

조종능력 증대를 위한 비행데이터 분석 장치 개발

Flight Data Analysis System to Enhance Pilot's Learning Ability

안재형*, 김장환, 강자영(항공대), 심영관, 이승하(창운항공)

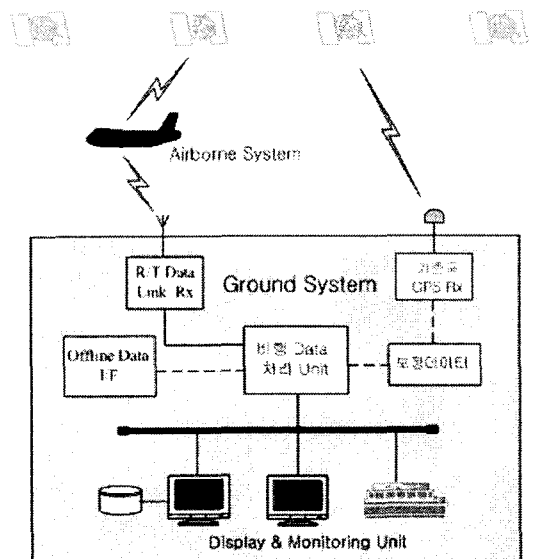
1. 서론

항공교통이 발달함으로써 교통량이 증가함에 따라 조종사의 수요 또한 증가하고 있다. 한명의 조종사를 양성하는데 많은 시간과 노력이 필요하다. 조종사들은 조종교육 초기에 대부분 소형항공기를 이용하여 비행훈련을 시작하고 있다. 소형기는 대형기와는 달리 탑재된 장비에 한계가 있다. 대형 민항기나 군용 제트기에는 항공기의 위치 및 자세를 파악하기 위한 장치가 탑재되어 있어 비행 후 항적이나 각종 비행데이터를 실시간 또는 비실시간으로 파악하기가 쉽다. 그러나 소형기에서는 비용, 하중, 가용공간 등의 제약으로 인하여 그러한 장치를 장착하지 못하고 있다. 대부분의 평가시스템은 표준화된 평가기준이 있어서 개개인을 평가하고 있다. 하지만 조종교육에 있어서 교육 중 비행능력의 판단과 단독 비행 시에 교관이 파악할 수 있는 비행 상황의 판단은 많은 부분에서 제약이 따르고 있다. 처음 비행을 시작하는 학생 조종사나 또는 지상에서 단독비행을 지켜보고 있는 교관에게 비행 시의 항공기의 정확한 위치와 자세 데이터를 저장하고 실시간으로 표현할 수 있는 장치의 개발은 학습능력을 증대시킬 수 있다는 측면에서 매우 중요하다. 생각할 수 있다. 특히 소형기의 조종사는 자신이 조종한 항공기의 비행 데이터를 후에 다시 확인할 수 없는 한계 때문에 이러한 장치의 개발이 요구되어 왔다.

본 논문에서는 항공기의 위치를 파악하기에 가장 보편적이고 정확성도 보장되는 위성항법 수신기와 항공기의 자세를 판단하기 위한 관성 센서를 이용하여 항공기의 비행데이터를 실시간 또는 비실시간으로 디스플레이 하여 비행의 품질을 표시할 수 있는 시스템의 구축 및 기능에 대해 기술해보고자 한다.

2. 시스템 구성

본 시스템은 항공서브시스템과 지상서브시스템으로 구성된다(그림 1). 항공서브시스템은 항공기의 항적 및 자세 등 비행 데이터를 생성하는 기능과 생성된 데이터를 실시간으로 지상으로 송신하거나 또는 후처리를 위해 기록 장치에 저장하는 기능이 있다. 일반적으로 소형항공기에는 계기가 생성한 비행데이터를 저장하는 장치가 없기 때문에 실시간 전송이나 후처리를 할 수가 없다. 따라서 항공서브시스템은 비행데이터의 생성을 위한 GPS/INS 장비와 비행데이터의 저장장치 및 실시간 전송장치로 이루어져 있다. 지상서브시스템은 비행데이터 수신 장치, 데이터 저장장치, 데이터 디스플레이 장치 등으로 구성된다. 또한 지상서브시스템에는 비행 중 저장된 데이터를 비실시간으로 처리할 수 있도록 오프라인 비행데이터 처리 및 디스플레이 기능이 있다.



<그림1> 비행데이터 분석 장치 기본구조도

● 비행데이터 생성

기록장치가 없는 소형기의 비행데이터 생성을 위해서 GPS 수신기 및 IMU 센서를 이용하였다. GPS 수신기는 Novatel사의 제품들(ProPak-4 및 SuperStar II)을 사용하였고, IMU센서는 MI사의 제품(GA3350M)을 사용하였다. 비행데이터의 생성을 위해 항공기는 새한항업(주)의 PA 31-350(그림 2)를 이용하였다. 비행시험은 경기/충남 및 전남 일원에서 2회에 걸쳐 수행되었으며, 총 5시간 이상의 비행데이터를 확보했다. 또한 근거리 무선통신실험은 저속 저고도 비행이 가능한 성화대학의 초경량항공기를 이용했다.



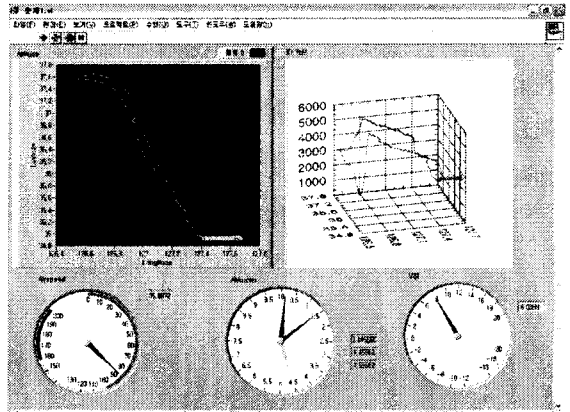
<그림2> 비행시험에 사용된 PA 31-350

● 비행데이터 수집 저장 및 송신

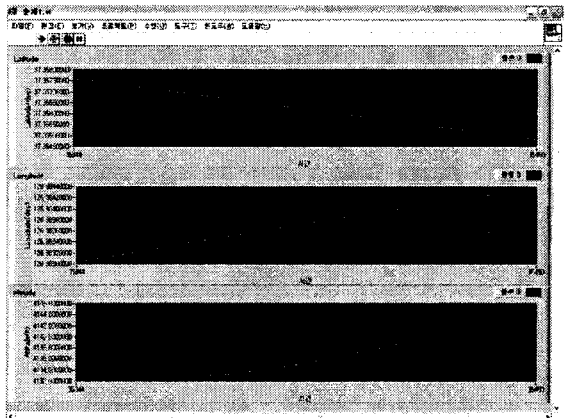
비행 중 GPS 및 IMU센서를 통하여 생성된 데이터는 시리얼 디바이스 서버 및 이더넷 허브를 통하여 저장장치 및 무선 전송장치로 보내진다. 항공기내에서의 데이터 저장은 비행 후 브리핑 또는 비실시간 그래픽 디스플레이를 위해 필요하며, 이 경우 이동용 컴퓨터를 활용하였다. 무선 전송장치는 비행데이터를 지상으로 보내서 실시간으로 지상에서 비행품질을 평가할 수 있도록 해준다. 소형기에서의 데이터 전송방법은 비행거리와 밀접한 관계가 있는데, 본 연구에서는 두 가지 방안을 제시하고, 이들 방안에 대한 가능성을 시뮬레이션을 통하여 확인한다. 장주 비행과 같이 근거리 비행을 할 경우는 VHF나 UHF를 통해서 지상으로 전송하고, 원격의 비행장에서 비행할 경우에는 중간 전송매체로서 인터넷 통해서 전송하는 방법을 고려할 수 있다. 본 연구에서는 가용주파수 및 연구예산의 제한으로 인하여 비행데이터의 실시간 송수신은 근거리 무선통신방법에 의한 전송실험을 실시하여 확인하였다. 근거리 무선통신을 이용한 송수신시뮬레이션 시험은 다음 절에서 좀 더 상세하게 설명하기로 한다.

● 비행데이터 처리

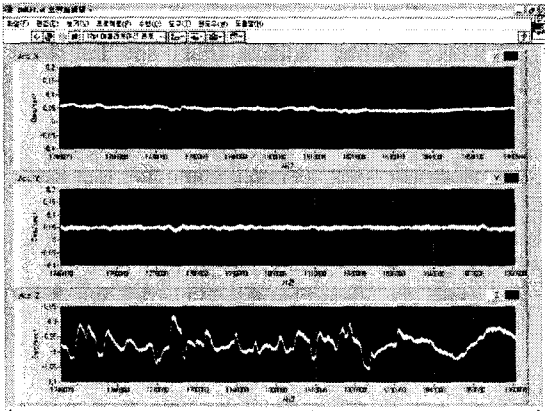
지상시스템은 그림 1에 예시된 바와 같이 실시간 비행데이터 수신 유닛, 오프라인 인터페이스, 비행데이터 처리 유닛, 데이터 디스플레이 및 모니터링 유닛 등으로 구성된다. 비행데이터 수신 유닛은 항공기의 비행데이터 송신장치와 적합성을 유지해야 한다. 비행데이터의 그래픽 디스플레이를 위해 LabView를 이용하였다. 3차원 항적정보, 항공기의 속도 및 수직속도 정보, 고도정보 등의 표시기능(그림 3), 항공기 위도, 경도, 고도 정보의 시간 변화 표시기능(그림 4), 항공기의 가속도 정보 표시기능(그림 5), 각속도 및 자세 정보의 시간 변화 표시기능(그림 6, 7)등이 구현되었다. 윈도우에 표시된 정보는 2차 비행시험에서 획득한 비행데이터를 오프라인으로 처리한 결과이다.



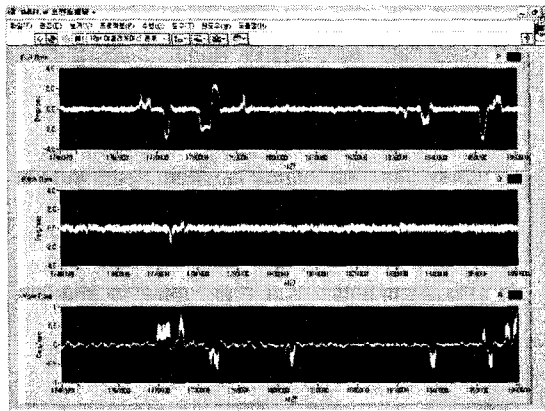
<그림3> 3D-항적, ASI, VSI, Altimeter 윈도우



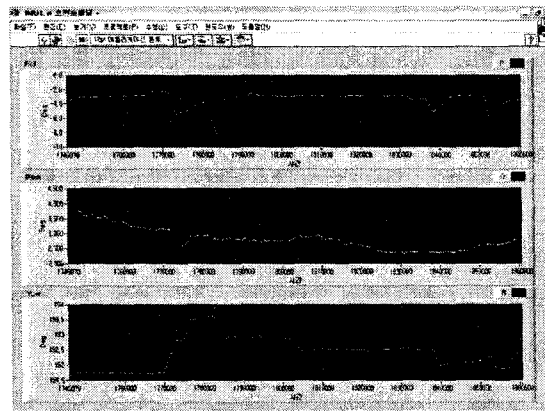
<그림4> 위도, 경도, 고도 정보 윈도우



<그림5> 항공기의 가속도 정보 윈도우



<그림6> 항공기의 RPY 각속도 정보 윈도우



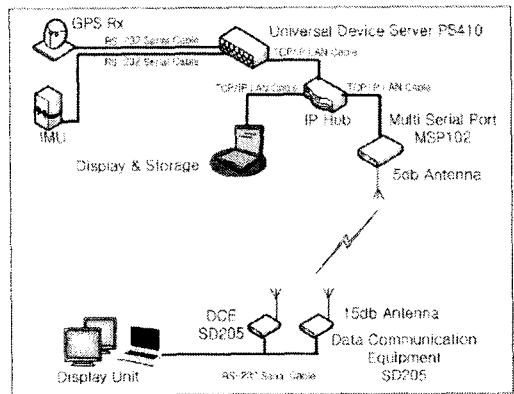
<그림7> 항공기 RPY 자세정보 윈도우

3. 실시간 비행데이터 통신 실험

● 근거리 통신 시뮬레이션 시스템 구성

앞에서 언급한 바와 같이 가용주파수 및 연구예산의 제한으로 인하여 실시간 비행데이터

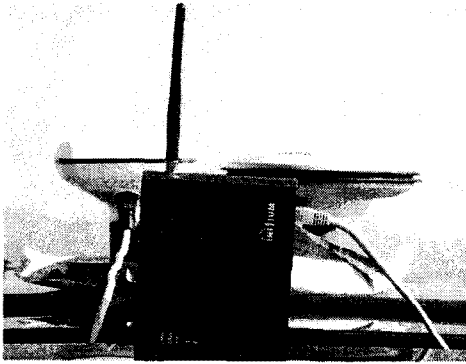
통신시험은 주파수에 대한 제한이 없고, 비용이 저렴한 근거리 통신장비를 이용한 간이통신시스템(그림 8)을 구성하여 수행하였다. GPS 수신기 및 IMU센서에서 생성된 비행데이터는 디바이스 서버(PS410), 10/100 Ethernet 허브(3Com OfficeConnect Dual Speed Switch 5), 다중 시리얼 포트(Promi-MSP102)를 통하여 지상시스템으로 송신된다. 지상의 무지향성 안테나(ET-OM15)와 데이터 통신장비(DEC SD205)는 GPS데이터와 IMU 데이터를 분리 수신한 후 디스플레이 유닛으로 넘겨 적합한 형태로 처리한다. 이렇게 처리된 데이터는 그래픽 기반 개발 환경을 갖춘 LabVIEW에 실시간으로 디스플레이 된다.



<그림8> 근거리 통신 시뮬레이션 시스템 구성도

● 데이터 무선 송수신 실험

데이터 통신실험은 차량실험 및 항공기실험으로 나누어 실시하였다. 가용주파수가 많지 않아 시험은 사용허가가 필요치 않은 2.4GHz의 ISM 주파수 대역을 이용하여 실시하였는데, 전력에 의한 통달거리의 제한으로 장애물의 영향이 많은 항공대학교에서 수행한 실험은 만족할 만한 결과를 얻지 못하여 장애물이 거의 없는 성화대학 비행장부근의 간척지에서 실험을 실시하였다. 차량실험에서 GPS 안테나와 비콘 수신기는 차량의 지붕위에 자석마운트를 이용하여 사진과 같이 부착하였고 MSP는 차량의 선루프를 이용하여 고정하였다. 각각 전원의 연결은 12V와 11.1V의 배터리를 이용하여 연결하였고 MSP의 전원은 5V를 이용하기 때문에 노트북의 USB의 전원을 연결하여 작동하였다.

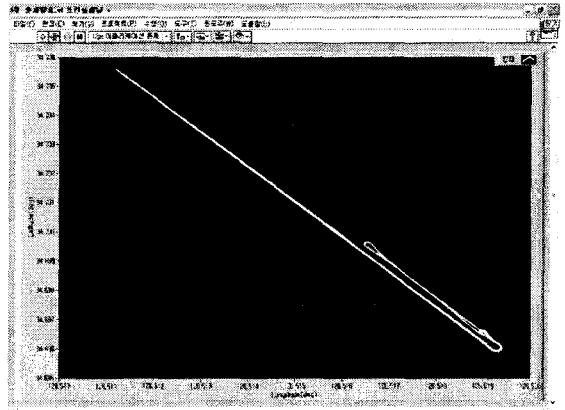


<그림9> 차량을 이용한 항적 실험 장치

지상수신부는 삼각대에 2개의 안테나를 지면과 수직으로 설치하였다(그림 10). 두개의 시리얼 포트를 사용하여 컴퓨터와 연결하여야 하나 노트북에는 시리얼포트가 하나여서 부득이 Serial to USB 컨버터를 사용하였다. 또한 SD205의 전원은 5V를 이용하기 때문에 노트북의 USB의 전원을 이용하였다. 최종 설치하는 USB Hub를 사용하여 2개의 라인에는 Serial to USB 컨버터를 2개의 라인에는 전원공급을 위한 라인을 설치하였다. 지상에서 실시한 무선 송수신실험의 결과는 그림 11과 같이 나타났다. 거리가 멀어져서 무선 연결이 실패하면 그 값이 정의되지 않아서 일정치 않은 값으로 표시되게 되는데, 본 그림은 해당데이터가 필터링된 것이다.

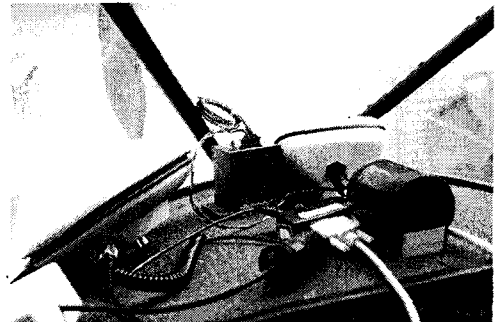


<그림10> 지상수신부 안테나 거치 장면

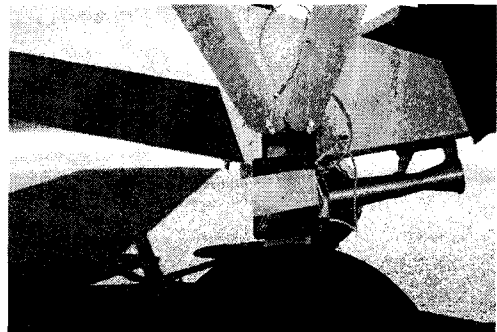


<그림11> 차량국 이동 데이터 무선수신

항공기에서는 GPS 안테나 및 비컨 안테나를 항공기의 외부에 설치하여야 하나 항공기의 성능에 영향을 미치는 것을 방지하기 위해 항공기의 내부에 설치하였다(그림 12). 전파수신율을 높이고자 조종석 앞 Windshield 부분에 설치하였다. 다만 MSP는 항공기 동체 중에서(그림 13) 날개 기둥부에 테이프로 고정하여 설치하였다. 지상수신부는 차량실험에서와 같은 방법으로 설치하였다.

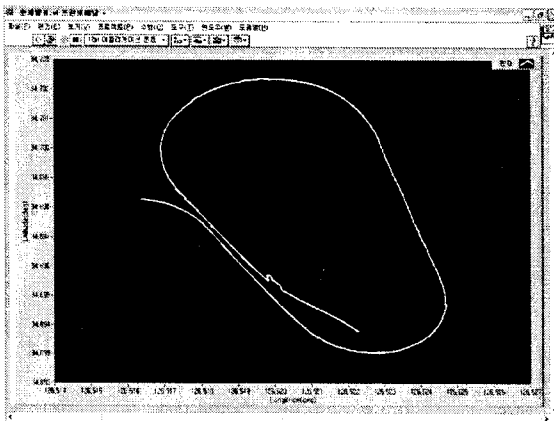


<그림12> 항공기내 비행실험 장치



<그림13> 무선 송수신 장치

앞서 설명한 바와 같이 가용주파수의 출력 제한 때문에 항공기는 활주로 주변에서 고도 300미터 이하로 비행을 하였고, 비행데이터는 통달범위 이내에서는 수신이 잘 되었지만 항공기가 통달거리를 벗어날 때는 데이터의 수신이 되지 않았다. 그림 14는 실시간으로 수신된 항적 데이터의 2차원 그래프로 표시한 것이다. 이 그림에서도 통달거리를 벗어난 구간의 비행데이터는 일정한 값을 갖지 않기 때문에 해당 데이터는 필터링 되어서 그림에 표시되지 않았다. 본 연구의 장비 구성에서 하이게인 안테나를 추가할 경우 무선통달 거리는 킬로미터 수준으로 향상이 가능하며, 관련 당국의 허가가 필요한 주파수 및 송신출력을 사용할 경우에는 10마일 이상의 LOS 비행거리에서도 비행데이터의 실시간 송수신이 가능하다.



<그림14> 항공기 항적 데이터 무선수신

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 조종사의 조종능력을 향상하기 위하여 비행데이터를 실시간 또는 오프라인으로 분석 평가할 수 있는 장치의 개발을 목표로 하였다. 특히 소형기나 훈련기에는 컴퓨터 기록장치가 장착되어 있지 않기 때문에 비행계가 표시하는 비행데이터는 곧 바로 사라지게 되어 비행 후 비행품질을 평가할 수 있는 객관적인 자료를 확보할 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 항공기의 비행 항적, 속도, 고도, 자세 등의 비행 데이터를 확보하기 위한 항공탑재용 데이터 생성 유닛, 이 데이터들을 기록저장하거나 실시간으로 전송할 수 있는 무선송신 유닛, 전송된 데이터를 지상에서 수신할 수 있는 데이터 수신 및 처리 유닛, 그리고 그래픽으로 처

리하여 모니터에 표시하는 디스플레이 및 모니터링 유닛으로 구성된 장치를 개발하여 몇 차례의 비행실험을 통하여 장치의 성능을 확인하였다. 근거리 비행실험으로 초기에 기대했던 기술의 목표수준은 달성하였으나, 가용 주파수의 허가와 연구비의 한계로 실시가 불가능했던 실시간 원격무선전송부분만 보완한다면 본 연구에서 개발된 장치는 성능이 더욱 개선될 것으로 생각된다. 따라서 향후에는 저가의 장치로 LOS통신거리를 증가시키는 문제와 원격지에 설치된 수신 단말과 인터넷을 통하여 비행데이터를 실시간으로 전송하는 문제를 연구하고자 한다.

본 연구에서 개발된 기술은 소형기뿐만 아니라 무인기 관제장치에도 확장이 가능한 기술로써 무엇보다도 저가로 장비를 구성하여 활용할 수 있다는 측면에서 장점이 있다.

후 기

본 연구는 2005년도 경기중소기업청 및 고양시 지원으로 수행된 과제임.

참 고 문 헌

1. 고속 비행체의 순간 위치결정을 위한 GPS와 INS의 원천자료 통합처리 기술 개발 보고서
2. LabVIEW Basic1 Course Manual
3. Promi-SD 블루투스 RS232C Serial Dongle Manual Ver.2.0
4. Universal Device Servers HelloDevice Pro Series Manual Ver.1.2.0
5. Sena Device Server에서 Serial/IP 활용 Manual Ver.1.0.0
6. http://sun.uos.ac.kr/network/bluetooth/bt_03.htm
7. http://www.3com.com/products/en_US/detail.jsp?tab=features&pathtype=purchase&sku=3CR858-91
8. Technical Manual MI-GA3350M Attitude Heading Reference System
9. OEM4 Volume 1 Installation and Operation OM-20000046