

論文

항공 수송 임무 수행을 위한 Avionics 시스템의 기능 분석

송윤섭*

Functional analysis of Avionics system for an air transport mission

Yun-Sub Song*

ABSTRACT

Avionics system's function for an air transport mission is analysed. The starting point for designing a Avionics system is a clear understanding of the mission requirements and the requirement allocation by the top level aircraft system. Therefore, the analysis begins by making a top-down analysis to the aircraft missions. The baseline mission is divided into segments, and each segment is subjected to a detailed analysis to establish the requirements for the Avionics system. Special attention is given to capture the key aspects of interfaces, and to incorporate them into the design.

Key Words : Functional analysis(기능 분석), Air transport mission(항공 수송 임무), Avionics system(항공기 전자장치), Operational view(운용적 관점), Attitude Control(자세 제어)

I. 서 론

최신 항공기는 대부분 어떤 방식으로든 컴퓨터를 사용하여 조종사의 수요를 처리하여 항공기를 지원하거나 전적으로 항공기를 조종하고 있어 항공전자장치의 역할이 더욱 더 중요시되고 있다. 그러므로 신속, 정확, 안전하게 항공 수송 임무를 수행하기 위해서는 여러 기능들을 보다 더 명확하게 분석하고 각 기능의 한계를 분명하게 규정할 필요가 있다. 이들 한계는 보통 기능에 포함되어 있는 활동의 영역과 시간으로 규정되며 이러한 개념의 중요성은 운항 단계에서 더욱 더 분명해지므로 이에 대한 연구가 중요한 의미를 갖는다[1,2,3].

특히 수명주기적인 관점에서 항공기의 설계, 개발, 운용, 유지는 상호연관된 일련의 과정으로 밀접한 관련을 갖는다. 그러므로 본 연구는 항공기 설계, 개발, 운용, 유지에 필요한 핵심 성능 및 구축 요건을 확립하기 위한 기본 자료를 확보하기 위해 운항적 관점에서 항공 수송 임무 수행에 필요한 항공전자장치의 기능을 분석하였다.

연구를 통해 얻어진 자료는 효율적인 항공기 운용을 위한 자료로써 뿐만 아니라 설계 시 필요한 주요 선결요소를 구하고 시스템의 개발 인증을 위한 잠재적인 위험 평가를 위한 기본 자료로 활용될 수 있다.

II. 기능 분석 절차

2.1 기능분석의 의의

기능분석은 시스템이 그 임무를 수행하는데 필요한 과업과 활동을 조직적으로 구하는 방법으

2009년 6월 3일 접수 ~ 2009년 7월 25일 심사완료

* 전북대학교 항공우주공학과

연락처자, E-mail: yssong@chonbuk.ac.kr

전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

로 시스템의 개념과 요건을 개발하는데 사용되는 과정의 일환으로서 임무 분석 후에 이루어진다. 특히 기능분석은 높은 수준의 기능을 분리된 과업 혹은 활동에 할당할 수 있도록 하기 위하여 여러 가지 하위 기능으로 분해하여 각 기능과 하위 기능이 일련의 성능 및 설계 요건으로 할당되며, 내·외적 인터페이스가 강조된다.

또한 기능분석은 성능 요건이 완전하다는 것을 명확하게 하는 주요한 기법 중의 하나로 항공기 설계, 운용 및 인증의 단계에서 매우 중요하므로 상용기 인증 지침인 ARP 4754에서 이를 요구하고 있다[4].

2.2 기능분석 방법

기능분석 방법의 입/출력 요소 및 활동을 요약하면 Table 1과 같다[2,3,5,6].

<Table 1> Functional analysis methodology

Stage	Input	Activity	Output
1	·Air vehicle specs' ·Principles and philosophies	·Functional requirements definition ·Preliminary partitioning to subsystems	·Functional requirements document ·Major system interfaces
2	·Output from Stage 1 plus ·Safety analysis	·Subsystem functional requirements definition ·Preliminary partitioning to equipments ·Architecture definition	·Subsystem functional requirements documents ·Subsystem interfaces
3	·Output from Stage 2	·Partitioning to hardware/software ·Equipment/processor definition	·Hardware specs ·Software specs ·Equipment interfaces

III. Avionics 시스템의 기능분석

3.1 항공기 시스템의 기능 분석

항공기 자체는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 항공기와 모든 항공기 지원 시스템을 포함하는 최상위 수준의 항공기 시스템(Level 1)이라고 부르는 높은 수준의 시스템에 종속되며 그 중 하나의 요소일 뿐이다. 이러한 계층은 국제항공수송협회(IATA)에서 규정한 것과 동일하며, 이를 통해 하위 시스템(Level 2)인 항공기와 다른 하위 시스템간의 인터페이스와 상관관계를 알 수 있다[7].

또한 항공기 시스템은 우리가 필요한 만큼 포괄적으로 자유롭게 규정할 수 있으며, 선택적 조직 구조에 따라 Fig. 2와 같이 세분한다[8].

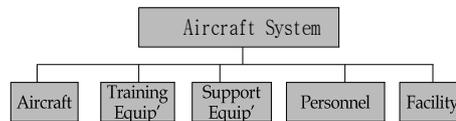


Fig. 1 Hierarchy of Aircraft system

항공기 시스템 기능과 항공기 기능을 동시에 식별할 필요가 있다. 항공기 개념은 일부 훈련 및 지원 장비와 항공기가 사용하는 시설에서 변화가 필요하며, 이러한 다른 비항공기적인 요소와의 인터페이스가 항공기 자체의 설계/운용에 영향을 주기 때문이다. 설계 시에 이를 중요한 요소로서 반영하는 것이 디자이너의 핵심 역할이라 할 수 있다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 항공기 자체가 아닌 항공기 시스템의 대부분의 기능은 유지 기능을 수행하는 하위 기능이 된다.

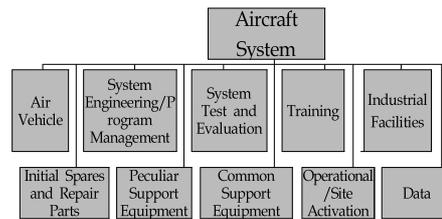


Fig. 2 Alternative architecture of Aircraft system

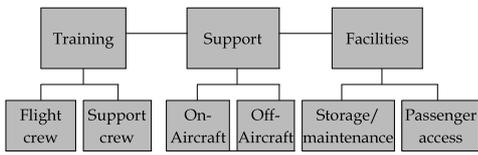


Fig. 3 Aircraft system level functions

비행 승무원에게 부여되는 훈련 기능은 새로운 시뮬레이터로 귀결되며, 항공기적인 관점에서 항공기 자체는 훈련 기능을 용이하게 하기 위하여 특수한 훈련 특징이 필요할 수 있다. 따라서 통신, 지시 및 기록, 항법, 자동 비행, 비상에 조우했을 때의 상황 인식 및 대처 능력 등과 같이 조종사에게 부여되는 훈련에서 기인되는 요건을 Avionics (하위) 시스템에 할당할 수 있다.

또한 지원 기능은 항공기 자체를 제외하고는 가장 중요하고도 매우 광범위한 항공기 시스템의 기능으로 고정된 인터페이스를 고려하는 것이 설계 과정의 일환이어야 한다. 이를 위해 조종사와 비행 제어 시스템간의 광범위한 입, 출력 정보를 얼마나 효과·효율적으로 통제하고 표시하는가를 운용 시에 면밀히 살펴보아 설계 시에 반영해야 한다.

시설 기능은 항공기를 보관하고 유지, 운영 하는데 필요한 시설이 신규 혹은 수정된 시설인가에 대한 답변으로, 예를 들어 이착륙에 필요한 활주로, 유도로, 항공 등화시설, 관제탑, 주기장, 여객터미널 등은 항공 운송 임무 프로파일을 지원 하는 요소와 직, 간접적으로 관련되는 핵심적인 기능으로 급진적으로 항공기 치수가 바뀌게 되면 크기, 강도, 구조, 안전등의 측면에서 시설 기능 결정에 영향을 주게 되는 점에 유의해야 한다.

3.2 항공기 수준의 기능분석

3.2.1 항공기 계층

항공기의 기능을 이해하기 위해서는 그 계층의 본질 구조를 알아야 한다. 항공기를 (하위) 시스

템 요소로 분해하는 여러 가지 방법이 존재하며 Fig. 4와 같이 분해하는 것이 전형적이며[7], 대안으로 Fig. 5와 같이 세분할 수 있다[8].

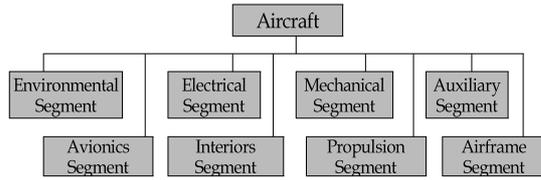


Fig. 4 Architecture of aircraft

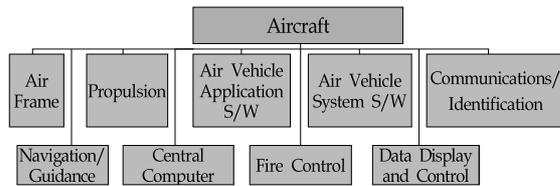


Fig. 5 Alternative architecture of Aircraft

같은 방법으로, 항공기 (하위) 시스템은 그 기능 수행을 지원하는 (차하위) 시스템으로 세분되며, 항공전자 (하위) 시스템의 경우 Fig. 6과 같이 세분할 수 있다.

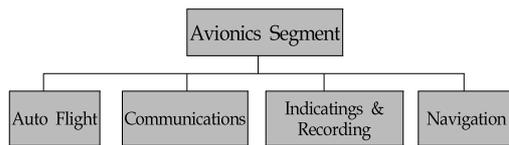


Fig. 6 Architecture of Avionics subsystem

3.2.2 운항 관점의 항공 수송 임무 기능

운항 관점에서 상용기의 항공 수송 임무 기능은 Fig. 7로 요약할 수 있다. 그러나 Fig. 7은 항공 수송 임무에 필요한 모든 최상위 수준의 기능이 아니다. 실제 임무 수행을 위한 하위 기능은 다차원적이므로 Fig. 7에서 나타낸 4가지 각 비행

기능은 Fig. 8과 같이 3가지 다른 기능적 차원으로 행렬화 할 수 있다. 이를 통해 얻은 많은 기능들을 하위 시스템 수준으로 확장할 경우 FAA에서 제안한 기능분석을 전개할 때 항공기 안전을 보장하는데 필요한 과업이 된다[2].

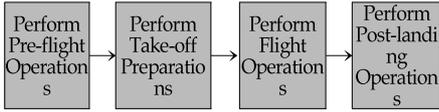


Fig. 7 Air transport mission function from an operational view

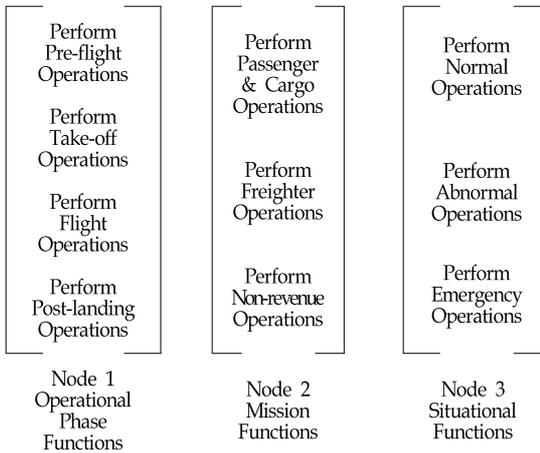


Fig. 8 Expanded matrix of the perform air transport mission function

3.2.3 운항 단계 기능

비행 단계는 Fig. 8에서 보는바와 같이 4가지 기본 단계로 분해할 수 있으며, 이들 단계는 Fig. 7에서 규정한 것과 동일하다.

그러나 특정의 (하위) 시스템을 분석할 때에는 비행 단계를 더 작은 단위로 분류할 필요가 있으며, 이때 각 단계와 관련한 외적 환경을 규정하는 것이 비행 단계 기능의 핵심 측면이다.

비행 전 운용 기능은 항공기 시스템의 지원 기능과 관련되며 정비 기능이 항공기 설계에 영향을 준다. 활주로 횡단, 항법 및 통신 관련 요건이 이륙 준비 단계에서 확립되며, Fig. 9에서 보는

바와 같이 운반, 제동 및 조종 기능 제공이 이륙 준비 기능 수행을 위한 하위 기능이 되어 이 기능의 요건을 랜딩기어 및 브레이크 하위 시스템이 수행한다.

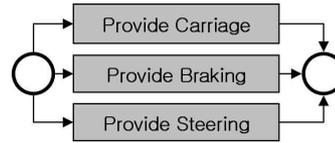


Fig. 9 The provide carriage, braking, and steering function

운항 단계에서 이륙, 상승, 순항, 강하, 진입 및 착륙과 같은 많은 하위 기능이 나타나며, 성공적인 임무 수행을 뒷받침할 수 있는 항공기 성능이 요구된다. 착륙 이후 단계에서 규정한 요건은 이륙 준비 단계에서 확인한 것과 유사하며, 이 기능은 Fig. 9의 기능을 포함하여 운항의 하위 기능의 대부분을 제공한다. 그러나 이들 기능을 별도로 검사해야 할 가능성이 존재한다.

3.2.4 임무 기능

임무 기능은 Fig. 8에 나타난 절점 2의 3가지 임무 기능을 별도로 혹은 결합하여 적용할 수 있다(Fig. 10).

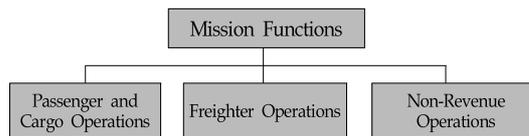


Fig. 10 Mission functions

승객 및 화물 운용과 같은 항공사의 일상적인 기능 모드를 화물 운용 및 비수익 모드와 같은 다른 모드로 전환하는 경우 변환성 요건을 부과해야 한다.

3.2.5 상황 기능

상황 기능은 항공기와 승객의 안전과 관련하여 다양한 상황에 처한 항공기의 기능적 운용을

반영한다(Fig. 11).

비정상 운항 기능은 예비 시스템의 요건을 확립할 때 중요하며, 비상 운용은 예상되는 환경에서 생존하기 위한 요건을 확립할 때 중요하다. 그러므로 항공 수송 임무 시 발생할 수 있는 여러 가지 상황에 효과적으로 대처하기 위한 건전한 판단과 결정이 이루어지도록 항공전자장치와 같은 (하위) 시스템을 설계할 경우에는 인간, 기계, 환경간의 인터페이스를 중요하게 고려해야 한다. 특히 운항 시에 비행 승무원이 기계, 환경과의 접점에서 자신의 지식, 기술, 경험에 기초하여 건전한 판단과 결정을 하기 위한 훈련 시뮬레이터 및 실제 항공기 설계에서 이를 반영해야 한다.

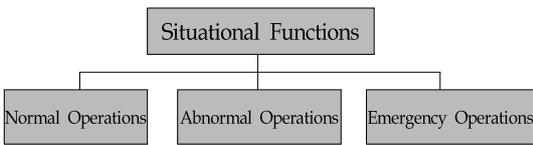


Fig. 11 Situational functions

3.2.6 운항 기능의 확장

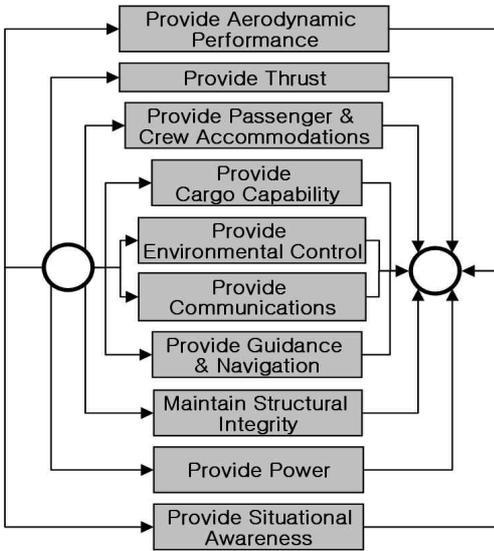


Fig. 12 The perform flight operations functions

운항 기능의 수행은 4가지 운용 단계 기능 중의 하나로 운항 기능을 수행하기 위한 하위 기능은 Fig. 12와 같다. Fig. 12에서 제시한 기능들이 항공 수송 임무의 핵심으로 성공적인 임무 수행을 위해 각 기능을 여러 항공기 부문으로 할당해야 한다. 특히 통신 기능, 유도 및 항법 기능, 상황 인식 기능 등을 Avionics (하위) 시스템에 할당해야 한다.

3.3 Avionics 시스템의 기능분석

3.3.1 Avionics 시스템의 핵심 기능

Avionics 시스템의 기능분석을 위해 임무(항공 수송), 임무 구간(비행 전, 이륙, 비행, 착륙 후 운용), 임무 구간 요건(항법 정밀도, 마하 유지, 롤률 등), Avionics 요건(중량, 신뢰성, 방위 정확도 등) 등을 규명하였다.

항공 수송 임무를 수행하기 위해 Avionics (하위) 시스템에 할당된 핵심 기능은 통신, 유도 및 항법, 상황 인식 기능이다.

모든 통신 기능은 상황 정보 최상위 수준의 기능을 제공하는 하위 기능으로 Fig. 13과 같이 외부 및 내부 통신 제공 기능이 있다. 이러한 기능과 연관된 요건이 통신 (하위) 시스템의 주요한 책임이다.

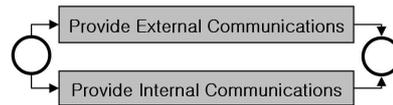


Fig. 13 Communication function

유도 및 항법 기능은 항공기의 위치, 자세, 속도 및 방향 선정 그리고 비행 관리 제공 등의 여러 가지 기본 하위 기능을 갖는다. 이러한 기능 요건의 대다수는 항법 (하위) 시스템의 주요한 책임이다(Fig. 14). 지정된 (하위) 시스템과 관련한 매개변수와 관련된 요건은 필요한 정확도, 정보 기준점, 안전에 필요한 잉여도에 따른다. 주요한 항법 기능인 비행 관리 제공은 조종사와 자동 비행장치에게 항공기를 조종하도록 명령을 하는 기능으로 명령 제공을 위한 두 가지 방법 간의 절충에서 부하감 특징, 중량, 신뢰도, 정비비용 및 훈련비용 등을 고려해야 한다.

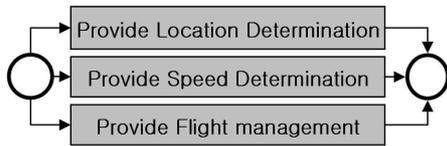


Fig. 14 Guidance and navigation function

상황 인식 기능은 Fig. 15에서와 같이 조종사가 항공기를 안전하게 비행하기 위해 기능 장애와 같은 항공기 (하위) 시스템의 상태와 다른 위험 조건을 모니터링 하도록 충분한 정보를 제공하는 기본 기능이다. 또한 항공기 밖의 정보를 제공하는 기능이다. 설계 시 이 기능과 관련된 요건을 설정하고 실행하는 인적요소의 측면을 고려해야 한다. 또한 지시 및 기록 (하위) 시스템이 항공기 상태와 관련한 대부분의 정보를 제공한다.

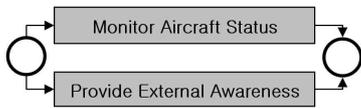


Fig. 15 Situational awareness function

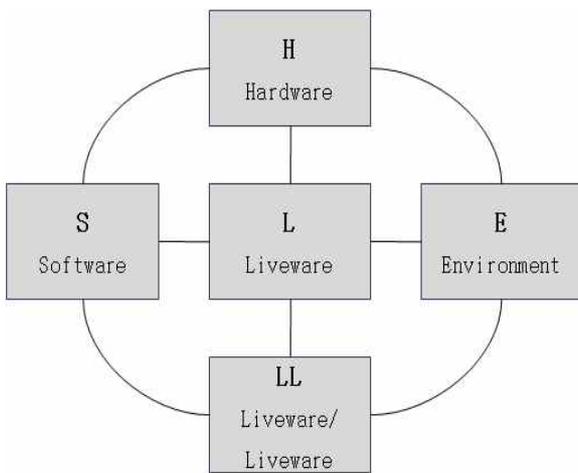


Fig. 16 SHELL concept module

3.3.2 브레인스토밍 및 그룹화

임무 수행을 위한 Avionics (하위) 시스템의

기능을 분석을 위해 Table 2와 같이 항공 수송 임무 수행에 필요한 모든 인적, 물적인 활동 요소를 브레인스토밍 하였다.

Table 2 Brainstorming idea

All the actions of persons and things required to perform the system sorties	
- Attitude Control	- Auto flight
- Rate Sensing	- Communications
- Propulsion	- Power
- Crash Protection	- CG
- Air Data	- Installation
- Landing Gear	- Flight Controls
- Flight Planning	- Starting
- Safety Interlock	- Reliability
- Navigate	- Directional Control
- Architecture	- Personnel Training
- Passenger Control	- Safety
- Fault Collection System	- Size
- Thrust Controls	- CG
- Engine Controls	- Holding
- Maintainability	- Airspace
- Motion Monitor	- Step Climb
- Fuel Controls	- Preflight Test
- Logistics Support	- Taxiing
- Weather Radar	- Instrument
- Air Conditioning	- IFR/VFR
- Waypoint Insertion	- Color Display
- Instrument panel information	
- Low Altitude Chart	- FAA AC 60-22
- Flight Manuals	- Color Display
- Pneumatic Hydraulics	- Weight
- Spatial Orientation	- Maneuver
- Integrated Test Equipment	
- Maintenance Equipment	
- Lighting-Internal and External	
- Man-machine Interfaces	
- Ground Support Equipment	
- Precaution	- Automatic Data Report
- Internal Environment	- UPC
- External Environment	- MTTR
- Ice and Rain Protections	
- Collision Avoidance Maneuver	
- Evacuation Procedures	
- Point of No Return(PNR)	

항공 수송 임무가 효과·효율적으로 수행되기 위해서는 조종사, 항공기, (하위) 시스템, 장비, 소프트웨어, 항공우주 환경이라는 공간이 잘 조화를 이루어 건전한 판단과 결정이 이루어져야 한다. 브레인스토밍을 한 아이디어를 Fig. 16과 같이 모듈러 개념에 입각하여 Edwards가 개발한 SHELL 개념으로 그룹화 할 수 있으며[9], 항공기

운용과 직접적으로 관련된 요소를 중심으로 그룹화하면 Fig. 17~21과 같다. 그림에서 S는 소프트웨어적인 요소로 조종사가 따라야 할 절차 및 규칙 등으로, 브레인스토밍을 한 항목은 Fig. 17과 같이 나타낼 수 있다. H는 하드웨어적인 요소로 항공기, 항공기 하위 시스템 및 장비 등으로, 브레인스토밍을 한 항목은 Fig. 18과 같이 나타낼 수 있다. E는 인간/기계 시스템이 작동하는 환경적인 요소로, 브레인스토밍을 한 항목은 Fig. 19와 같이 나타낼 수 있다. L은 라이브웨어적인 요소로 항공기를 조종하는 조종사 관련 활동으로, 브레인스토밍 한 항목은 Fig. 20과 같이 나타낼 수 있다. LL은 조종사와 항공교통관제 요원등과 같은 다른 요원들과의 상호작용적인 요소로, 브레인스토밍을 한 항목은 Fig. 21과 같이 나타낼 수 있다.

Software
- Flight Planning - Air Data
- Flight Manual - Evacuation procedure
- Instrument Panel Information - Low Altitude Charts
- IFR/VFR
- FAA AC 60-22

Fig. 17 Brainstorming items for Software

Hardware
- Integrated Test Equipment
- Maintenance Equipment
- Engine Controls - Fuel Controls
- Lighting--Internal and External - Landing Gear
- Safety Interlock - Thrust Controls
- Instruments - Architecture
- Ice and Rain Protections
- Weather Radar - Propulsion
- Flight Controls - Color Display
- Fault Collection System
- Ground Support Equipment
- Pneumatic Hydraulics

Fig. 18 Brainstorming items for Hardware

Environment
- Internal/external Environment
- Logistics Support - Air Conditioning
- Maintenance - Airspace
- Waypoint Insertion
- Man-machine Interface
- Point of No Return

Fig. 19 Brainstorming items for Environment

Liveware
- Attitude Control - Navigate
- Directional Control - Thrust Control
- Spatial Orientation Maneuver
- Step Climbing - Motion Monitor
- Taxiing - Preflight Check
- Precaution - Starting
- Rate Sensing
- Collision Avoidance Maneuver

Fig. 20 Brainstorming items for Liveware

Liveware/Liveware
- Communication - Maintenance
- Personnel Training - Holding
- Passenger Control
- Logistics Support
- Automatic Data Report

Fig. 21 Brainstorming items for Liveware/Liveware

Commercial Aircraft Avionics Functional Analysis		
Aircraft Management	Auto Flight	Communication
<ul style="list-style-type: none"> Engine Controls Propulsion Starting Thrust Controls Fuel Controls Air Conditioning Internal Lighting Internal Environment Internal Lighting Evacuation Passenger Control Pneumatic Hydraulics Power 	<ul style="list-style-type: none"> Autoflight Attitude Control Rate Sensing Directional Control Taxing Flight Controls IFR/VFR Landing Gear 	<ul style="list-style-type: none"> Communication External Lighting Man-machine Interface Instruments
Indicating and Recording	Navigat ion	Safety
<ul style="list-style-type: none"> Information Motion Monitor Precaution Air Data Automatic Data Report Instrument panel information Color Display Fault Collection System 	<ul style="list-style-type: none"> Spatial Orientation Waypoint Insertion Motion Monitor Collision Avoidance Weather Radar Flight Planning Holding Airspace Navigate Point of No Return Airspace Step Climb External Environment 	<ul style="list-style-type: none"> Integrated Test Equipment Maintenance Equipment Ground Support Equipment Ice and Rain Protection Safety Interlock Logistic Support Personal Training Crash Protection CD Installation Preflight Test Reliability Safety Maintainability MTR Evacuation

Fig. 22 Hierarchical structure for the functional analysis of avionics system

3.3.3 계층적 구조화 및 적절성 조사

기능 분석을 용이하게 하기 위해서는 브레인 스토밍을 한 항목들을 순화 과정을 거쳐 임무 수행에 적합하도록 계층적 구조화를 통해 정리하고 그 계층의 적절성을 조사해야 한다.

항공 수송 임무를 효과·효율적으로 수행하기 위해 Avionics 시스템의 기능을 Fig. 22와 같이 비행 제어장치, 항법장치, 지시 및 기록장치, 통신장치, 비행 관리장치, 안전 부문 등에 할당할 수 있다.

이때 계층의 적절성을 조사하기 위해 각 요소에 대해 크기, 중력중심, 중량, 단위 제품 비용, 평균 수리기간 등과 특성의 매개변수 분석은 물론, 구조, 신뢰성, 정비성, 제조성, 안전, 설치, 인터페이스 등과 관련한 분석을 수행해야 한다.

3.3.4 비행 제어 시스템의 기능분석

비행제어 (하위) 시스템의 기능에는 자세 제어와 자세 제어 수행에 필요한 각종 데이터 감지, 모니터링, 인터페이스 관리 등이 포함된다. 이들 기능은 Fig. 14에서 살펴 본 유도 및 항법 기능

제공의 일부로서 통제 명령 제공을 자동 비행 (하위) 시스템, 비행 승무원 혹은 이 둘에 할당할 수 있다. 비행 승무원과 관련한 요소는 인적 요소적 측면에서 인간을 시스템의 일부이거나 항공기 구성부품과 조화하는 대상이라는 두 가지 관점으로 바라볼 수 있다[10, 11].

자세 제어는 pitch, roll, yaw의 항공기의 3축 운동으로 자세 유지 비행은 Fig. 23과 같이 4가지 제어로 이루어지며, 자세 제어 시스템은 최신 항공기에서 광범위하게 사용되고 있는 시스템으로 자동 비행 제어 시스템(AFCS)의 핵심 기능을 형성한다.

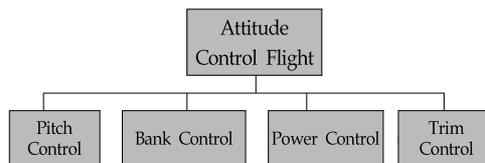


Fig. 23 Attitude control flight

조종사와 항공기간의 조종 운동과 정보에 대한 제어 인터페이스가 중요하다. 비행 과업은 종종 정보 과하증을 의미하므로 중요한 고려사항으로 조종사가 비행계기와 인터페이스를 용이하게 하는 것이 핵심 설계 고려사항이다. 이러한 상황을 도와주기 위해 비행계기의 배치는 Fig. 24와 같은 기본 인간공학 원리에 따라 설계하고 운용해야 한다.

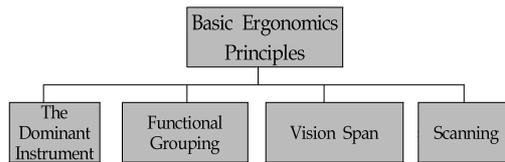


Fig. 24 Basic ergonomics principles

기능적이고 물리적인 인터페이스는 물론 내·외적인 인터페이스 관리를 통해 자세 제어를 목적으로 공기 데이터 센서로부터 얻는 정보는 Fig. 25와 같다.

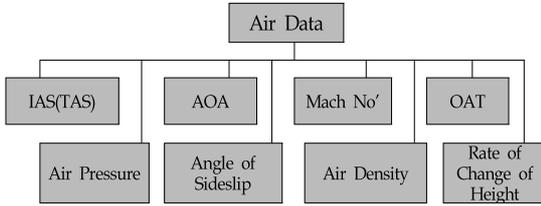


Fig. 25 Air data information

자세 비행은 보통 제어, 성능 및 항법 계기를 통해 이루어진다. 계기 패널 정보와 같은 지시 및 기록 (하위) 시스템의 대부분의 요건은 Fig. 12에서 살펴본 상황 경보 기능의 하위 기능으로 위치, 자세 및 방위에 관한 정보를 제공한다. 항공기의 안전과 조종성의 제한은 설치된 비행 시스템과 계기의 제한사항 뿐만 아니라 조종사의 지각능력에 의해서도 제한을 받으므로 계기, 패널의 배치는 인적 요소가 강하게 작용하며 주요 계기를 계기 패널 중심에 배치하는 소위 "T 레이아웃"과 같은 형태를 요구하고 있다. 계기 패널 정보에 차이가 있을 경우 어느 것이 더 신뢰성이 있는지를 구하기 위해 예비 시스템에 의존해야 하며 색채 분류 표시와 형태와 같은 계기의 판독성이 보장되도록 다른 요건을 부과해야 한다. 또한 계기는 상호보완적인 정보를 제공하는 계기를 가능한 한 가깝게 배치하도록 비행계기를 기능적으로 그룹화 하는 것이 조종사의 작업 부하 감소에 유리하다.

피치 제어는 승강타의 운동으로 가로축에 대한 항공기의 회전운동을 제어하는 것으로 Fig. 26과 같은 계기를 참조하여 안전 운항을 위해 피치 자세 계기의 판독과 적절한 크로스 체크가 중요하다. 특히 계기를 판독할 때에는 정보와 표시가 가까울수록 상호보완적인 정보를 이해하는데 용이하므로 조종사의 가시거리를 고려한 계기 배치를 고려해야 한다. 기동 시에 짧은 시간에 계기 상에 나타난 정보를 인지하여 처리할 수 있도록 스캐닝 기술이 중요하므로 비행계기 패널 설계 및 배치가 핵심 요소가 된다.

뱅크 자세는 Fig. 27과 같은 계기를 참조하고 대부분의 계기 기동은 표준을 선회를 이용하여 안락하고, 안전하고, 효율적으로 수행할 수 있다. 동력 제어는 Fig. 28과 같은 엔진 계기를 참조하며, 모든 동력 변화는 동력 계기와 성능 계기를 수시로 크로스 체크하여 이루어진다.

비행 승무원의 작업 부하를 줄이고 부드럽고 정확한 비행을 하기 위해서 모든 비행 단계에서 적절한 트림 제어를 해야 한다. Fig. 29와 같은 계기를 참조하여 모든 조종 압력을 중화시켜 원하는 자세를 유지하여 정확하게 균형을 잡는다. 모든 조종 압력을 경감시키면 특정 고도에서 항공기를 유지하기가 매우 쉽다.

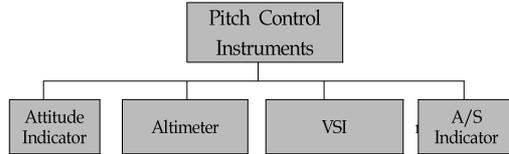


Fig. 26 Pitch Control Instruments

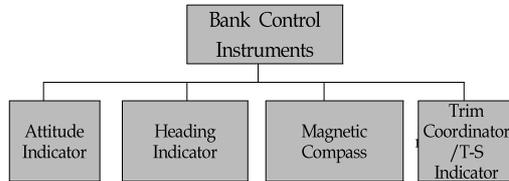


Fig. 27 Bank Control Instruments

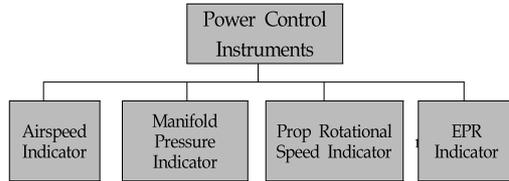


Fig. 28 Power Control Instruments

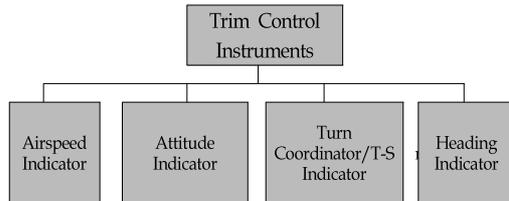


Fig. 29 Trim Control Instruments

또한 안전 운항을 위해 각종 표시장치, 성능, 비행 모드 및 상태 등을 모니터링을 하여 운항시

의 이상적인 거동을 확인하고 실시간 관리해야 한다(Fig. 30, Fig. 31). 모니터링을 통해 최소한의 표본 오차로 모든 기능의 품질 표준을 보장하고 자동으로 오차를 수정하여 공정 데이터를 품질 데이터와 연결하여 경험에 기반한 탁월한 의사 결정으로 대비해야 한다.

항공전자장치의 주요한 기능인 비행 관리는 조종사와 자동비행장치에게 정확하게 항공기 명령을 제공하는 것을 목적으로 하며, 명령이 제공 되는 두 가지 방법 간의 절충에서 부하감 특징, 중량, 신뢰도, 정비비용 및 훈련비용 등을 고려해야 한다. 자세 비행 유지를 위한 계기 및 기동 성능과 관련된 여러 가지 감지된 값을 원하는 수준으로 유지하고 조절하기 위해 Autopilot이 제공하는 선택 모드에는 Fig. 32와 같다.

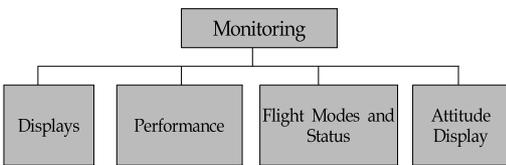


Fig. 30 Monitoring

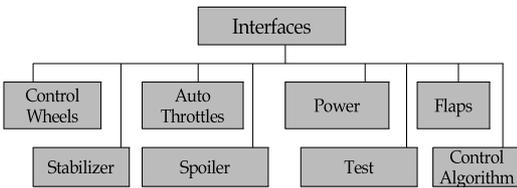


Fig. 31 Interfaces

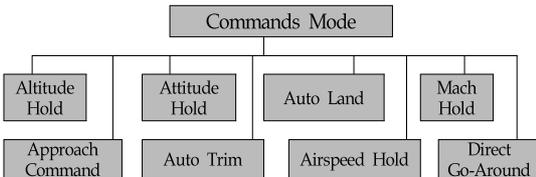


Fig. 32 Commands

시스템 구조의 개발에서 핵심 요소는 시스템 안전으로 예비 시스템 안전 분석을 통해 하위 시스템 혹은 항목의 안전 요건을 구해야 한다. 기능분석을 통해 위험 조건을 완화하는데 필요한 잉여도를 구하여 제안된 구조를 평가하고 이를

기능위험분석의 고장 조건과 비교해야 한다. 같은 방법으로 지시 및 기록, 통신 및 항법(하위) 시스템에 대한 기능분석을 수행할 수 있다.

IV. 결 론

상용기 운용에 필요한 기본 자료를 확보하여 향후 설계과업에서 활용하기 위해 Avionics 시스템의 기능을 분석하였다. 본 연구를 통해 얻어진 결과는 다음과 같다.

첫째, 상용기 Avionics 시스템의 기능을 분석하기 위한 계층을 생성하여 항공기 운용에 영향을 주는 다른 비행공기적인 요소와의 상호관계를 확인할 수 있었다. 특히 운항적 관점에서 임무 수행을 위한 항공기 각 부분의 다차원 기능으로 확대하여 기능, 요건, 시스템 구조라는 계층 간의 경로와 내·외적인 인터페이스를 규명하였다.

둘째, 항공 수송 임무의 핵심 운항 기능을 담당하는 Avionics 시스템의 자세 제어와 자세 제어 수행에 필요한 각종 데이터 감지, 모니터링, 인터페이스 관리 활동을 규명하였다. 이를 통해 기능 최적화 실현을 위한 각 부문 간의 절충연구를 위한 기본 자료를 확보하였다.

셋째, Avionics (하위) 시스템의 체계적이고 포괄적인 검사에 기반하여 전체 시스템의 기능 위험 평가를 위한 기본 자료를 확보하였다. 이는 항공기 인증 과정의 핵심 요소인 안전 평가를 위한 기본 자료로 활용할 수 있다.

참고문헌

- [1] Y.S. Song, "Functional analysis of air transport mission", KSAF, Vol. 16, No. 4, 2008, pp. 41~48.
- [2] Scott Jackson, "Systems Engineering for Commercial Aircraft", Ashgate, 1997, pp. 3~4.
- [3] Jack W. Hunter, "Engineering the System Solution", Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, 1995, pp. 61~71.
- [4] SAE, Guidelines for the certification of highly-integrated and Complex Aircraft Systems, 1997
- [5] Cary R. Spitzer, "Digital Avionics Systems", McGraw-Hill, 1993, pp. 6~18.
- [6] David E. Stem, Michael Boito, and Obaid

- Younossi, "Systems Engineering and Program Management", RAND, 2006, pp. 1 ~19.
- [7] IATA, "Specification for Manufacturer's Technical Data, Specification 100, Revision 28", USA, 1989
- [8] DOD, MIL-STD-881B, "Work Breakdown Structures, USA, 1993
- [9] R. D. Campbell & M. Bagshaw, Human performance and limitations in aviation, BSP, 1991, pp. 117.
- [10] Chapanis, "Human factors in systems engineering, Wiley, 1996, pp. 14
- [11] Satchell, Paul, Cockpit monitoring and alerting systems, Ashgate, 1993, pp 10, 17,