บทที่ 2
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

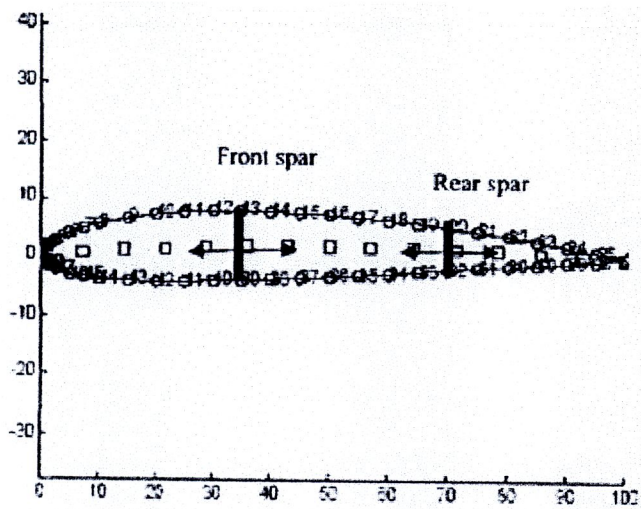
ปัจจุบันอากาศยานมีบทบาทมากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะเพิ่มความสะดวกในการคมนาคมระยะทางไกลได้ในระยะเวลาน้อยเมื่อเทียบกับการคมนาคมในรูปแบบอื่น โดยเฉพาะเครื่องบินเป็นอากาศยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในอากาศได้โดยอาศัยแรงขับและแรงยกจากปีกตามหลักการของอากาศพลศาสตร์ ปัจจุบันความก้าวหน้าในการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องบินมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะปีกเครื่องบิน ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักที่ช่วยให้เครื่องบินสามารถบินได้กลางอากาศ การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างอากาศยานจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีแนวโน้มในการออกแบบโครงสร้างให้มีน้ำหนักลดลงและมีความยืดหยุ่นมากขึ้น มีงานวิจัยมากมายได้ศึกษาเรื่องดังกล่าวเพื่อการพัฒนาปีกเครื่องบินซึ่งช่วยให้เครื่องบินมีประสิทธิภาพในการบินมากขึ้น

โครงสร้างหลักของปีกเครื่องบินโดยทั่วๆไปประกอบด้วย ริบ สปาร์ และพื้นผิวปีก มีการศึกษาและพัฒนาส่วนประกอบเหล่านี้ให้เพิ่มประสิทธิภาพทางอากาศพลศาสตร์,ทดแทนหน้าที่ของโครงสร้างเสริม, การลดน้ำหนักของปีก, ประเมินความแข็งแรงต่อแรงกระทำต่างๆ และเอื้อประโยชน์ต่อการใช้งานด้านต่างๆ ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวได้มีการศึกษาและมุ่งเน้นในส่วนประกอบต่างๆแตกต่างออกไป ไม่ว่าจะเป็นแนวคิดของนักพัฒนา, วิธีการ, ปัจจัยควบคุม หรือ การนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งงานวิจัยต่างๆเน้นการพัฒนาโครงสร้างหลักของปีกให้มีความสามารถในการบินได้มากขึ้น ซึ่งการศึกษาในประเด็นเหล่านี้เริ่มมีความจริงจังและกว้างขวางขึ้นมากในปัจจุบันและเป็นแนวทางใหม่ในการออกแบบเครื่องบินในอนาคต

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

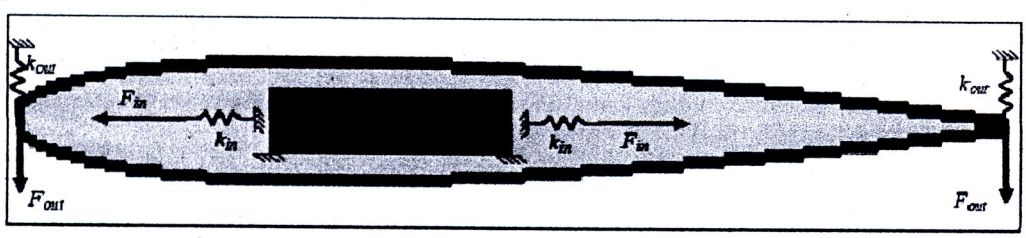
งานวิจัยต่างๆได้พยายามพัฒนาแนวคิดให้สามารถนำรูปแบบปีกเครื่องบินดังกล่าวไปผลิตและนำไปใช้จริงได้ ซึ่งแนวคิดและเทคโนโลยีดังกล่าวยังเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ต้องการการพัฒนาเป็นอย่างมาก ซึ่งการนำองค์ความรู้เพื่อใช้พัฒนาเทคโนโลยีใหม่นี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง มีการออกแบบปีกเครื่องบินในรูปแบบที่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป ซึ่งการศึกษาดังกล่าวล้วนมุ่งเน้นไปที่ความสามารถและประสิทธิภาพในการบินที่เพิ่มมากขึ้น

อุทิศ อินทะชุบ (2550) ศึกษาการปรับเลื่อนตำแหน่งของ spars เพื่อควบคุมพฤติกรรมทางแอโรอีลาสติก และพบว่าตำแหน่งแนวแกนยืดหยุ่นจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสปาร์ โดยค่าประสิทธิผลแรงยกจะเพิ่มขึ้นหากตำแหน่งแนวแกนยืดหยุ่นเคลื่อนที่ไปทางชายปีก และในทำนองเดียวกัน ความเร็วการเบนออกและความเร็วกระพือจะลดลงเมื่อตำแหน่งแนวแกนยืดหยุ่นเคลื่อนที่ไปทางชายปีก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การปรับเลื่อนตำแหน่งของสปาร์เพื่อควบคุมพฤติกรรมทางแอโรอีลาสติก

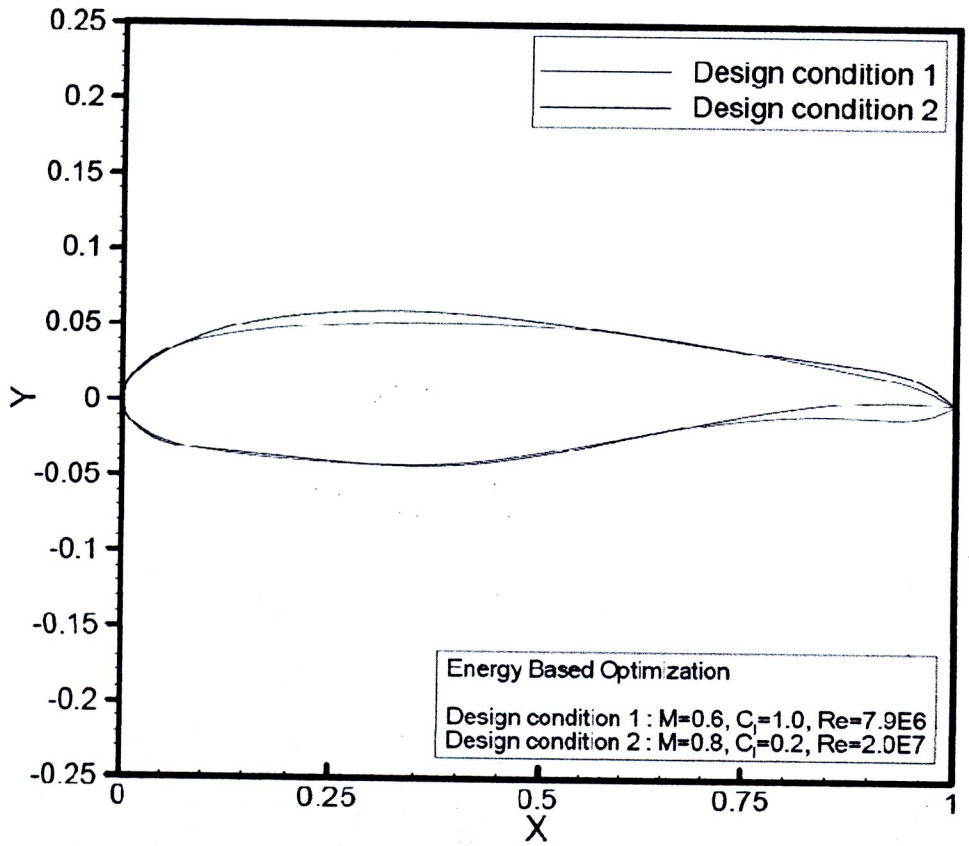
การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการใส่กลไกภายในแพนอากาศเพื่อให้รูปร่างแพนอากาศเปลี่ยนแปลงโดยใช้วิธี Hybrid Cellular Automaton (HCA) ของ David Lettieri (2007) ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีหาจุดที่แข็งแรงที่สุดแต่ยืดหยุ่นที่สุดของโครงสร้างแพนอากาศโดยการใส่แรงกระตุ้นเพื่อการเปลี่ยนรูปร่างของแพนอากาศ ซึ่งเป็นการหาโครงสร้างภายในที่เหมาะสมในการเปลี่ยนรูปร่างของขอบชายหน้าและขอบชายหลังของแพนอากาศ ระหว่างที่เครื่องบินบินขึ้นและลงจอด ทำให้ขอบชายหน้าและชายหลังยืดและโค้ง ซึ่งจะเพิ่มการเปลี่ยนรูปร่างของแพนอากาศได้ร้อยละ 8.31 จากวิธีเดิม โดยการพัฒนานี้สามารถทำให้ขอบชายหน้าของแพนอากาศเปลี่ยนรูปร่างได้ร้อยละ 52.2 และขอบชายหลังเปลี่ยนรูปร่างได้ร้อยละ 83.7



ภาพที่ 2 การใส่กลไกภายในแพนอากาศเพื่อให้รูปร่างแพนอากาศเปลี่ยนแปลง
โดยวิธี Hybrid Cellular Automaton

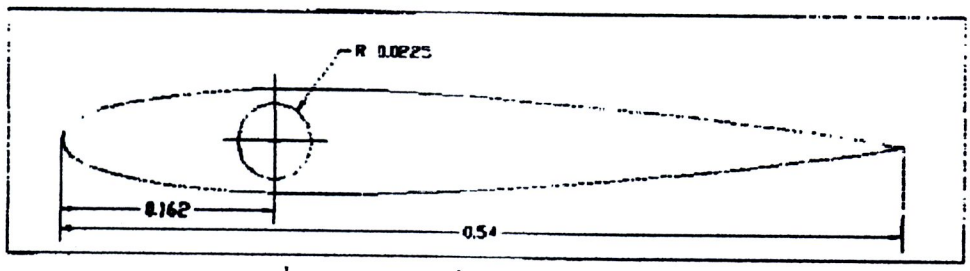
Howoong Namgoong et al. (2006) ศึกษาการโก่งงอของแพนอากาศเพื่อให้ค่าตัวแปรต่างๆทางอากาศพลศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความเครียดและแรงปะทะ (drag force) ที่เป็นผลตามมาเมื่อบังคับประสิทธิผลแรงยก ในการแก้ปัญหาดังกล่าวจึงกำหนดช่วงของรูปร่างแพนอากาศขึ้นเพื่อ

เปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางอากาศพลศาสตร์และพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปร่าง โดยใช้พลังงานความเครียดในการกระตุ้นที่น้อยแต่เพิ่มประสิทธิภาพทางอากาศพลศาสตร์ที่มากในการออกแบบ ดังแสดงในภาพที่ 3



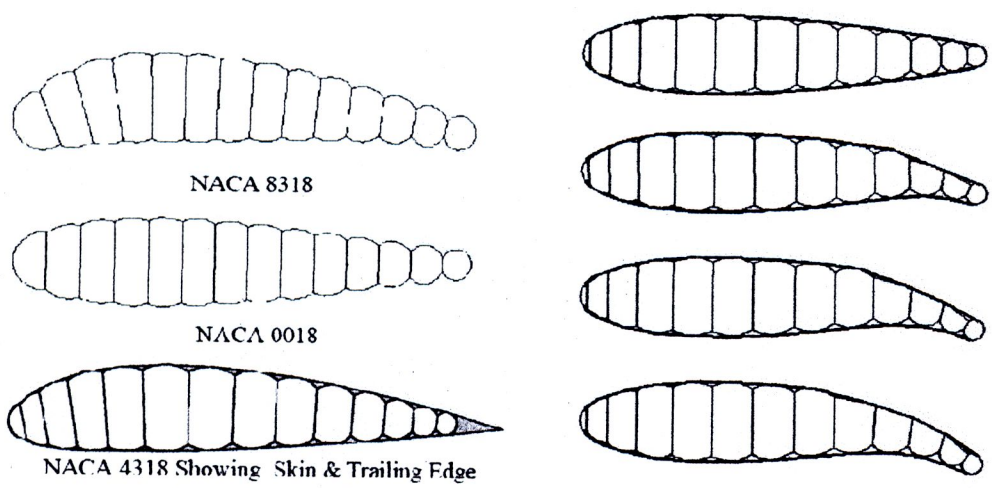
ภาพที่ 3 รูปร่างแพนอากาศที่ออกแบบโดยวิธีพลังงาน

วุฒิชัย เครื่องถมยา (2539) ศึกษาการเจาะรู Rib ดังแสดงในภาพที่ 4 เพื่อลดน้ำหนักและทดสอบความแข็งแรงของแพนอากาศโดยพิจารณาจากค่าความเค้นแบบ von Mises พบว่าค่าความเค้นที่ได้จากการประมวลผลซึ่งรับภาระแบบ Uniformly Distributed Tension ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยวิธีชิ้นประกอบจำกัดกับวิธีการคำนวณเชิงวิเคราะห์ด้วยมือ ได้ค่าไม่ต่างกันมากนัก แต่สามารถลดน้ำหนักได้ถึง 16% โดยใช้หลักเกณฑ์การลดน้ำหนักของวัสดุแผ่นบางมาใช้



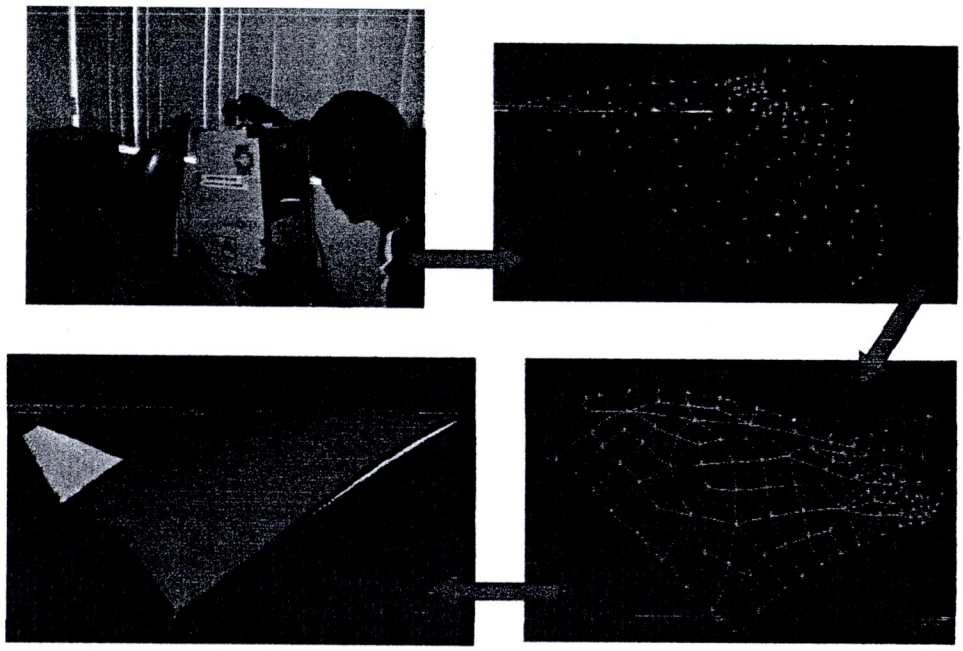
ภาพที่ 4 การเจาะรูริบเพื่อทดสอบความแข็งแรงของแพนอากาศ

David Cadogan et al. (n.d.) ศึกษาการทำให้ปีกพองได้และกระตุ้นชายปีกให้โค้งงอได้โดยใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งทำการศึกษากับอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก (Unmanned Aerial Vehicles, UAV) โดยใช้หลักการการเปลี่ยนโครงสร้างในส่วนของแคมเบอร์ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการพองตัวจะเป็นพอลิเมอร์ที่ไวต่อกระแสไฟฟ้าและมีช่องเก็บลมภายในปีก ข้อดีของการศึกษานี้สามารถทำให้ปีกเครื่องบินพับเก็บและใช้งานได้อย่างสะดวก ในส่วนของการกระตุ้นชายปีกจะใช้หลักการของความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันในการขยับผิวของชายปีกให้เปลี่ยนแปลงไป



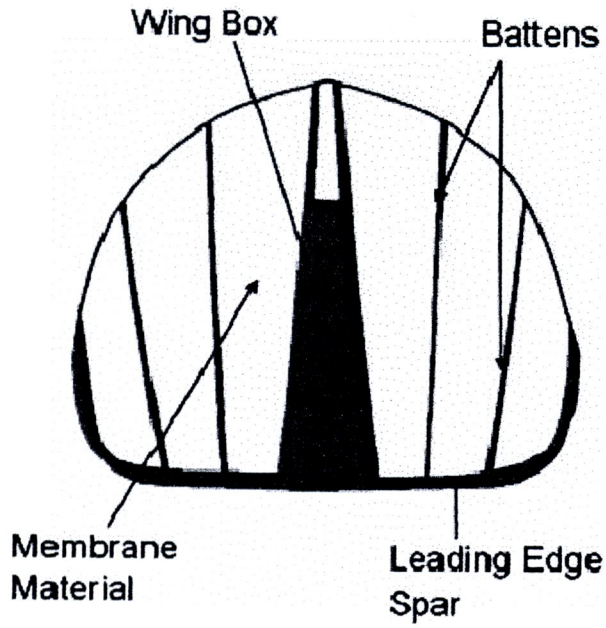
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนรูปร่างของแพนอากาศแบบพองตัวได้ (ซ้าย)
และการกระตุ้นชายหลังปีกด้วยกระแสไฟฟ้า (ขวา)

Low Jun Horng et al. (n.d.) ศึกษาและสร้างปีกบินของอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มข้อมูลของอากาศยานให้มากขึ้นและสามารถบรรทุกกล้องและระบบนำร่องได้ โดยการสแกนรูปร่างปีกบินจากแบบจำลองจริงและนำผลสแกนไปใช้วิเคราะห์ทางด้านอากาศพลศาสตร์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำค่าเปรียบเทียบกับการคำนวณและทดลองบินจริง และพบว่าผลการวิเคราะห์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ค่าใกล้เคียงกับการทดลองกับปีกบินจริง



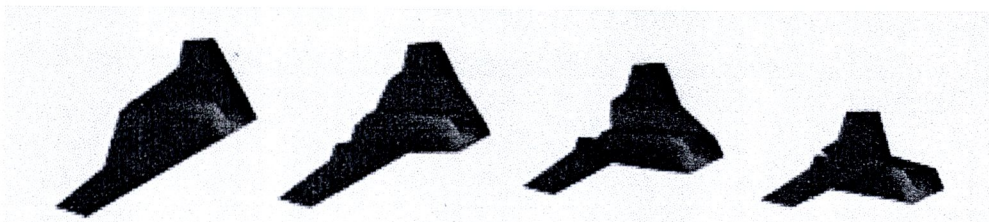
ภาพที่ 6 การสแกนรูปร่างปีกบินเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางอากาศพลศาสตร์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

John Borrelli. (May 2006), Bret Stanford et al. (2008) , Mercedes C. Reaves et al. (2004) ศึกษาปีกเครื่องบินแบบดัดงอได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งมีโครงสร้างต่างไปจากปีกเครื่องบินธรรมดานั่นคือโครงสร้างมีแค่ขอบชายหน้าปีกทำหน้าที่เป็นสปาร์ มีโครงระแนง (ribs) ต่อจากขอบชายปีกตามความยาวลำตัวตลอดความยาวคาน มีผิวหุ้มเชื่อมและครอบคลุมปีกทั้งหมด ซึ่งจะให้ค่าความยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งแบบจำลองมีลักษณะคล้ายปีกแมลง ดังภาพที่ 7 และทดลองติดตั้งกับเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุ ซึ่งเป็นการศึกษาและพัฒนาปีกเครื่องบินแบบใหม่นี้อย่างต่อเนื่อง

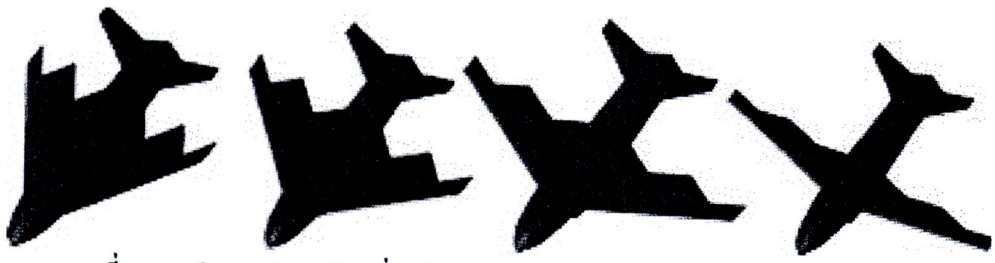


ภาพที่ 7 การออกแบบทั่วไปของปีกเครื่องบินยืดหยุ่นได้สำหรับเครื่องบินเล็ก

Desta Alemayehu et al. (2004), Michael D. Skillen et.al. (2007,2008) ศึกษาการปรับรูปร่างปีกเครื่องบินขณะบิน เพื่อปรับเปลี่ยนความเร็วให้มากขึ้น บินได้สูงขึ้น และมีประสิทธิภาพในการบินมากขึ้น ซึ่งปีกเครื่องบินในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังใช้ปีกแบบโครงแข็งซึ่งความยืดหยุ่นในการบินน้อย จึงใช้แนวคิดในการปรับเปลี่ยนให้ปีกเครื่องบินมีจำนวนชิ้นมากขึ้น ดังภาพที่ 8 และ 9 ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนปีกเครื่องบินแบบพับปีกได้ของ Lockheed Martin และการปรับเปลี่ยนมุมลู่หลังของปีกเครื่องบินพร้อมกับการเปลี่ยนความยาวคอร์ดโคนปีก ตามลำดับ เพื่อเพิ่มการปรับเปลี่ยนปีกเครื่องบินให้สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้มากขึ้นและสามารถตอบสนองการเปลี่ยนรูปแบบการบิน การศึกษาดังกล่าวจึงเป็นการศึกษาแนวทางใหม่ที่ล้ำสมัยของเครื่องบินในอนาคตที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง



ภาพที่ 8 แนวคิดการพัฒนาปีกเครื่องบินแบบพับได้ของ Michael D. Skillen และ William A. Crossley



ภาพที่ 9 แนวคิดการพัฒนาปีกเครื่องบินแบบปรับมุมลู่หลังและปรับระยะคอร์ดโคนปีกได้

จะเห็นได้ว่าการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้เครื่องบินขนาดเล็กและโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องบินเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการทดลองจริงนั้นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยและค่าใช้จ่ายสูง เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรต่างๆที่ต้องการใกล้เคียงการนำไปใช้งานจริงที่สุด ซึ่งเป็นอุปสรรคในการศึกษาและพัฒนา ดังนั้นการเลือกใช้วิธีดังกล่าวจึงเป็นทางเลือกขั้นต้นในการคำนวณหาค่าตัวแปรต่างๆทางอากาศพลศาสตร์ เมื่อได้ผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์แล้วสามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลทางทฤษฎีได้ หากค่าที่ได้ใกล้เคียงกันจะส่งผลให้การทำการทดลองกับอุปกรณ์จริงมีความแม่นยำเพิ่มขึ้นและลดปัญหาข้อผิดพลาดและความสิ้นเปลืองในการทดลองจริงได้ ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถวิเคราะห์และออกแบบเครื่องบินได้หลากหลายรูปแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบินจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง

2.3 สรุป

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการศึกษาการออกแบบปีกเครื่องบินและการเปลี่ยนรูปร่างปีกเครื่องบินได้ขณะทำการบินโดยการใส่แรงกระตุ้นในชิ้นส่วนของโครงสร้างปีกเครื่องบิน โดยคำนึงถึงปรากฏการณ์ทางแอโรอีลาสติกและความแข็งแรงของโครงสร้าง โดยเริ่มจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างปีกเครื่องบินอย่างง่ายใน 3 มิติ การกำหนดค่าเงื่อนไขขอบเขตต่างๆ การหาสมการในการคำนวณทางอากาศพลศาสตร์ที่ความเร็วต่ำและการลดรูปสมการจากสภาวะเงื่อนไขของการไหลของอากาศ ได้แก่ การไหลแบบอัดตัวไม่ได้, การไหลลื่น และการไหลแบบไม่หมุนตัว ในส่วนของแบบจำลองอากาศพลศาสตร์จะใช้วิธีเวอร์เท็กซ์ริงในการสร้างแบบจำลอง การใส่แรงกระตุ้นเพื่อให้ปีกเครื่องบินเปลี่ยนรูปร่าง การวิเคราะห์ทางอากาศพลศาสตร์และแอโรอีลาสติกที่เกิดจากการใส่แรงกระตุ้น ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างปีกเครื่องบินที่เปลี่ยนรูปได้เมื่อทำการใส่แรงกระตุ้นให้กับโครงสร้างปีกเครื่องบิน