

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles: UAVs) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในปัจจุบัน เช่น ด้านการสำรวจพื้นที่ ด้านการเกษตร และด้านการกู้ภัย เป็นต้น ปีกเครื่องบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับประเภทปีกตรึง (Fixed-wing UAVs) เป็นองค์ประกอบหลักที่ส่งผลต่อแรงยก (Lift Force) แรงต้านอากาศ (Drag Force) และสมรรถนะโดยรวมของอากาศยาน (Aircraft Performance) การปรับเปลี่ยนขนาดและรูปร่างของปีกจึงส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการบิน เนื่องจากแรงต้านอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มภาระโหลดของเครื่องยนต์และการสิ้นเปลืองพลังงาน การออกแบบปีกที่มีประสิทธิภาพสูงจึงต้องคำนึงถึงการลดแรงต้านอากาศให้มากที่สุดโดยยังคงสามารถรักษาปริมาณแรงยกที่เหมาะสมได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการออกแบบแบบดั้งเดิมมักต้องใช้ทรัพยากร เวลา และค่าใช้จ่ายสูงในการสร้างต้นแบบและทำการทดสอบซ้ำๆ ดังนั้นแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นคือการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อคาดการณ์พฤติกรรมการไหลของอากาศและปรับปรุงรูปร่างของปีกโดยไม่ต้องพึ่งพาการทดสอบจริงหลายครั้ง ซึ่งสามารถช่วยลดทั้งต้นทุนและระยะเวลาในการออกแบบได้ โดยจะส่งผลให้สามารถออกแบบปีกที่เหมาะสมได้รวดเร็วภายใต้ข้อกำหนดของภารกิจและเงื่อนไขการบินที่ต้องการ นอกจากนี้การใช้แบบจำลองทดแทนโดยการใช้แนวโน้มของข้อมูลความแม่นยำต่ำมาช่วยในการศึกษาพฤติกรรมแนวโน้มของผลจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของปีก ซึ่งสามารถนำมาใช้ตัดสินใจในการเพิ่มตัวอย่างข้อมูลของข้อมูลความแม่นยำสูง โดยจะส่งผลต่อการลดจำนวนของข้อมูลความแม่นยำสูง

วิธีการออกแบบทางด้านวิศวกรรมที่นิยมประยุกต์ใช้ในการออกแบบด้านอากาศพลศาสตร์ในปัจจุบัน คือ การออกแบบด้านอากาศพลศาสตร์ด้วยกระบวนการระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Solution) เช่น ผ่านการจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics: CFD) เป็นการออกแบบผ่านการประยุกต์ทฤษฎีทางด้านอากาศพลศาสตร์มาใช้ในทางคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านวัตถุรูปทรงจำลองในขอบเขตการไหลของอากาศที่กำหนด แล้วหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งการจำลองทางคอมพิวเตอร์นี้มีข้อเด่นคือความสะดวกและประหยัดมากกว่า เมื่อเทียบกับวิธีการทดลอง

จริงในแง่ทรัพยากรและระยะเวลาในการได้มาของข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขรูปร่างของแบบจำลองและควบคุมสภาพแวดล้อมได้ รวมถึงสามารถสังเกตแนวโน้มและพฤติกรรมการไหลของอากาศได้ ซึ่งการจำลองทางคอมพิวเตอร์นี้สามารถแบ่งระดับความแม่นยำในการคำนวณได้หลายระดับ โดยการจำลองด้วยความแม่นยำระดับต่ำ (Low-fidelity) จะใช้ทรัพยากรและระยะเวลาในการคำนวณน้อยกว่าการจำลองด้วยความแม่นยำระดับสูง (High-fidelity) แต่ความถูกต้องของข้อมูลนั้นจะน้อยกว่าการจำลองด้วยความแม่นยำระดับสูง อย่างไรก็ตามข้อมูลความแม่นยำต่ำสามารถให้จำนวนผลลัพธ์ที่มากกว่าหากใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่เท่ากัน ซึ่งสามารถใช้ข้อได้เปรียบนี้ในการสังเกตแนวโน้มและพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านลักษณะของปีกแต่ละแบบได้ และตรวจสอบความถูกต้องของประสิทธิภาพของปีกโดยใช้แบบจำลองด้วยความแม่นยำระดับสูงในการตรวจสอบแนวโน้มและพฤติกรรมการไหลให้มีความถูกต้องมากขึ้นได้

การหาค่าเหมาะสมสุดแบบมีประสิทธิภาพของภาพใหญ่ (Efficient Global Optimization: EGO) เป็นเครื่องมือการออกแบบทางวิศวกรรมที่นำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่ต้องใช้ความหลากหลายทางสาขาวิชาความรู้ เครื่องมือ อุปกรณ์การทดลอง จำนวนต้นทุนและเวลาเป็นอย่างมากในการออกแบบโดยเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ (Design Objective) และกำหนดขอบเขตของการออกแบบ จากนั้นทำการสุ่มกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มข้อมูลภายในขอบเขตการออกแบบที่กำหนด กลุ่มข้อมูลที่มี 1 กลุ่มข้อมูลจะเป็นกลุ่มข้อมูลความแม่นยำเดียว (Single-Fidelity) หากมากกว่า 1 กลุ่มข้อมูลขึ้นไปจะเป็นรูปแบบหลายความแม่นยำ (Multi-Fidelity) จากนั้นนำข้อมูลไปสร้างเป็นสมการจำลองทดแทน (Surrogate Model) โดยข้อมูลความแม่นยำต่ำและข้อมูลความแม่นยำสูงจะถูกใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสร้างสมการจำลองทดแทนแบบลูกผสม (Hybrid Surrogate Model) ให้สามารถทำนายผลลัพธ์ได้แม่นยำมากขึ้น และนำไปหาค่าเหมาะสมสุดด้วยวิธีทางพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithm: GA) หลังจากนั้นทำการเพิ่มตัวอย่างข้อมูลเพียงค่าเดียว (Single-additional sampling) เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงสมการจำลองทดแทนเพื่อให้ความแม่นยำมากขึ้น และทำการหาค่าเหมาะสมสุดอีกครั้งจนกว่าจะได้ค่าที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการออกแบบและเงื่อนไขของกระบวนการ

ด้วยเหตุที่กล่าวมา ทางผู้จัดทำวิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาและประยุกต์ใช้กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพการหาค่าเหมาะสมสุดของภาพใหญ่หลายระดับความแม่นยำ (Multi-Fidelity Efficient Global Optimization: Multi-Fidelity EGO) เข้ามาใช้ในการออกแบบปีกเครื่องบินของอากาศยานไร้คนขับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและได้รูปร่างเหมาะสมสุดของปีกเครื่องบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับภายใต้เงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนด รวมถึงการลดต้นทุนและระยะเวลาในการออกแบบ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าเหมาะสมสุดแบบมีประสิทธิภาพของภาพใหญ่กับการออกแบบปีกเครื่องบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ
- 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและได้รูปร่างเหมาะสมสุดของปีกเครื่องบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับภายใต้เงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะแบ่งวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปดำเนินการศึกษาเป็น 2 ส่วน ที่มีความเกี่ยวข้องกันในด้านเงื่อนไข ตัวแปรการออกแบบและวัตถุประสงค์การออกแบบ 1 ข้อ

1) ส่วนที่ 1 เป็นการออกแบบปีกเครื่องบิน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมแบบค่าเดียว หนึ่งวัตถุประสงค์การออกแบบ ผ่านกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพการหาค่าเหมาะสมสุดของภาพใหญ่ โดยใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในการจัดเก็บกลุ่มข้อมูล โดยผ่านวิธีอากาศพลศาสตร์เชิงคำนวณ (Computational Aerodynamics: CA) ด้วยโปรแกรม Open Vehicle Sketch Pad (OpenVSP) ที่มีพื้นฐานการคำนวณมาจากวิธี Vortex lattice เป็นการเก็บกลุ่มข้อมูลความแม่นยำต่ำ

2) ส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบปีกเครื่องบิน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมแบบค่าเดียว หลายวัตถุประสงค์การออกแบบ ผ่านกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพการหาค่าเหมาะสมสุดของภาพใหญ่ โดยใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในการจัดเก็บกลุ่มข้อมูล โดยผ่านวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics: CFD) ด้วยโปรแกรม ANSYS Fluent ที่มีพื้นฐานการคำนวณมาจากวิธี Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) equations เป็นการเก็บกลุ่มข้อมูลความแม่นยำสูง

3) ส่วนที่ 1 และ 2 เลือกใช้แผนอากาศของอากาศยานตระกูล NACA 6 series

4) การศึกษานี้พิจารณาเพียงส่วนของปีกเครื่องบินโดยไม่พิจารณาผลของชิ้นส่วนปลายปีก (Winglet)

5) การศึกษานี้ไม่พิจารณาถึงน้ำหนักที่เปลี่ยนไปของอากาศยานที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของรูปร่างปีกเครื่องบิน

6) ส่วนที่ 1 และ 2 มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบเหมือนกันคือทำการลดค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศในช่วงของการบินระดับ (Cruise phase) และส่วนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพิ่มเติมคือทำการเพิ่มสัมประสิทธิ์แรงยกในช่วงของการลงจอด (Landing phase)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะรับ

- 1) ได้ศึกษาวิธีการหาค่าเหมาะสมสุดแบบมีประสิทธิภาพของภาพใหญ่ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบปีกเครื่องบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ
- 2) ได้รูปร่างเหมาะสมสุดของปีกเครื่องบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับภายใต้เงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนด