

HILS 시스템을 위한 GPS 시뮬레이터 시험 분석

GPS Simulator Test and Analysis for HILS System

김봉주*, 최지영, 권형준, 박무혁, 유혁(한국항공우주연구원)

1. 서 론

항공기를 개발하기 위해서는 항공기의 특성을 정확하게 파악하여야 하며 이를 기반으로 제어기를 설계하게 된다. 이때 설계된 제어기는 비행시험을 통해 검증이 가능하지만 위험부담이 많이 따르게 된다. 이런 위험부담을 줄이기 위해서는 항공기의 성능평가 및 검증은 실제 개발 프로세스 중 매우 중요한 부분이며 실제 시스템에 탑재하기 전까지 항공기의 특성과 제어기의 정확한 성능 시험 및 평가를 필요로 한다. 이를 위하여 HILS(Hardware In the Loop Simulation)를 이용한 성능검증을 수행하여 실제비행에서의 위험을 감소시키게 된다. HILS는 실제 시스템의 하드웨어를 적용하여 실시간 시뮬레이션을 수행하는 것으로 FCC(Flight Control Computer)나 센서 등 실제 항공기에 탑재되는 장비들을 장착하여 각 장비들의 특성을 파악하고 실제 비행에서 발생할 수 있는 항공기와 지상제어 시스템과의 통신 또한 검증하여야 한다.

이러한 HILS 시스템 구성 중 GPS(Global Positioning System)의 경우 위성을 사용하여 위치 정보를 제공하고 항법 정보를 제공하는 시스템으로 GPS 시스템은 위성 시스템과 지상국 시스템으로 나누어볼 수 있다. 일반적으로 지상국 시스템은 실내에서 위성신호를 수신 할 수 없어 HILS를 수행할 때 일반적으로 가상의 GPS 위치정보를 만들어 FCC에 직접 입력하지 만 본 논문에서는 GPS 시뮬레이터를 이용하였으며 HILS 시스템으로부터 전달된 가상항공기의 위치정보 혹은 미리 프로그래밍 된 위치정

보를 방사안테나를 통해 위성 RF신호로 방사해 항공기에 사용하는 하드웨어(GPS수신기)를 그대로 사용할 수 있도록 GPS 시뮬레이터를 이용한 HILS 시스템을 구성하였고 이를 이용한 시험결과를 비교하여 가상항공기 모델의 위치와 GPS 수신기에서 기록한 정보를 비교, 분석하였다.

2. HILS 시스템의 구성

전체 HILS 시스템은 시스템관리컴퓨터(SMC, System Management Computer), 가상항공기모델컴퓨터(VAC, Virtual Aircraft Computer), 비행제어컴퓨터(FCC, Flight Control Computer), 센서서버컴퓨터(SSC, Sensor Server Computer)등으로 구성되며 필요에 따라 영상컴퓨터(IGC, Image Generation Computer), 액추에이터컴퓨터(AC, Actuator Computer), GPS 시뮬레이터(GPS Simulator)등을 사용하기도 한다. 이와 같은 각각의 시스템은 그림 1과 같이 구성되어 HILS 시험을 수행하게 되며 각각의 컴퓨터 및 장비들끼리의 데이터 전송은 UDP, RS-232통신, ARINC 429 통신, Analog 전압 신호 등을 이용하여 주고 받게 된다. HILS 시스템을 구성하는 각 장비의 기능은 다음과 같다.

2.1. 시스템관리컴퓨터

시스템관리컴퓨터는 전체 HILS 시스템의 운영을 관리하고 HILS 시스템에 사용되는 컴퓨터들과 UDP(User Datagram Protocol) 통신을 통해 제어명령 및 데이터를 주고받는다. 시뮬레

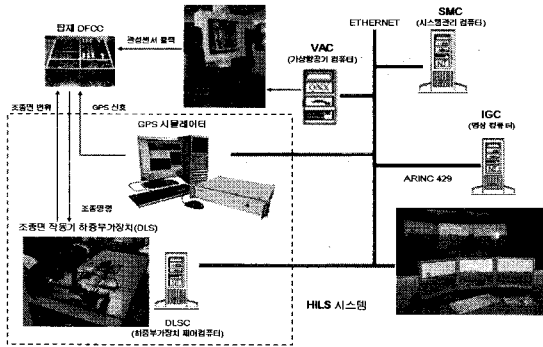


그림 1 HILS 시험장비 구성

이전의 시작 및 종료를 담당하며 필요에 따라 데이터의 모니터링 및 저장 기능도 함께 수행한다.

2.2. 가상항공기컴퓨터

가상항공기 컴퓨터는 실제항공기의 운동을 모사하는 컴퓨터로 항공기의 수학적 모델을 바탕으로 QNX Realtime OS 플랫폼 상에서 실시간 시뮬레이션을 담당하며 이때 계산되는 비행 데이터는 필요에 따라 UDP 통신을 이용해 시스템관리컴퓨터나 센서서버 컴퓨터로 전달한다.

2.3. 센서서버컴퓨터

센서서버컴퓨터는 가상항공기컴퓨터로부터 받은 데이터를 이용해서 가상의 센서신호를 만들어주는 역할을 한다. 정확한 HILS를 위해서는 실제센서를 사용하여야 하나 필요에 따라 가상항공기컴퓨터에서 센서신호와 동일한 신호를 만들어 FCC에 전달을 해주기도 한다. 이 컴퓨터에서 모사해주는 센서로는 관성항법시스템(INS, Inertial Navigation System,), AHRS(Attitude Heading Referance System), 위성항법장치(GPS, Global Positioning System) 등이 있다.

컴퓨터로부터 모사된 데이터가 아닌 실제 센서를 사용하고자 하는 경우 INS나 AHRS와 같은 센서는 모션테이블에 센서를 고정하여 사용하며, GPS의 경우에는 실내에서 위성신호를 감지하지 못하기 때문에 GPS 시뮬레이터를 사용하여 RF 위성신호를 만들어 GPS 수신 안테나에 방사해 줌으로 실험실에도 실외에서 실제

비행시험을 할 때처럼 FCC에 부착된 GPS 수신기를 사용할 수 있도록 한다.

2.4. GPS 시뮬레이터

GPS 시뮬레이터는 위치 정보를 위도, 경도, 고도와 ECEF(Earth Centered Earth Fixed) 좌표계에서의 x, y, z축 좌표값으로 표시한다. 이 좌표계는 지구 중심을 원점으로 적도와 그리니치 천문대가 만나는 점을 지나는 x축, 적도와 동경 90°가 만나는 점을 지나는 y축, 북극을 지나는 z축으로 이루어진다.

본 논문에서 사용된 GPS 시뮬레이터는 Spirent사의 GSS 6560모델로 GPS Navigation System의 실험을 위한 완벽하게 계산된 RF 환경을 만들어 소프트웨어를 통해서 시나리오의 제작 및 편집을 할 수 있으며 가상의 위치정보를 실제 GPS 수신기가 수신할 수 있도록 현재 위치와 속도정보를 이용하여 RF 신호를 만들어낸다. 이는 시뮬레이터 단독으로 입력된 시나리오에 따라 동작할 수도 있으며 가상항공기컴퓨터로부터 계산된 항공기 모델의 위치정보와 연동해 동작할 수도 있어 사용자의 필요에 따라 동작하기가 용이하며 GPS 시뮬레이터의 사양은 다음과 같다.

- 실시간 GPS 시뮬레이션 환경 설정 및 동작 기능
- 신호 입출력 속도: 1 pps, 10MHz .
- 12 채널 L1 C/A 코드 or SBAS L1 (WAAS, EGNOS, MSAS) 신호
- 넓은 범위의 Signal power 와 Doppler shift 설정.
- DGPS, Twin-Vehicle 또는 dual antenna 설정 가능.
- 최대 4대 연계, 4포트 L1 신호의 자세 시스템 구성 가능.
- Low loss RF interference input
- Microsoft Windows™ 기반의 Graphical user interface
- 다양한 Vehicle model을 포함

3. GPS 시뮬레이터 시험 및 시험결과

GPS 시뮬레이터의 성능을 검증하기 위하여 HILS 시스템과 별도로 수행한 GPS 시뮬레이터 독립시험을 통해 성능 검증을 하였고 최종적으로 HILS 시스템과 연동된 시험을 하여 결과를 비교하였다.

3.1. GPS 시뮬레이터 독립시험

GPS 시뮬레이터를 HILS와 연동하기 전 GPS 시뮬레이터의 성능을 검증하기 위하여 GPS 시뮬레이터에 독립적인 시나리오를 프로그래밍 하여 시험을 수행하였다. 이때 방사되는 RF신호를 검증하기 위하여 시뮬레이터에서 만들어주는 가상의 GPS 위성 위치와 GPS 수신기에서 수신하는 위성의 위치를 비교하였다.

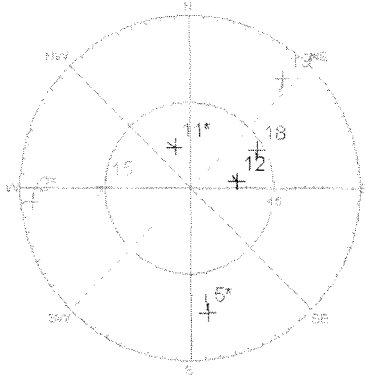


그림 2 GPS 시뮬레이터의 송신 위성위치 비교를 위하여 GPS 시뮬레이터 소프트웨어에서의 위성의 위치와 GPS 수신기에서는 별도의 소프트웨어를 사용하여 수신기에서 인식하는 위성의 위치를 그림 2와 그림 3에 비교하였다. 그림에서도 확인 할 수 있듯이 GPS 시뮬레이터에서 송신하는 위성의 위치와 GPS 수신기에서 수신하는 위성의 위치가 일치하며 이를 통해 위성과 GPS 수신기 사이의 상대적인 위치로 계산되어지는 GPS 수신기의 위치 정보를 신뢰할 수 있다.

GPS 시뮬레이터의 독립시험은 북위 36° 22' 33.08", 동경 127° 21' 20.29"에서 출발하여 일정한 속도로 북동진 하는 시나리오를 수행하였으

며 그림 4와 같이 GPS 시뮬레이터에서 프로그래밍 된 경로와 GPS 수신된 경로가 정확하게 일치함을 알 수 있다. 이 시험에 사용된 GPS 수신기는 아웃도어용(hand held) 수신기로 Garmin 12XL을 사용하였다. Garmin 12XL은 모두 12개의 수신 채널을 갖고 있고, 실시간으로 위치를 저장할 수 있어 데이터 확인 및 분석에 용이하다.

3.2. GPS 시뮬레이터 HILS 연동시험

GPS 시뮬레이터의 독립시험을 통해서 시뮬레이터의 신뢰성을 검증하였으며 실제 사용목적에 맞도록 HILS와 연동하여 비행시뮬레이션을 수행하고 실제 GPS 수신기를 이용해 2차

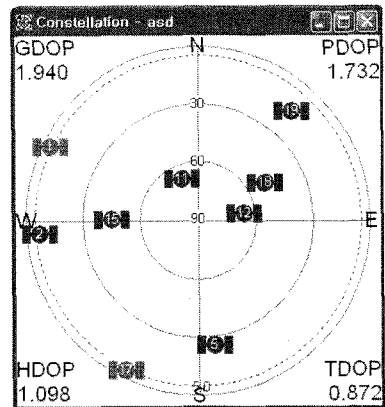


그림 3 GPS 수신기의 수신 위성위치 원 위치데이터를 받은 후 결과를 분석하였다. 비행시뮬레이션을 시작하는 위치는 GPS 시뮬레이터 독립시험에서와 마찬가지로 북위 36° 22' 33.08", 동경 127° 21' 20.29"에서 시작하였고 HILS에서 사용한 모델은 틸트로터 항공기로 헬리콥터모드와 비행기모드로 비행시뮬레이션을 수행하여 가상항공기컴퓨터로부터 계산된 GPS 시뮬레이터의 위치정보와 GPS 수신기에서 수신하는 위치를 그림 5에 비교하였다. GPS 수신기에서 수신하는 위치데이터가 GPS 시뮬레이터에서 송신하는 위치와 전체적으로 잘 일치함을 확인 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 GPS 시뮬레이터와 HILS 시스템이 연동된 시험을 수행하여 데이터를 검증하였고 이를 통해 실험실(실내)에서 수행하기 어려웠던 GPS 관련 HILS 시험을 수행할 수 있도록 하여 항공우주연구원에서 개발 중인 스마트무인기 및 각종 헬리콥터, 고정익 항공기의 제어기 성능검증 및 시스템의 특성 파악을 위한 HILS 시험을 수행하기에 용이하게 하였다. 또한 이는 항공기의 제어기 오류나 실제 비행 시험에서 발생할 수 있는 위험을 감소시킬 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이장호, 유혁, 김재은, 김웅태, “각속도 기반 무인항공기의 HILS 시스템 개발”, 한국항공우주학회 추계학술대회, pp. 325-328, 2005. 11.
- [2] 구태윤, 지성호, 전지춘, 권성진, 김현준, 서명원, “텔레매틱스 서비스 구현을 위한 GPS 시뮬레이터 개발”, 한국자동차 공학회 추계학술대회, pp. 1150-1155, 2005.

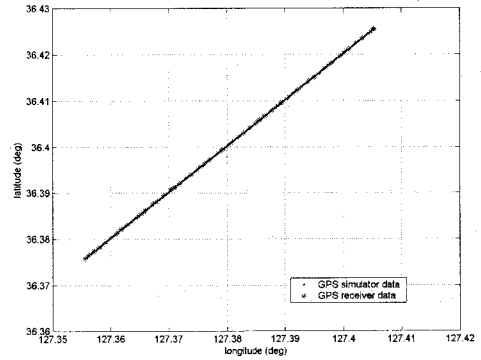


그림 4 GPS 시뮬레이터 독립시험 수행 결과

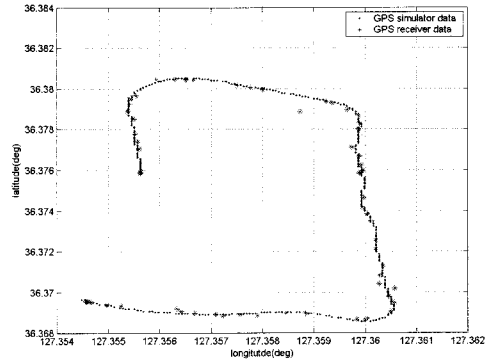


그림 5 GPS 시뮬레이터-HILS 연동 시험 결과