

기 고

항공전자의 세계

한국항공우주연구원 항공우주안전 인증센터 한상호 선임연구원

항공전자란 일종의 전자응용으로서 전자공학의 또 다른 영역이다. 1960년대부터 본격적으로 발달하기 시작한 민간 항공은 장거리 운항을 위해 자립항법이 가능하게 되는데 이는 관성항법장치(INS, Inertial Navigation System) 개발 덕분이다. 이 INS는 고도의 전자공업과 정밀기계공업 그리고 항행항법기술을 기반을 두는 것으로서 상당 수준의 공업 기술을 요하는 부품이었다. 1970년대 집적회로의 등장과 함께 디지털 전자공학이 발달하면서 항공기에 컴퓨터가 도입되어 항공기 운항의 안전을 도모함은 물론 정밀운항이 점차 가능하게 되었다. 비행 관리시스템(FMS, Flight Management System)이 개발되어 항법뿐만 아니라 추력 관리와 연료 흐름감시와 같은 성능과 관련한 기능도 컴퓨터가 담당하게 되었다. 1980년대에 전자식 시현장치가 들어서면서 조종실의 혁신이 이루어지는데 이는 시현정보의 정확성과 판독의 용이성에 근거한다. 항공기에 소프트웨어의 활용이 늘어나게 되었고 집적회로산업의 발달은 급속한 하드웨어의 활용을 낳았다. 1990년대 소프트웨어에 대한 검증 방안이 수립되었고 소프트웨어 인증이 본격적으로 시작되었다. 또한 GPS의 민간사용이 가능해지면서 항공기의 항행항법은 종래의 정확도가 떨어지는 관성항법에서 위성항법으로 진화하였다. 이 위성항법의 보급은 항행항법에 대한 기법과 항공기의 착륙유도방식의 변화를 가져오게 되었고 향후 이와 관련된 항행안전시설의 변화를 예고하고 있다. 2000년대에는 FPGA나 ASIC과 같은 복합전자하드웨어(CEH, Complex Electronic Hardware)의 도입으로 소프트

웨어와 마찬가지로 이러한 하드웨어에 대한 인증이 요구되었고 B787 등 항공기에 RFID 적용이 시도되면서 항공기 정비관리에 일대 변혁이 예상된다. 항공전자는 항공계기나 항공통신과 같은 종래의 단순기능을 벗어나 비행관리 등 항공기 운항의 전 영역에 급속히 파급되고 있으며 항공기 운항 안전에도 크게 기여하고 있다.

항공전자 개요

항공전자(Avionics)란 영어의 AVIation과 electRONICS의 합성어로서 단어가 의미하듯 “항공기에 응용되는 전자기술”을 의미한다. 학술적으로 또는 학문적으로 Avionics에 대해 명확하게 정의된 것은 없으며 항공전자란 “항공기를 운항하는 데 있어 데이터의 획득, 통신, 처리, 저장 및 표시를 하는 것과 항공기 시스템의 인터페이스와 제어기능을 하는 것으로서 데이터의 획득 및 처리, 통신, 저장 및 시현과 항공기 시스템의 인터페이스 및 제어 등의 기능을 수행하는 분야”¹⁾ 또는 “항공기에 사용할 목적으로 설계된 모든 전자적 시스템을 총칭”한다고²⁾ 표현이 되어 있을 뿐이다.

근대 항공기에서 항공전자란 항공기 시스템에 전자적 기술을 도입한 것을 총칭하고 있으며 단순히 항공통신, 항행항법, 항공계기 등 전자장비를 이용하는 분야에서 여압공조 제어, 엔진제어 등 항공기의 여러 시스템 분야에 확대 적용이 되고 있다. 광의로는 항공전자란 항공기 뿐 아니라 우주선 및 미사일의 운용에 전자적 기술을 적용한 것을 포함하고 있다. 특히 하드웨어 및 소프트웨어의 발달로 그 응용의

범위는 점차 넓어져 가고 있으며 항공기의 안전성 향상에 다방면으로 활용되고 있다.

항공전자의 역사

역사적으로 항공전자기술의 시작은 전자식 장비를 탑재한 군용항공기가 출현한 제2차 대전에서 비롯된다. 전쟁 중에 로켓이 개발이 되면서 비행 중에 발사 또는 투하를 위해서는 전자식 시스템이 필요하게 되었다. 항공기가 급속하게 더욱 복잡해지게 되었고 항행방법에 필요한 전자장비와 장비들의 성능을 감시하는 데 필요한 전자장비들의 수량도 상당히 늘어나게 된다. 2차 대전에서 B-29는 2,000 내지 3,000개의 전자부속품을 적용하였다고 한다. 이후 베트남 전투에서 B-52는 50,000개의 전자부속품을 그리고 아음속 폭격기인 B-58은 95,000개의 전자부속품을 적용하였다고 한다. 항공전자기술은 2차 대전 이후 대형 대륙간 탄도탄의 개발과 1958년 이후 우주 프로그램의 급속한 성장으로 항공전자기술개발이 진보하기 시작하는 데 대형 미사일과 우주선은 아주 복잡한 대형 항공기보다 더 많은 전자 부품들을 필요로 하게 되었다. 컴퓨터를 이용한 유도 시스템은 유인 우주비행의 도래와 함께 더욱 발전하게 되었다.

항공전자 기술분야

1960년대 이후 민간 항공기가 본격적으로 발전하면서 항공전자의 영역은 단순히 항공기나 미사일, 우주비행체 등

비행체(Vehicle)의 지원기술이라는 개념에서 벗어나 지상지원장비 등의 정비의 영역과 시뮬레이터 등의 비행조종의 교육훈련 영역 그리고 항공교통관제 영역으로 확대 되어왔으며 이러한 항공 관련 전 영역에서의 항공전자 기술을 분류하면 아래 그림과 같이 나타낼 수 있다.

항공전자기술의 내용을 조금 더 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

가. 자동조종 시스템

자동비행조종은 난기류로 인하여 비행기의 자세가 변화할 때 자동적으로 자세를 안정시키는 기능과 같은 것으로 조종사의 조종부담 경감과 조종의 용이를 목적으로 개발이 되었다. 최근에는 항공기가 대형화 고성능화하면서 점차 공항으로의 자동진입 및 강하, 경제속도의 유지 등 그 범위가 다양해지고 있다. 자동조종 장치는 법적으로 표준화되어 있다.

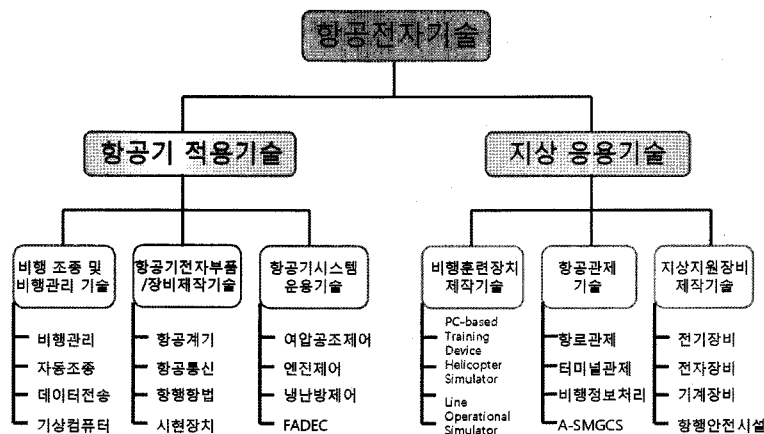
나. 항공통신 시스템

항공통신 시스템은 항공기와 항공기 그리고 지상시설 또는 인공위성과 같은 외부 시설과의 정보전달과 교환 그리고 항공기내 교신 및 서비스를 포함하며 FAA의 TSO 분류에서는 세부적으로는 다음과 같은 기술 분야가 있다.

- HF/VHF/UHF 항공통신, 항공위성통신, 기내 통신, 항공이동통신, 구난 및 생존 장비

다. 항공계기 시스템

항공계기는 인체에 있어 오관의 신경과 같은 것으로 조종사에게 항공기 각 부분의 형상 및 작동상태를 지시해 주고



〈항공전자기술의 내역〉

이상 유무를 경고해 주며 또한 항공기의 자세 위치 진로 등을 지시해 줌으로서 비행의 안전을 도모하는 역할을 한다. 항공계기의 구비요건으로는 제반 비행환경에 대하여 정확성이 있어야 하며, 중량이 가볍고, 작고 간편하며 내구성이 커야 한다. 종류는 크게 비행계기, 항법계기 및 엔진계기로 구분된다. 1980년대에 CRT에 계기정보를 시현하는 글래스 콕핏이라 하는 전자식 지시시스템이 도입된 이후 이러한 개별 계기의 개념은 사라지고 종래의 계기에 신호를 생성하는 센스엘리먼트만을 활용하고 시현부분은 하나의 화면상에 시현하게 되었다. 이로서 조종실의 혁신이 이루어지고 있으며 기존 전자기계식 계기를 채용했던 항공기들도 이러한 전자식 시현장치로 교체되고 있다.

- 항공계기, 비행계기, 엔진계기

라. 항행항법 시스템

항법이란 항공기가 한 지점에서 다른 지점으로 이동할 때 이동의 진로를 측정하여 측정결과에 따라 진행방향을 정확하게 유지하여 비행하는 수단을 말한다. 초기에는 조종사가 해안선이나 철도노선을 보며 비행하는 지문항법과 이미 알고 있는 지점에서 방위와 거리를 풍향과 풍속을 고려하여 계산한 후 목적지의 도달시점을 추측하는 추측항법 그리고 전파의 직진성 및 전파의 일정한 전파속도를 이용한 무선항법이 활용되고 있으며 최근에는 위성을 이용한 위성항법 기술이 활용되고 있다.

- 무선항법, 자립항법, 위성항법, 착륙유도, 항법보조 시스템
비행관리 시스템 (FMS, Flight Management System)은 항법, 조종, 추력제어를 토달 시스템으로 관리하여 조종사의 조종량을 경감하고 비행의 안전을 향상시키고자 개발된 시스템으로 컴퓨터에 의한 효율적이고 경제적인 운항을 가능하게 하고 있다.

마. 시현장치

다기능 시현기(MFD, Multi-Function Display)로 불리는 전자식 시현장치(Electronic displays)는 일반적으로 조종실의 계기판에 설치하여 비행 및 항법계기를 시현하고 시스템 이상에 대한 경고 및 권고시현 등의 목적으로 사용되

는 전자적인 표시장치를 말한다. 이 시현장치는 종래의 시스템을 증강시키고 기능을 통합하고 있는 데 무선라디오와 항법시스템의 통합이 그것이다. 주요 시현 기술은 CRT, LCD LED 등이 있다. 초기의 전자식 시현장치는 종래의 기계식 및 전자기계식 비행계기 및 항법계기를 모방한 것이었고 색도, 심볼 및 형태는 이 전통계기를 모사하였다. 전자식 시현장치의 종류에는 한 개의 비행 파라메타 또는 한 개의 동력장치 파라메타만을 제공하는 기본 전자식 시현장치(Basic Electronic Display)와 여러 개의 파라메타를 통합한 복잡한 전자식 시현장치가 있다. FAA에서는 TSO C-113으로 관리하고 있다. 시현 시스템은 이러한 항공기의 운항에 있어 자세, 위치, 진로 등 비행 상태와 항공기 각 부분의 형상과 작동 상태를 지시해 주고 이상 유무를 경고해 주는 시스템이다.

항공전자 부품

항공기에 장착되는 항공전자부품을 항공기에 장착하여 사용하기 위해서는 그 안전성과 성능을 인증받아야 하는 데 일반적인 항공기 및 부품의 인증특성으로 볼 때 기술표준품(TSO, Technical Standard Order)과 부품제작자증명 부품(PMA, Part Manufacturer Approval) 그리고 표준부품 등으로 분류할 수가 있다.

현재까지 미연방항공국에서 고시하고 있는 TSO 종수는 151종으로서 기계 보기류보다 항공전자부품이 차지하는 비중이 상당히 높은 것을 알 수 있다. 여기서 단일 TSO 부품이라 할지라도 항공기의 유형별로 여러 종류로 파생할 수가 있으므로 그 종수는 엄청나다고 볼 수가 있다. 표에 의하면 그간 국가에서 지원하고 있는 부품소재 프로그램으로 개발된 국내개발 항공전자부품이 다소 있었으나 인증받은 제품이 하나도 없다는 것은 아쉬운 점이다.

항공전자부품의 인증

항공전자부품 등 모든 항공기에 장착하는 항공기 부품은 장착 후 안전성을 보증하기 위하여 사전에 부품별 또는 시

시스템 별로 검증을 받아야 하며 장착 후에도 그 의도된 기능이 잘 나타나는 가를 확인하여야 한다. 이러한 요건을 잘 규정하는 것이 소위 말하는 감항 규정인데 항공전자 기술분야에 특히 적용되는 대표적인 기술기준을 수송기급 항공기에 대한 기술기준으로 제시하면 다음과 같다.

- 기능 및 장착요건, 장비 및 시스템 요건과 장착, 배치 및 시계확보(계기장착), 전자장비

항공전자장비를 항공기에 장착하기 위해서는 반드시 이러한 내역을 인증당국으로부터 검증 받아야 하는 데 의도한 기능이 제대로 발휘되는지 확인하기 위해서는 성능검증을 받아야 하며 안전특성이 충족되는 지를 검증받기 위해서는 자체적으로 “안전성 평가”를 수행하여야 한다.

항공전자기술의 변모

오늘날 항공전자기술은 IC의 발달로 저전력 소규모의 제품들이 개발되고 있으며 이에 소프트웨어의 발달과 더불어 항공기의 안전성을 향상시키고 조종 및 비행관리가 용이하게 되는 방향으로 발전이 되어 가고 있다. 민간 항공기 분야에서 최근 항공전자기술분야의 변모를 살펴보면 다음과 같다.

● 데이터 버스의 활용

데이터 버스는 항공기내에서 LRU와 LRM(Line Replaceable Module) 또는 항공전자 모듈 간에 정보를 전달하는 역할을 한다. 이 데이터 버스는 항공기, 항공기 엔진 그리고 다수의 항공전자 부품에 대해 항공기, 항공기 엔진 데이터 자원에 더 많은 자료의 전송 공간을 요하면서 전체로 통합함에 따라 점점 더 복잡해지고 있다.

● 첨단 조종실

글래스 콕핏은 각종 계기나 표시장치를 하나의 화면에 시현시키는 시스템을 채용한 조종실을 말하는 데 1979년 MD-80에 전자식 비행조종실 시현장치 등장한 이래 글래스 콕핏은 근대 항공기에서는 일반화되고 있다. B777의 경우 PC와 유사한 모니터와 키보드가 설치되어 있으며, A330/340의 경우 조종간이 조이스틱으로 바뀌었다. 그리고 EFIS로 통칭되는 전자식 시현장치는 기존의 CRT에서

LCD로 바뀌었다. 이 LCD는 완전 평면 화면으로써 디스플레이 가능 공간이 넓어진 반면 무게 경감 및 열 발생이 거의 없고 소비전력이 적다는 점과 전자파 간섭 현상을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

● 기내 편의제공 및 객실관리 시스템

근대 항공기에서는 객실 승무원이 모든 객실 설비를 한 곳에서 종합적으로 감독할 수 있으며 승객 개개의 좌석에 개인 모니터를 설치하여 기내오락과 승객이 원하는 영화 그리고 인터넷이 가능하게 되었다.

결론

항공운송의 발전과 더불어 발달하고 있는 항공기 설계의 발전은 1960년대 항공운송이 본격적으로 발전해 나가면서 안전의 증대라는 목표로 발전해 나가는 데 여기에 핵심적인 역할을 하고 있는 것이 항공전자기술이다. 항공기의 장거리 운항이 실현되면서부터 항행항법에 대한 기술이 태동하였으며 초기의 무선항법에서 자립항법으로 그 기술이 전환되면서 항행항법의 일차적 전환기를 맞는다. 여기에 항공용 레이더의 도입과 함께 고도의 수학과 정밀공업의 인프라가 요구되어 기술적으로 낙후된 국가에서는 그 제작이 상상도 할 수 없는 경지에 이르게 되었으나, 1992년 미공군이 GPS 운영시스템을 완성한 이래 전 세계에 활용되면서부터 항공기 항행항법기술의 획기적인 전환이 오게 되었다. 종래의 정밀공업을 토대로 이루어 졌던 관성항법의 활용이 점차 줄어들면서 각종 GPS 활용기술이 보급으로 항행항법의 새로운 전환기를 맞고 있다. 이는 IT 기술에 의한 항공산업 진입 가능이라는 신호탄으로 볼 수 있으며 항공 후발 개발국도 항행항법 개발에 참여할 수가 있게 된 것이다. 항공전자의 개발에는 인증이라고 하는 장벽이 있어 최종인증을 획득하기까지 많은 인증의 과정들이 대기하고 있다는 점이 일반 전자산업과의 다른 점이나 이는 항공산업에 진입하기 위한 필수적 과정이다.