ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับเครื่องบินขนาดเล็ก

Autonomous System for UAV

นายรณชัย ภาคีธง

นายสรพล ตวรรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับเครื่องบินขนาดเล็ก

Autonomous System for UAV

โดย

นายรณชัย ภาคีธง

นายสรพล ตวรรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับเครื่องบินขนาดเล็ก

Autonomous System for UAV

ผู้จัดทำ

1. นายรณชัย ภาคีธง รหัสนักศึกษา 46015368

2. นายนายสรพล ตวรรัตน์ รหัสนักศึกษา 46015376

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. อภิเนตร อูนากูล)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. คณัฐ ตังสินานนท์)

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับเครื่องบินขนาดเล็ก

นายรณชัย ภาคีธง 46015368

นายสรพล ตวรรัตน์ 46015376

ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. อภิเนตร อูนากูล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อ. คณัฐ ตังสินานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้าง และออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูลจากอากาศยานขนาดเล็ก และเครื่องบังคับวิทยุให้ได้ข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทที่สามารถนำไปวิเคราะห์ตามทฤษฎีการควบคุมเพื่อนำไปสู่การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ ขั้นตอนการศึกษาประกอบไปด้วยการออกแบบและติดตั้งระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของส่วนบังคับการบิน สภาพแวดล้อมของตัวอากาศยาน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์มาบันทึกลงในหน่วยความจำ จากนั้นนำข้อมูลนั้นมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องบังคับวิทยุ ตามหลักทฤษฎีการควบคุม และเพื่อสร้างต้นแบบของระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับอากาศยานขนาดเล็กในลำดับต่อไป

Autonomous system for UAV

Mr.Ronnachai Parkeethong	46015368
Mr.Sorraphon Tawararat	46015376
Dr.Watchara Chatwiriya	Advisor
Asst.Prof.Apinetr Unakul	Co-Advisor
Mr.Kanut Tangtisanon	Co-Advisor

Academic Year 2004

ABSTRACT

In this thesis, we present the design and implementation of the data-logger system for sensor installed to record a UAV status, environments, control devices reaction and also status of radio controller apparatus. Various sensors are designed to acquire the UAV status and environment of the aircraft. The collected data are then stored into the onboard data-logging system. In the same time, the movements of control apparatus from radio controller units are recorded by another data-logging system. After a flight, both data sets are associated to show relationship between the input and output of the system. Thus, system characteristic of the UAV can be derived and used to create the autonomous system in the next step.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นในโครงงานและสอนให้การทำงานเป็นไปอย่างมีขั้นตอน ทำให้คณะผู้จัดทำมีความกระตือรือร้นและทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายรณชัย ภาคีธง

นายสรพล ตวรรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……..……..……..I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…..…..…….…….……...II

กิตติกรรมประกาศ…...……...……..……...III

สารบัญ……...…….……...…….…….……....IV

สารบัญตาราง…….…….…….....VI

สารบัญรูป……..…….……...……....…..VII

บทที่ 1 บทนำ…….……...1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน……..……...…….……..1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน……...…….....2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน……...…….…….....…….2

1.4 วิธีการดำเนินการ……..…….…….....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…..…..…….…….....2

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์……....…….……3

บทที่ 2 องค์ประกอบพื้นฐานที่ใช้ในโครงงาน……..…..……4

2.1 อากาศยาน…….…….……...4

2.1.1 รายละเอียดและโครงสร้างของเครื่องบินแบบ Pilatus.....…..……... 4

2.2 อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล…….…….……...4

2.3 เซนเซอร์ตรวจจับสถานะต่างๆ..... .....…….…….....7

2.3.1 หลักการของเซนเซอร์วัดความเร็วรอบของใบพัด....……..7

2.3.2 รายละเอียดของเซนเซอร์วัดความเร็วรอบของใบพัด....……..8

2.3.3 GPS ระบุตำแหน่ง (GM-82)……...…….……...…….....9

2.3.3.1 คุณสมบัติของ GM-82.…….…….…….…….....9

2.3.4 เอ็นโค๊ดเดอร์.....…….……...…….…….…...10

2.3.4.1 หลักการทำงานของเอ็นโค๊ดเดอร์...……..…....10

2.3.5 เซนเซอร์วัดความกดอากาศ Motorola’s MPXAZ4115A……..…...….....11

2.3.5.1 หลักการในการวัดความกดอากาศ...…….....11

2.3.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์…….....13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.7 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820……..……...……..……..14

2.3.7.1 หลักการทำงานของไอซี DS1820……...…….……....14

2.3.7.2 การอินเตอร์เฟสผ่านสายเส้นเดียว……...……....15

2.3.7.3 คุณสมบัติไอซี DS1820……..……....16

2.3.7.4 วิธีการในการวัดอุณหภูมิ……16

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา…….....19

3.1 ภาพรวมของระบบ…….…….....19

3.2 การเก็บข้อมูลของอากาศยาน.....……....20

3.2.1 การเชื่อมต่อเซนเซอร์กับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์.....…….……21

3.2.2 คุณสมบัติของบอร์ด CompactFlash…….. ..23

3.3 การเก็บข้อมูลของเครื่องบังคับวิทยุ……23

3.4 โปรแกรมแสดงผล Flight Data Display……..24

3.4.1 ส่วนของการจัดการข้อมูลที่ได้จากอากาศยาน……..25

3.4.2 ส่วนของการจัดการข้อมูลที่ได้จากเครื่องบังคับวิทยุ……25

3.4.3 การทำซิงโครนัสของข้อมูลที่บันทึกไว้……27

3.5 เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วรอบของใบพัด……..28

3.6 เซนเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิ……..……..29

3.7 GPS ระบุตำแหน่ง (GM-82)……..…….……30

3.8 Optical encoder……...34

3.8.1 การทำงานของ Optical encoder .....……35

3.9 เซ็นเซอร์ตรวจจับความกดอากาศ Motorola's MPXAZ4115A……..36

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง...……..…….…….…..38

4.1 การทดลอง GPS GM-82…….……...……...38

4.2 การทดลองเซ็นเซอร์ตรวจจับความเร็วรอบของใบพัด…….…….....39

4.3 การทดลองเซ็นเซอร์ตรวจจับความกดอากาศ ……...……40

4.4 ทดลองซิงโครนัสข้อมูลที่ได้จากอากาศยานและเครื่องบังคับวิทยุ……..41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป……..……..…….....…42

5.1 บทสรุป……..….……42

5.2 สิ่งที่ได้จากโครงงาน……...…….…….…….....42

5.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข….…….…….…….....42

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ……..…….…….…….....43

บรรณานุกรม……..……...44

ภาคผนวก ก. ทฤษฎีการทำงานและส่วนประกอบของอากาศยาน….....45

ภาคผนวก ข. หลักการของ GPS.....52

ภาคผนวก ค. รายละเอียดและการทำงานของบอร์ดCompactFlash.....57

ภาคผนวก ง. วงจรบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์.....62

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ลักษณะ และคุณสมบัติของ Pilatus.....5
2.2 น้ำหนักของอุปกรณ์ที่จะบรรจุลงในตัวอากาศยาน.....5
2.3 รายละเอียดไอซี DS1820.....15
2.4 ข้อมูลที่ได้จาก DS1820.....17
2.5 รูปแบบ pattern คำสั่งที่จะส่งไปยัง DS1820.....18
3.1 ขาการเชื่อมต่อของ GM-82.....31
3.2 ข้อมูล Output ที่ได้จากGPS.....31
3.3 แสดงข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของ GPGGA.....32
3.4 แสดงข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของ GPRMC.....33
4.1 ตารางแสดงการทดลองเซ็นเซอร์ตรวจจับความกดอากาศ.....40

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 เครื่องบินปีกบน Pilatus …….....4
2.2 โครงสร้างของปีก…….5
2.3 โครงสร้างของอากาศยานแบบ Pilatus……..……...6
2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม ……...6
2.5 การเชื่อมต่อชุดควบคุมในอากาศยาน…….....7
2.6 วงจรภายในของ RPR-359F……..…….....8
2.7 หลักการสะท้อนของแสง……...8
2.8 ลักษณะของ GPS GM-82……..……....…….....9
2.9 ลักษณะการทำงานของ Optical encoder .....……..……..……11
2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาท์พุตกับค่าความกดอากาศ……13
2.11 ลักษณะของ DS1820……..……..……..…...15
2.12 แผนผังของระบบบัสแบบ 1- Wire Bus …….…16
3.1 ภาพรวมของระบบเก็บข้อมูลของอากาศยาน.....19
3.2 ภาพรวมของระบบเก็บข้อมูลเครื่องวิทยุบังคับ...……...……...20
3.3 ภาพรวมของการนำข้อมูลมาทำการซิงโครนัสและแสดงผล……..……..20
3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์กับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์.....21
3.5 การจัดวางอุปกรณ์และลายทองแดงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F877A.....22
3.6 CompactFlash Memory……...23
3.7 การเชื่อมต่อเครื่องบังคับวิทยุกับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์.....24
3.8 บอร์ดสำหรับการส่งข้อมูลจากเครื่องบังคับวิทยุไปยังพอร์ตอนุกรม……....24
3.9 การเปิดไฟล์เพื่ออ่านข้อมูลในส่วนของข้อมูลอากาศยาน.....25
3.10 การรับข้อมูลในส่วนของเครื่องบังคับวิทยุ……...26
3.11 โฟลชาร์ตในการคำนวณหาค่าองศาของแกนบังคับ……27
3.12 โฟลชาร์ตในการหาค่าเริ่มต้นในการคำนวณ.....28
3.13 วงจรขยายสัญญาณ Opamp TLC272……...29
3.14 การเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์……....30
3.15 การเชื่อมต่อ GPS เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์.....……33
3.16 Optical encoder S1……..34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.17 ขา Optical encoder ……34
3.18 โครงสร้างของ Optical encoder S1……..35
3.19 เอาท์พุตที่ได้จาก Optical encoder……..……....35
3.20 วงจรในการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์.....36
3.21 รูปร่างและการเชื่อมต่อ……36
3.22 วงจรใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับความกดอากาศ……..37
3.23 การเชื่อมต่อ MPXAZ4115A เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์.....37
4.1 ผลที่ได้จากการเชื่อมต่อ GPS.....……..38
4.2 LINEAR HALL-EFFECT SENSORS UGN3503U 39
4.3 ลักษณะการติดตั้งไอซีฮอลเอฟเฟ็ก และแม่เหล็กกับโรเตอร์.....39
4.4 ผลจากการรันโปรแกรมแสดงผล.....….....41
ก.1 Airfoil ……..……..…..……45
ก.2 ส่วนประกอบของอากาศยาน……..……..……...46
ก.3 แรงที่กระทำต่ออากาศยาน.....…...…….……..47
ก.4 อากาศที่ไหลผ่านปีกของอากาศยาน……..…….…….....48
ก.5 แกนหมุนของอากาศยาน.....…….…49
ก.6 การหมุนตามแนวแกน longitudinal ……..……..…..…..……..49
ก.7 การหมุนตามแนวแกน longitudinal axis…. ……..……..……..……..50
ก.8 การหมุนตามแนวแกน lateral axis……...….…...50
ก.9 การหมุนตามแนวแกน Vertical Axis ……..…….…….…51
ข.1 ดาวเทียมที่โครจรรอบโลก……..…….……...52
ข.2 สถานีประจำภาคพื้นดิน……..……...…….53
ข.3 การติดต่อสื่อสาร……..…….…….……53
ค.1 รหัสข้อมูลออกมาให้ไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อแสดงว่าพร้อมรับคำสั่งในการทำงาน……...57
ค.2 รหัสข้อมูลที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่ส่งให้กับ ET-CFM.....58
ค.3 แสดงการส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอลโทรลเลอร์กับ ET-CFM.....58
ค.4 รหัสข้อมูลออกมาเพื่อแสดงว่าพร้อมรับคำสั่งในการทำงาน.....59
ค.5 คำสั่งที่ใช้ในการอ่านข้อมูล.....…59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.6 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลจาก MCU เพื่ออ่านไฟล์.....60
ค.7 ข้อมูลที่ส่งกลับมาให้ MCU เมื่อทำการอ่านไฟล์เสร็จแล้ว.....60
ค.8 คำสั่งที่ใช้ในการรีเซตตัวบอร์ด ET-CFM.....60
ค.9 รหัสข้อมูลออกมาเพื่อแสดงว่าพร้อมรับคำสั่งในการทำงาน.....61
ค.10 คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดค่า Timeout.....61
ง.1 วงจรบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์.....62
ง.2 วงจรในส่วนของไอซี DS1820.....62
ง.3 วงจรในส่วนของเอ็นโค๊ดเดอร์.....63
ง.4 วงจรในส่วนของจีพีเอส.....63
ง.5 วงจรในส่วนของการแสดงสถานะ.....64
ง.6 วงจรในส่วนของเซนเซอร์ตรวจความกดอากาศ.....64
ง.7 วงจรในส่วนของตัวกำเนิดความถี่.....65
ง.8 วงจรในส่วนของวงจรขยายสัญญาณการวัดรอบใบพัด.....65
ง.9 การวางอุปกรณ์ขนาดของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเท่าของจริง.....66
ง.10 ลายวงจรของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเท่าของจริง.....67
ง.11 วงจรในส่วนของเครื่องบังคับวิทยุ.....67