

技術論文

항공전자시스템 개발치구 개발

박덕배*, 황상현*, 이성수*

Development of the Avionics System Development Rig

Deok-Bae Park*, Sang-Hyun Hwang*, Sung-Soo Lee*

ABSTRACT

ASDR(Avionic System Development Rig) is used as a development tool during the design and development of the ASC/OFP and then can be used as a maintenance tool after developing them for a military aircraft. This paper describes the overall structure and the important features of KO-1 ASDR, especially about the dynamic simlution of inertial and air data sensors.

초 록

ASDR은 군용 항공기의 주 장비인 ASC와 이에 탑재되는 임무 운용 소프트웨어인 OFP 개발중에는 개발도구로 사용되며 또한 ASC/OFP 개발 후에는 유지/보수용 도구로 사용될 수 있다. 본 논문에서는 저속통제기용으로 개발된 ASDR의 전체 구조, 기능 및 특히 관성 및 공기 데이터 센서 시뮬레이션 부분에 대하여 기술한다.

Key Words : Avionic System Development Rig (ASDR, 항공전자시스템 개발치구), Operational Flight Program (OFP, 임무운용프로그램), Central Computer Controller(CCC, 중앙 컴퓨터 콘트롤러), Avionics System Computer (ASC, 항공전자 시스템 컴퓨터)

I. 서 론

항공전자 시스템 개발치구(Avionics System Development Rig, 이하 ASDR)는 항공전자계통의 주 장비인 항공전자 시스템 컴퓨터(Avionics System Computer, 이하 ASC)와 이에 탑재되는 임무 운용 프로그램인 OFP(Operational Flight Program)의 개발도구로 이용되고, ASC 및 OFP 개발 이후에는 이들의 수정 및 보안을 위한 유지 관리 도구로 사용된다[1][2]. 특히, 본 ASDR은 항공기 특성상 탑재시험이 곤란한 OFP의 개발을 위해 지상 실험실 환경에서 특정 항공기의 제원과 직접적인 관련 없이 사용할 수 있도록 개발되

었다. 이러한 기능을 제공하기 위해 하드웨어적으로는 모의 전/후방석 계기판 및 랙(rack)등을 구축하여 실제 조종석과 최대한 유사한 환경에서 OFP의 운용과 시험을 수행 할 수 있도록 하였으며, 소프트웨어적으로는 실시간 동적 시뮬레이션을 통해 관성데이터 및 공기 역학 데이터 등을 제공함으로써 항공기 비행 시에 제공되는 각종 센서 데이터를 시뮬레이션해서 OFP에 제공하였다. 이러한 실시간 동적 시뮬레이션은 항공기의 제원이 확정되지 않은 상태에서 OFP의 개발이 가능하도록 하며, 유지 및 보수도 용이하게 한다.

II. ASDR 요구사항

ASDR은 항공기에 탑재될 항공전자 시스템 및 OFP 소프트웨어의 개발을 위한 지상 개발 치구로서의 기능을 수행하기 위해 다음과 같은 환경을 제공한다[3].

* 2005년 1월 14일 접수 ~ 2005년 5월 4일 심사완료

* 정회원, 국방과학연구소

연락처자, E-mail : deokbaepark@yahoo.co.kr

대전시 유성우체국 사서함 35-3호

- 항공전자 시스템 환경
- 조종석 환경
- 항공기 인터페이스 모의 환경
- 실시간 동적 파라미터의 생성/출력
- 시스템 모니터 및 성능 해석 환경

2.1 항공전자 시스템 환경

ASDR은 ASC 및 OFP 개발시 사용되는 항공 전자 시스템 환경을 제공하기 위하여 WDNS (Weapon Delivery and Navigation System)장비, 통신/식별장비와 같은 실 탑재장비와 외부 비행 환경을 모사하기 위한 시뮬레이션을 포함한다.

WDNS 장비

- ASC
- GPS/INS/ADC
- TACAN
- VOR/ILS
- WCU

통신/식별 장비

- UHF/VHF(Front/Rear)
- CCS Control Box(Front/Rear)
- Junction Box
- Logic Converter(Front/Rear)
- Filter(4)
- UHF/VHF Antenna(Front/Rear)
- IFF
- MODE 4

외부환경 시뮬레이션

ASDR은 다음과 같은 3차원 지형 및 항공기 외장 시뮬레이션 환경을 제공한다.

- Flight & Stores 시뮬레이션

2.2 조종석 환경

ASDR은 다음과 같이 전/후방석 계기판 및 조종석 측면 패널과 같은 조종사 인터페이스 환경을 제공한다.

조종석 환경

- F(Front)CIP/R(Rear)CIP
- HUD with HVC
- FUFU/RUFU
- FSCP/RSCP
- WCP
- FMFD/RMFD
- FEFI/REFI
- HOTAS

- 조이스틱(joystick)/슬라이더(slidebar)
- SP
- TACAN controller
- VOR/ILS Front & Rear controller
- UHF/VHF controller
- IFF Controller

2.3 항공기 인터페이스 모의환경

ASDR은 수동 토글스위치 등을 이용한 28V DC/Open/Ground 디스크리트 신호 회로를 구성, 다음과 같은 항공기 디스크리트 인터페이스 신호를 모사한다. 이는 전방석의 SP(System Panel)에 스위치 형태로 구현된다.

- Weight-on-Wheels
- Landing Gear Up/Down
- Flap Up/Down
- E/J(Emergency/Jettison)
- Stores 장착/탈착
- GPS/INS/ADC On/Off
- TACAN On/Off

2.4 실시간 동적 파라미터 생성/ 출력

ASDR은 실시간으로 항공기 비행 동적 파라미터(dynamic parameters)를 생성하여 MIL-STD-1553B 버스로 데이터 출력한다. 이는 특정 항공기의 모델이 아니라 자유공간의 임의의 한 점에 모의 항공기를 위치시키고 비행할 수 있다. 즉 관성 운동은 모델링 되지 않는다. 이는 동적 파라미터들을 출력하는 항공전자 구성품(NGS, TACAN등)들 간의 상호 유기적인 데이터를 발생한다.

2.5 시스템 모니터 및 성능해석 환경

시스템 모니터

ASDR은 OFP 및 WDNS의 입증과 시험을 지원하기 위한 아래와 같은 모니터링 장비를 제공한다[4].

- 실시간 MIL-STD-1553B 버스 모니터
- 모든 ASDR 신호선에 접근 가능한 신호 인터페이스 모니터(Portable 장비)
- ASDR과 관련된 모든 비디오 입출력을 사용자가 관찰 가능하게 하는 비디오 인터페이스 모니터(랙에 장착됨)
- 외부영상 모니터
- 외부 장착물 스테이션 모니터

시스템 성능해석

ASDR은 OFP 및 WDNS의 성능을 해석하기

- 위한 데이터 관리기능을 다음과 같이 제공한다.
- MIL-STD-1553B 버스 로거(trigger 기능 포함)
 - 데이터 전시 및 인쇄기능
 - 비디오 신호 편집, 기록 및 재생기능

III. ASDR 시스템 설계

3.1 시스템 Layout

상기 요구사항에 따라 개발된 ASDR의 전체 레이아웃(layout)은 그림 1과 같이 전방석 계기판(Front Cockpit Instrument Panel, 이하 FCIP), 후방석 계기판(Rear Cockpit Instrument Panel, 이하 RCIP), 랙 1, 랙 2, 랙 3 및 기타 OWS (Operator Work Space) 등으로 구성된다.

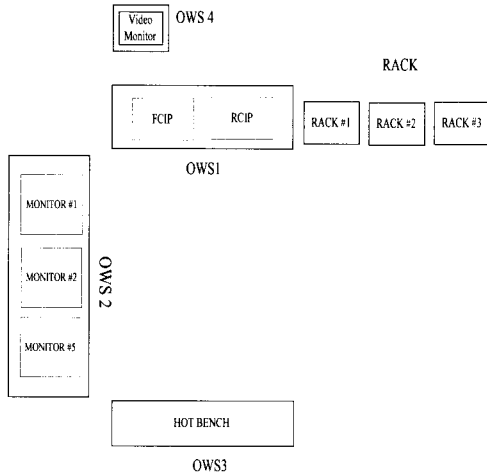


그림 1. ASDR 시스템 레이아웃

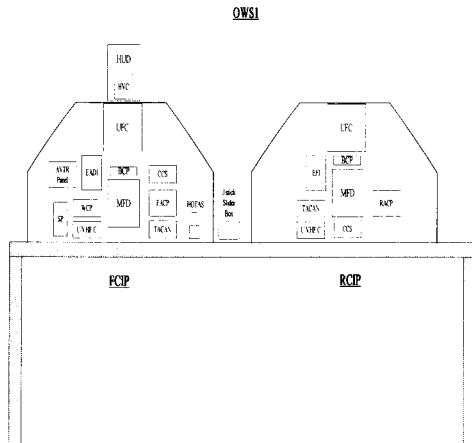


그림 2. 전방석/후방석 계기판 형상

OWS 1을 구성하는 FCIP, RCIP에는 그림2와 같이 실제 항공기 전방석 및 후방석 계기판에 장착되는 주요 전자 장비인 HUD(Head-Up Display), HVC(Hud Video Camera), MFD(Multi-Function Display), UFC(Up Front Controller), ACP(Avionics Control Panel), SCP(System Control Panel), WCP(Weapon Control Panel)등이 장착되어 각종 항법/무장 정보의 전시와 임무 수행에 필요한 모드 선택을 가능하게 한다. 또한 조이스틱(joystick)을 통해서 모사 항공기 자세 정보를 공급할 수 있으며, 슬라이더(slidebar)를 이용하여 항공기 속도를 모사 조정할 수 있도록 하였다.

랙(rack) 1에는 ASC, WCU(Weapon Control Unit)등의 장비가 장착되어 있으며, 장착된 ASC는 Intel 계열의 80960KB 프로세서를 사용하며 OFP의 호스트 컴퓨터로서 임무 컴퓨터의 역할을 수행한다. WCU는 무장제어유닛 로서 무장관련 제어임무를 수행한다. 랙 2에는 시뮬레이션용 컴퓨터인 CCC1, CCC2, CCC3를 장착하였다. CCC1은 Intel 80486 PC로서 동적 시뮬레이션 기능을, CCC2는 MIL-STD-1553B 버스 모니터/데이터 로깅 기능을 수행한다. 마지막으로 CCC3는 3차원 외부 영상 발생기로서 외부 3차원 지형 영상을 스크린 화면에 발생시킨다. 랙 3에는 주로 통신 장비류가 장착된다. 아래 그림 3에 랙 1, 2, 3에 각각 장착된 주요 장비들을 보여준다.

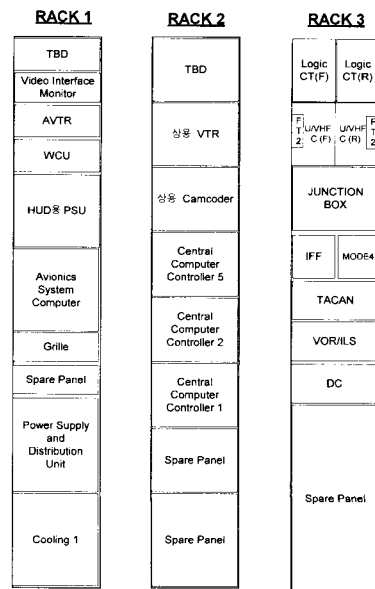


그림 3. 랙 1, 2, 3 장착 장비

한편, OWS 2에는 CCC1, CCC2, CCC3용 화면 모니터가 위치하며 OWS 3에는 각종 통신장비용 안테나가 고정 장착된다. OWS 4는 CCC3용 3차원 지형화면이 대형스크린에 보여 지도록 스크린을 설치하였다.

3.2 시스템 구성

ASDR의 시스템 구성은 그림 4와 같이 각종 항공전자 장비들이 실제 항공기에서와 동일한 방식으로 통신되도록 MIL-STD-1553B 데이터 버스, 디스크리트, 아날로그, RS-422 및 비디오 신호등으로 연결되도록 설계되었다. ASC는 각종 센서 유닛에서 실시간 관성 데이터 및 동적 데이터를 공급받아서 OFP를 수행하며 MIL-STD-1553B의 BC(Bus Controller)역할도 수행한다. 그림 4에서 회계 표시된 장비들은 실제 장비를, 짙게 표시된 장비는 항공전자 시스템 개발치구에 의해 시뮬레이션 되는 것들이다. 특히, 소프트웨어 시뮬레이션은 지상 실험실 환경에서 관성 데이터와 동적 데이터를 실시간으로 시뮬레이션 하여 OFP에 제공함으로써 실제 장비로 구성되는 것에 비해 비용이 절감될 뿐만 아니라 실제 장비로서는 지상에서 제공할 수 없는 동적 데이터를 생성하여 OFP 개발이 용이하도록 하였다.

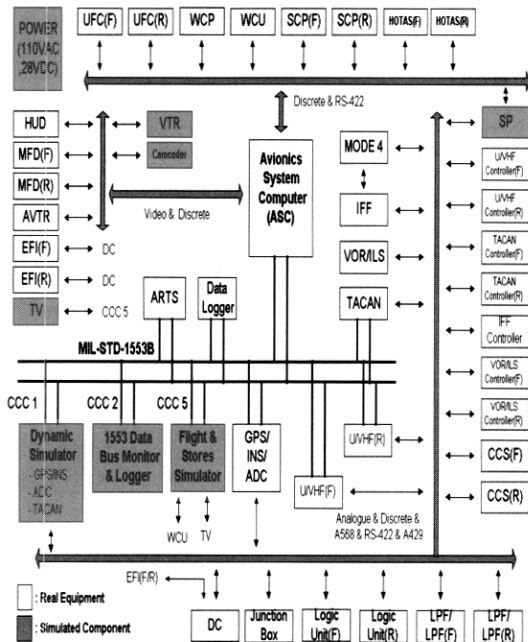


그림 4. ASDR 시스템 구성도

IV. ASDR 소프트웨어 설계

랙 2에 장착되는 각각의 시뮬레이션용 컴퓨터는 IBM 486(또는 상용하는) 3개의 컴퓨터로 구성된다. 3개의 PC는 각각 CCC 1, CCC 2 및 CCC 3으로 명칭이 정해지고 각 CCC는 다음과 같은 기능을 수행하도록 설계 되었다.

- CCC 1 : 비행동적 파라메터 생성
- CCC 2 : 1553B 버스 모니터 및 로거
- CCC 3 : 외부 3차원 지형 시뮬레이션

또한, 각 CCC는 표1과 같은 하드웨어 사양을 가진다.

표 1. 각 CCC의 주요 하드웨어 사양

CCC 1	CCC 2	CCC 3
VGA Graphics I/F	VGA Graphics I/F	VGA Graphics I/F
MIL-STD-1553B 카드	MIL-STD-1553B 카드	MIL-STD-1553B 카드
Discrete I/O 카드		Discrete I/O 카드
Analog I/O 카드		OpenGL 지원 카드

각 CCC용 소프트웨어는 C 프로그램 언어 및 Visual C++ compiler 도구를 사용하여 개발되었으며, 일부 인터럽트 루틴에서는 어셈블러를 사용하였다.(단, 어셈블러 사용은 가능한 최소로 하였다) 한편, CCC 3는 고속의 실시간 3차원 지형 시뮬레이션을 위하여 그래픽 API로 OpenGL을 사용하였다.

4.1 CCC 1 설계

항공전자 시스템 개발치구는 CCC 1에서 NGS(Navigation Guidance System), TACAN 데이터를 50Hz 인터럽트(20ms)내에 실시간으로 시뮬레이션 하여 1553B 데이터 버스로 출력한다. 운용자는 조이스틱 과 슬라이더를 이용하여 가상적인 비행을 실시할 수 있다. 조이스틱으로는 롤(roll) rate와 피치(pitch) rate를 시뮬레이션 소프트웨어에 입력하고, 슬라이더로는 대기속도(True Air Speed)을 입력하여 시뮬레이션 상태를 변화시킬 수 있다. 그림 5와 같이 초기화 모드(INITIALISE MODE)는 CCC 1에 전원을 인가하는 순간 자동으로 선택되어 바로 이전에 수행되었던 시뮬레이션 결과를 읽어서 동적 시뮬레이션을 초기화 한다. 시작 준비모드(PRESET MODE)는 초기화 모드 이후 운용자의 선택에 의해 수행될 수 있으며, 열 개의 데이터 파일중 하나를 선택

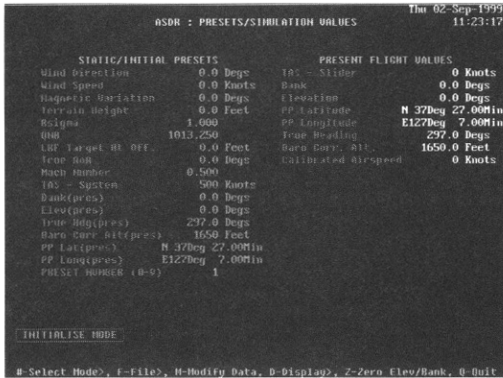


그림 5. CCC1 초기화 모드 화면

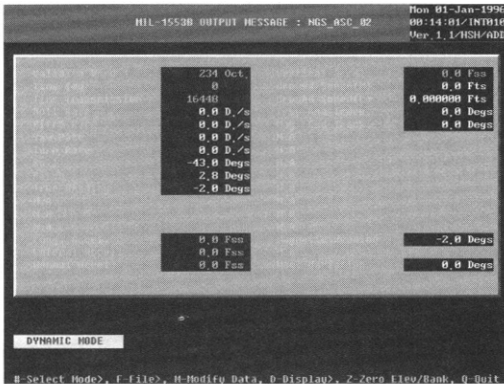


그림 6. NGS 시뮬레이션 화면

택하여 동적 시뮬레이션을 초기화 할 수 있다. 시작 준비모드가 끝나면 비로소 동적 시뮬레이션 모드(DYNAMIC MODE)로 들어갈 수 있으며 사용자가 시뮬레이션 수행 중에 중단시키고 다른 데이터 파일을 선택하거나 정적(static) 데이터를 수정한 후 수행을 재개할 수도 있다

NGS 시뮬레이션

NGS 시뮬레이션은 관성항법장치(GPS/INS) 및 에어데이터 컴퓨터인 ADC(Air Data Computer)를 완전하게 모델링 하는 것이 아니라, 단순히 OFP 시험목적상 미국 BAE사 NGS 장비에 정의된 메시지의 일부를 발생하도록 모델링 한다. 즉 OFP 시험을 위해 단순화 시킨 INS 모델을 구현한 것으로 INS의 모든 기능을 구현한 것이 아니다. 예를 들어 INS의 얼라이먼트(alignment) 기능과 같은 OFP의 시험을 위해 직접적으로 필요하지 않은 기능은 구현하지 않았다. 항공기의 자세, 위치, 고도, 지상 속도(ground speed) 정보등을 실시간으로 시뮬레이션 하여 다음과 같은 동적 시뮬레이션 데이터를 MIL-STD-1553B 데이터

버스에 출력 한다.

- Elevation
- Bank
- True Heading
- Vn
- Ve
- Vv
- Vx
- Vy
- Vz
- Roll rate
- Pitch rate
- Yaw rate
- CNE XX
- CNE XY
- CNE XZ
- Inertial Altitude
- Present Position Latitude
- Present Position Longitude
- Groundspeed
- True Ground Track
- Platform Azimuth
- Present Magnetic Ground Track
- Present Magnetic Heading
- Baro Altitude(feet)
- Corrected Baro Altitude
- Indicated Airspeed
- Pressure Altitude Rate
- Pressure Altitude
- Baroset Corrected Altitude
- True Airspeed(INU)
- Calibrated Air Speed
- Pressure Ratio

상기 출력 값들은 초기화 된 후, 조이스틱/슬라이더의 작동에 의해 변화되는 피치(pitch) rate, 롤(roll) Rate, 대기속도(Ture Air Speed) 입력 값에 따라 동적으로 응답한다.

또한, 시뮬레이션은 조이스틱/슬라이더 작동에는 응답하지 않고 초기화 및 동적 모드에서 키보드를 통해 운용자에 의해 수정 가능하며, ASDR 전원 Down시 데이터 파일로 저장될 수 있는 아래와 같은 정적(static) 시뮬레이터 데이터 역시 MIL-STD-1553B 데이터 버스에 출력한다. 그림 6은 CCC 1용 모니터에 시현되는 NGS 동적 시뮬레이션 화면의 일례이다.

- Longitudinal Acceleration
- Lateral Acceleration
- Normal Acceration
- Vertical Acceration
- Time of Align
- Align Quality
- Validity word 1
- Validity word 2
- Validity word 3
- Validity word 4
- Roll Boresight Correction
- Pitch Boresight Correction
- Yaw Boresight Correction
- Windspeed

Wind Direction
 Mach Number
 True Angle Of Attack
 Static Air Temperature
 Altimeter Baroset
 Total Temperature
 Air Density Ratio

TACAN 시물레이션

TACAN 시물레이션은 MIL-STD-1553B 인터페이스상에서 RT(Remote Terminal) 1번으로 작동한다. 본 시물레이션은 표2에서와 같은 TACAN에서 ASC로 전달되는 Word Counter 7개의 1553B 메시지를 시물레이션 하여 ASC에 송신한다. 특히, Range to Station, Absolute Magnetic Bearing to Station과 Range Rate to Station, Time to Station등은 동적으로 1553B 인터페이스 상에 출력한다. 이 출력 데이터들은 항공기 위치, 방향, 속도 및 고도와 상호 연관된다. 시물레이션 시에는 모든 Station의 고도와 위치를 미리 알고 있다고 가정한다. TACAN station에 대한 최대 거리는 ±389.99 nautical mile이고 최대 range rate는 ±6000 knots이며 Bearing tracking rate는 최대 ±20도/sec 이다. 이 범위를 넘어서는 경우

표 2. TACAN 1553B 메시지 워드

Word No	Word Name	Scaling/Format
1	TACAN validity bits	15 Bits
2	Range to station	-512NM
3	Bearing to station	-180°
4	Range rate to station	-8192knots
5	TACAN channel out	15 Bits
6	Mode/Function out	15 Bits
7	Time to station	15 Bits

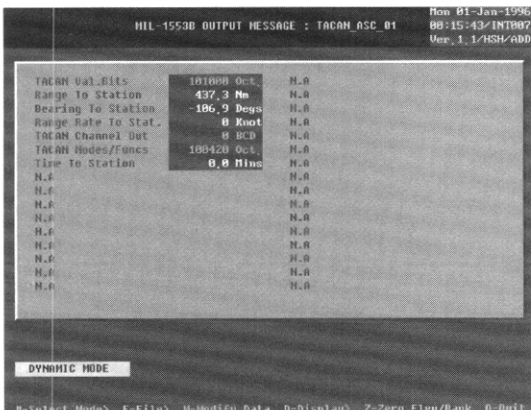


그림 7. TACAN 시물레이션 화면

에는 VALIDITY word에 해당 비트(bit)를 세트한다. 또한 Word No 6 Mode/function out word 포맷은 0x8110으로 셋팅 하여. TACAN 모드를 Transmit/Receive모드로, control source는 external로 셋팅 한다. 그림 7은 CCC 1용 모니터에 시현되는 TACAN 동적 시물레이션 화면의 일례이다.

4.2 CCC2 설계

CCC 2는 선택 가능한 RT(remote terminal) /sub_address에서 1553B 데이터 버스상의 최대 46개의 데이터 까지 실시간 모니터링 가능하게 하고, 데이터들의 현재 값과 이전 값을 동시에 decimal, octal, 및 hexadecimal 형태의 다양한 형태로 시현할 수 있게 하였다. 또한, 20개까지의 데이터를 선택적으로 로깅(logging) 할 수 있도록 하여 특정 데이터의 발생 시점을 확인 할 수 있게 하였다. 1553B 데이터 버스 실시간 모니터링/로깅 설계기술로 구현된 기능을 활용하여 OFP 개발자가 코드 수정 후 수정 결과 및 성능 변화를 실시간으로 시험/평가 할 수 있도록 하였다. 그림 8은 CCC 2용 모니터에 시현되는 1553B 데이터 버스 시험 화면의 일례이다.

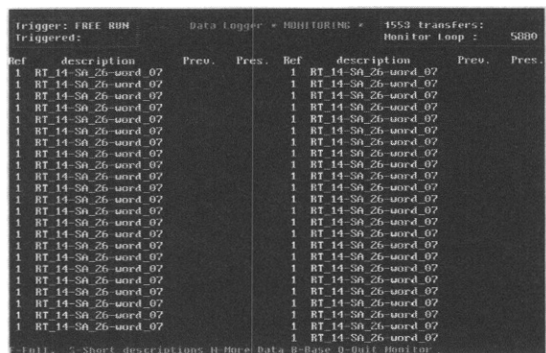


그림 8. 1553B 데이터 버스 시험 화면

4.3 CCC 3 설계

CCC 3은 항공기 조종석의 외부시계 영상 및 무장시스템을 시물레이션 하기위해 설계되었다. 로켓발사 및 외부 장착물 장착형상 시물레이션을 위해서는 WCU로부터 트리거(trigger), 제티슨(jettison)등의 무장투하신호와 무장 장착 상태 신호등의 디스크리트 신호를 입력 받는다. 3차원 지형 영상 시물레이션을 위해서는 항공기의 비행 자세 및 고도, 위치등과 같은 동적 데이터를 MIL-STD-1553B 데이터 버스 상에서 MT(Monitor

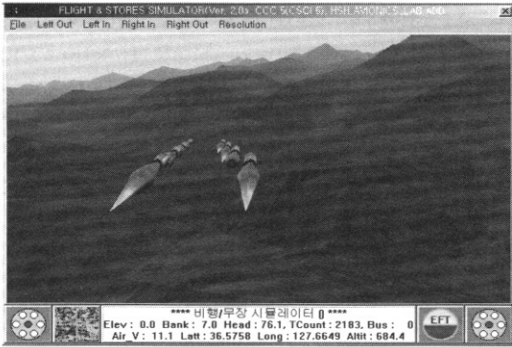


그림 9. 3차원 지형 및 로켓발사 시뮬레이션

Mode) 모드로 구동되면서 ASC로부터 획득하며, 획득된 데이터를 기준으로 한반도 중부지역(위도 36° ~ 38°, 경도 124° ~ 130°)의 DTED Level 1 (100m)의 데이터와 샘플 사진 영상을 이용하여 Geforce II급의 그래픽 가속기를 내장한 Pentium III(1GHz) 상용 PC에서 그림 9와 같은 3차원 지형 시뮬레이션을 수행한다. 이때, 시뮬레이션 3차원 지형 영상은 TV 프로젝트를 이용, ASDR 전면에 장착된 스크린 상에 시현된다. 운용모드로는 장착물 초기화(initialization)모드와 실시간으로 3차원 지형 영상을 그리는 비행(flight)모드가 있다.

V. ASDR 제작 및 OFP 시험

5.1 ASDR 제작

ASDR 전/ 후방석 계기판의 실제 형상은 그림 10과 같이 실제 항공기 조종석 형상과 최대한 유사하며, 인체 공학적 설계 기준에 의해 안정된 외관을 갖는 구조를 가지도록 설계/제작되었다. 특히, HUD장비는 장착용 블록을 사용하여 고정하고 수평선 기준 8도로 HUD를 고정하여 실제

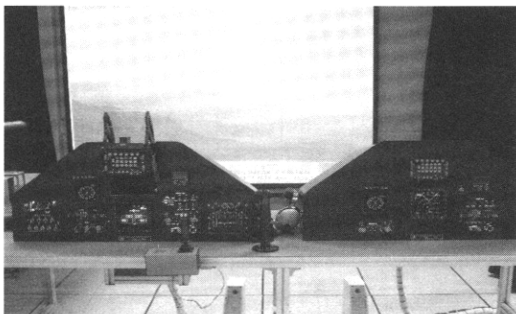


그림 10. ASDR 전/후방석 계기판 형상

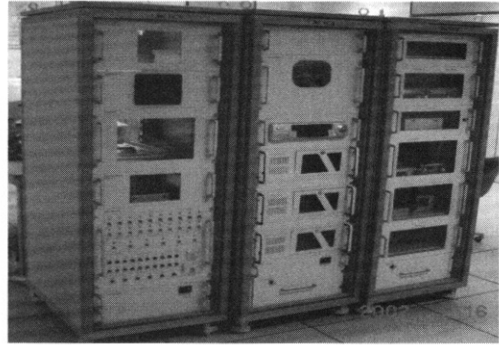


그림 11. ASDR 랙1,랙2,랙3 형상

운용 환경과 유사한 구조를 갖도록 하였다. 또한, MFD장비 및 기타 계기판 장착장비 및 패널류는 실제 항공기에 장착되는 방식과 위치와 최대한 유사하게 장착되도록 하였다. 또한, OWS 3에는 각종 안테나(U/VHF, IFF, MARKER/BEACON, VOR/ILS, TACAN)용 브래킷 조립체를 전기 전도도가 우수한 동판을 이용하여 고정하고 테이블과 장 탈착이 용이 하도록 설계하여 필요시 분리 가능 하도록 하였다.

한편, 그림 11의 3개의 랙은 각각 19인치 상용 Schroff 랙을 사용하였으며, 이동 및 위치 선정이 가능하도록 무게에 맞는 바퀴를 사용하였으며 상부 4개소에 Lift eye bolt를 설치하여 랙을 쉽게 운반하도록 하였다. 랙의 상부판에는 각 구성장비의 발열량을 산출하여 상용 팬 제품을 장착하여 강제 방열을 함으로써, 장비의 안정적 운용이 가능 하도록 제작되었다. 랙을 이용함으로써 각 구성 장비의 장/탈착을 위한 접근이 용이하였고, 향후 수정 및 보안을 위한 확장성이 용이하다.

5.2 OFP 시험

ASC OFP 통합시험은 ASC 소프트웨어 요구 사항 명세서에 기술된 기능 요구사항 각 항목에 대하여 실험실에 위치한 ASDR 상에서 아래와 같은 절차에 따라 수행되었다.

- ASC OFP 요구사항명세서의 각 항목에 대하여 ASC OFP 시험명세서를 작성
- OFP 시험명세서에 기술된 각 항목에 대하여 검증시험을 수행
- OFP 시험결과를 OFP 시험보고서에 기록

그림 12는 ASDR 상에서 통합시험 중인 OFP에 의해 시현되는 HUD MFD에 대한 영상 사진이다. 상기와 같은 절차에 따라 ASDR을 이용하여 실험실 환경에서 OFP 통합시험 결과, OFP의 기능 및 성능이 입증되었다. 또한, 기능 및 성능

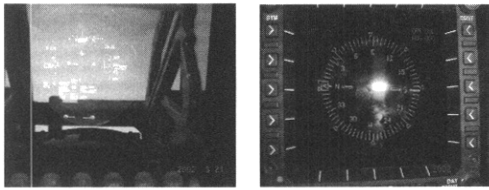


그림 12. HUD, MFD 영상 시현 (ASDR상)

이 입증된 OFP는 현재 항공기 플랫폼(platform)에 적용되어 지상기능시험 및 비행성능시험을 성공적으로 수행함으로써 그 기능과 성능 및 안정성이 시스템 요구사항을 모두 충족하는 것을 검증하였다.

VI. 결 론

개발된 ASDR은 ASC 및 OFP개발을 위한 모의 항법 상황을 실험실 환경에서 제공함으로써, 수정 및 보안을 위한 피드백 시간을 단축하였다. 또한, 실제 비행 상황에서 시험하기 힘든 급 기동 및 위험한 조건을 지상에서 사전에 모의/검증함으로써, 개발 입증에 위한 비행시험 시간 단축에 기여하였다. 향후에 개발된 ASDR은 항공전자 시스템 교육 및 간이 비행 교보재로 사용 가능하며, 항공기 실제 비행 역학 모델 및 액추에이터(actuator) 등과 같은 하드웨어 등을 추가하면, 항공기용 시뮬레이터로도 사용 가능할 것으로 평가된다.

후 기

본 논문은 저속통제기 체계개발의 일환인 “항공전자 시스템 개발” 과제 수행 결과의 일부이며, 이에 과제를 지원해 주신 국방부 및 국방과학연구소 관계자 여러분께 깊이 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 박덕배, 황상현 “항전시스템 개발장비 시스템 요구사항”, 국방과학연구소 연구보고서, 2001. 12.
- 2) 강경돈, 이성수 “항공전자 시스템 개발리그”, 제 1회 항공기 개발기술 심포지엄, 1995. 5.

3) 박덕배, 황상현 “항전 시스템 개발장비용 소프트웨어 요구사항 분석”, 국방과학연구소 연구보고서, 2001. 12.

4) 박덕배, 황상현 “항전시스템 개발장비용 자료 수집기 소프트웨어설계 연구”, 국방과학연구소 연구보고서, 2000. 8.

5) RICHARD S. WRIGHT JR, MICHAEL SWEET "OpenGL SUPERBIBLE", 애플 원, 서울, 1999.

약 어

- ACP : Avionics Control Panel
- ADC : Air Data Computer
- ASC : Avionic System Computer
- ASDR : Avionics System Development Rig
- CCC : Central Computer Controller
- CCS : Communication Control Set
- CIP : Cockpit Instrument Panel
- DTED : Digital Terrain Elevation Data
- EFI : Electronic Flight Indicator
- GPS : Global Positioning System
- HOTAS : Hands On Throttle And Stick
- HUD : Head Up Display
- HVC : Hud Video Camera
- IFF : Identification Friend or Foe
- INS : Inertial Navigation System
- ILS : Instrument Landing System
- MFD : Multi Function Display
- NGS : Navigation Guidance System
- OFP : Operational Flight Program
- OVS : Operator Work Space
- SCP : System Control Panel
- SP : System Panel
- TACAN : TACTical Air Navigation
- UFC : Up-Front Controller
- VOR : Very high frequency Omnidirectional Rangefinder
- WCP : Weapon Control Panel
- WCU : Weapon Control Unit
- WDNS : Weapon Delivery and Navigation System