

MIL-STD-1553B 데이터 버스를 이용한 CDTI 기능을 구현한 MFD 제작

The Development of MFD with CDTI Using the MIL-STD-1553B Data Bus

홍교영*, 안동만*, 홍승범*

Gyo-Young Hong*, Dong-Man Ahn*, and Seung-Beom Hong*

요 약

21C세기 항공교통량의 급속적인 증가에 대비하여, 국제민간항공기구(ICAO)는 1980년대부터 새롭게 개발된 CNS/ATM 시스템에 대한 연구를 시작하였고, 2010년 이후에는 기존의 항공운항 시설로는 폭발적으로 증가하는 교통량을 해결하지 못할 것으로 예상하고 있다. 이러한 이유로 새로운 CNS/ATM 시스템이 추후에 국제 표준 시스템이 될 것이다. 특히 CNS/ATM 시스템의 감시 및 감독의 중요한 역할을 담당한 ADS-B는 항공기 조종사, 지상의 항공교통관제사, 그리고 지상 이동체의 운전자 등에게 항공교통정보를 실시간으로 정보를 공유하는 것이다. 제공된 정보는 MFD를 통하여 정확하게 디스플레이하게 된다. 본 논문에서는 새로운 CNS/ATM을 제공하는 MFD 시스템을 개발하였고, 성능을 검증하기 위해서 테스트베드를 구성하였고 우수한 성능을 확인하였다.

Abstract

Preparing for the rapidly increment of air traffic volume of the 21st century, International Civil Aviation Organization(ICAO) started for studying a newly developed CNS/ATM System from the 1980s and after 2010, expect that the existing aeronautical facility is overloaded because air traffic volume increase rapidly. For this reason, new CNS/ATM System will be the international standard system in the future. Especially, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) as the key component of Surveillance and ATM in new CNS/ATM System provides the real-time and same air traffic information to pilots in the aircraft cockpit, air traffic controllers on the ground and surface vehicles at the same time. Information provided is displayed precisely and accurately through Multi-Function Display(MFD). We implement the MFD system being supporting for new CNS/ATM System. And we show the good performance of MFD system in labortory environment using the MIL-STD-1553B data bus.

Key words : CNS/ATM, MFD, CDTI, MIL-STD-1553B, LabVIEW

I. 서 론

국제민간항공기구(ICAO)는 항공교통량 증가에 대

* 한서대학교 항공기술연구소(Institute of Aero Technical, Hanseo University)

· 제1저자 (First Author) : 홍교영

· 투고일자 : 2010년 6월 4일

· 심사(수정)일자 : 2010년 6월 4일 (수정일자 : 2010년 6월 23일)

· 게재일자 : 2010년 6월 30일

비하기 위한 새로운 개념의 CNS/ATM (Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management) 시스템을 1980년대 초부터 연구하기 시작하였다. 미래에 새로운 개념의 CNS/ATM 시스템의 도입은 국내/외적으로 의무화될 전망이다 따라서 이러한 시스템에 적합한 시설, 장비, 규정, 기술 등에 대한 연구 및 개발이 활발히 이루어지고 있다[1].

CNS/ATM 시스템의 핵심은 지상의 항공교통관제사에게 편중된 항공교통량의 감시 및 관제를 항공기 조종사, 지상의 항공교통관제사, 그리고 지상 이동체의 운전자 등에게 항공교통정보(TI: Traffic Information)를 실시간으로 정보를 공유하는 것이다.

CNS/ATM 시스템은 그림 1과 같이 위성을 이용한 항공통신(communication), 항행(navigation), 그리고 감시 및 관제(surveillance) 분야의 유기적 협조를 통해 항공기의 안전을 향상시키고, 항공교통정보를 관리 (Air Traffic management) 시스템을 통하여 지상 혹은 공중의 항공교통정보를 수집한다. 이와 같이 CNS/ATM를 이용하는 각 운전자들에게 새로운 데이터를 디스플레이할 장비가 필요하다[1][2].

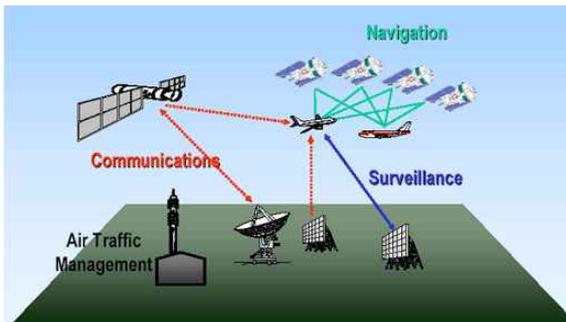


그림 1. CNS/ATM 개요도
Fig. 1. Concept of the ICAO CNS/ATM system.

본 논문은 새로운 CNS/ATM 시스템에 적합한 조종석 항공교통정보 디스플레이 장치(CDTI: Cockpit Display Traffic Information)기능이 포함된 차세대 다기능 디스플레이(MFD, Multi-Function Display)에 대한 개발에 관한 것이다. CNS/ATM으로부터 제공하기 위한 항공기의 정보와 지상 정보를 수집하고, 군용 데이터 버스의 대표적인 MIL-STD-1553B 데이터 버스 상으로 전달되는 데이터를 처리 및 항공교통정보 (TI)를 제공하기 위한 차세대 MFD를 구현하여 성능을 확인한다.

본 논문의 구성은 II장에서 기존의 MFD의 개발 동향을 살펴본다. III장에서 제안한 차세대 MFD를 살펴보고, IV장은 제안한 MFD의 실험하고 검토한 후 V장에서 결론을 맺도록 한다.

II. 기존의 다기능 디스플레이

2-1 민간 항공기 MFD

기존의 MFD(Multi Function Display) 형태는 아날로그 방식의 독립 계기에서 LCD 터치스크린의 방식으로 통합적 계기 시스템으로 발전하고 있다. 대표적인 예로 1980년대 후반에 제작된 보잉747-400 MFD의 경우 그림 2와 같이 통합 계기 시스템을 적용하였다. 각 구성은 항공기의 자세, 비행모드 표시, 로컬라이저(LLZ, Localizer)와 활공기울기(GS, Glide Slope)행에 관련된 PFD(Primary Flight Display), 항행 정보에 관련된 ND(Navigation Display), 그리고 엔진과 경고/주의/조언 메시지 등을 표시하기 위한 ED(Engine Display) 등으로 구성되었다.

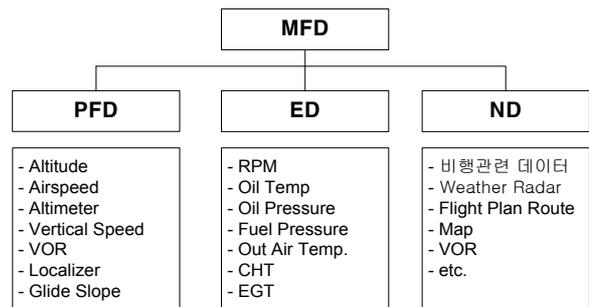


그림 2. MFD의 주요 정보
Fig. 2. Display Information of MFD .

2000년대에 제작된 Airbus A380은 보잉 747-400와 MFD와 유사하지만, 감시 기능 및 항공기 주변 충돌 위험을 경고하는 TCAS(traffic collision avoidance system) 시스템이 추가되었다[4-7].

2-2 군용 항공기 MFD

군용 MFD는 민간 항공기와 달리 HUD(Head-Up Display)와 MFD 형태로 발전되었다. F-16은 MIL-

STD-1553B 데이터 버스를 이용한 다수의 분산형 컴퓨터를 연결할 수 있는 연방형 아키텍처 구조를 갖고 있다[8].

민간 항공기의 MFD와 달리 SMS(stores management set), FCR(fire control radar), WPN(weapon), DTE(data transfer equipment), HSD(horizontal situation display), 그리고 TEST Fault Reporting 등을 디스플레이하고, HUD는 3개의 기본적인 디스플레이 포맷 형식인 공대공, 공대지 그리고 항행 등의 정보를 가지고 있다. HUD상에는 비행 정보, 속도, heading, 고도뿐만 아니라 임무와 관련된 사항을 디스플레이 한다.

최신 전투기로 F-22는 F-16을 대체할 차세대 전투기 기종으로 항공기 시스템 관리 기능 및 영상(레이더) 디스플레이가 가능한 통합 모듈형태로 발전되었다. F-16과 다른 점은 데이터 버스의 형태에 따라 영상과 데이터 관련 정보를 분리하여 디스플레이 한다. 하지만 민간 항공기와 달리 군용 항공기의 경우 공항의 혼잡도와 인접한 항공기 충돌과 같은 문제는 발생하지 않으므로 CDTI와 TCAS 기능은 제외되어 있다.

2-3 최근 제안된 MDF

최근 개발된 Garmin사의 G-1000가 가장 대표적인 예로 CNS/ATM 기능이 추가된 것으로, 항공기의 공대공 교통상황 인식, 교통, 날씨, 장애, 그리고 지형 등의 정보를 시현하는 비행 상황인식 기능 그리고 공항에서 교통량을 확인할 수 있는 기술이 제공하고 있다[9][10]. 비행 상황 인식과 공항의 교통량을 표시할 수 있는 CDTI(Cockpit Display Traffic Information) 기능을 제공하는 것이 이전에 개발된 MFD와 차이점이다.

III. CDTI 기능의 MFD 패널 설계

3-1 CDTI 시스템

CDTI 기능을 제공하기 위해서는 CNS/ATM의 체계는 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast), 지상 정보를 제공하는 TIS-B(Traffic Information Service - Broadcast), 그리고 기상(날씨) 정

보를 제공하는 FIS-B(Flight Information Service - Broadcast) 등으로 구성된다[11]. 그림 3과 같이 CNS/ATM의 시스템을 나타낸 것이다[3].

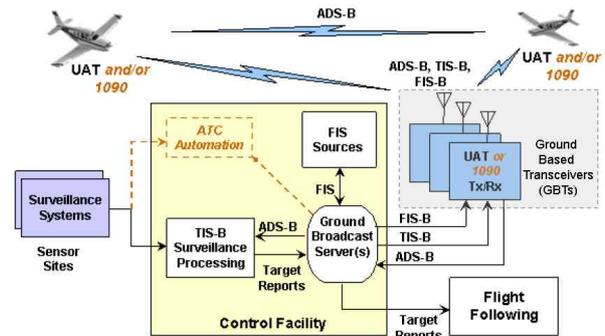


그림 3. CNS/ATM 구성

Fig. 3. Configure of CNS/ATM.

ADS-B 항공교통정보는 UAT(Universal Access Transceiver) 무선 데이터 링크를 통하여 ADS-B가 수신 가능한 지역 내의 다른 교통정보를 볼 수 있다. 또한 화면은 자신의 비행계획 및 자신의 항공기와 다른 항공기와의 관계를 보여준다. ADS-B 장비는 항공기의 위치, 속도, ID, 기타 정보를 초당 한번 씩, 무선 전송 방식으로 방송 한다. 또한 ADS-B 장비는 수신 범위 내에서 적합한 장비를 장착한 다른 항공기로부터 보고를 받는다. 이 방송은 지상 장비(GBT, Ground Based Transceivers)에서도 수신되며 항공교통감시정보(air traffic surveillance services)를 제공한다. 따라서 지상시설은 ADS-B를 장착한 항공기를 위하여 다른 항공기를 탐색할 필요가 없다.

TIS-B는 ADS-B를 장착하지 않고 UAT 무선 데이터 링크를 통해 수신된 항공기의 정보를 제공하는 시스템이다. ADS-B를 미장착하고 지상레이더에 의해 탐지된 항공기는 ADS-B를 장착하고 GBT 서비스 영역 내에 있는 항공기에 업링크(uplink) 된다. 즉, TIS-B는 ADS-B 지상국으로부터 ADS-B 장비를 장착한 항공기에 대한 교통정보 방송이다.

FIS-B는 UAT 그래픽 기상정보를 디스플레이하는 시스템으로 지상 레이더에 의해 탐지된 특정 지역의 강우 혹은 날씨 정보를 나타내며 지도 위에 중첩해서 나타낸다. 본 논문에서는 기상 정보를 사용하고 있지 않았기 때문에 사각형 모양으로 표현하였다.

3-2 MFD 패널 설계

본 논문에서 제안한 차세대 MFD 패널은 소프트웨어로 구성된 것이다. CDTI를 제공하기 위해서 그림 4와 같이 크게 PFD, ED 그리고 ND/CDTI의 3 화면으로 구성하였다. PFD나 ED 화면의 경우 항공기의 위경도, heading, 속도 그리고 항공기 상태에 관한 정보를 보여주는 시스템이다. CDTI 기능을 추가하기 위해 ND 화면에 중복(overlay)해서 디스플레이 하도록 하였다.

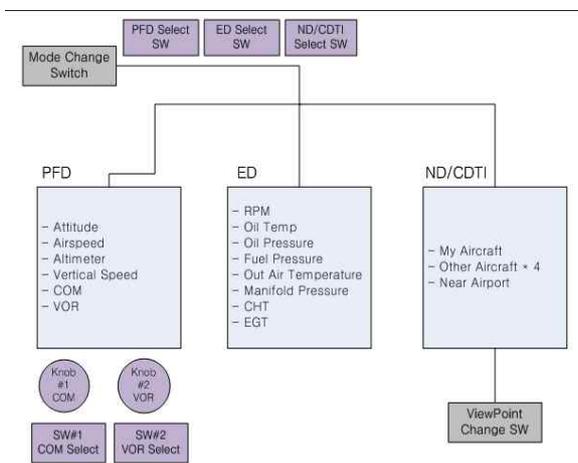


그림 4. MFD 패널 구성

Fig. 4. Configure of MFD panel.



그림 5. CDTI 기능을 제공하는 ND 프레임

Fig. 5. ND frame with CDTI function.

그림 5는 CDTI 화면으로 자항공기 속도/고도, Heading 정보가 디스플레이 되고 타 항공사의 교통정보가 디스플레이 된다. 그림 5의 하단 중앙부에 있는 자항공기를 위치하고 타 항공기는 표 1과 같이 타겟의 형상(symbol)을 나타내게 된다. 더불어 타 항공기

의 고도가 기준고도(18000ft)보다 낮은 항공기는 MFD에 나타나지 않으며, 기준 고도 이상일 때만 MFD에 나타난다. 각 항공기의 비행 고도, 항공기 고유번호(transponder squad), 항공기 속도, 그리고 heading을 디스플레이한다.

그리고 화면의 상단의 반 호(arc)는 자항공기의 heading을 나타내는 것으로 현재 자항공기의 진행 방향을 표현한다. 그리고 viewpoint에 따라 x1, x2, x4, x5, x10 배의 비율로 자세하게 항공기의 상태를 확인할 수 있다.

표 1. ADS-B Target 형상 정보[9][10]

Table 1. ADS-B Target symbol information.

| 형상 | 설명 |
|----|--------------------------|
| ▷ | 자기 항공기 |
| ▶ | ADS-B(Air-to-Air) 항공기 |
| ◀ | TIS-B(Ground-to-Air) 항공기 |
| ■ | ADS-B 장비를 장착한 지상 차량 |

IV. 실험 및 검토

4-1 CDTI 시스템 모델링

항공기 위치, 속도, ID, etc

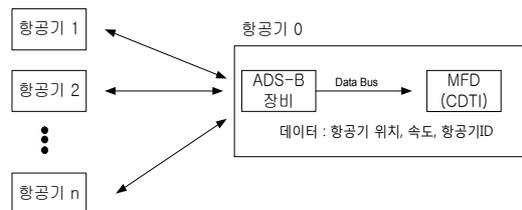


그림 6. CDTI 시스템 모델링

Fig. 6. CDTI system modelling.

그림 6은 앞 절에서 살펴본 CDTI 시스템의 데이터 처리를 시뮬레이션하기 위한 모델링이다. 각 항공기는 ADS-B 장비가 탑재되었다고 가정하였으며, FIS-B 그리고 TIS-B 정보는 제외하였다. 각 항공기는 항공기 위치, 속도, 항공기 고유ID, 그 이외의 여러 가지 데이터가 양방향 통신된다. ADS-B 장비와 MFD사이 는 MIL-STD-1553B 데이터 버스로 연결하였다.

군용 항공기의 경우, CNS/ATM의 환경 하에 운항

하고 있지 않다. 하지만, 추후 공항마다 CNS/ ATM 시설이 설치된다면 군용 항공기도 예외가 될 수 없다. 군용 항공기의 조종사 패널에 CDTI 기능을 제공할 수 있는 MFD의 확대 및 변경이 어렵다. 이를 위해서 본 논문에서 항공기 정보를 1553B 데이터 버스로 정보를 제공하는 MFD를 개발하였다.



그림 7. CDTI 시스템의 테스트베드
Fig. 7. Testbed of CDTI system.

그림 6의 모델링에 따라 CDTI 알고리즘 검증하기 위해 그림 7과 같이 시스템을 구성하였다. 각 시스템은 항공기 데이터 생성부, 데이터 전송부, 그리고 디스플레이부로 구성된다. 데이터 생성부는 Flight Simulator X를 이용하여 비행 및 엔진 관련 데이터를 생성하였다. 데이터 전송부는 1553B 송신, 1553B Coupler, 그리고 1553B 수신으로 구성하였다. 1553B로부터 수신된 데이터는 디스플레이부로 PFD, ED, 그리고 ND/CDTI을 나타낸다.

4-2 데이터 생성부

CDTI 알고리즘 검증용 시스템을 개발하기 위해서는 MFD에서 필요로 하는 많은 정보들을 생성하여야 한다. 이를 위해 필요로 하는 모든 정보를 만들어 사용할 수도 있으나 생성해야 하는 정보가 방대하고 실제 항공기와 비슷한 정보를 생성하기 위해서는 많은 어려움이 따른다. 이런 문제들을 쉽게 해결하기 위해 기존에 비행 시뮬레이션을 위해 나온 상용제품(FSX, Flight Simulator X)을 이용하여 EFIS를 구성하는데 필요한 정보들을 생성하였다. FSX로부터 생성데이터는 아래 표 2의 구조체와 같다. 그리고 그림 8은 FSX에서 생성된 데이터를 1553B 전송부에서 수집된 결과를 나타낸 것이다.

표 2. 데이터 생성

Table 2. Data Generation.

```

struct {
    double    airspeed; //항공기 속도
    double    true_airspeed; // 항공기 실속
    double    altitude; // 고도
    double    pitch; // 피치
    double    bank; // 뱅크
    double    heading; // 헤딩
    double    engine_rpm; // 엔진 rpm
    double    manifold_pressure; //기 관 압력
    double    engine_oil_temp; // 엔진오일온도
    double    engine_oil_pressure; //엔진오일압력
    double    fuel_pressure; // 연료 압력
    double    fuel_flow; // 연료 흐름
    double    fuel_left_quantity;
    double    fuel_right_quantity;
    double    amb_temp;
    double    elevator_trim_position;
    double    aileron_trim;
    double    battery_voltage;
    double    total_load;
    double    latitude; // 위도
    double    longitude; // 경도
    double    gps_altitude; // gps 고도
    AI
} Data;
    
```



(a) 데이터 생성부 (b) 항공기 정보

그림 8. FSX 데이터와 BC 연결

Fig. 8. FSX data and BC connection.

4-3 1553B 데이터 전송 알고리즘

MIL-STD-1533B 통신은 항공기내의 항공전자 장비들의 체계 종합을 목적으로 운용되고 있다. 시스템 체계 종합적인 면에서 통신을 수행한다. 버스 토폴로지 방식의 통신망 구조를 채택하고 있으며, Manchester II hi-Phase 인코딩 방식을 사용하고 있다. MIL-STD-1553B의 장점은 아래와 같이 4가지로 요약할 수 있다[12].

- ① 시리얼, 시분할 다중 전송방식으로 케이블 수 감소 및 H/W 감소.
- ② 서브 시스템사이의 간편한 시스템 통합
- ③ 소프트웨어를 이용한 제어
- ④ transformer를 사용한 coupler의 사용으로 EMI/RFI 영향 감소

MIL-STD-1553B 데이터 버스를 구성하는 터미널은 Bus controller, Remote terminal, Bus monitor의 3가지로 나눌 수 있다. Bus controller(이하 BC)는 데이터 버스를 통한 정보 전송을 할 때 모든 데이터의 흐름을 제어하는 부분이다. Remote terminal(이하 RT)은 BC에 의해 제어되는 시스템의 데이터를 입/출력하는 기능을 하는 것이고, Bus monitor(이하 BM)는 데이터 버스 상에서 통신되는 모든 메시지를 감시하고 모으는 기능을 한다. 그림 9의 1553 Transmitter가 BC에 해당하고, 1553B가 RT에 해당한다.

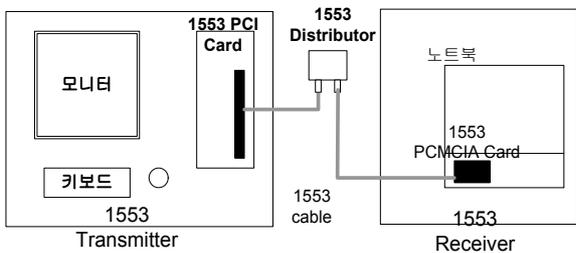


그림 9. 1553B 구성
Fig. 9. Configuration of the 1553B.

1553B 통신은 데이터를 전송할 때 워드의 단위로 전송하게 된다. 각각의 워드는 크게 Sync 패턴, command(데이터워드의 경우 데이터), 패리티 비트로 구성되며 크기는 총 20bit를 사용하게 된다. 1553B의 워드의 종류는 command word, data word, 그리고 status word 등이다.

Command word는 BC에서 RT로 전송하는 워드로 데이터를 송신/수신하도록 설정한다. Data word는 1553B 데이터 포맷으로 2Byte 단위로 전송하는 워드이다. 그리고 Status word는 BC에서 command word를 수신 받은 후, 그에 따른 응답으로 RT에서 전송하는 워드이다. 현재의 RT의 상태를 BC에 전송하는 워드이다.

그림 10는 앞에서 설명한 1553B로 전송하기 위해 FSX로부터 데이터는 이더넷(Ethernet)을 통한 UDP(User Datagram Protocol) 통신으로 문자열 전송을 수행한다. 수신된 데이터를 1553B 전송할 수 있는 형태로 2byte 단위로 데이터 변환을 수행한다. 수행된 결과를 1553B로 전송하기 위해 BC에서 RT쪽으로 메시지 및 데이터를 전송하는 데 5단계로 수행하게 된다. 그림 10의 하단 블록이 데이터 전송에 해당하는

것이다. 각 블록 다이어그램은 1553B에서 제공하는 LabVIEW 라이브러리 함수들로 제작하였다.

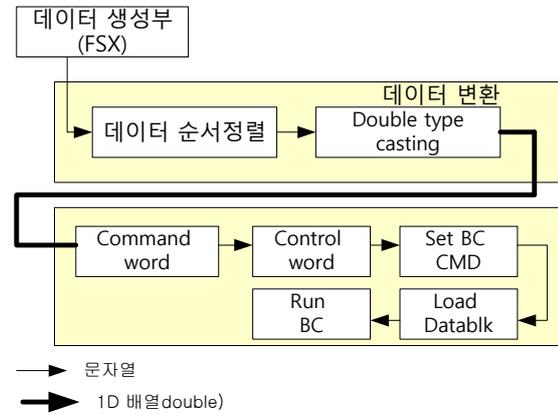


그림 10. BC 송신부
Fig. 10. BC sender

각 단계를 살펴보면, Command word 다이어그램은 전송될 메시지를 설정하게 되고, Control word 다이어그램에서 현재 메시지 및 데이터를 전송하는데 사용될 버스 및 동작의 형태를 정의하게 된다. 그리고 Set BC CMD 다이어그램에서 현재 설정한 메시지가 RT에 전송되기 위해 메모리에 등록하게 되고, Load BC Datablk 다이어그램에서 앞서 FSX에서 입력받은 데이터가 RT로 전송되기 위해 메모리를 등록된다. 마지막으로 Run BC 함수에서 등록된 데이터를 최종 전송하는 동작을 수행한다.

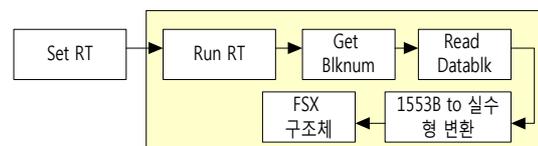


그림 11. RT 수신부
Fig. 11. RT receiver

반대로 BC로부터 전송된 데이터를 RT에서 처리하기 위해서 그림 11과 같은 블록 다이어그램 단계를 수행하여 FSX 원 신호를 복원하게 된다. 각 단계를 살펴보면, BC 프로그램(그림 10)과 유사하다.

RT에서는 특별하게 BC쪽으로 메시지나 데이터의 전송하는 것이 없이 단순하게 BC에서 전송한 데이터를 입력받기만 하기 때문에 특별하게 메시지를 설정하거나 하는 부분은 없다. BC에서 전송한 데이터를 읽어 들이는 함수가 Read Datablk 블록 다이어그램이

다. 여기서 입력된 데이터를 변환하여 UDP 통신을 통하여 MFD에 전송하게 되는 것이다. 하지만 UDP 통신을 통해 MFD로 데이터를 전송하기 위해서는 데이터 타입을 문자열의 형태로 변환시켜주어야 한다. 그림 12는 BC와 RT의 연결에 따른 송수신된 결과를 나타낸 것이다.

VI. 결 론

민간항공부분에서는 날로 증가하는 항공교통량의 증대에 대비해 국제민간항공기구에서 1980년대 초부터 CNS/ATM에 관한 연구가 활발히 진행되었다. 이 새로운 개념의 CNS/ATM 시스템 기술에 적합한 새로운 시설, 장비, 규정, 그리고 기술 등이 필요로 하고 있다.

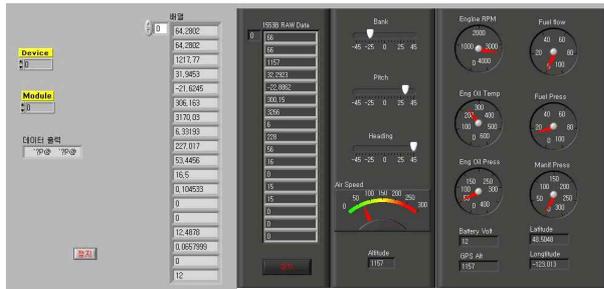
CNS/ATM 시스템 기술 중 디스플레이 기술은 아날로그 방식의 독립 계기에서 LCD 터치스크린의 방식으로 통합적 계기 시스템으로 발전하고 있으며, 더 나아가 CNS/ATM 시스템의 ADS-B, TIS-B 그리고 FIS-B 기술이 통합된 항행 안전 시스템으로 발전하고 있다.

따라서 새로운 CNS/ATM 시스템에 적합한 디스플레이 기술 개발이 필요하며 본 논문은 새로운 CNS/ATM 시스템에 적합한 CDTI 기능의 MFD 개발로서 CNS/ATM 환경 하에서의 운항 환경 분석, 기존 및 최신 항공기 조종사 패널 분석, 항공기 MFD 장치 분석, 그리고 CDTI 디스플레이 데이터를 분석하였다.

이러한 분석 결과에 따라 MIL-STD-1553B 데이터 버스를 통한 CDTI 기능을 제공하기 위한 CDTI처리 알고리즘을 개발하였으며, 알고리즘의 성능을 검증하기 위해 테스트베드를 구성하였고, Flight Simulation X로부터 생성되는 비행데이터와 가상의 비행 데이터를 통하여 CDTI 성능을 검증하였다.

또한 군용 항공기의 경우, CNS/ATM의 환경 하에 운항하고 있지 않다. 하지만, 추후 공항마다 CNS/ATM 시설이 설치된다면 군용 항공기도 예외가 될 수 없다. 군용 항공기의 조종사 패널에 CDTI기능을 제공할 수 있는 MFD의 확대 및 변경이 어렵다. 이를 위해서 본 논문에서는 MIL-STD-1553B 데이터 버스를 이용하여 MFD를 개발하였다.

따라서 국제 표준시스템 및 국내 실정에 적합하며 통합적 LCD 계기시스템 또는 휴대용(Portable) 시스템에 적합한 항공기 디스플레이 장치(Unit)의 개발 및 국산화가 필요하다.



(a) BC terminal (b) RT terminal

그림 12. BC와 RT 연결

Fig. 12. Connection between BC and RT.

그림 13은 디스플레이부에서 출력으로 PFD, ED, 그리고 ND/CDTI를 나타낸 것으로 Visual C++와 LabVIEW를 통하여 각종 디스플레이를 제작하였다.



(a) PFD

(b) ED



(c) ND/CDTI

그림 13. MFD
Fig. 13. MFD.

참 고 문 헌

- [1] 성기정, 김응태, 김성필, “자율비행기술 동향”, *항공우주산업기술동향 제6권 제2호* 2008, pp.143-153.
- [2] 오경륜, 김종철, 남기욱, “차세대 위성항행시스템 (CNS/ATM) 기술개발동향”, *항공우주산업기술 동향 제2권 제1호*, 2004, pp.51-63.
- [3] FAA, <http://www.faa.gov/safeflight21>
- [4] <http://www.airportal.co.kr>, 항공정보포털시스템
- [5] Airbus, "A319/A320/A321 Flightdeck and systems briefing for pilots", 1998.
- [6] Airbus, "A380 : Challenges for the Future, Capt. Jacques DRAPPIER Director Training programmes", 2005.
- [7] Airbus, "Airbus A380 Qantas Implementation Challenges". 2005
- [8] <http://www.airforce.mil.kr>, 대한민국 공군 홈페이지
- [9] Garmin Ltd., "GMX 200 Pilot's Guide & Reference", 2007.
- [10] Garmin Ltd., "GDL 90 UAT Data Link Sensor Installation Manual", 2004.
- [11] 오경륜, 김인규, 송재훈, “ADS-B 개념기반의 지대 지 감시 Test bed 성능평가”, *항공우주기술 제6권 제1호* 2007, pp.45-54.
- [12] 홍승범외 4 명, “항공전자 시스템 통합을 위한 데이터 버스 연구,” *한국항공운항학회지 제17권 제3호*, pp 69-76, 2009.

홍 교 영 (洪敎榮)



1993년 ~ 2001년 대한항공 항공기술 연구소 선임연구원

1999년 8월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(박사)

2001년 9월~현재 : 한서대학교 항공전자시물레이션 학과 교수

2004년 8월~현재 : 한서대학교 항공

기술연구소 소장

관심분야 : 비행시험, 항공기시스템, 항공통신 등

안 동 만 (安東萬)



1983년 8월 : 영국 크랜필드대 항공공학과 박사

1973년 ~ 2003년 8월 : 국방과학연구소 근무

2003년 ~ 2005년 : 국방부 연구개발관 국장

2005년 ~ 2008년 5월 : 국방과학연

구소 소장

2008년 5월 ~ 현재 : 한서대학교 항공전자시물레이션학과 교수

관심분야 : 항공기 체계개발, 항공기체측, 무인기개발

홍 승 범 (洪承範)



1995년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학사)

1997년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학(공학석사)

2003년 8월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 (공학박사)

2004년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 항

공전자시물레이션학과 교수

관심분야 : 내용기반 영상검색, 멀티미디어.