ่งสามารถตรวจสอบจับสิ่งกีดขวาง บินหลบหลีก อีกทั้งยังมีบาร์ออมิเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการรักษา rate ด้วยความสูง ซึ่งสามารถบินขึ้นและบินได้ลงนานถึง 9 นาที สามารถยับปีกได้เองโดยไม่ต้องยาวยกควบคุม



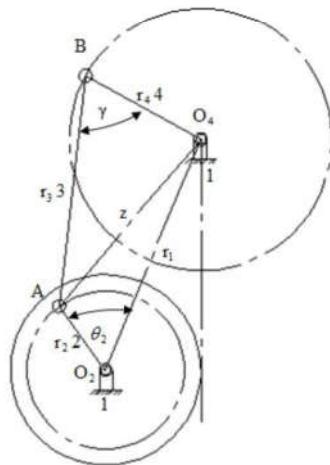
รูปที่ 6 โครงสร้างทุ่นยนต์แบบกระพือปีก DelFly Explorer



รูปที่ 7 แพนวิชั่น Stereo Vision System (DelFly Explorer)

4.1.2 สำหรับการออกแบบหุ่นยนต์แมลงล่าด้วยเห็นอัตโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัย จะมีการออกแบบดังต่อไปนี้

สำหรับการศึกษาการเคลื่อนไหวลักษณะขั้นต่อโยง 4 จิ้น (Four-Bar Linkage) [5] เพื่อช่วยในการออกแบบกลไกสำหรับการกระพริบของปีก และลดการติดขัดของกลไก โดยช่วงมุมในการส่งถ่ายแรงของการเคลื่อนที่ของกลไกจะใช้ช่วงมุมของขั้นต่อโยง 3 ไปยังตัวตามชินต่อโยง 4 ความรุค่ามุมอยู่ที่ 40 – 140 องศา โดยการคำนวณหามุมของปีกในการกระพริบขึ้นลงที่เหมาะสมนั้นสามารถใช้กฎของ Grashoff (Grashoff's Law) และกฎของ Cosines (Law of Cosines) มาช่วยในการคำนวณ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ภาพแสดงช่วงมุมของขาในการส่งถ่ายแรง γ

จากรูปสามเหลี่ยม AO_2O_4 และ ABO_4 จะได้สมการ

$$Z^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \theta_2 \quad (1)$$

$$Z^2 = r_3^2 + r_4^2 - 2r_3r_4 \cos \gamma \quad (2)$$

$$\begin{aligned} r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos \theta_2 &= r_3^2 + r_4^2 - 2r_3 r_4 \cos \gamma \\ \cos \gamma &= \frac{r_1^2 + r_2^2 - r_3^2 - r_4^2 - 2r_1 r_2 \cos \theta_2}{2r_3 r_4} \end{aligned} \quad (3)$$

ในการคำนวณเพื่อหามุมส่งถ่ายแรงการเคลื่อนที่ของปีกหุ้นยนต์ โดยในการออกแบบนี้ จะใช้การปรับค่าความยาวของ จากรูปที่ 5 คือ r_1, r_2, r_3 , และ r_4 และทำการคำนวณเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมุมส่งถ่ายแรงการเคลื่อนที่ของปีกหุ้นยนต์เพื่อไม่ให้เกิดการติดขัด

สำหรับในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างหุ้นยนต์แมลงนั้นผู้ออกแบบได้ทำการคัดเลือกโดยเน้นอุปกรณ์และวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด และคำนึงถึงขนาด และน้ำหนักของอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งบนตัวหุ้นยนต์ โดยอุปกรณ์ต่างๆ จะประกอบด้วย

- Onboard Stereo Vision System
- มอเตอร์บัสเลส 760 KV.
- แบตเตอรี่ Li-Po ขนาด 11.1 V. 900 mAh.
- อาร์ซีเซอร์วิโมเตอร์ (RC Servo Motor) จำนวน 2 ตัว
- ชุดสปีดคอนโทรลเมอร์บัสเลส BEC-5V/2A DC 7.4-14.8 V. 35A
- ชุดวงจร GPS Locator ZX7206 น้ำหนัก 3g
- ชุดวงจร Wireless RN-XV WiFly Module (INEX)

4.2 ซอฟต์แวร์

สำหรับในส่วนของซอฟต์แวร์นั้น จะเกี่ยวข้องกับส่วนของการตรวจจับบุคคลต้องสงสัย ซึ่งสำหรับเทคนิคที่ใช้นั้นจะเป็นเทคนิคของปัญญาประดิษฐ์ ในเทคนิค Deep Learning ในการตรวจจับจากใบหน้าของคนที่ผ่านเข้ามาในการรับภาพของแมลง และทำการประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของผู้ก่อการร้าย หรือฐานข้อมูลอาชญากร

5. จุดเด่นของงาน และประโยชน์การนำไปใช้

5.1 จุดเด่นของผลงาน

วิทยาการทางด้านของหุ้นยนต์มีการพัฒนาไปในหลากหลายด้าน โดยมีความสามารถในการทำงานตามคำสั่ง เพื่อทดแทนการทำงานของมนุษย์ในงานที่ต้องการความเที่ยงตรงแม่นยำ หรืองานที่มีความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สิน แต่หากหุ้นยนต์สามารถทำงานได้เพียงแค่ทำงานคำสั่งที่โปรแกรมไว้เท่านั้นก็อาจจะยังไม่เพียงพอในยุคสมัยปัจจุบัน ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหุ้นยนต์ มนุษย์จึงมีการนำเอาวิทยาการทางด้านของคอมพิวเตอร์ในศาสตร์ทางด้านของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เข้ามาทำงานร่วมกับวิทยาการหุ้นยนต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำแนวทางดังกล่าวมาใช้เป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาหุ้นยนต์แมลงลดตระเวนอัตโนมัติเพื่อตรวจจับบุคคลต้องสงสัย โดยงานวิจัยนี้มีจุดเด่นดังต่อไปนี้

- 1) งานออกแบบนี้มีการนำเอาวิทยาการหุ้นยนต์มาทำงานร่วมกับศาสตร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของหุ้นยนต์
- 2) งานออกแบบนี้มีการใช้หลักการทำงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้เทคนิค Deep Learning ในการทำการตรวจจับบุคคลต้องสงสัย
- 3) งานออกแบบนี้ใช้หลักการของสมองกลแบบฝังตัวในการออกแบบส่วนของหุ้นยนต์ ซึ่งการทำงานได้ในรูปแบบ Standalone หรือ Network (Client/Server)
- 4) การแสดงผลภาพที่ได้รับจากหุ้นยนต์แมลงจะสามารถแสดงผลได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือแท็บเล็ต เป็นต้น

5.2 ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ

- 1) เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และช่วยลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
- 2) เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีทางวิทยาการหุ่นยนต์ และช่วยให้เกิดการพัฒนาทางด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่รองรับกับวิทยาการหุ่นยนต์
- 3) ช่วยให้องค์กรสามารถลดต้นทุนทางด้านการจัดทำบุคลากรที่จะมาทำงานในส่วนของความปลอดภัยลงได้

5.3 ประโยชน์ทางด้านสังคม

- 1) เพื่อให้เกิดความสงบเรียบร้อยภายในสังคม และชุมชน เนื่องจากการออกแบบนี้สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถรับมือกับเหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างทันการณ์ ซึ่งจะส่งผลให้ปัญหาทางสังคมในอนาคตมีแนวโน้มลดลงได้
- 2) เพื่อเป็นเครื่องมือให้กับเจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานทางด้านความมั่นคงและปลอดภัยใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ได้สะดวก และปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินมากขึ้น

6. บรรณานุกรม / เอกสารอ้างอิง

- [1] วสันต์ ลีลธนากุช และปรัชญา เปรมปราณีรัชต์ (2557). การศึกษาและการออกแบบสร้างหุ่นยนต์กระเพื้องควบคุมด้วยวิทยุบังคับ, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [2] พลagra ตันตะรุกุล และดร.เอกชัย เป็งวงศ์ (2557). การออกแบบและวิเคราะห์ระบบกระเพื้องแบบปรับเปลี่ยนระยะได้สำหรับเครื่องบินขนาดเล็กในการบินแบบลอยตัว, การประชุมวิชาการทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและหุ่นยนต์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
- [3] ณัฐสิทธิ์ พัฒนาอ่อน (2548). การศึกษาและการออกแบบระบบควบคุมของหุ่นยนต์กระเพื้องควบคุมแม่ขอนก, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ กรุงเทพมหานคร
- [4] ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์เกว, อภิวัฒน์ หวังสาด, ศิริศักดิ์ ศรีแจ่ม และวสันต์ โปรดประโคน (2555). การบังคับรถควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยระบบจีพีเอสแบบไร้สาย, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ปีที่ 6 วันที่ 2 กันยายน 2555, กรุงเทพมหานคร
- [4] "Autonomous Flight of a 20-gram Flapping Wing MAV with 4-gram Onboard Stereo Vision System", by C. De Wagter, S. Tijmons, B.D.W. Remes, and G.C.H.E. de Croon, Accepted at ICRA2014, URL: <http://www.delfly.nk/explorer.html>, access on 30/10/2018.
- [5] Hamilton H. Mabie and Charles F. Reinholtz (1987), *Mechanisms and Dynamics of Machinery*, 4nd Edition, ISBN: 13978-0-471-80237-2, John Wiley & Sons, Inc.