



การวิเคราะห์ทางเลือกเทคโนโลยี

กรณีศึกษา: การเลือกเทคโนโลยีการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมมองสูง

ณัชพล เกิดชนะ¹

วรพจน์ อังกสิทธิ์²

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการถ่ายภาพมุมมองสูงมีแนวโน้มเปลี่ยนจากการใช้เครื่องบินจริงมาใช้เครื่องบินเล็กบังคับวิทยุซึ่งคล่องตัวและค่าใช้จ่ายน้อยกว่า แต่เครื่องบินบังคับวิทยุมีหลายประเภท คุณสมบัติการบินแตกต่างกัน ส่งผลโดยตรงต่อการบินที่ภาพเคลื่อนไหว และเมื่อใช้กับสถานที่ที่ไม่เหมาะสม คุณภาพของภาพเคลื่อนไหวที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่มีความปลอดภัยและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

การศึกษานี้ใช้ AHP (Analytic Hierarchy Process) เป็นเครื่องมือตัดสินใจเลือกเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 9 ปัจจัยหลัก คือ ด้านน้ำหนัก, ขนาดเครื่องบิน, เสถียรภาพการบิน, ความปลอดภัย, ค่าใช้จ่าย, คุณภาพผลงาน, ความซับซ้อนของเครื่องบิน, อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน และเสียงรบกวน ซึ่งช่วยแก้ปัญหาความผิดพลาด ในการเลือกประเภทของเครื่องบินเล็กเพื่อใช้ถ่ายภาพเคลื่อนไหว ทดลองโดยนำเครื่องบิน (Fix Wing), เฮลิคอปเตอร์ (Helicopter), มัลติโรเตอร์ (Multirotor) และบอลลูน (Blimp) โดยใช้ความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานถ่ายภาพ, ผู้เชี่ยวชาญเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุ และทดลองติดกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวกับเครื่องบินบังคับวิทยุประเภทต่างๆ และขึ้นบินเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของภาพที่ได้จากเครื่องบินแต่ละประเภท และเชื่อมั่นว่าเครื่องมือที่นำเสนอ สามารถช่วยตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีเครื่องบินที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมมองสูงของพื้นที่ที่แตกต่างกันได้

ผลการศึกษานงานวิจัยพบว่า เมตริกซ์การคำนวณปัจจัยทางเลือกได้ผลดังนี้ บอลลูน 29.12% จาก ปัจจัยเสถียรภาพการบินและการประหยัดพลังงาน มัลติโรเตอร์ 26.71% จากปัจจัยด้านขนาดและเสถียรภาพการบิน ซึ่งเครื่องบิน 15.49% ได้คะแนนน้อยเนื่องจากขาดเสถียรภาพการบิน และคุณภาพของภาพ และ เฮลิคอปเตอร์ 12.58% ได้คะแนนน้อยจากปัจจัยความซับซ้อนของอะไหล่, สิ้นเปลืองพลังงานและเสียงรบกวน ซึ่งจากผลลัพธ์การวิจัยเครื่องบินแต่ละประเภท เหมาะสมกับงานถ่ายภาพสถานที่ ซึ่งแตกต่างกันโดยพิจารณาจากการนำไปใช้ โดยบอลลูนเหมาะสมกับงานภายนอกที่ต้องใช้เวลาบันทึกภาพนาน มัลติโรเตอร์ใช้งานได้ที่ทั้งภายในและภายนอกอาคารที่ต้องการพื้นที่น้อย เครื่องบินเหมาะสมกับงานภายนอกเชิงสำรวจ และ เฮลิคอปเตอร์เหมาะสมกับงานภายนอกที่ใช้พื้นที่น้อย

คำสำคัญ– การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี; กระบวนการระดับชั้นเชิงวิเคราะห์; การเลือกเทคโนโลยี

¹ นายณัชพล เกิดชนะ สาขาวิชาการพัฒนาความสามารถทางการแข่งขันเชิงเทคโนโลยี สถาบันวิชาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

² ดร.วรพจน์ อังกสิทธิ์ สถาบันวิชาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี



Abstract

The high-angle shooting using a small radio. The use of aircraft and helicopters. The actual capacity of the aircraft used for movie shooting, high angle, then there are many variations of this research is to test the aircraft types commonly used for aerial photography and aircraft (Fix Wing), helicopter (Rotor Wing), multi-rotor and the balloon by using the expertise of practitioners and photography professionals in the aircraft radio. And trials of the aircraft type mounted camera to shoot in different locations, the information for decision making. And believes that the tools offered, the technology can help you decide on a suitable aircraft for the movement of high angle shots of the area are different.

This study used AHP as a tool to decide on technology. Which consists of nine main factors: the weight, size of aircraft, flight stability, safety, cost, quality work, the complexity of the aircraft, the power consumption and noise which are eliminating errors from selection the type of aircraft for shooting movies. Trial by plane, helicopter, multi-rotor aircraft and balloon-mounted camera to collect performance data and images derived from each type of aircraft.

The research found that Matrix calculations, the choice of the balloon, 29.12%, multi-rotor 26.71%, plane 15.49%, helicopter 12.58%, respectively, balloon is the highest rating from The stability of aviation and energy inputs, multi-rotor high scores from the factor of its small size and the stability of the aircraft. The few score is derived from the aircraft flight stability and image quality. The few score is derived from Helicopters of the more complex aspects of spare parts, power consumption and noise. Each type of aircraft, which was considered suitable for shooting in different places.

Keywords: Technology Change; AHP

บทนำ

ภาพเคลื่อนไหวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประเภทเนื่องจากเห็นภาพรวม แบบ Real time สามารถบอกเล่าเรื่องราว และเหตุการณ์ทั้งหมดให้ผู้ชมทราบได้ โดยไม่ต้องบรรยายใดๆ จึงนำไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่นงานเปิดตัวสินค้า, การถ่ายทำภาพยนตร์, สารคดี, โฆษณา, คอนเสิร์ต หรือแม้กระทั่งการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์

ในอดีตการถ่ายภาพมุมสูง ใช้อุปกรณ์ช่วยในการถ่ายภาพเช่น การใช้เครน, การใช้เสาสูง หรือแม้กระทั่งให้ช่างภาพขึ้นเครื่องบิน แต่ด้วยปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนามากขึ้น ทำให้การใช้เครื่องบินเล็กบังคับวิทยุติดกล้องถ่ายภาพถูกนำมาใช้งานแพร่หลายมากขึ้น



เทคโนโลยีการถ่ายภาพก้ำวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้อุปกรณ์บันทึกภาพมีขนาดเล็ก, เบา และราคาถูกลง ส่งผลให้ความนิยมถ่ายภาพมีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหว อีกทั้งเทคโนโลยีของเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุพัฒนาขึ้นมาก มีหลากหลายประเภท ซึ่งคุณสมบัติด้านการบินแตกต่างกันไปส่งผลโดยตรงต่อการนำมาใช้ถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง อีกทั้งปัจจัยด้านราคา ความปลอดภัย และวงจรอายุผลิตภัณฑ์(Product Life Cycle)ของเครื่องบินที่สั้น ซึ่งถูกแทนที่ด้วยรุ่นใหม่หมดตลอดเวลา จึงเป็นปัญหาต่อผู้ตัดสินใจเลือกเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุมาใช้งานด้านการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง และด้วยทักษะการบังคับเครื่องบินแต่ละประเภทมีความยากง่ายไม่เท่ากัน จึงทำให้ยากต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุเพื่อใช้ถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง การจัดหาเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุเข้ามาใช้ในงานถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง จำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติให้ตรงตามการใช้งานเพื่อประสิทธิภาพของผลงาน

ข้อมูลจากงานวิจัยนี้ได้มาจาก 2 กลุ่ม คือ ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องบินบังคับวิทยุ โดยการสัมภาษณ์ และข้อมูลจากการทดลอง โดยติดตั้งกล้องถ่ายภาพเข้ากับเครื่องบินบังคับวิทยุ 4 ประเภท ได้แก่ เครื่องบินปีก(Fix Wing), เฮลิคอปเตอร์(Helicopter), มัลติมอเตอร์(Multi Motor) และ บอลลูน(Balloon) นำขึ้นบินในสถานที่ทั้งภายในและภายนอกอาคาร และบันทึกผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถการถ่ายภาพเคลื่อนไหวโดยใช้เครื่องบิน, เฮลิคอปเตอร์, มัลติโรเตอร์ และบอลลูน
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องบินเล็กสำหรับถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง
3. เพื่อเลือกเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุที่เหมาะสมสำหรับใช้งานถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การขับเคลื่อนทางธุรกิจสมัยใหม่ต้องอาศัยระบบสารสนเทศ เพื่อช่วยเสริมสร้างรายได้เปรียบทางการแข่งขัน ช่วยเพิ่มความถูกต้อง แม่นยำ และลดข้อผิดพลาดต่างๆ แต่ระบบสารสนเทศต่างๆ เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีที่ปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว

การตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เข้ามาใช้ในองค์กรธุรกิจ มีประโยชน์เมื่อเลือกใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้องและเหมาะสม และจะก่อให้เกิดความเสียหายหากตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีผิดพลาด

การตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีอาจถูกต้องหรือ ผิดพลาดขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาและสถานการณ์ขณะนั้น รวมทั้งปัจจัยที่แตกต่างออกไปตามลักษณะของปัญหา การพัฒนาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ ในปัจจุบัน สามารถเสนอผลลัพธ์ทางเลือกที่แตกต่างกันโดยใช้หลักของสมการจำลอง (Models) และการบริหารยุคใหม่ จึงได้มีการพัฒนาระบบการสนับสนุนการตัดสินใจให้สามารถช่วยการตัดสินใจของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดข้อผิดพลาดจากการตัดสินใจให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด [1]

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) หรือเรียกสั้นๆ ว่า AHP เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 โดยอาศัยการเลียนแบบจากพฤติกรรมของมนุษย์ ที่สามารถแยกแยะถึงองค์ประกอบของปัญหาตามระดับ กำหนดน้ำหนัก



เปรียบเทียบในแต่ละปัจจัยของปัญหาในแต่ละลำดับชั้น ซึ่งประกอบด้วยทางเลือกต่างๆ จนสุดท้าย จึงได้ทางเลือกที่ต้องการ [2]

ขั้นตอนการตัดสินใจด้วย AHP มีหลักการง่ายๆ คือแบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ [3] แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้วจึงพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ [4]

สิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ปัญหาคือการกำหนดปัญหาให้ตรงประเด็น และกำหนดปัจจัยที่มีส่วนช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งนับว่าเป็นขั้นตอนที่มีความยุ่งยาก และสำคัญมาก เพื่อให้การตัดสินใจเป็นที่พอใจของทุกฝ่ายและมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ

จุดเด่นของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ คือ ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบ เชิงคู่ในการตัดสินใจ ก่อนที่จะลงมือตอบคำถามและด้วยโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับชั้น เลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆ ได้

การนำเครื่องมือ Analytic Hierarchy Process มาใช้วิเคราะห์ในงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์และปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยี

วัตถุประสงค์หลักคือ การเลือกเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพเคลื่อนไหว “มุมสูง

ปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ได้จากการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การศึกษาเทคโนโลยีปัจจุบัน และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีปัจจัยหลักที่ต้องใช้ประเมินเทคโนโลยีทั้งหมด 9 ปัจจัย ได้แก่ด้านน้ำหนัก, ขนาดเครื่องบิน, ความนิ่งของเครื่องบิน, ความปลอดภัย, ค่าใช้จ่าย, ด้านคุณภาพของผลงาน, ความซับซ้อนของเครื่องบิน, การสิ้นเปลืองพลังงาน และ ด้านเสียงรบกวน

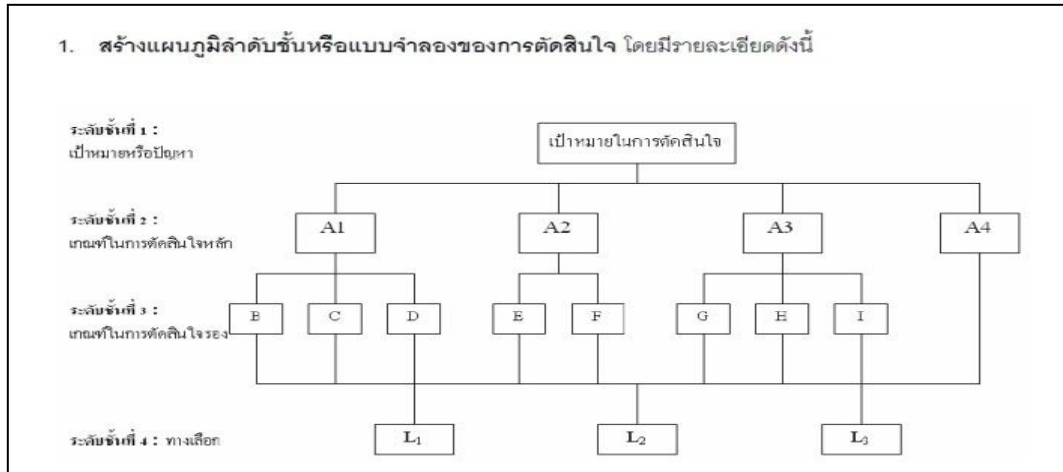
ขั้นตอนที่ 2 การทำแบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process; AHP)

การสร้างแผนภูมิลำดับชั้น หรือแบบจำลองของการตัดสินใจ มีรายละเอียดดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
- ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
- ระดับชั้นที่ 3 แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)
- ส่วนระดับชั้นล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้



รูปที่ 1. โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)



จากนั้นจึงนำเกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 9 ประการมาพิจารณาเปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญ แล้ววินิจฉัยเปรียบเทียบกับเครื่องบินเล็กทั้ง 4 ประเภท ที่ได้จากการทดลองถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

การคำนวณหาลำดับความสำคัญในแต่ละชั้น ผู้ทดลองจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญ ตามเกณฑ์การทดลองที่ได้กำหนดไว้ โดยการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) เริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง และแบ่งระดับความสำคัญ หรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับดังแสดงในตารางที่ 1

หลังจากกำหนดคะแนนความสำคัญที่ได้จากการทดลองแล้ว ทำการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ของในชั้นนั้น ทำการวิเคราะห์ทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้นจะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

จากการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการเลือกเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุเพื่อการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง ที่สามารถตอบสนองความต้องการได้สูงสุดพบว่า มีปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุด้วยกัน 9 ปัจจัย คือ

1. น้ำหนัก หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่เครื่องบินเล็กบังคับวิทยุชนิดนั้นสามารถรองรับได้
2. ขนาด หมายถึง ความกว้างxความยาวxความสูงของเครื่องบินวัดเป็นปริมาตรลูกบาศก์
3. ความนิ่ง หมายถึง ความสามารถของเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุในการลอยหยุดนิ่งอยู่กลางอากาศ เพื่อบันทึกภาพ
4. ความปลอดภัย หมายถึง อุปกรณ์ป้องกันใบพัด เพื่อป้องกันอันตรายต่อคนหรือสิ่งที่อยู่ใกล้เคียง กรณีเกิดความผิดพลาดขณะบินถ่ายภาพ
5. ค่าใช้จ่าย หมายถึง จำนวนเงินค่าใช้จ่ายสำหรับการขึ้นบิน
6. คุณภาพผลงาน หมายถึง คุณภาพของภาพ เคลื่อนไหวที่ถูกนำไปใช้งานได้ทันทีหรือต้องผ่าน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก่อนนำไปใช้งาน



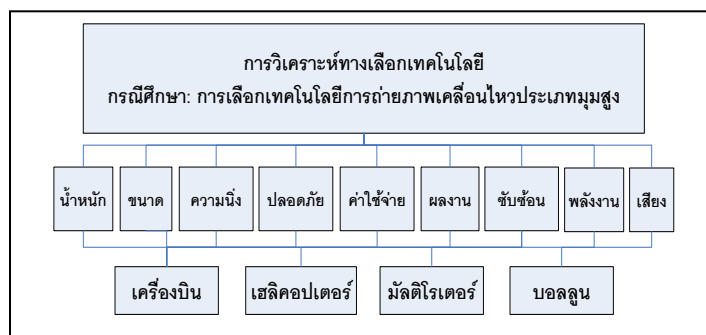
ตารางที่ 1 เกณฑ์เปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง
(Pairwise Comparison Scale) [5]

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

7. ความซับซ้อน หมายถึง จำนวนชิ้น และความยุ่งยากซับซ้อนของอุปกรณ์ที่ประกอบกันขึ้นเป็นเครื่องบินเล็ก บังคับวิทยุ
8. พลังงาน หมายถึง ปริมาณพลังงานจากแบตเตอรี่ที่ใช้ มากน้อยเพียงใด โดยวัดจากระยะเวลาที่เครื่องบินเล็ก บังคับวิทยุสามารถบินได้ต่อแบตเตอรี่ 1 ก้อน ที่ความจุและ กำลังไฟเท่ากัน
9. เสียรบกวน หมายถึง ความดังของเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือใบพัด วัดเป็นหน่วยเดซิเบลของเครื่องบินเล็ก บังคับวิทยุในขณะปฏิบัติงาน

จากปัจจัยที่ใช้ในการเลือกเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุที่กำหนดไว้นั้นสร้างเป็นแผนภูมิลำดับชั้นได้ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2. แผนภูมิลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กเพื่อการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมมองสูง



โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์หลักภายใต้เป้าหมาย และเปรียบเทียบทางเลือกภายใต้ปัจจัยเกณฑ์หลัก โดยสร้างตารางเมทริกซ์เพื่อวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ เป็นคู่ ไล่ตัวเลขระดับความสำคัญจาก 1 ถึง 9 และวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ทั้งหมดลงในตารางเมทริกซ์ แล้วจึงคำนวณหาลำดับความสำคัญโดยนำปัจจัยทั้ง 9



เป็นเกณฑ์การตัดสินใจเปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญ ต่อจากนั้นจึงนำมาวินิจฉัยเปรียบเทียบกับเทคโนโลยี เครื่องบินเล็กบั้งคับวิทยูทั้ง 4 ประเภท ภายใต้เกณฑ์ทั้ง 9 ข้างต้น เพื่อหาลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบั้งคับวิทยูแต่ละประเภทได้ผลดังรูปที่ 3

รูปที่ 3. ตารางเมตริกซ์ แสดงน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์ประเมิน

เกณฑ์	น้ำหนัก	ขนาด	ความนิ่ง	ปลอดภัย	ค่าใช้จ่าย	คุณภาพ	ซับซ้อน	พลังงาน	เสียง	ผลรวม
น้ำหนัก	1.00	4.00	0.50	0.25	6.00	0.33	3.00	2.00	5.00	22.08
ขนาด	0.25	1.00	0.20	0.14	3.00	0.17	0.50	0.33	2.00	7.59
ความนิ่ง	2.00	5.00	1.00	0.33	7.00	0.50	4.00	3.00	6.00	28.83
ปลอดภัย	4.00	7.00	3.00	1.00	9.00	2.00	6.00	5.00	8.00	45.00
ค่าใช้จ่าย	0.17	0.33	0.14	0.11	1.00	0.13	0.25	0.20	0.50	2.83
คุณภาพ	3.00	6.00	2.00	0.50	8.00	1.00	5.00	4.00	7.00	36.50
ซับซ้อน	0.33	2.00	0.25	0.17	4.00	0.20	1.00	0.50	3.00	11.45
พลังงาน	0.50	3.00	0.33	0.20	5.00	0.25	2.00	1.00	4.00	16.28
เสียง	0.20	0.50	0.17	0.13	2.00	0.14	0.33	0.25	1.00	4.72
ผลรวม	11.45	28.83	7.59	2.83	45.00	4.72	22.08	16.28	36.50	175.29

ทำการคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล เพื่อเป็นการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency) ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตามปกติในการวิเคราะห์เปรียบเทียบของเป็นคู่ (Pairwise) โดยการคำนวณหา ดรรชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI) ซึ่งในกรณีของปัจจัยที่มีเกินกว่า 5 ปัจจัย ค่าความ สอดคล้องกัน ไม่ควรเกิน 10% (<0.1) จึงจะยอมรับได้

$$CI = CR / RI \quad (1)$$

CI = Consistency Index (ดรรชนีความสมเหตุสมผล)

CR = Consistency Ration (สัดส่วนความสมเหตุสมผล)

RI = Random Inconsistency Index (ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล) สามารถดูได้จากตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Random Inconsistency Index (RI) (Sahoo, 1998) [6]

N	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	5	1.59



จากการคำนวณพบว่า CI มีค่าเท่ากับ 0.046 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 แสดงว่ามีความสอดคล้องกันของข้อมูล สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในลำดับขั้นต่อไปได้

ในการวิจัยนี้ได้เลือกเทคโนโลยีเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุที่สามารถรับน้ำหนักกล้องถ่ายภาพได้ และมีเสถียรภาพในการบินเพื่อใช้ในการทดสอบ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบคือ ซื่อจากตัวแทนจำหน่ายและพัฒนาขึ้นเอง เพื่อให้ได้คุณสมบัติตรงตามการใช้งานและเป็นตัวเลือก ซึ่งทั้งหมดสามารถรับน้ำหนักกล้องถ่ายภาพที่ 500 กรัม รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของเครื่องบินที่ใช้ทดสอบ

คุณสมบัติ	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน
ขนาดใบพัด	20 ซม. จำนวน 1 ใบ	65 ซม. จำนวน 1 ใบ	20 ซม. จำนวน 4 ใบ	20 ซม. จำนวน 2 ใบ
ลำตัวกว้าง	120 ซม.	65 ซม.	50 ซม.	200 ซม.
ลำตัวยาว	100 ซม.	70 ซม.	50 ซม.	400 ซม.
น้ำหนัก	800 กรัม	800 กรัม	700 กรัม	500 กรัม
น้ำหนักบรรทุก	500 กรัม	500 กรัม	700 กรัม	300 กรัม
พลังงาน	แบตเตอรี่ 2250 mAh.	แบตเตอรี่ 2250 mAh.	แบตเตอรี่ 3000 mAh.	แบตเตอรี่ 1250 mAh.

ในการสร้างตารางเมตริกซ์เพื่อวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆจะต้องทำครบทุกปัจจัยที่พิจารณาดังนี้ ปัจจัยด้านน้ำหนัก แสดงในรูปที่ 4 ปัจจัยด้านขนาด แสดงในรูปที่ 5 ปัจจัยด้านความเสถียร ดังแสดงในรูปที่ 6 ปัจจัยด้านความปลอดภัย แสดงในรูปที่ 7 ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย แสดงในรูปที่ 8 ปัจจัยด้านคุณภาพ แสดงในรูปที่ 9 ปัจจัยด้านความซับซ้อน แสดงในรูปที่ 10 ปัจจัยด้านพลังงาน แสดงในรูปที่ 11 และปัจจัยด้านเสียงรบกวน ดังแสดงในรูปที่ 12

รูปที่ 4. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินด้านน้ำหนัก

น้ำหนัก	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องบิน	0.29	0.29	0.29	0.29	1.14	28.57%
เฮลิคอปเตอร์	0.14	0.14	0.14	0.14	0.57	14.29%
มัลติโรเตอร์	0.29	0.29	0.29	0.29	1.14	28.57%
บอลูน	0.29	0.29	0.29	0.29	1.14	28.57%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

รูปที่ 5. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินด้านขนาด

ขนาด	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องบิน	0.18	0.18	0.18	0.18	0.73	18.18%
เฮลิคอปเตอร์	0.27	0.27	0.27	0.27	1.09	27.27%
มัลติโรเตอร์	0.45	0.45	0.45	0.45	1.82	45.45%
บอลูน	0.09	0.09	0.09	0.09	0.36	9.09%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%



รูปที่ 6. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินด้านความเสถียร

เสถียรภาพ การบิน	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องบิน	0.07	0.07	0.07	0.08	0.29	7.13%
เฮลิคอปเตอร์	0.21	0.21	0.20	0.23	0.86	21.40%
มัลติโรเตอร์	0.36	0.36	0.33	0.31	1.35	33.75%
บอลูน	0.36	0.36	0.41	0.38	1.51	37.72%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

รูปที่ 7. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินด้านความปลอดภัย

ความ ปลอดภัย	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องบิน	0.21	0.21	0.20	0.23	0.86	21.40%
เฮลิคอปเตอร์	0.07	0.07	0.07	0.08	0.29	7.13%
มัลติโรเตอร์	0.36	0.36	0.33	0.31	1.35	33.75%
บอลูน	0.36	0.36	0.41	0.38	1.51	37.72%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

รูปที่ 8. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่าย	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องบิน	0.30	0.30	0.25	0.30	1.15	28.75%
เฮลิคอปเตอร์	0.30	0.30	0.25	0.30	1.15	28.75%
มัลติโรเตอร์	0.30	0.30	0.25	0.30	1.15	28.75%
บอลูน	0.10	0.10	0.25	0.10	0.55	13.75%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

รูปที่ 9. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินด้านคุณภาพ

คุณภาพ ผลงาน	เครื่องบิน	เฮลิคอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องบิน	0.08	0.08	0.08	0.08	0.23	5.77%
เฮลิคอปเตอร์	0.23	0.23	0.23	0.23	0.69	17.31%
มัลติโรเตอร์	0.31	0.31	0.31	0.31	0.92	23.08%
บอลูน	0.38	0.38	0.38	0.38	1.15	28.85%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	46.15%



รูปที่ 10. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินความซับซ้อน

ความซับซ้อนของเครื่องปั้น	เครื่องปั้น	เสลิกอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องปั้น	0.36	0.36	0.36	0.36	1.43	35.71%
เสลิกอปเตอร์	0.07	0.07	0.07	0.07	0.29	7.14%
มัลติโรเตอร์	0.21	0.21	0.21	0.21	0.86	21.43%
บอลลูน	0.36	0.36	0.36	0.36	1.43	35.71%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

รูปที่ 11. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินด้านพลังงาน

พลังงาน	เครื่องปั้น	เสลิกอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องปั้น	0.31	0.31	0.31	0.31	1.23	30.77%
เสลิกอปเตอร์	0.08	0.08	0.08	0.08	0.31	7.69%
มัลติโรเตอร์	0.23	0.23	0.23	0.23	0.92	23.08%
บอลลูน	0.38	0.38	0.38	0.38	1.54	38.46%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

รูปที่ 12. ตารางเมตริกซ์ แสดงเกณฑ์ประเมินเสียงรบกวน

เสียงรบกวน	เครื่องปั้น	เสลิกอปเตอร์	มัลติโรเตอร์	บอลลูน	ผลรวม แนวนอน	เกณฑ์ ประเมิน
เครื่องปั้น	0.33	0.33	0.33	0.33	1.33	33.33%
เสลิกอปเตอร์	0.07	0.07	0.07	0.07	0.27	6.67%
มัลติโรเตอร์	0.27	0.27	0.27	0.27	1.07	26.67%
บอลลูน	0.33	0.33	0.33	0.33	1.33	33.33%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	100.00%

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูงและปัจจัยทางเลือกสรุปผลได้รูปที่ 13

รูปที่ 13. ตารางเมตริกซ์ แสดงผลการคำนวณ AHP

	น้ำหนัก	ขนาด	ความนิ่ง	ปลอดภัย	ค่าใช้จ่าย	คุณภาพ ผลงาน	อุปกรณ์ ซับซ้อน	พลังงาน	เสียง รบกวน	คะแนน ความ สำคัญ
เกณฑ์ประเมิน	12.60%	4.33%	16.45%	25.67%	1.61%	20.82%	6.53%	9.29%	2.69%	
เกณฑ์ ประเมิน(%)	0.13	0.04	0.16	0.26	0.02	0.21	0.07	0.09	0.03	
เครื่องปั้น	3.60%	0.79%	1.17%	5.49%	0.46%	1.20%	2.33%	2.86%	0.90%	18.81%
เสลิกอปเตอร์	1.80%	1.18%	3.52%	1.83%	0.46%	3.60%	0.47%	0.71%	0.18%	13.76%
มัลติโรเตอร์	3.60%	1.97%	5.55%	8.66%	0.46%	4.81%	1.40%	2.14%	0.72%	29.31%
บอลลูน	3.60%	0.39%	6.20%	9.68%	0.22%	6.01%	2.33%	3.57%	0.90%	32.91%

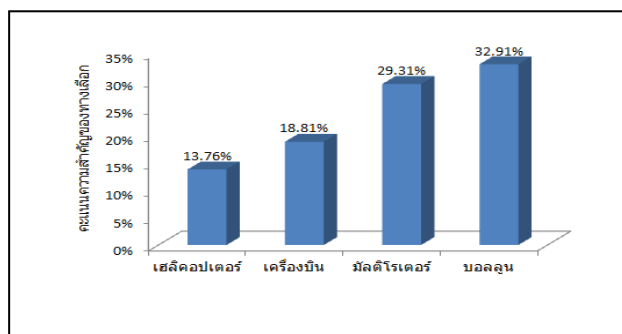


จากเมตริกซ์การคำนวณปัจจัยทางเลือกซึ่งผลที่ได้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- บอลลูนและมัลติโรเตอร์
- เครื่องบินและเฮลิคอปเตอร์

จากผลการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าบอลลูนและ มัลติโรเตอร์คะแนนใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถนำมาใช้สำหรับถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูงได้แต่ต้องพิจารณาข้อจำกัดด้านสถานที่ว่า เครื่องบินชนิดใดเหมาะสมสำหรับสถานที่นั้นๆ

รูปที่ 14. เสนอแนะและทางเลือกเครื่องบินสำหรับถ่ายภาพมุมสูงซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วย AHP



ผลลัพธ์การวิจัย

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการทำวิจัยดังรูปที่ 14 การถ่ายภาพมุมสูงนั้นเกณฑ์ที่ต้องคำนึงเป็นลำดับต้นๆ คือด้านความปลอดภัย(25.67%), คุณภาพของผลงาน(20.82%) และความนิ่ง(16.45%) ตามลำดับ ซึ่งองค์ประกอบของเครื่องบินประเภท เฮลิคอปเตอร์, เครื่องบิน, มัลติโรเตอร์ต้องใช้กลไกหมุนรอบใบพัดให้สูง เพื่อเป็นแรงขับเคลื่อนหรือสร้างแรงยกให้เครื่องบินลอยตัวซึ่งหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นความเสียหายจะกระทบบริเวณกว้างไม่ว่าจะเป็นสิ่งของหรือแม้กระทั่งสิ่งมีชีวิตซึ่งต่างจากบอลลูนที่บรรจุก๊าซฮีเลียมที่คุณสมบัติเบากว่าอากาศและไม่ติดไฟ จึงมีความปลอดภัยมากกว่าเครื่องบินแต่ข้อด้อยของบอลลูนคือ ขนาดใหญ่เพื่อบรรจุก๊าซ สำหรับรับน้ำหนักอุปกรณ์การถ่ายภาพ ซึ่งต่างจากขนาดของเครื่องบินถึง 6 เท่า

ในส่วนคุณภาพของผลงาน ซึ่งจำเป็นต้องได้ภาพที่คมชัด, นิ่ง เพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งภาพที่ได้จากบอลลูน และ มัลติโรเตอร์มีความคมชัดและนิ่งมากที่สุด โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งต่างจากภาพที่ได้จากเฮลิคอปเตอร์ ที่ภาพสั่นไหว เนื่องจากเครื่องบินประเภทเฮลิคอปเตอร์จะมีเพ็อง กลไกเป็นจำนวนมากซึ่งทำให้ตัวเครื่องบินไม่นิ่ง ส่งผลให้กล้องถ่ายภาพสั่นตามไปด้วย สำหรับเครื่องบินที่ลักษณะทางกายภาพที่ไม่สามารถหยุดนิ่งกลางอากาศได้ จึงส่งผลให้ไม่สามารถกำหนดจุดที่ต้องการถ่ายภาพได้ เหมาะกับการถ่ายภาพเชิงสำรวจที่ใช้พื้นที่บริเวณกว้าง



บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองของเครื่องบินทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ เครื่องบิน, เฮลิคอปเตอร์, มัลติโรเตอร์ และ บอลลูน จากเกณฑ์การคำนวณ บอลลูนและมัลติโรเตอร์ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงคือ 32.91% และ 29.31% ตามลำดับ แต่เครื่องบินและเฮลิคอปเตอร์ อยู่ในกลุ่มคะแนนที่ต่ำาคือ 18.81% และ 13.76% ตามลำดับ

บอลลูนรับน้ำหนักบรรทุกได้ดี จึงไม่มีอุปสรรคด้านน้ำหนักของกล้องถ่ายภาพ แต่ด้วยขนาดใหญ่จึงต้องบรรจุปริมาณก๊าซมากกว่าราคาสูงจึงไม่ยืดหยุ่นในการใช้งาน เหมาะกับงานที่ต้องการลอย นิ่ง ในอากาศเป็นเวลานาน และควรใช้ลักษณะงานภายนอกอาคาร

มัลติโรเตอร์ ค่าจากผลการทดลองอยู่ในลำดับ 2 ซึ่งได้คะแนนรองจาก บอลลูนเพียงเล็กน้อย โดยพิจารณาจากเกณฑ์และผลการทดลองที่มีขนาดเล็ก, ปลอดภัย, และเสถียรภาพ มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน จึงสามารถใช้งานถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูงทั้งภายในและภายนอกอาคารได้

เครื่องบิน ค่าจากผลการทดลองอยู่ในลำดับ 3 ซึ่งได้ 18.81% ห่างจากกลุ่มบน คือ บอลลูนและมัลติโรเตอร์คือ 32.91% และ 29.31% ตามลำดับ สาเหตุจากลักษณะของเครื่องบินที่ไม่สามารถหยุดนิ่งกลางอากาศ ทำให้เกิดข้อจำกัดด้านคุณภาพของภาพถ่ายที่เป็นปัจจัยหลักของการดำเนินงาน ซึ่งพิจารณาจากลักษณะของเครื่องบินและการใช้งานจึง เหมาะสมกับการถ่ายภาพเชิงสำรวจพื้นที่บริเวณกว้าง เช่น ป่าไม้, ระบบชลประทาน เป็นต้น

เฮลิคอปเตอร์ ได้คะแนนเป็นลำดับสุดท้ายของผลการทดลองคือ 13.76% เนื่องจากปัจจัยในหลายด้านเช่น เสถียรภาพ, พลังงาน, อุปกรณ์ซับซ้อน และความปลอดภัย จึงส่งผลให้เฮลิคอปเตอร์ไม่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ถ่ายภาพมุมสูง แต่พิจารณาการใช้งาน สามารถนำมาใช้ถ่ายภาพภายนอกอาคาร เพื่อความปลอดภัย เช่น ถ่ายภาพภายนอกอาคารและสถานที่ไม่กว้างมากนัก

ทั้งนี้หากพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เครื่องบิน, เฮลิคอปเตอร์, มัลติโรเตอร์ และ บอลลูน สามารถถ่ายภาพมุมสูงได้ทั้งหมด แต่จำเป็นต้องพิจารณาสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านต่างๆ ประกอบกัน

เครื่องบิน มีจุดเด่นคือน้ำหนักเบา ค่าใช้จ่ายต่ำ อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน ไซม่อนเตอร์ขับเคลื่อน ทำให้เสถียรภาพน้อยและประหยัดพลังงาน

เฮลิคอปเตอร์ มีจุดเด่นที่หาซื้อง่าย เนื่องจากได้รับความนิยม แต่ราคาสูง มีอุปกรณ์ช่วยในการบินหลายประเภทสามารถซื้อและนำมาติดกล้องและใช้งานถ่ายภาพได้ทันที

มัลติโรเตอร์ มีจุดเด่นที่น้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด สามารถพัฒนาจรวดควบคุมได้เอง การบินเสถียรภาพ ปลอดภัยสูง และไม่มีเสียงรบกวน

บอลลูน มีจุดเด่นที่น้ำหนักเบา นิ่ง บินได้นานและปลอดภัยสูงมาก ภาพถ่ายที่ได้มีคุณภาพสูง ละเอียดไม่ซับซ้อนสิ้นเปลืองพลังงานน้อยมาก และไม่มีเสียงขณะบิน

2. การพัฒนาเครื่องบินเล็กเพื่อถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูงมีความเป็นไปได้อย่างมาก เนื่องจากเทคโนโลยีทั้งกล้องถ่ายภาพ และเครื่องบินเล็กที่พัฒนาความสามารถสูงขึ้น ทำให้สามารถซื้ออุปกรณ์ต่างๆ มาประยุกต์ทดลองใช้



งานได้ง่าย และอุปกรณ์ในการถ่ายภาพเคลื่อนไหวในปัจจุบัน ก็ผลิตมาเพื่อรองรับการทำงานด้านนี้เพิ่มขึ้น จะเห็นได้จากกล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา สามารถติดตั้งเข้ากับเครื่องบิน, เฮลิคอปเตอร์ หรือมอเตอร์โรเตอร์ได้สะดวก อีกทั้งได้ภาพที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับกล้องคุณภาพสูงทั่วไป

3. การเลือกเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง ต้องพิจารณาจากความต้องการใช้งาน

a) ภายในอาคารหรือพื้นที่จำกัด อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานประเภทนี้คือ มัลติโรเตอร์ ซึ่งขนาดเล็กปลอดภัย และไม่มีเสียงรบกวน ,

b) ภายนอกอาคารพื้นที่จำกัด อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานคือ บอลลูนเฮลิคอปเตอร์ และมัลติโรเตอร์ ซึ่งบอลลูนมีขนาดใหญ่ใช้งานนอกอาคารได้ แต่จะเหมาะสมกับการลอยนิ่งเพื่อบันทึกภาพเวลานาน ส่วนเฮลิคอปเตอร์ และมัลติโรเตอร์ ใช้พื้นที่ในการบินน้อย ขึ้นลงง่ายมีความยืดหยุ่นสูง/

C) ภายนอกอาคารใช้สำรวจพื้นที่ อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานคือ เครื่องบินปีก เนื่องจากการบินสำรวจต้องใช้เวลาและรักษาระดับความสูง ซึ่งเครื่องบินจะประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพกว่าอุปกรณ์ประเภทอื่น

จากที่กล่าวมาเครื่องบินแต่ละประเภทมีคุณสมบัติเฉพาะ จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานถ่ายภาพ

กล่าวคือหากต้องการถ่ายภาพมุมสูงภายนอกอาคาร สามารถเลือกใช้ได้ทั้ง เครื่องบินมัลติโร ,เฮลิคอปเตอร์ ,เตอร์ หรือบอลลูน ขึ้นกับสถานที่ แต่หากต้องการถ่ายภาพเคลื่อนไหวภายในอาคาร ควรเลือกใช้ มัลติโรเตอร์จะเหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ก่อโชค ภูนิคม และจิตินันท์ ภูนิคม, "การพัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อแท่นพิมพ์ออฟเซตซี โดยกระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์", เอกสารการประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงาน (OR-NET) ประจำปี 2549, โรงแรมหลุยส์ เทเวรีน หลักสี่ กรุงเทพฯ, 31 สิงหาคม - 1 กันยายน 2549.

D.I.I., Universit `a di Siena, "Description of Analytic Hierarchy Process Methodology.", **DITTY project**, 13 December 2005.

Saaty TL, 1980, The Analytic Hierarchy Process, NY, McGraw Hill.

Sam Nataraj, "Analytic Hierarchy Process as a Decision-Support System in the Petroleum Pipeline Industry", Issues in Information Systems, Volume VI, No.2, 2005.

Huizingh, K. R. E. and H. C. J. Vrolijk. 1994. Decision Support for Information Systems Management. : Applying Analytic Hierarchy Process. Organizations and Management. 15 p.