

헬리콥터 비행착각 예방을 위한 모의비행훈련장치 개발에 대한 연구

A Study on the Development of Flight Simulator Training Device for the Prevention of Helicopter Flight Spatial Disorientation

임세훈*

한서대학교 헬리콥터조종학과

Se-Hoon Yim*

Department of Helicopter Operation, Hanseo University, Taean 32158, Korea

[요 약]

비행착각(Vertigo)이란 공간상에서 헬리콥터의 위치, 자세, 움직임 등과 관련된 인지가 부족한 상태를 일컫는다. 짙은 안개 속이나 야간비행 등, 지평선이 보이지 않는 상황에서 비행할 때 비행착각에 빠지기 쉽고 시야가 넓더라도 구름 모양이나 바람 등 기상 조건, 지상물의 상태 등 시각적인 원인, 기체의 자세나 중력가속도의 변화 등과 같은 감각적인 원인에 의해 빠지기도 한다. 조종사 비행 훈련에 있어 시각 및 감각을 요구하는 헬리콥터 비행 훈련의 특수성에 따라 조종사 훈련을 위해 기존의 상용 비행 시뮬레이터 프로그램에 6축 모션 시스템을 적용한 모의비행훈련장치 모션 시스템의 설계와 프로그램에 관하여 연구하였다. 본 연구를 통해 제작된 모션 기반 헬리콥터 시뮬레이터를 활용하여 조종사의 훈련에 활용할 경우 기존에 활용되던 시각 기반 모의비행훈련장치에서 높은 성과를 확인할 수 없었던 비행착각 예방에 긍정적인 효과가 나올 것으로 예상된다.

[Abstract]

Vertigo refers to a state in which awareness related to the location, posture, movement, etc. of a helicopter is insufficient in space. It is easy to fall into flight illusion when flying in dense fog or night flight, and even if it has a wide field of view, it can be caused by visual causes such as cloud shapes, wind conditions, conditions of ground objects, and sensory causes such as changes in air posture or gravitational acceleration. The design and program of the motion system are studied that applied a six-axis motion system to a conventional commercial flight simulator program for pilot training, depending on the specificity of helicopter flight training that requires perception and sensitivity. Using the motion-based helicopter simulator produced in this study to train pilots, it is expected to have a positive effect in prevent of vertigo, where high performance could not be confirmed in the previously used visual-based simulation training device.

Key word : Full Flight Simulator, Flight Simulation Training Device, Flight Training Device, Motion System, Vertigo.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2023.27.2.155>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 30 December 2022; Revised 31 January 2023
Accepted (Publication) 22 March 2023 (30 April 2023)

*Corresponding Author

Tel: ***-****-****

E-mail: newjxfree@gmail.com

I. 서 론

1-1 연구의 배경

항공기 사고 중 위험기상에 조우하여 비행착각으로 인한 직·간접적인 원인이 되어 발생한 사고는 총 170건 중 21건으로 12.3% 정도를 차지하고 있다. 전체 항공기 사고에서 차지하는 비율이 낮은 이유는 대부분의 조종사들은 위험기상이 예보될 경우 비행을 취소하거나, 비행시간을 조정하는 등 적절한 조치를 취하나, 아래 발생한 기상에 의한 사고의 대부분은 비행 중 예상하지 못한 위험기상에 조우해서 발생한 사고의 경우이다. 또한 대부분의 사고가 기상이라는 요인 하나 때문에 발생한 것이 아니라 조종사의 조종 미숙, 비상절차 수행 미흡, 기상 상황의 부정확한 파악 등의 복합적인 원인으로 발생한 것이기 때문에 사고를 예방하기 위해서도 단순히 하나의 해결책이 아닌 여러 가지 해결책을 같이 수행하는 것이 바람직하다.

아래 표 1은 2008년부터 2017년까지 10년간 국내 저고도항공기 사고 유형을 보여주고 있다[1].

표 1. 국내 저고도항공기 사고 유형

Table 1. Low-Altitude Aircraft Accident Types in Korea

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Sum
Total Cases	14	23	19	19	17	16	7	20	30	5	170
Hazardous Weather Cases	3	2	0	1	2	3	1	2	4	3	21
Ratio (%)	21	9	0	5	12	19	14	10	13	60	12.3

한 가지 명확한 사실은 전체 항공기 사고의 12.3%라는 낮은 비율의 사고지만 2010년을 제외하고는 2008년부터 2017년까지 매년 꾸준히 발생하고 있다는 사실이다. 저고도항공기 조종사는 기상실황과 예보를 METAR, ATIS, AMOS, 관제사가 실시간으로 전해주는 정보와 TAF 등을 활용하여 파악하지만, 예보되지 않은 갑작스러운 난기류, 착빙 및 안개로 인한 저시정 등에 대해 대비할 필요가 있다. 또한, 공항의 운용 제한치를 너무 신뢰하지 말고 비행에 자신이 없거나 어려움을 느낀다면 언제든지 취소하고 귀환할 수 있는 결정 능력이 필요하다. 사고를 분석해 보면 공항의 바람이 제한치 이내로 잔잔한 편에 속했음에도 난기류 때문에 착륙에 실패하는 경우가 존재한다.

특히 비행교육기관의 경우 교육자 스스로 판단하는 것 외에도 교관조종사도 학생의 비행 역량을 감안해 유연하게 비행 계획을 조절하는 것이 필요하다. 또한, 비행교육기관에서 조종사들에게 비상절차와 난기류 조우, 착빙, 구름 속으로 들어갔을 때 등 여러 가지 상황에도 당황하지 않고 절차를 수행할 수 있는 능력을 길러야 한다. 기상이라는 인간의 능력 한계를 넘어서는 분야에 대해서도 신뢰할 수 있는 기상예보와 위험기상에 대

한 대처능력에 따라 결과는 차이가 날 것이다. 결론적으로 많은 사전 준비와 대비, 개인 능력 향상이라는 가장 원론적이지만 가장 확실한 방법만이 사고를 막을 수 있을 것이다[2].

또한, 사고 원인에 인적 요소가 분명 들어가긴 하지만, 그것이 단순히 ‘조종사의 과실’로 처리되는 것은 지양해야 할 것이다. 그 모든 사고의 원인이 단순히 ‘조종사의 판단 과실인가?’라는 의문을 던져 보았을 때 이것이 불합리한 질문이라는 사실을 확인할 수 있다. 제대로 교육을 받지 않은 조종사가 잘못된 판단을 했을 때는 당사자보다 비행 교육을 담당했던 교육기관의 책임이 더 크다고 할 수 있으며, 마찬가지로 나쁜 기상 상황에서도 비행을 강행해서 조종사가 비행착각에 의한 사고로 사망했을 때, 그것이 비행 착각을 일으킨 조종사의 잘못만이라고 말할 수는 없을 것이다. 국내 헬리콥터 조종사들이 훈련을 할 수 있는 모의비행훈련장치 부재, 교육·훈련 프로그램 미비 등 한 사건에 대한 원인을 다각도로 판단해야 하며 위험기상에 의한 비행착각이라는 같은 원인으로 인해 발생한 사고라도 기타 요소로 인해 사건이 파생될 수 있음을 알아야 할 것이다.

II. 본 론

2-1 항공기 사고의 정의

항공안전법 제2조(정의)에 의하면 항공기 사고란 사람이 비행을 목적으로 항공기에 탑승하였을 때부터 탑승한 모든 사람이 항공기에서 내릴 때까지“사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 항공기(이하 “무인항공기”라 한다)의 경우에는 비행을 목적으로 움직이는 순간부터 비행이 종료되어 발동기가 정지되는 순간까지를 말한다.” 항공기의 운항과 관련하여 사람의 사망, 중상 또는 행방불명, 항공기의 파손 또는 구조적 손상, 항공기의 위치를 확인할 수 없거나 항공기에 접근이 불가능한 경우를 말한다.

항공기 준사고란 항공 안전에 중대한 위해를 끼쳐 항공기 사고로 이어질 수 있었던 것으로서 국토교통부령으로 정하는 것을 말한다. 항공기 준사고의 범위는 항공기의 위치, 속도 및 거리가 다른 항공기와 충돌위험이 있었던 것으로 판단되는 근접비행이 발생한 경우 또는 경미한 충돌이 있었으나 안전하게 착륙한 경우, 항공기가 정상적인 비행 중 지표, 수면 또는 그 밖의 장애물과의 충돌(Controlled Flight into Terrain)을 가까스로 회피한 경우, 항공기, 차량, 사람 등이 허가 없이 또는 잘못된 허가 로 항공기 이·착륙을 위해 지정된 보호구역에 진입하여 다른 항공기와 근접한 경우, 항공기가 다음 각 목의 장소에서 이륙하거나 이륙을 포기한 경우 또는 착륙하거나 착륙을 시도한 경우, 항공기가 이·착륙 중 활주로 시단(始端)에 못 미치거나(Undershooting) 또는 중단(終端)을 초과한 경우(Overrunning) 또는 활주로 옆으로 이탈한 경우, 항공기가 이륙 또는 초기 상승 중 규정된 성능에 도달하지 못한 경우, 비행 중 운항승무원이 신체, 심리, 정신 등의 영향으로 조종업무를 정상적으로 수

행할 수 없는 경우(Pilot Incapacitation), 조종사가 연료량 또는 연료배분 이상으로 비상선언을 한 경우, 항공기 시스템의 고장, 기상 이상, 항공기 운용한계의 초과 등으로 조종상의 어려움(Difficulties in Controlling)이 발생했거나 발생할 수 있었던 경우, 항공기가 지상에서 운항 중 다른 항공기나 장애물, 차량, 장비 또는 동물과 접촉·충돌, 비행 중 조류(鳥類), 우박, 그 밖의 물체와 충돌 또는 기상 이상, 항공기 이·착륙 중 날개, 발동기 또는 동체와 지면의 접촉 등으로 항공기에 중대한 손상이 발견된 경우, 비행 중 비상상황이 발생하여 산소마스크를 사용한 경우, 운항 중 항공기 구조상의 결함(Aircraft Structural Failure)이 발생한 경우 또는 터빈발동기의 내부 부품이 외부로 떨어져 나간 경우를 포함하여 터빈발동기의 내부 부품이 분해된 경우, 운항 중 발동기에서 화재가 발생하거나 조종실, 객실이나 화물칸에서 화재 연기가 발생한 경우, 비행 중 비행 유도(Flight Guidance) 및 항행(Navigation)에 필요한 다중(多衆) 시스템(Redundancy System) 중 2개 이상의 고장으로 항행에 지장을 준 경우, 비행 중 2개 이상의 항공기 시스템 고장이 동시에 발생하여 비행에 심각한 영향을 미치는 경우, 운항 중 비의도적으로 항공기 외부의 인양물이나 탑재물이 항공기로부터 분리된 경우 또는 비상조치를 위해 의도적으로 항공기 외부의 인양물이나 탑재물이 항공기로부터 분리된 경우가 포함된다[3].

2-2 비행착각(Vertigo)의 정의

비행착각(Vertigo)이란 공간상에서 비행기의 위치, 자세, 움직임 등과 관련된 인지가 부족한 상태를 일컫는다. 짙은 안개 속이나 야간비행 등, 지평선이 보이지 않는 상황에서 비행할 때 비행착각에 빠지기 쉽고 시야가 넓더라도 구름 모양이나 바람 등 기상 조건, 지상물의 상태 등 시각적인 원인, 기체의 자세나 G의 변화 등과 같은 감각적인 원인에 의해 빠지기도 한다[4].

1) 유형 I

조종사 자신이 비행착각에 빠졌다는 것을 인식하지 못하는 유형이다. 시계비행에서 계기비행으로의 전환이 불완전할 때 주로 발생하며 계기비행, 야간 시계비행, 참조점이 없는 수면 위 비행 등의 상황에서 발생한다. 이 유형의 경우 조종사가 비행착각에 빠졌다는 사실을 인식하지 못한다는 것이 가장 큰 특징이다. 유형 I 은 기본적으로 시각계의 기능이 제한된 상태(IMC)에서 rotation(회전)에 대한 감각의 착각에서 시작한다. 이런 착각에는 Leans, Graveyard Spin and Graveyard Spiral, The Coriolis Illusion이 있다.

2) 유형 II

조종사가 항공기를 통제하는 데 문제가 있다고 느끼지만, 조종사 자신이 비행착각에 빠졌다는 것을 깨닫지 못하는 경우가

다. 이때 항공기의 기동과 계기를 통한 자신의 판단이 불일치하다는 것을 느끼게 된다. 유형II의 경우 발생하는 특징으로는 Giant Hand 현상이 있다. 이것은 복좌식 항공기에서 Vertigo에 빠진 조종사가 자기 느낌대로 스틱을 움직였을 때 Vertigo에 빠지지 않은 조종사가 스틱을 올바르게 잡으려 해도 상대방 조종사가 스틱을 잡은 힘이 워낙 강해 마치 거인의 손이 스틱을 잡은 것 같다고 해서 나온 말이다. 이 경우 비행착각 현상에 빠진 조종사가 자신의 판단만이 절대 옳다는 신념 아래 자신과 동료의 생명 그리고 기체를 지키기 위해 조종간을 단단히 틀어쥐고 놓아주지 않는 것이다.

3) 유형 III

자신이 비행착각에 빠졌다는 것을 알고 있지만, 어찌할 방법을 모르는 유형이다. 혼란 상태와 눈동자 떨림 등으로 초점이 흔들려 계기판독이 불가능하며 항공기가 조작 의도대로 통제되지 않는다고 느껴 Giant Hand 현상이 발생하기도 한다. 드물게 몸의 마비가 오거나 이성적인 판단이 불가능한 상태에 빠지기도 한다.

2-3 비행착각에 의한 헬리콥터 사고사례

1) 해외 사고사례

2009년 2월 18일, 영국 본드 오프쇼어 헬리콥터 소속 EC225 헬기(등록번호 G-REDU)가 위험기상 속에서 바다 위 플랫폼에 시계접근 하던 도중 해상에 추락하였다. 사고 원인은 조종사의 비행착각(공간정위상실)과 악기상, 전파고도계 고장등이 있었다. 조종사가 악기상 속에서 비행착각에 빠져 기체를 바다로 계속 하강시켰으나, 전파고도계가 고장나 음성경고기가 울리지 않았다.

조종사들은 비행착각으로 인해 추락 직전까지 헬기가 추락하고 있다는 사실을 알아차리지 못했다. 다만 낮은 속도로 추락했기 때문에 사고 헬기는 똑바로 선 상태에서 비상부유장치가 작동하였고, 탑승자 18명은 모두 생존할 수 있었다.

2) 국내 사고사례

첫째, 2010년 4월 15일 전남 진도 해상에서 추락해 조종사 등 3명이 숨지고 1명이 실종됐던 링스헬기의 잔해를 정밀 조사한 결과 헬기는 결함이 없는 것으로 판명됐다면서 조종사 비행착각에 따른 사고로 추정된다고 군 자체 사고조사위원회는 밝혔다.

둘째, 제주도 해양경찰헬기 추락 사고는 2011년 2월 23일에 제주특별자치도 제주시 한림읍 인근 해상에서 발생한 헬기 추락 사고이다. 제주해경이 AW-139를 2011년 2월18일 도입한 후 불과 5일이 경과한 시점에서 일어난 기체손실 사고이다.

제민급 1502함에서 근무하던 이모 순경이 복통과 고열로 인

해 생명이 위독해지자, 사고 헬기가 출동하여 이송하던 도중 조종사가 비행착각을 일으켜 일시적으로 고도감을 상실, 추락하였다. 본래 제주대학교병원에 착륙할 예정이었으나, 야간비행으로 인해 제주국제공항으로 경로를 변경한 상태였다.

해양경찰청 사고조사위원회와 국토해양부 항공철도사고조사위원회의 발표에 따르면, 사고 원인은 조종사의 공간정위상실(비행착각)이다.

셋째, 가거도 해양경찰헬기 추락 사고는 2015년 3월 13일 전라남도 신안군 가거도의 가거도항 방파제에 설치된 헬리패드 에 착륙하던 AS565(B-511) 1기가 추락한 사고이다.

가거도에서 충수염 응급환자가 발생하여, 가거도 보건지소가 목포한국병원이 운영하는 닥터헬기에 출동을 요청하였으나, 항속거리의 문제로 출동이 불가능해졌다. 전라남도 소방항공대에 제차 출동을 요청했으나 기상악화로 인해 거부당하자 해양경찰에 출동을 요청하였고, 해양경찰 헬기가 출동해 응급환자를 이송하기로 결정하였다. 그러나 가거도항 헬리포트는 야간 착륙에 필요한 유도등이 설치되어 있지 않았고, 해무가 짙게 끼어 착륙 도중 추락하였다.

해양경찰관 3명이 순직하고, 1명이 실종되었다. 응급환자는 해경함정을 이용해 육지로 이동하였다.

넷째, 2013년 11월 16일, LG전자 헬리콥터가 김포공항에서 잠실헬기장으로 이동 중 짙은 안개로 인해 항로를 이탈, 한강 주변 아파트와 충돌하여 조종사 2명이 사망하였으며, 2014년 7월 17일, 세월호 참사 지원 활동을 마치고 복귀하던 소방청 소속 헬리콥터가 구름 속에서 조종사의 비행착각으로 인해 광주 시내에 추락하여 소방대원 5명이 사망하였다.

다섯째, 2019년 10월 31일, 대한민국 중앙119 구조본부 소속 EC225 헬기가 경북 울릉군 독도 남방 600m 지점에서 추락, 탑승자 7명 중 3명 사망, 4명이 실종되었다. 무월광 야간비행이라는 특수한 기상상황에서 조종사 비행착각으로 인한 사고로 분석되었다.

2-4 모의비행훈련장치의 개념

1) 모의비행훈련장치의 정의 및 종류

모의비행훈련장치는 항공안전법 제2조(정의)에 의하면 항공기의 조종실을 동일 또는 유사하게 모방한 장치로서 국토교통부령으로 정하는 장치를 말하며 여기서 국토교통부령으로 정하는 장치란 항공안전법 시행규칙 제10조의2(모의비행훈련장치의 종류)에 따라 모의비행장치, 비행훈련장치, 기본비행훈련장치로 분류하며 각각의 정의는 표 2에서 보는 바와 같다.

모의비행장치 (Full Flight Simulator, FFS)는 특정 형식의 실제 항공기 조종석을 복사하고 기계, 전기, 전자 장치의 기능과 비행 성능 및 특성을 동일하게 재현한 장치로 비행기는 A~D 등급, 헬리콥터는 B~D 등급으로 구분하며, 등급별 구비요건과 기준은 미국(FAA 14CFR Part 60)의 기준을 준용한다.

비행훈련장치 (Flight Training Device, FTD)는 특정 등급의

항공기 조종석을 기계, 전기, 전자 장치의 기능과 비행 성능 및 특성을 유사하게 재현한 장치로 비행기와 헬리콥터 4~7등급으로 구분하며, 등급별 구비요건과 기준은 모의비행장치와 동일하게 미국(FAA 14CFR Part 60)의 기준을 준용한다.

기본비행훈련장치 (Aviation Training Device, ATD)는 실제 항공기와 조종사가 훈련하는 데 실제 항공기와 유사한 환경을 재현한 장치로 비행기, 헬리콥터 동일하게 단일등급으로 구분하며, 구비요건과 기준은 미국(FAA AC 61-136B) 기준을 준용한다[5].

표 2. 모의비행훈련장치의 종류

Table 2. Category of Flight Simulation Training Devices

Category	Definition
Full Flight Simulator	A device designed to accurately replicate the control functions of mechanical, electrical, and electronic systems in the cockpit of a specific type of aircraft, as well as the performance and characteristics of the flight, to match the actual aircraft.
Flight Training Device	A device designed to approximate the control functions of mechanical, electrical, and electronic systems in the cockpit of a specific grade of aircraft, as well as the performance and characteristics of the flight, to resemble the actual aircraft closely.
Aviation Training Device	A training device, excluding FFS and FTD, designed to provide a pilot with a training environment that closely resembles the actual aircraft, allowing for the reproduction of a similar environment

2) 모의비행훈련장치의 구성요소

모의비행훈련장치를 구성하는 요소는 조종석, 프로그램, 장비, 교관석, 시각 시스템, 음향시스템, 모션 시스템으로 구성된다.

조종석은 기장, 무기장석을 포함하여 제어, 장비, 계기, 회로 차단기 등을 갖춘 조종실의 형상을 실제 항공기와 일치하거나 유사하게 재현한 것으로 등급이 높을수록 실제 항공기와 유사하다.

프로그램은 항력 및 추력, 지면효과, 윈드시어 등을 포함한 비행 역학 모델과 조종 입력에 대한 모션 및 시각 시스템의 반응 등을 포함한 기능으로 장치의 종류와 등급에 따라 요건이 정해져 있다.

장비는 계기, 통신, 항법, 주의 및 경고 장비와 조종시스템 등이 포함되며 각 장비의 작동과 조종감이 장치의 등급별 허용 오차범위 내에서 작동해야 한다.

교관석은 조종석의 패널과 전방 시야가 갖춰져야 하고, 시스템 변수와 비행 환경을 제어할 수 있는 장비다.

시각 시스템은 조종석의 시야를 제공하는 것으로 모의비행훈련장치의 종류 및 등급에 따라 요구하는 기준이 다르며 주야간 장면, 공황등화, 지형지물, 기상 현상 등을 표현할 수 있어야 한다.

음향시스템은 항공기의 소리와 외부 환경의 소리를 구현하는 것으로 장치의 종류 및 등급에 따라 요구되는 기준을 충족해야 한다.

모션 시스템은 비행 중 조종으로 인하여 변하는 자세와 착륙 장치, 플랩 등 장비 조작으로 인하여 발생하는 진동의 모션을 재현한 장치로 해당 모션을 조종사가 인지할 수 있도록 전기, 유압 등의 동력원을 통하여 조종실을 움직여주는 장치이다.

모의비행훈련장치의 모션 시스템은 최대 6축으로 구성되어 있으며, 선형운동 3가지와 회전운동 3가지로 구성되어있다. 축에 대한 모션 운동은 그림 1과 같이 선형운동의 경우 Surge는 앞·뒤 움직임, Sway는 좌·우 움직임, Heave는 상·하 움직임이며 회전운동의 경우 Surge 축에 대한 회전운동은 Roll, Sway 축에 대한 회전운동은 Pitch, Heave 축에 대한 회전운동은 Yaw이다.

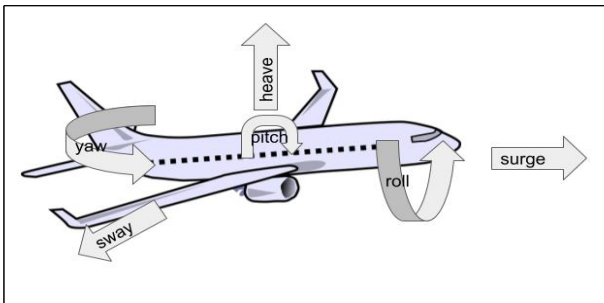


그림 1. 6축 운동
Fig. 1. 6 DOF Movement

그림 2와 같이 모션 시스템은 움직이는 방향에 따라 6축까지 있으며, 모의비행장치에서는 3축과 6축을 사용한다. 국토교통부 고시 모의비행훈련장치 지정기준 및 검사요령에 따르면 모의비행장치 C, D 등급은 6축(Roll, Pitch, Yaw, Heave, Surge, Sway)을, A, B 등급은 3축(Roll, Pitch, Heave)을 지정기준으로 요구한다.

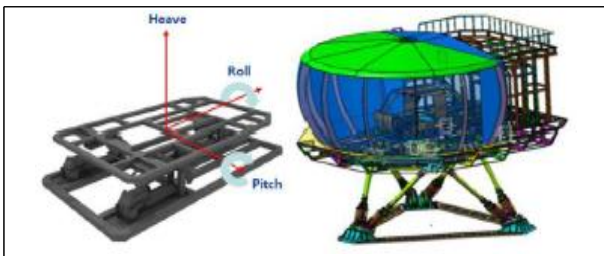


그림 2. 3 DOF(좌), 6 DOF(우) 모션 시스템
Fig. 2. 3 DOF(Left) 6 DOF(Right) Motion System [8]

2-5 헬리콥터 비행착각 예방을 위한 모의비행훈련장치 제작 과정

1) 설계

본 연구는 헬리콥터 조종사의 훈련을 위해 비행 시뮬레이터 프로그램에 6축 모션 시스템을 적용하여 개발하는 과정으로 프로그램은 그림 3과 같이 Lockheed Martin사에서 제작한 기존 상용 비행 시뮬레이터인 Prepar 3D V5와 R22 헬리콥터를 활용

하여 제작한다.

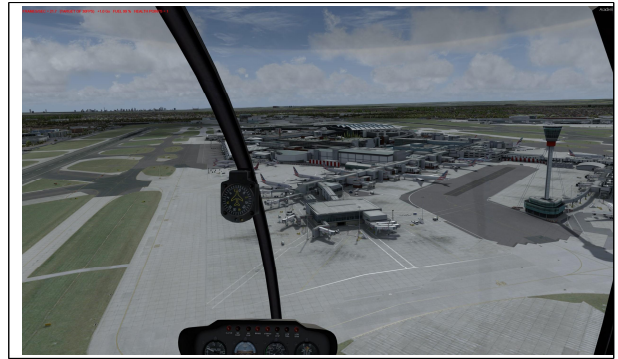


그림 3. Prepar 3D V5, R22 헬리콥터
Fig. 3. Prepar 3D V5, R22 Helicopter

6축 모션 시스템에는 전기 액추에이터(Actuator)를 주로 사용하며 그림 4와 같이 Linear 형식과 Rotary 형식으로 나뉜다. Linear 형식의 모션 시스템은 6개의 Linear 액추에이터, 상부 및 하부 플랫폼, 플랫폼 컨트롤러 등으로 구성되어있으며 Rotary 형식은 서보 모터, 기어박스, 크랭크 암, 감속기, 로커 암, 플랫폼 암, 상부 및 하부 플랫폼, 제어시스템으로 구성되어있다. 항공사 등에서 조종사 훈련을 위해 사용하는 모의비행장치(FFS)에는 일반적으로 Linear 형식의 모션 시스템을 활용하는데 Linear 형식은 제어가 단순하고 효율이 높으며 견딜 수 있는 부하량(무게)이 높다는 장점이 있으나, 생산비용이 높고 플랫폼의 높이가 높다는 단점이 있다[6]. 따라서 본 연구에서는 단좌형 6축 모션 헬리콥터 시뮬레이터 개발을 위해 Rotary 형식을 채택하여 개발한다.

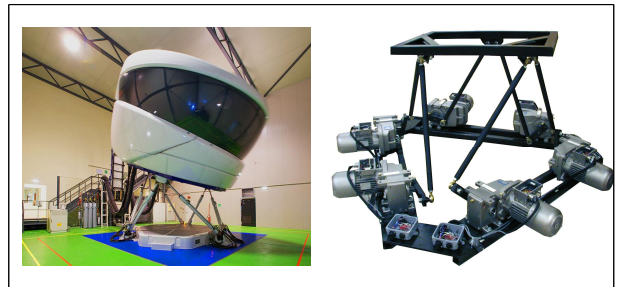


그림 4. Linear 형식(좌), Rotary 형식(우)
Fig. 4. Linear Type(left), Rotary Type(right)

2) 제어시스템

본 연구에서는 상용 비행 시뮬레이터 프로그램에 모션 시스템을 적용하기 위해 그림 5와 같이 모션 제어시스템을 구성하였다. Prepar 3D 프로그램은 Controller로부터 조종 입력신호를 받으면 시각신호를 Visual System으로 내보내고, 항공기 움직임에 따른 계기 정보를 Instrument로 내보내며 모션 시스템을 구성하는데 필요한 신호는 상용프로그램인 FlyPT Mover 프로

그림을 활용하여 비행 데이터를 모션 데이터로 바꾸게 된다. AMC-AASD15A Controller에서는 FlyPT Mover로부터 받은 신호를 분배하여 6개의 Servo Motor를 구동시키게 된다.

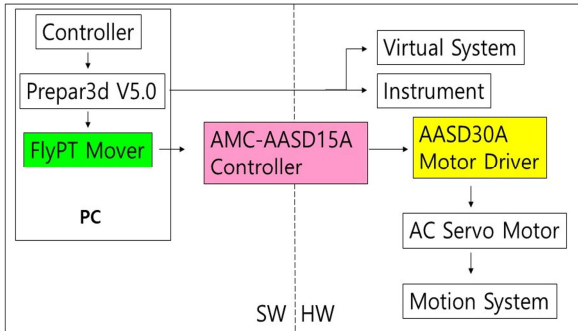


그림 5. 제어 흐름도
Fig. 5. Control Flowchart

모션 기반 헬리콥터 시뮬레이터를 제작하는 데 있어 모션 시스템을 설계하는 과정을 다루며 시뮬레이터 데이터를 모션 신호로 전환해 주는 프로그램으로 FlyPT Mover를 채택하여 활용하였다. FlyPT Mover는 그림 6과 같이 시뮬레이터 프로그램 (Prepar 3D)으로부터 실시간으로 종방향 속도·가속도, 횡방향 속도·가속도, 수직 속도·가속도, Roll 위치·속도·가속도, Yaw 위치·속도·가속도, Pitch 위치·속도·가속도 등 비행 제어에 따른 데이터와 플랩 위치변화, 에어브레이크 위치변화 등과 같은 항공기 시스템에 따른 데이터까지 수신하게 된다. 모션 설정을 위해 수신한 데이터값을 축의 움직임에 대입하게 되며, 본 과제의 제작 과정에서는 그림 7과 같이 Sway는 Lateral Acceleration, Surge는 Longitudinal Acceleration, Heave는 Vertical Acceleration, Yaw는 Yaw Acceleration, Roll은 Roll Position, Pitch는 Pitch Position으로 설정을 하였다.

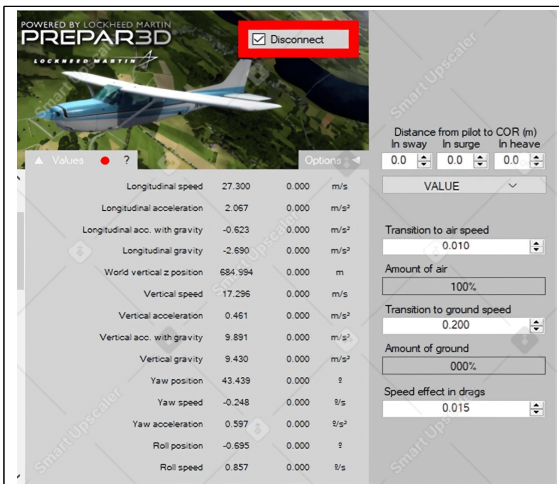


그림 6. 비행 데이터
Fig. 6. Flight Data

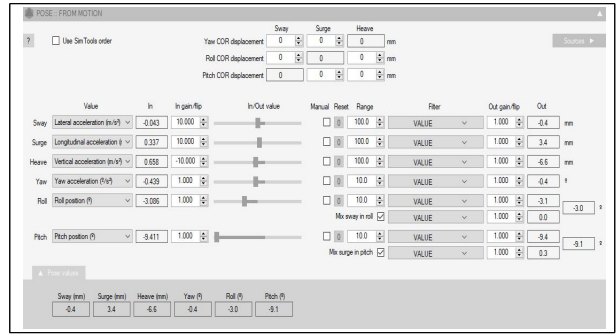


그림 7. 모션 값 설정
Fig. 7. Motion Value Setting

그리고 프로그램에 그림 8과 같이 Crank Arm, Servo Arm, Platform Arm 등의 길이와 singularity angle(관절 작동 범위)을 입력하면 그림 9와 같이 설계에 맞는 형상이 나타나며 비행 시뮬레이터 프로그램과 실시간 연동을 통하여 헬리콥터의 자세 및 움직임에 따라 예상되는 움직임을 나타내고, 구조상 불가능한 움직임이 발생하면 경고가 나타난다.

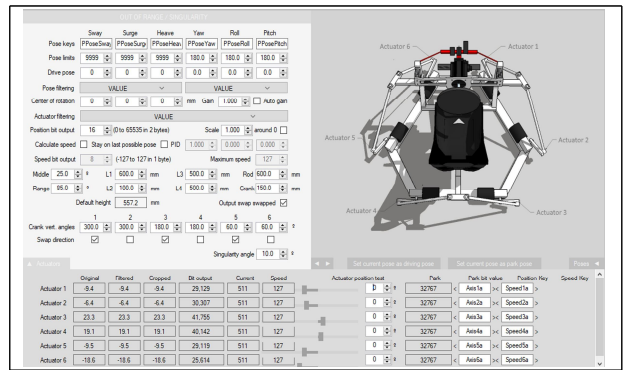


그림 8. 모션 시스템 설계값 입력
Fig. 8. Motion System Design Value Input

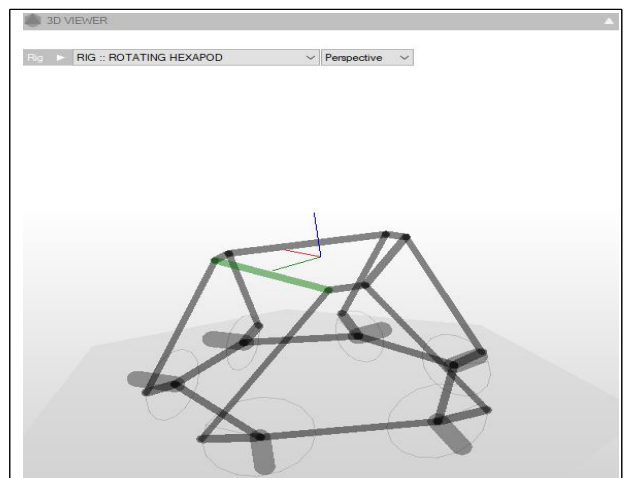


그림 9. 설계 형상
Fig. 9. Design Configuration

III. 결 론

국내 헬리콥터 사고는 약 30%의 사고가 조종사 과실로 조사되었다[7]. 통계 자료에서 보여주는 대부분의 헬리콥터 사고가 전자항법 및 관제통신, 항행유도시설 등의 기술발달로 인해 항공기 기체결함, 공항, 기상 등 기계적, 물리적 요인에 의한 사고는 급격히 감소되고 있지만 아직도 항공사고의 약 70%를 점하고 있는 인적요인(Human Factors)에 의한 사고 발생률은 정체 상태이거나 오히려 증가되는 경향을 보이고 있다. 항공사고율을 낮추기 위해서는 기계적, 물리적 요인의 제거에 앞서 운항승무원에 대한 체계적인 훈련이 가장 먼저 이루어져야 하며, 이를 위해서는 기존의 시스템에 인적 요소를 고려한 훈련 프로그램의 정립이 필수적이다.

조종사 비행 훈련에 있어 지각 및 감각을 요구하는 헬리콥터 비행 훈련의 특수성에 따라 조종사 훈련을 위해 기존의 상용 비행 시뮬레이터 프로그램에 6축 모션 시스템을 적용한 모의비행 훈련장치를 개발하는 과정 중 모션 시스템의 설계와 프로그램에 관하여 연구하였다. 모션 시스템을 설계하는 과정에서는 비행 시뮬레이터와 모션 프로그램 모두 상용프로그램을 사용하였으며, 현재는 시스템 설계와 구조설계를 바탕으로 모션 프로그램을 설정하고 비행 시뮬레이터로부터 수신되는 데이터를 식별하여 예상되는 작동 범위와 한계를 식별하는 과정에 있다. 현재 모션 시스템의 하드웨어 부분은 설계에 맞춰 제작 중이며 하드웨어가 제작된 후 모션 설정을 통해 모션 기반 헬리콥터 시뮬레이터를 완성할 예정이다. 본 연구를 통해 제작된 모션 기반 헬리콥터 시뮬레이터를 활용하여 조종사의 비행착각 예방 훈련에 활용할 경우 기존에 활용되던 시각 기반 모의비행 훈련장치에서 높은 성과를 확인할 수 없었던 비행착각 예방을 위한 훈련에서 긍정적인 효과가 나올 것으로 예상된다.

또한 센서가 있는 헤드셋과 같은 특수 전자장비를 사용하여 가상 환경에서 물리적으로 상호 작용할 수 있는 컴퓨터에서 생성된 3차원 환경 시뮬레이션(VR)을 접목할 경우 더욱 몰입할 수 있으므로 더 효율적인 교육 효과를 기대할 수 있다[8].

References

- [1] Y.J. Cho, "A Study on the Necessity of Weather Information for Low Altitude Aircraft," The Journal of Korean Society for Aviation and Aeronautics, 2020; 28(1):45-58, Mar. 2020.
- [2] Y.J. Cho, "A study on the accuracy of information on low-altitude aircraft : around the West Sea adjoin airport and airfield," 2020.
- [3] H. T. Kang, "A Study on The Spatial Disorientation of Pilots for Flight Safety Spatial Disorientation, Somatogyral Illusion," 1999.
- [4] Y.C. Na, Y.J. Cho, "Development of Motion-Based Helicopter Flight Simulation Training Device," 2022.
- [5] M.Y. Wei, "Design and Implementation of Inverse Kinematics and Motion Monitoring System for 6DoF Platform," Applied Sciences MDPI, Vol. 11, Oct. 2021.
- [6] J.H.Jeong, "The Study of Training Scenario for the KA-32T Helicopter Simulator," Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics Vol.16 No.2, pp. 28-35, 2008.
- [7] S.H. Lee, "Research and development of haptic simulator for Dental education using Virtual reality and User motion," International Journal of Advanced Smart Convergence, Vol. 7, No. 4, pp. 114-120, Dec. 2018.



임 세 훈 (Se-Hoon Yim)

2008년 2월 : 한국항공대학교 항공운항관리학과 (이학석사)
 2007년 5월 ~ 2월 : 산림청 산림항공본부 팀장
 2023년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 항공학부 부교수

※관심분야 : 항공안전, 인적요인, 운항품질, 항행안전시스템