解說

# 항공전자 시스템 통합을 위한 데이터 버스 연구

홍승범*, 지민석*, 김영인**, 홍교영*, 천기진***

# A Study on the Data Bus for the Integration of Avionics Systems

Seung-Beom Hong*, Min-Seok Jie*, Young-In Kim**, Gyo-Young Hong*, Gi-Jin Cheon***

## ABSTRACT

We proposed the method of avionics integrated architecture using high-speed fiber optic bus. Typically, data bus of aircraft consists of electronic and optic data transmission method. Avionics systems are difficult to operate the electronic data transmission method for the high speed data processing, synchronization and interconnection between flight control system and flight management system efficiently. In this paper, it is known to look into the problem of data bus and the advanced trend in avionics systems, and propose the appropriate data bus of the advanced avionics systems.

**Key Words : Avionics Data Bus, MIL-STD-1553B, ARINC 429/629, Fiber Channel, Avionics Full Duplex(AFDX)**

## Ⅰ. 서 론

항공전자(Avionics)란 용어는 1930년대 후반 미국에서 항공(Aviation)과 전자(Electronics)의 합성어에서 유래되었으며, 항공전자 시스템은 항공기에 장착되는 시스템 중에서 전자기술에 의해 동작하는 시스템을 지칭한다. 최근 항공기의 경우 항공전자 장비의 비중이 증가하고 있으며, 공중경보통제기와 같은 특수 목적기는 항공기 전체 가격의 75% 정도가 항공전자 자이에 할당된다 [1][2].

초기 '무기체계' 개념이 수립되면서 1960년도부터 시작된 항공전자 시스템은 각 서브시스템을 독립적으로 장착하였다. 하지만, 각 장비를 연결하기 위한 케이블이 많아 항공기의 중량이 늘어나는 문제점이 발생하였다. 이 후 1960년대와 1970년대에는 각종 시스템 간에 정보를 공유할 수 있는 연합형(Federated) 형태로 개발되었다. 이전 방식보다 통합 기술은 발전되었지만, 서브시스템별 기능 중복과 전자기술의 발전에 따른 확장성을 담보하지 못했다. 1980년대와 1990년대에는 최적 설계기법 도입과 케이블 등을 최소화할 수 있도록 각 시스템을 모듈별로 구성하여 통합하는 표준 모듈형 시스템이 제안되었다. 기존 시스템의 문제점인 기능 중복의 문제와 표준 데이터 네트워크 통신 문제 그리고 고장 허용 및 재구성을 통한 운용상의 융통성 문제를 해결할 수 있었다.

차세대 항공기의 항공전자 개발 동향은 센서들의 복합화, 컴퓨터의 통합화 그리고 디스플레이 장치들의 디지털화 및 다기능화가 이루어지고 있고, 하드웨어 및 소프트웨어의 경우 오픈 아키텍처(open architecture)가 가능한 형태로 변해 가고 있다. 또한 고장이 발생했을 경우 어떤 모듈에 고장이 발생하였는지를 쉽게 발견 가능한지 여부와 재구성을 통한 운용성 확보가 관건이다.

본 논문에서는 차세대 항공기의 항공전자 시스템을 구성하는 서브시스템의 변화에 따른 효과적인 데이터 버스의 통합 방식을 알아보기로 한다. 따라서 본 논문은 Ⅱ에서 항공전자 아키텍처에 관하여 살펴보고, Ⅲ장에서는 데이터 버스 방식,

2009년 7월 2일 접수 ~ 2009년 9월 28일 심사완료
* 한서대학교 항공기술연구소
** 한서대학교 항공기술교육원
*** LIG Nex1
홍교영, E-mail : kiathgy@hanseo.ac.kr
충남 태안군 남면 신온리 한서대학교 태안비행장

종류 및 특성에 관하여 논한다. Ⅳ장에서 차세대 항공전자 시스템 아키텍처의 요구사항과 UAN (Unified Avionics Network)을 살펴보고, Ⅴ장에서 차세대 항공전자 시스템을 통합하기 위한 방법을 제안하고, 마지막 장에서 결론을 내리도록 한다.

## Ⅱ. 항공전자 아키텍처

1940년도부터 시작된 항공전자 시스템은 각 서브시스템을 독립적으로 장착하였다. 이 후 1960년대와 1970년대에는 각종 시스템 간에 정보를 공유할 수 있는 연합형 형태로 개발되었다. 1980년대와 1990년대에는 최적 설계기법 도입과 케이블 등을 최소화할 수 있도록 표준 모듈형 시스템이 제안되었다. <Table 1>은 항공전자 아키텍처의 발전 형태를 정리한 것이다.

**<Table 1>항공전자 시스템 발전추세(군용)[3]**

| 항공전자 시스템 | 년도 | 특징 |
|---|---|---|
| 독립형 | 1940-50 | - Dedicated Processor<br>- Individual Displays<br>- Discrete/Analog I/F<br>- Point-to-point wiring |
| 연합형 | 1960-70 | - Partial Integrated Processor<br>- Glass Cockpit/Analog<br>- Digital Mux Bus I/F |
| 통합모듈형 | 1980-90 | - Integrated Processor<br>- 기능통합(CNI/RF/EO)<br>- Individual Glass Cockpit<br>- High Speed Digital Bus I/F |
| 진보된 통합모듈형 | 2000년 대 이후 | - Integrated Processor<br>- 센서 통합(EO/IR)<br>- Integrated Glass Cockpit<br>- High Speed Digital Bus I/F<br>- Unified Standard Net. |

I/F : Interface, CNI : Communication Navigation Idetification, EO:Elect-Optical

항공전자시스템은 비행제어시스템, 시현시스템, 통신 및 식별 장비, 항법시스템, 임무시스템, 그리고 전자전/생존 시스템 등 주요 모듈들과 연동 기능이 장착된 다른 장비들로 구성된다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 core processor 장비, RF 장비, EO 장비, VMS(Vehicle Management System) 장비, 그리고 무장 장비 등으로 구성되며, 각 장비들 간에 상호 연결이 필요하고, 각 장비 내를 구성하고 있는 다양한 모듈들이 데이터 버스를 통해서 연결된다.

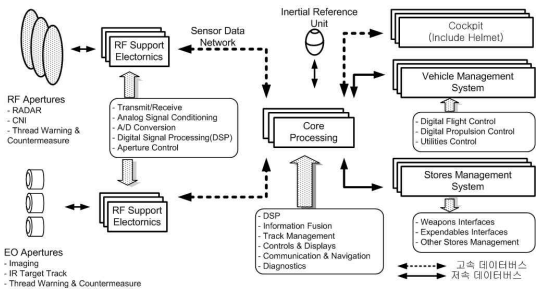


**Fig. 1 최신 전투기 항공전자 시스템[5]**

차세대 항공기에 장착되는 항공전자 시스템의 개발 동향은 센서들의 복합화, 컴퓨터의 통합화 그리고 디스플레이 장치들의 디지털화 및 다기능화가 이루어지고 있고, 하드웨어 및 소프트웨어의 경우 오픈 아키텍처(open architecture)가 가능한 형태로 변해 가고 있다. 차세대 항공전자 시스템의 개발 동향을 정리하면 다음과 같다.

첫째로 통합화/복합화의 경우 Fig. 1의 RF 시스템은 여러 가지 기능들(Rader, CNI, Thread warning & Counter measure 등) 복합적으로 수행된다. 또한 EO 시스템 또한 영상, 추적시스템, 위험 경고 & 대응 등의 기능을 가진다. 따라서 전자 기술 등의 발전에 따른 센서 제작 능력의 향상과 복합화가 진행되고 있다. 더불어 복합화된 기능을 수행하기 위한 신호처리 기술, ADC(Analog to Digital Converter), 데이터 송/수신 기술 등이 뒷받침되어 지고 있다.

둘째로 모듈 통합식 랙(rack)를 이용한 모듈식 항공전자 시스템들로 개발되었으며, 마지막으로 전송 데이터는 멀티미디어 신호형태로 변화되어 빠른 전송속도와 넓은 대역폭이 확보가 되도록 바뀌어가고 있다.

예로 해상도 $10^6$pixel, 초당 프레임 속도 30Hz 그리고 흑백 영상 8bit인 FLIR(forward looking infrared)영상센서의 데이터 전송속도는 240Mbps 이다($8bit \times 30Hz \times 10^6 Mbps = 240Mbps$). 그에 비하여 VMS와 core processing 시스템사이의 데이터양은 앞에서 살펴본 영상 혹은 레이더에 비교하여 아주 느린 속도로 처리가 이루어진다. <Table 2>는 개략적인 항공전자 정보 처리를 위한 데이터 전송 속도와 신호 처리 능력을 나타낸 것이다[5].

<Table 2> 항공전자 정보처리 능력평가

| Function | LAN Data Rate (per channel) |
|---|---|
| SAR/MTI Radar | 500 - 1000Mbps |
| EO sensing | 250 Mbps |
| Electronic Warfare | 1 - 3Gbps |
| Cockpit Video | 500 - 1000Mbps |

SAR : Synthetic Aperture Radar
MTI : Moving Target Indicator
DSP: Digital Signal Processing
FLOPS : Floating-point operations per second

## III. 데이터 버스

데이터 버스는 각 시스템을 연결해주기 위한 항공기 내의 배선으로 중량을 줄이는 효과도 있고, 산출된 각종 자료들을 일괄적으로 공급함으로 통일된 신호자료를 각 계통에 제공해주는 역할을 한다. 또한 항공기의 신뢰성과 정밀성을 향상시키는 역할을 한다. 각 시스템을 통합하기 위한 데이터 버스는 전기식 데이터 버스와 광학식 데이터 버스 등이 존재한다.

### 3.1 전기식 데이터 버스

1970년대 이후에 연합형이나 통합 모듈형 시스템을 통합하기 위해 채택된 데이터 버스 시스템으로 전기적 신호를 전송하는 버스방식이다. 가장 널리 활용되는 방식으로 군용규격 MIL-STD-1553B(1553B)와 민간 규격 ARINC 429 및 629버스 등이 있다. 주로 FBW(Fly-By-Wire), 이륙 장치, 전자식 엔진제어 등에서 사용된다.

1) MIL-STD-1553B[1][4][5]

1553B는 군사규격으로 항공기내의 항공전자 장비들의 체계 종합을 목적으로 운용되고 통신을 수행한다. 이 방식은 서로 다른 종류의 전자장비가 장착될 경우 서브시스템 간의 전기적 인터페이스로 인한 혼란을 방지하기 위한 Linear Multi-drop bus 망을 따르며 Fig. 2와 같이 버스 제어기(Bus Controller)가 마스터로 동작하고 나머지 단말기는 슬레이브로 동작한다. 전송 속도는 1Mbps이다.

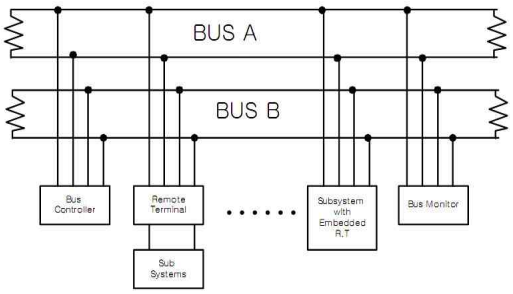


Fig. 2 1553B 데이터 버스 구성

따라서 전체 시스템을 관리하는 버스 제어기가 고장이 발생하면, 전체 데이터 버스가 동작하지 않는 문제점을 가지고 있다. 데이터 전송 속도가 느려 백본 망으로 항공전자 서브시스템을 통합하는데 문제점을 가지고 있다. 1553B를 채택한 대표기종은 F-16이다.

2) ARINC 429[6,7]

민간 항공기의 데이터 버스로 널리 알려진 ARINC 429 통신은 항공기 내의 장치와 시스템을 제어하기 위한 목적으로 사용되는 네트워크 프로토콜이다. Fig. 3은 ARINC 429 데이터 버스 구성형태이다.

ARINC 429는 1553B와 유사한 bus망과 star망으로 구성할 수 있다. bus 망을 많이 이용하며 star망은 각 서브시스템의 케이블 연결이 point-to-point 방식으로 케이블 양에서 많은 문제가 발생한다. 전송속도는 저속버스인 12-14.5kbps와 고속버스인 100kbps로 두 종류이다. ARINC 429를 채택한 기종은 Airbus의 A330/340 그리고 보잉사의 보잉 727, 737 등이다.

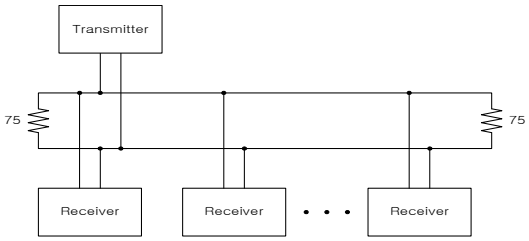


Fig. 3 ARINC 429 데이터 버스 구성

3) ARINC 629[6,7]

ARINC 429의 문제점을 보완하여 개발된 방식으로 ARINC 429보다 고장 허용 및 데이터 처리 속도는 향상되었지만, 복합적인 신호를 처리하기

에는 속도가 느린 문제점을 가지고 있다.

ARINC 629는 보잉사가 보잉 777을 개발하면서 민간 항공기로서는 처음으로 전기 신호 제어를 채택하였는데, 기존에 사용되던 ARINC 429 데이터 버스로는 다양한 고장허용 개념과 빠른 데이터 교환을 구현하기 어렵기 때문에 성능을 향상시키기 위해 개발되었지만, 영상과 음성이 혼합된 복합적인 신호를 처리하기에는 속도가 느린 문제점을 가지고 있다.

4) 전기식 데이터 버스의 주요 특성

앞의 절에서 설명한 각 방식별의 특징은 <Table 3>과 같이 정리하였다. 전기식 데이터 버스의 시리얼 전송 속도는 2Mbps이하로 제한된다. 따라서 항법 데이터, 오디오 및 비디오 어플리케이션에 필요한 피어(peer)간의 데이터 통신 지원을 하기에는 매우 늦다. 이 문제점은 시간엄수(time critical)적인 데이터 전송에서 발생한다. 버스 특성상 Major Frame과 Minor Frame을 구성하여 카드가 독립적으로 메시지를 전송하는데 항공전자 체계에서는 특별한 데이터를 특정 시간 내에 전송이 완료되어야 하는 경우가 많다. 예를 들어, 항법 데이터의 경우 시간이 지나면 기체의 방향이나 속도가 바뀌어서 구성품이 항법 데이터를 받았을 때 이미 쓸모없는 데이터가 되는 경우가 있다.

**<Table 3> 1553B와 ARINC BUS 비교표**[6]

| | 1553B | ARINC 429 | ARINC 629 |
|---|---|---|---|
| 전송 속도 | 1Mbps | 100kbps 12~14.5kbps | 2Mbps |
| MAC | Central Media Access Control | single source multiple sink star or bus | CSMA /CA |
| 노드 수 | 32 | 20 | 120 |
| 토폴로지 | Linear multi-drop bus | Single source multiple sink star or bus | Bus with stubs |
| 데이터 포맷 | 32 word | 32 bit word, 255 word data block | 31 Word strings |
| 케이블 | Shielded Twisted Pair | Shielded Twisted Pair | unshielded Twisted Pair |

여기서 MAC: Media Access Control, CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

또한 프로토콜 상의 특수성으로 인하여 32 워드(word) 이상의 데이터를 한 메시지로 보낼 수 없다는 점은 최근 항공전자체계가 각 구성품 간에 많은 데이터를 전송해야 하는 상황에서 전체 체계의 성능을 저하시킬 수 있는 문제점이다.

그리고 버스 특성상 보낼 수 있는 메시지 종류가 30개 밖에 되지 않는다는 점도 단점으로 작용한다. 여러 종류의 메시지를 전송할 수 없다면 전체 시스템의 성능 및 기능을 저하시키는 결과를 가져올 수 있다.

## 3.2 광학식 데이터 버스

전기식 데이터 버스의 느린 처리 속도와 좁은 대역폭을 해결하기 위해서 제안된 방식인 광학식 데이터 버스는 광섬유로 광 펄스를 전송하는 방식이다. 대표적으로 AFDX(Avionics Full Duplex Switched Ethernet), FC-AE(Fiber Channel - Avionics Environment), SCI (Scaleable Coherent Interface), Serial Express(IEEE 1394) 그리고 Gigabit Ethernet 등이 있다.

1) Avionics Full Duplex(AFDX)[5-8]

AFDX(ARINC 664)는 항공전자 서브시스템사이에 데이터 전송을 목적으로 전이중 Ethernet 기술을 사용하여 고속인 100Mbps를 지원한다. 전이중 방식은 각 포트 별로 송신과 수신이 동시에 가능한 기술이다. Fig. 4와 같이 스위치는 수신된 프레임의 목적지 주소 영역에 수납된 가상링크(Virtual Link)를 통하여 여러 시스템들을 연결할 수 있다. 차세대 여객기인 A380과 B787의 주제어 통신망에 적용되었으며, 기존의 IFE(In-Flight Entertainment) 망으로 활용되었다.

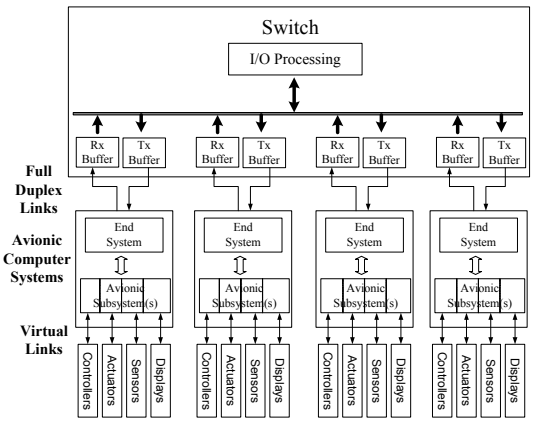


Fig. 4 AFDX의 구성[5]

2) Fiber Channel(FC)-Avionics Environment

FC는 시스템들과 storage를 통합, 공유할 수 있

는 목적으로 100Mbps 이상의 빠른 전송 속도를 가진 전이중 직렬 전송방식이다. 광 채널로 구축 시 최대 10km거리까지 접속이 가능하며, 접속 방식으로 point-to-point, loop, fabric 연결 방식으로 fabric 접속 방식 시 최대 $2^{24}$개의 디바이스 연결이 가능하다. 또한 SCSI, IP, FDDI, ATM 등의 프로토콜을 지원한다.

FC의 연결 방식 중 point-to-point는 1대1 통신으로 두 디바이스를 직접 연결하는 방식이며, loop는 최대 127개 디바이스로 연결하는 방식으로 ring 구조와유사한 형태이다. 마지막으로 fabric 방식은 Fig. 5와 같이 많은 디바이스들이 동시에 통신이 가능하다. Fabric 방식의 특징은 멀티케스트, 브로드케스트 모드가 가능하며, 주로 비디오소스와 디스플레이 사이의 연결 방식과 멀티기능을 갖는 각종 센서들의 데이터 취득과 이미지 데이터 전송을 위해 백본망으로 사용된다.

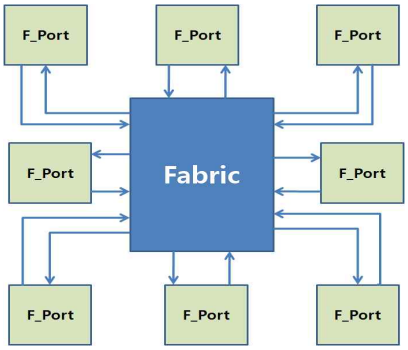


Fig. 5 Fabric 방식의 Topology

3) SCI(IEEE 1596)

고속 백플레인(backplane)형태인 SCI는 p-t-p연결을 사용하여 멀티프로세서 머신들 혹은 서브시스템들 사이를 연결하는 방식이다. SCI에 연결할 수 있는 시스템들은 최대 64,000노드까지 가능하다. 예로, 프로세서, 메모리, I/O, 그리고 버스 어댑터 카드들을 패러럴(parallel) 형태로 연결가능하다.

SCI 토폴로지는 작은 링(ringlet) 구조형태로 구성할 수 있으며, 스위치형태로 큰 링에서부터 두 개의 노드만 갖는 작은 링까지 구성이 가능하다. 따라서 적은 비용으로 망 구성 변형이 용이하다. SCI는 매체에 따라 1Gbps의 전송속도를 가지며 전기신호로 직병렬 전송 및 광섬유로 전송이 가능하다.

4) IEEE 1394

IEEE 1394는 USB(Universal Serial Bus)와 유사하게 주변기기의 속도 향상을 목적으로 개발된 표준화이다. 이 방식은 비동기 방식으로 100, 200, 400Mbps의 세 가지 속도를 낼 수 있으며 가장 상용화된 제품이다. 사용용도는 스캐너, 디지털 카메라, 디지털 캠코더 등과 같은 멀티미디어 주변기기를 그대로 연결해서 실시간으로 데이터 전송을 할 수 있다.

또한 양방향 통신, P&P 기능, 그리고 낮은 민감도와 낮은 EMI방출이 최대한 장점이며, 망 구성이 편리한 장점을 가지고 있다.

5) 광학식 데이터 버스의 주요 특징

**<Table 4> 고속 광통신 BUS 특성 비교표[6]**

| | AFDX | FC-AE | SCI | IEEE 1394 |
|---|---|---|---|---|
| 전송 속도 | 100Mbps | 133Mbps ~ 2Gbps | 1Gbps | 100 ~ 400Mbps |
| MAC | Switched full duplex | 5 classes of Service and flow control | request/response | request/response |
| 노드 수 | 1,024 | 1,600만 이상 | 64,000 | 65,535 |
| 토폴로지 | Star | point-to-point, loop & fabric | ringlet | daisy chained bus and tree |
| 데이터 포맷 | 64 ~ 1,518 Bytes | 0 ~ 2,112 Bytes | 최대 270Bytes | 비동기 512~400M Bytes |
| 케이블 | Various fiber optic and copper | Fiber optic and twist pair copper wire | Copper and fiber optic | Shield copper and two power conductors |

## Ⅳ. 차세대 항공전자 시스템 아키텍처

### 4.1 항공전자 장치의 요구사항

항공전자 장치의 특징은 다음과 같이 파라미터로 평가할 수 있다[2][7].

1) 오픈 시스템(open system supports)

다른 제조업체들과 상호 운용이 가능한 국제표준이 정해져있는 제품을 사용하여야 한다. 다른 시스템과의 통합이 가능할 수 있어야 하고,

이식성과 잠겨있는 독자성에 대한 해결책이 있어야 한다.

2) 고장허용(RM&S: reliability, maintainability, and supportability)

시스템의 임무 임계 때문에 생기는 내적 결함 때문에, 이를 방지하기 위해 통신 노드 사이의 연결에서 미사용 시 휴식을 취하며, 백본 네트워크의 선택으로 인한 영향을 최소화시키고 넓은 범위의 연결을 제공해야 한다. 이상적인 새로운 기술은 1553B와 유사한 방식의 네트워크 기술을 내장하여야 하며 고장허용의 해결을 위한 이중화 기능을 갖춘 구조여야 한다.

3) 확장성(scalability)

하드웨어이거나 소프트웨어 등에서 새로운 장치 혹은 기능을 추가하려 했을 때 플랫폼에서 안전하게 지원 가능해야 한다.

4) 실시간 처리(performance)

높은 처리량은 요구사항의 일부이며 더불어 미래의 네트워크 기술들은 낮은 지연을 통한 전송을 제공하여 임무에 대한 군용 전자 컴퓨터가 실시간적인 조치를 취할 수 있도록 해주어야 한다.

5) 복합된 신호(services)

센서들의 정보에 대한 집약적인 고성능 신호처리가 필요하며, 비디오의 아날로그에서 디지털로의 변화에 대한 수요가 커지고 있다. 비디오 및 오디오 컴퓨팅 사이에서 더 많은 데이터 이동을 위하여 높은 대역폭이 필요하다. 이에 맞도록 네트워크 기술은 100Mbps와 1Gbps의 데이터 처리량을 가져야 한다.

6) 허용 노드수(addressability)

모듈 통합형 항공전자 시스템의 하드웨어는 주요 모듈들과 연동기능이 장착된 다른 장비들로 구성된다. 각 장비들 간에 상호 연결이 필요하고, 각 장비 내를 구성하고 있는 다양한 모듈들을 관리하기 위한 허용 노드 수의 제한이 존재하면 안된다.

## 4.2 UAN

시스템들을 통합하기 위해서는 UAN, 표준 인터페이스 및 COTS (commercial-off-the-shelf)를 채택한다. 본 논문에서 표준 인터페이스와 COTS는 다루지 않고, UAN를 이용한 통합 방법에 관하여 살펴보기로 한다.

UAN 선택 조건은 각종 서브시스템들을 고속 연결이 가능하고, 실시간 처리(낮은 지연)가 가능해야한다. 그리고 데이터 버스 시스템에서 와이어의 무게와 복잡도를 줄이고, 고속의 이중화(redundancy)가 가능해야 한다.

<Table 5>는 JSF(Joint Strike Fighter)사업에서 UNP(Unified Network Protocol)를 선택하기 위한 평가 자료로 JSF Open Systems Architecture Integrated Product Team에서 여러 가지 프로토콜을 비교하여 평가하였다.

<Table 5>의 분석결과는 SCI/RT(Scaleable Coherent Interface/Real Time)와 FC-AE(Fiber Channel Avionics Environment)가 JSF 사업에서 가장 뛰어난 기술로 선택되었다. 이 결과는 군용기의 특성인 확장성, RM&S과 실시간 처리에 중점을 두고 있다.

**<Table 5> 초고속 버스 프로토콜 평가[7]**

| 네트워크 특성 | Unified Network Protocol | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | FC | **FC-AE** | SCI | **SCI/RT** | Serial Express |
| 확장성 | 10.2 | **10.8** | 11.8 | **12.2** | 11.8 |
| 오픈시스템 | 14.2 | **5.6** | 7.9 | **5.6** | 6.5 |
| RM&S | 11.9 | **16.2** | 11.0 | **15.3** | 13.2 |
| 실시간처리 | 11.9 | **16.2** | 12.2 | **16.3** | 15.7 |
| 복합된신호 | 7.5 | **10.9** | 6.1 | **12.5** | 8.1 |
| 허용노드수 | 9.5 | **11.6** | 8.6 | **12.7** | 9.9 |
| 합계 | 65.2 | **71.2** | 57.5 | **74.5** | 65.1 |

# Ⅴ. 통합 항공전자 아키텍처

## 5.1 국내외 차세대 아키텍처

Fig. 6은 JSF-35 아키텍처로 각 RF, EO/IR, Stores stations, core processor, Vehicle management 시스템들을 고속 광통신 케이블로 연결하였고, 각 독립 장치별로 별도의 서브 망을 구성하도록 하였다.

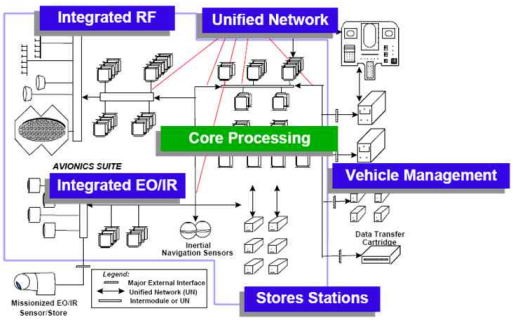


Fig. 6 JSF-35 아키텍처[5]

국내의 차세대 항공전자 아키텍처의 경우, 국내의 IT 기술 및 전자 기술을 강점으로 센서들이 통합화하여 별도의 망을 구성하지 않도록 JSF 아키텍처보다 한 단계 진보된 항공전자 시스템 아키텍처를 제안하였다. Fig. 7은 차세대 항공전자 시스템 아키텍처이다[2][3].

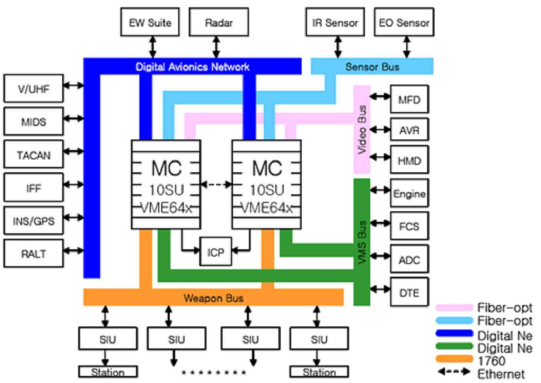


Fig. 7 차세대 항공전자 시스템 아키텍처[2]

## 5.2 UAN 제안

Core processor는 각 서브시스템을 통합하고 관리를 담당하고 있으며, 표준 랙을 모듈 타입형태이며 VME(Versa Module Eurocard) Bus로 고속처리가 가능하다. 또한 COTS 모듈을 사용할 수 있어 범용적으로 제작한다.

Core processor와 IR 혹은 EO/IR 시스템과 MFD 관련 시스템을 연결하기 위해 빠른 전송 속도와 넓은 대역폭을 갖고 있다. 따라서 FC-AE, ADFX, 그리고 IEEE 1394와 같은 고속 광통신 버스가 많은 장점을 갖게 된다. 또한 Fig. 7과 같이 독립적인 장비들이 여러 장치들과 결합하려면, 확장이 용이한 ADFX와 SCI/RT 프로토콜 방식이 강점을 갖는다.

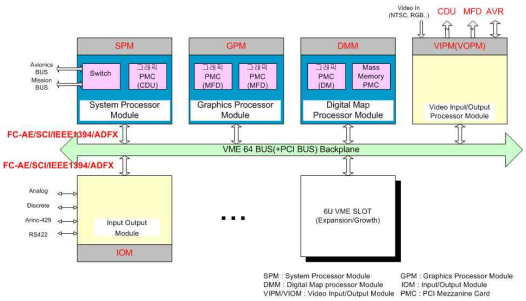


Fig. 8 광통신을 이용한 UAN

Fig. 8은 광통신을 이용한 UAN를 제안한 것이다. Core processor는 redundancy를 위해 두 대의 컴퓨터를 두고 사용한다. 각 컴퓨터는 표준 랙 타입으로 VME/PCI-X 버스로 여러 슬롯을 꽂을 수 있다. 각 슬롯은 장치별 데이터를 습득할 수 있으며, 개별 모듈과 독립적인 장치 사이에 FC-AE/IEEE1394/ADFX를 통하여 연결한다.

최근 국내 공격헬기 KUH 임무 컴퓨터에서는 장비간의 연결 설정을 와이어 연결 방법이 아닌 이더넷 스위치의 포워딩 테이블 형태로 사용하였으며, 각 항공전자 장비들은 ADFX를 적용한 COTS 제품을 사용하였다[9].

## Ⅵ. 결론

본 논문에서는 항공전자 시스템을 통합하기 위한 최신 항공전자 시스템의 종류와 데이터 전송 속도 그리고 경향을 살펴보았다. 결과적으로 각 시스템은 독립적인 장비로 다양한 기능들을 갖는 복합된 장비형태로 발전하였으며, 데이터 형태는 아날로그 형태에서 디지털 형태로 변해가고 있다. 또한 넓은 대역폭과 빠른 전송 속도를 요구하고 있다. 또한 각종 데이터를 수집해서 처리하는 프로세서들은 COTS 모듈형태로 범용화된 형태를 따르며 네트워크는 플래그앤플레이(Plag & Play)가 용이하며, 원거리 전송이 가능하고 지연 문제가 발생하지 않아야만 한다.

항공전자 시스템 아키텍처는 진보된 통합모듈형태로 core processor 컴퓨터들과 항공전자 장비들을 통합할 수 있는 백본망 형태로 구성되었다. 따라서 본 논문에서는 UAN 망을 구성할 수 있는 프로토콜 방식인 전기식 데이터 버스와 광학식 데

이터 버스들 중 대표적인 네트워크를 살펴보았다.

전기식 데이터 버스의 경우 항공전자 시스템의 복합화/통합화에 따른 고속 전송 속도와 넓은 대역폭 문제, 데이터 전송 시 지연 문제 등이 있고, 광학식 데이터 버스는 상용화된 프로토콜인 ATM과 FDDI 보다 항공기 특성에 적합한 ADFX, IEEE 1394, 그리고 FC-AE 등이 적합한 성능을 발휘한다.

본 논문에서는 V장에서 최근 개발된 사례와 국내의 KUH사업에서 적용된 사례를 통해 차세대 항공기의 네트워크 형태를 제안하였다. 제안된 형태는 실제 비행기 설계 및 제작 방식과 항공전자 시스템의 인터페이스 방식을 고려하지 못하고 네트워크 관점에서 기술되었으나, 추후 아키텍처 및 항공전자 시스템들의 인터페이스를 고려한 통합방식을 연구할 계획이다.

## 참고문헌

[1] 박무혁, 김영일, 김응태, “Fly-By-Light 비행제어시스템 기술 개발 동향”, 항공우주기술 제5권 제1호, 2007, pp.49-56.

[2] 이재억, 김영일, 송찬호, "항공전자 발전추세 및 핵심기술 분석", 국방과학기술플러스, Vol.67, 2008. 9, pp.01-12..

[3] 염철문, 이재동, 박재성, “군용항공기의 통합형 항공전자 아키텍처 연구” 한국우주공학회 학술대회, 2006, pp.274-277.

[4] 오세룡, “VHDL을 이용한 MIL-STD-1553B프로토콜 컨트롤러 설계”, 경상대학교대학원 전자공학부 대학원 석사논문, 2008, 8.

[5] J. M. Borky, R. N. Lachenmaier, J. P. Messing, and A. Frink, "Architectures for Next Generation Military Avionics Systems," Aerospace conference Proceedings., IEEE Vol. 1, 1998, pp.265-281.

[6] 윤종호, 항공정보통신공학, 교학사, pp. 187-236, 2009.

[7] ASSC, "Guide To Digital Interface Standards For Military Avionics Applications," Assc/110/6/2-Issue 3, Sept. 2006.

[8] AFDX/ARINC 664 Tutorial, Condor Engineering Inc, 2005.

[9] 김갑동, 정진평, 문성태, 양승열, “항공전자 데이터 버스 시스템 설계 방안 연구”, 2009 한국우주공학회 춘계학술대회, 2009, pp. 1025~1028.