

RC Jet Fighter Study Plan

Innova Lee(이상훈)
gcccompil3r@gmail.com

The beginning of the Journey

프로젝트 진행 일정은 올해는 마무리할 일들이 많아서
깔끔하게 내년 1월부터 시작할 예정입니다.
그리고 프로젝트 진행 계획은 아래와 같습니다.

Jet Fighter Specification



기체명: F-18 Super Hornet
전장 2.28 m
전폭 1.69 m
중량 11.5 kg

Transceiver System

기존의 송수신 시스템에는 매우 심각한 문제가 있습니다.

쿼드콥터와 전동 글라이더를 만들어본 경험에 의해 아래와 같은 문제가 있음을 알 수 있었습니다.

- 1) 수신기 안테나의 방향에 따라 전파 수신이 불안정해짐
- 2) 비행기 내부 공간의 제약으로 수신 안테나 지향성 패턴이 왜곡됨
- 3) 대용량, 다수 서보 구동으로 전원 노이즈 다량 발생
- 4) 신호가 약해지면 고주파 증폭 회로 작동으로 노이즈 레벨이 증가되어 S / N 비가 악화됨

음속 340 m/s 보다 빠른 속도로 움직이는 초고속의 제트기의 경우 위의 문제가 보다 극심해질것은 자명한 사실입니다. 그래서 해결책을 모색해본 결과 DDR 송수신 시스템을 채택하기로 했습니다.

전자기학을 공부하면 맥스웰 방정식 후반부에서 다루는 전기 동역학 파트에 아주 재미있는 이론이 있습니다.

사실 역학을 다루는 관점에서 2 계 미분 이상을 쓸 일이 없다 생각할 수도 있지만

전자파를 연구하는 분야에선 3 계 미분까지도 사용할 수 있습니다.

(유체역학은 4 계 이상이 기본이고요)

어떤 이론이냐하면 전자의 가속이 변화하면 전자기파가 발생한다는 이론입니다.

즉 가속도의 변화율이 존재하면 전자기파가 발생한다는 이론이죠.

엔진의 추력을 받아서 동작하는 고속의 제트기의 경우 아주 흔하게 발생합니다.

(다른 시스템과 마찬가지로 변화율이 클수록 전자기파의 간섭 영향이 커집니다)

이와 같은 문제로 송수신기는 DDR 방식을 채택하기로 했습니다.

Dual Receiver 시스템은 현행 전파 법규를 위반하지 않는 범위내에서 모형항공기,

특히 대형기, 노이즈에 민감한 가솔린기, 속도가 높은 제트기,

높은 신뢰성이 요구되는 UAV 실험기 등에 적용되어

조종 신뢰도를 극대화 할 수 있는 시스템입니다.

핵심 기능을 요약하자면 아래와 같습니다.

핵심 기능을 요약하자면 아래와 같습니다.

1) 통신 안전 규격 인증

강화된 유럽 CE 규격, 미국 통신 규격 FCC 인증 획득, 전세계적으로 널리 사용됨
일단 RC가 성행하는 미국의 통신 규격인 FCC 인증을 가지고 있다는 것만으로도 뭐 ... 끝난것이죠
(참고로 국내 인증의 경우 유선이 일본 따라가고 무선은 유럽 따라갑니다)

2) 주파수 매칭 및 튜닝

72 MHz 전채널 사용가능 - 크리스털의 교환이 필요없는 DDS(디지털 직접 신데사이저) 방식
1 쌍의 독립된 더블 컨버전 수퍼헤테로다인 고감도 수신 회로
마이크로 프로세서 제어에 의한 정교한 주파수 튜닝으로 온도/전압에 의한 주파수 편차를 상쇄
정확한 주파수 튜닝만으로도 신뢰성 및 조종 통달거리 대폭 향상

3) 고도의 수신감도

수신 감도가 뛰어나고 SNR 이 매우 높음(손실율이 적음)

4) 노이즈 방어대책

RFI(무선 주파수 간섭)을 최소화시키고, External Noise 에 해당하는 엔진 점화 노이즈 등등을 차단함

5) JR SPCM1024, Futaba PCM 1024 대응

최신 전파통신 규격에 완벽 대응하며 기존의 PPM 방식도 가능함

6) 빠른 처리속도 및 스위칭

16-bit 고속 프로세서와 Digital RF 회로 도입으로 0.0001 초 이내에
신호 데이터 품질 비교 및 수신회로/안테나 자동 전환 실현

7) 대용량 파워 공급

최대 20 A 까지 서보에 전류를 공급하며 디지털 서보를 모두 탑재하고도 안정된 동작을 수행할 수 있음
메인 배터리는 대용량으로 구성하며 스탠바이 배터리는 1 ~ 2 회 비행용 중형으로 구성가능
7.2 V NiMH 또는 7.4 V LiPo (2S) 전지 사용 가능
배터리 상태 표시를 통해 외부에서 감시가 가능하며 고휘도 LED 가 장착되어 비행중 관찰 가능

8) 대용량 내진성 전원 제어 스위치 회로

P-channel MOSFET 회로 도입으로 고성능이며 저손실 스위칭 실현

9) 전자동 멀티 서보 커브 매칭

한 개의 타면에 여러 개의 디지털 서보를 사용하면 완전 자동으로 엔드 포인트, 커브 매칭을 수행함
값 비싼 서보 프로그래머 불필요

10) 폭넓은 적용 범위

대형 글라이더, 대형기, 대형 패턴기, 스케일기, 제트기, 헬리콥터 등 안전에 민감한 분야에 모두 적용 가능함

11) 매력적인 가격

100 만원 이상을 들여도 실현하기 어려운 기능을 경제적인 가격에 간단히 완벽히 구현 가능

12) 플래시 메모리에 비행정보 저장

내장 플래시 메모리 및 추가 SD/MMC 메모리 스틱(최대 512Mb)에 고품질 비행 정보 완벽 저장

PC 와 USB port 로 연결되어 데이터 송수신

PC 에서 2 차원 및 3 차원 그래프로 표시가 가능하고 분석이 가능함

비행 정보의 종류 : (기본 1시간 : 내장 플래시 메모리 사용시 48 시간 이상 연장 가능)

배터리 전압 변동/선택, 모든 서보의 포지션, 수신신호강도 (10회/초), 유효 제어신호 및 무효(Fail Safe)

제어신호, 사용된 안테나, 수신회로 간의 절체(change over)절차 이력, 온도변이, 전류변화(1,000회/초)

GPS 옵션 사용시 : 비행 시작점 기준으로 비행 스피드, 위치, 고도, 거리, 비행 경로 등등의 정보 (1회/초)

13) Firmware OS 자동 업데이트

Internet 에서 다운로드 받아 SD/MMC card 에 저장한 뒤 수신기에 꽂으면 자동 업그레이드 됨

14) 송신기와 무관한 채널배정

송신기 채널 설정과 무관하게 사용자 마음대로 서보 채널 및 서보 숫자 배정, 임의의 믹싱 기능 부여

15) 무한에 가까운 수퍼 믹싱 기능

매우 간단하게 한눈에 보면서 마음껏 다양한 믹싱 기능을 설정할 수 있는 수퍼 믹싱 기능
채널에 제한없이 어느 채널이나 마음껏 믹싱하고 동조(synchro)하고 프로그램 가능함

16) 고도의 페일세이프 기능

모든 채널마다 임의의 페일 세이프 설정이 가능하며 비행중 세팅값을 시험해 볼 수도 있음.

17) 서보라인 신호 보상 기능

대용량 / 대전력 서보 라인을 별도의 노이즈 필터(페라이트코어 등) 없이 아주 길게 사용할 수 있음
시그널 프로세서와 노이즈 제거 회로로 모든 서보 라인의 노이즈를 제거하고 신호를 보상하여 명료하게 함

Aerodynamics

이 부분은 사실 스터디가 될지 강의가 될지 모르겠음
어쨌든 자료는 만들고 있음

M.I.T 자료, NASA 자료, 각종 유용한 정보들이 있는데
이를 기반으로 공기 역학에 대한 체계 있고 심도 있는 학습을 진행할 예정임

Jet Engine Propulsion

이 부분도 Aerodynamics 와 유사함

Engine Control Theory & Implementation

서보 모터 제어하는 것이야 너무 쉬워서 일도 아니고
어려운 것은 엔진을 제어하는 것입니다.

(물론 서보 제어의 경우엔 자율 항법이 될 경우에 공기 역학을 구현해야하므로 어려워짐)

제트 엔진의 경우 공기를 압축시키고 내부에서 적절한 양의 기름을 혼합하여 점화함으로써
추진력을 얻는데 혼합되는 비율과 공기의 압축되는 정도가 중요합니다.
이러한 부분을 학습하고 실험하면서 파악해간다고 보면 되겠습니다.

Frame Assembly

엔진을 사용하다보니 기름통이 있습니다.
안전에 만전을 기하며 작업하도록 합니다.

Flight Simulator

조사를 해보니 서양물이 존재함

실제 항공기 기장들이나 전투기 파일럿들도 처음에 이걸로 연습한다고함

악명이 상당히 높음

실제 기체 조종이랑 똑같아서

초창기엔 이착륙 성공한 사람이 전투기 파일럿들이나 항공기장 외엔 없었다고함

항공기 조종이 직접 모는 것이 아니지만서도 채널이 20 개 가량 달려 있을만큼 어렵기 때문에
이런 시뮬레이터를 통해서 항공기의 이착륙 연습과 비행 연습을 충분히 수행할 필요가 있음

FlightGear 혹은 X Plane 등이 존재함

Emergency System

역시나 아직 자동 항행 기법이 들어있지 않기 때문에 불안 요소가 들어있음
그렇기에 여차하면 모든 시스템을 비상 정지시키고 낙하산을 펼치도록 해야함
(고속 주행시 낙하산 펼치면 이것도 위험하므로 속도를 서서히 떨어구면서 하게 만들어야함)

Real Flight Test

신고하고 바닷가 가서 실전 테스트까지 하면 완료!

Future Work

- 1) 비행용 레이더 구현
- 2) 관제탑 구현(AD9361 사용 예정)
- 3) 자율 항법 구현
- 4) 화기 시스템 구현(추진체를 만들 수는 없으므로 물리적 계산에 의거한 폭격이 적절함)