

비행착각에 의한 헬리콥터 사고 예방 프로그램 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Helicopter Accident Prevention Program by Spatial Disorientation

조영진

한서대학교 헬리콥터조종학과

Young-jin Cho

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

[요 약]

조종사들을 대상으로 진행한 설문 결과에 따르면 252명 중 92%인 230명이 비행 중 비행착각을 경험한 적이 있다고 응답하였다. 이처럼 많은 조종사가 비행착각을 경험하고 있으며, 이는 항공기 사고와 인명 손실로 이어지는 주요 원인 중 하나이기 때문에 정확하게 파악하는 것이 중요하다. 그러나 국내의 경우 고정익항공기(비행기) 조종사를 위한 훈련 장비는 이미 개발되어 훈련하고 있거나, 최근 개발되어 훈련을 준비하는 등 적극적인 활동이 이루어지고 있으나, 헬리콥터 조종사를 위한 장비는 공군에서 일부 활용 가능하나, 이마저도 민간 조종사에게 지원할 수 있는 여건의 한계로 헬리콥터 조종사들이 비행착각 예방 교육 훈련을 받을 수 있는 환경은 전무하다. 따라서 헬리콥터 전용 시뮬레이터를 제작하고 헬리콥터 조종사 대상 비행 중 발생할 수 있는 비행착각을 예방하기 위한 프로그램을 제시하고, 추후 훈련 데이터를 기반으로 법, 제도적 방안을 제시하고자 한다.

[Abstract]

According to the results of a survey of pilots, 92% or 230 out of 252 respondents said they had experienced flight errors during flight. As so many pilots are experiencing Spatial Disorientation, and this is one of the main causes of aircraft accidents and loss of life, so it is important to understand accurately. However, in Korea, training equipment for fixed-wing pilots has already been developed and trained, or recently developed, and some equipment for helicopter pilots is available in the Korea Air Force, but there is no environment for helicopter pilots to receive training in Spatial Disorientation prevention. Therefore, we intend to produce a helicopter-only simulator, present a program to prevent possible Spatial Disorientation during flights for helicopter pilots, and propose legal and institutional measures based on future training data.

Key word : Spatial Disorientation, Aircraft accidents, Fixed-wing pilots, Helicopter pilots, Helicopter simulator.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2023.27.1.8>



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 January 2023; **Revised** 31 January 2023

Accepted (Publication) 17 February 2023 (28 February 2023)

***Corresponding Author; Young-jin Cho**

Tel: +82-010-4175-9555

E-mail: speedshock@hanmail.net

I. 서론

1-1 연구의 배경

비행착각(Spatial Disorientation)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 G(중력)의 변화 등과 같은 감각적인 원인에 의해 빠지기도 한다.

최근 대표적인 헬리콥터 사고사례는 2013년 11월 16일, LG 전자 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 사망, 2015년 3월 13일, 전라남도 신안군 가거도의 가거도항 방파제에 설치된 헬리패드에 착륙하던 AS565(B-511) 1기가 추락, 2019년 10월 31일, 대한민국 중앙 119 구조본부 소속 EC225 헬기가 경북 울릉군 독도 남방 600m 지점에서 추락, 탑승자 7명 중 3명 사망, 4명이 실종 등이 있다. 위 사고의 공통적인 사고조사 결과는 위험 기상 상황에서 조종사 비행착각으로 인한 사고로 분석되었다.

이렇듯 조종사 비행착각으로 발생한 사고는 2008년부터 2017년까지 10년간 국내의 경우 그림 1과 같이 총 21건이 발생하였으며, 미국의 경우 그림 2와 같이 총 24건이 발생하였다[1].

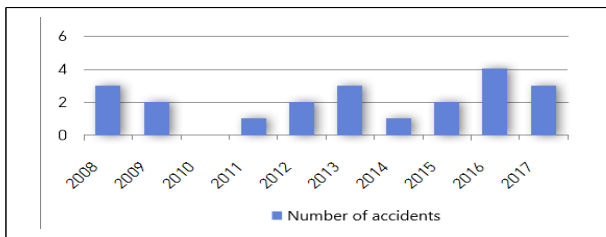


그림 1. 비행착각으로 인한 사고 건수(국내)
 Fig. 1. Number of accidents due to Spatial Disorientation(domestic)

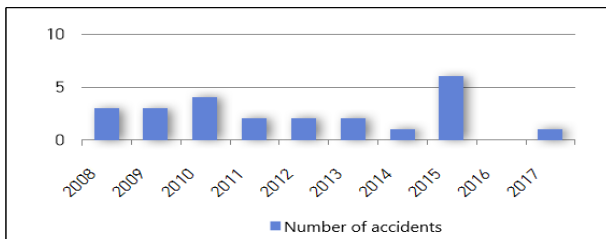


그림 2. 비행착각으로 인한 사고 건수(미국)
 Fig. 2. Number of accidents due to Spatial Disorientation(United States)

조종사에 따라서 비행착각에 대한 인식기준은 모두 다르기 때문에 비행착각의 발생률을 정확히 파악하는 것은 어렵다. 어떤 연구에서 조종사들을 대상으로 진행한 설문 결과에 따르면 252명 중 92%인 230명이 비행 중 비행착각을 경험한 적이 있다고 응답하였다[2]. 이처럼 많은 조종사가 비행착각을 경험하고 있으며, 이는 항공기 사고와 인명 손실로 이어지는 주요 원인 중 하나이기 때문에 제대로 파악하는 것이 중요하다.

그러나 국내의 경우 고정익항공기(비행기) 조종사를 위한 훈련 장비는 이미 개발되어 훈련하고 있거나, 최근 개발되어 훈련을 준비하는 등 적극적인 활동이 이루어지고 있으나, 헬리콥터 조종사를 위한 장비는 공군에서 일부 활용 가능하나, 이마저도 민간 조종사에게 지원할 수 있는 여건의 한계로 헬리콥터 조종사들이 비행착각 예방 교육 훈련을 받을 수 있는 환경은 전무한 것이 현실이다.

이에 헬리콥터 전용 시뮬레이터를 제작하고 헬리콥터 조종사 대상 교육 훈련 프로그램을 개발하여 비행 중 발생할 수 있는 비행착각을 예방하기 위한 프로그램을 제시하고, 추후 훈련 데이터를 기반으로 법, 제도적 방안을 제시하고자 한다.

II. 본론

2-1 비행착각의 정의

비행 중 조종사는 인체 평형기관의 감각을 그대로 받아들이게 되어 있어 비행 시 작용하는 여러 가속도로 인해 일상생활에서는 경험할 수 없는 착각을 경험하게 된다. 이러한 비행착각은 ‘illusion(착각)’이나 ‘vertigo(어지러움, 현기증)’라고도 하지만 정확한 의미라고 할 수는 없고 ‘Spatial Disorientation in Flight(비행 중 공간정위 상실)’과 가장 의미가 유사하다고 할 수 있다. 비행착각의 정의는 지구 표면과 중력의 영향을 받는 고정 좌표상에서 조종사가 중력 방향에 대하여 항공기나 자신의 위치(position), 운동(motion), 자세(attitude)에 대한 감각을 올바르게 인식하지 못하는 경우를 의미한다. 대표적인 예시로 바다 위를 비행할 때 자세를 착각하여 바다를 하늘로 착각하고 거꾸로 날거나, 같은 고도에서 회전할 때 속도를 높이면 상승하고 반대로 속도를 낮추면 하강하는 것처럼 느껴지는 것과 같은 착각이 일어나는 것을 예시로 생각해볼 수 있다.

비행착각은 비행 중, 특히 계기비행 중에 조종사들이 인체 평형기관의 감각을 그대로 받아들이고 그 감각에 의지하여 비행하려고 할 때 쉽게 나타난다. 계기비행과 같이 시각 정보가 제한되어 외부 참조물을 확인할 수 없는 경우에는 인체의 평형기관이 정확한 자세나 방향을 인지할 능력이 없기 때문이다[3].

2-2 비행착각의 종류

1) 시각에 의한 비행착각

(1) 야간 맹점 현상 (Blind Spot)

우리의 안구는 외부의 빛이 앞쪽의 각막을 통해 들어와 렌즈의 역할을 하는 수정체를 통과해 후방의 망막에 도달하면, 망막에 위치한 빛에 민감한 세포들이 빛 에너지를 전기적 자극으로 변환하여 신경계를 거쳐 뇌로 전달하고, 뇌에서 이 전기적 신호를 해독하여 이미지를 형성해내는 과정을 거쳐 ‘사물을 본다’라는 행위를 수행한다.

그림 3과 같이 망막에 위치한 ‘빛에 민감한 세포들’에는 원추세포(원뿔세포)와 간상세포(막대세포)가 있다. 간상세포(막대세포)는 사물의 움직임을 잘 감지하고 색상은 구별할 수 없으나 어두운 상태에서 매우 민감하며 주변 시야를 담당한다. 원추세포는 색깔이 있는 시야를 담당하는 세포로 빛이 밝은 상태에서 물체의 형상과 색상을 감지하는 데에 적합하다.

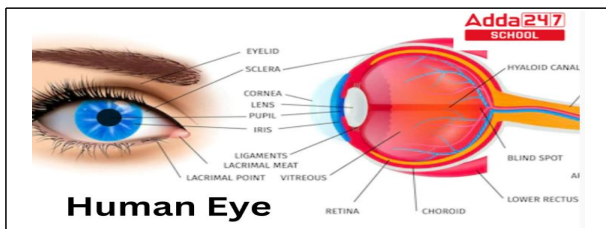


그림 3. 안구의 구조
Fig. 3. The structure of the eye

이러한 원추세포는 망막 뒤쪽의 시야 중심에 집중적으로 분포되어 있으며 특히 ‘중심와’라고 하는 망막 뒤쪽에 작게 패여 있는 부분이 있는데, 이곳은 간상세포가 거의 없고 매우 많은 원추세포로 이루어져 있다. 중심와는 색상에 민감하고 해상도가 가장 높은 부위이기 때문에 우리가 ‘사물을 본다’라는 작용이 일어나는 곳이기도 하다. 하지만 중심와로부터 점점 멀어질수록 간상세포의 수가 원추세포보다 월등히 많아지게 된다.

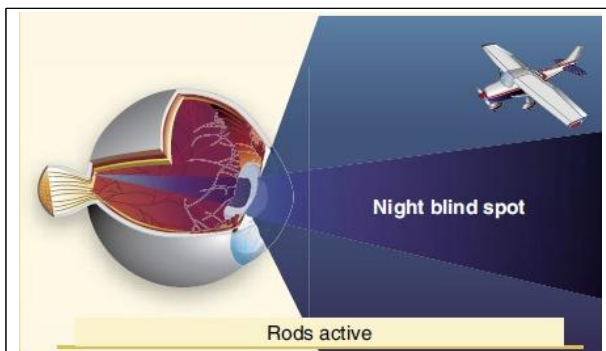


그림 4. 야간에 발생하는 야간맹점
Fig. 4. Blind Spot at Night

그림 4와 같이 이러한 간상세포와 원추세포의 상황에 따른 빛에 대한 민감도 차이와 이들이 주로 분포하고 있는 위치의 차이로 인해 야간에 ‘야간맹점(Blind Spot)’이 발생하게 된다. 우리에게 있어 ‘사물을 본다’라는 작용은 원추세포가 집중되어 있는 ‘중심와’에서 일어나지만, 원추세포는 ‘빛이 밝은 상태에서 색상에 민감’하기 때문에 야간에는 원추세포의 빛에 대한 민감도가 떨어져 시야 중심에서 물체를 보는 능력이 떨어지고 물체 크기의 판단 능력도 떨어지게 되는 것이다.

(2) 시각의 자가운동 현상에 의한 착각 (Autokinesis)

어두운 밤에 작은 불빛 하나를 주시하고 있다 보면, 이 불빛이 마치 움직이는 것처럼 느껴지는 것을 말한다. 이는 어두운 배경에서 한 개의 불빛을 1초 이상 응시할 때 발생한다. 조종사가 야간비행에서 특정 불빛 하나를 계속 주시하며 비행하는 경우, 고정된 불빛임에도 불구하고 움직이는 것으로 착각하여 다른 항공기로 착각하고 회피 기동을 취하게 될 수도 있다. 이는 비행 중이라는 특이 환경에서 비롯된 착각이라기보다 단순한 시각 계통에 의한 착각 현상이다. 우리의 눈동자는 한 순간도 정지하고 있지 않으며, 불빛의 주변이 밝은 경우 주변과 불빛을 비교하여 불빛이 실제로 움직이는지 판단한다. 하지만 불빛 주변이 완전히 어두운 경우 불빛이 움직이는지 판단하지 못하게 된다. 즉 물체의 움직임에 대한 인식이 항상 어떠한 기준점에 대해 상대적이기 때문에 발생하는 것이다.

(3) 야간의 얇은 안개로 인한 착각

그림 5와 같이 야간에 활주로가 얇은안개로 덮여있음에도 불구하고 착륙하기 위해 강하하는 항공기는 상당히 먼 거리에서도 길게 빛나는 접근등 또는 활주로등을 모두 확인할 수 있다. 이는 안개가 차광효과가 낮기 때문이다.



그림 5. 얇은 안개로 인한 착각
Fig. 5. shallow mist illusion

하지만 점점 가까워지며 이 얇은 안개층 안으로 들어가게 되면 낮은 수평시정을 제공하는 안개로 인해 시정이 갑자기 감소하여 가까운 접근등의 일부분만 보이게 되는데, 조종사가 이를 항공기가 기수가 올라가 길게 보이던 접근등이 갑자기 짧아진 것이라고 착각하고 기수를 내리려는 조작을 수행하게 된다. 그리고 이에 따라 항공기는 깊은 강하율로 접근하게 되어 지면 충돌의 위험이 발생한다.

(4) 거짓 수평선 현상 (광원 혼동 현상)

2016년 9월 26일, 한·미 해군 연합훈련이 진행되던 도중 해

군의 링스 대잠헬기가 야간 훈련 중 바다로 추락하면서 3명의 승무원이 전원 사망하였다. 이 안타까운 사고의 원인은 그림달이라 바다와 하늘이 분간되지 않는 상황에서 수면 위를 저공비행 중이던 조종사가 바다와 하늘을 착각하는 거짓 수평선 현상(광원 혼동 현상)에 빠진 것이었다.



그림 6. 거짓 수평선 현상
Fig. 6. False horizontal line phenomenon

이렇게 지상의 광원을 하늘의 별빛으로 착각하여 이를 기준으로 비행 방향 및 고도를 유지하려고 조작하는 경우 지면에 충돌하게 될 가능성이 있다. 거짓 수평선 현상을 방지하는 방법 역시 감각이 아닌 계기에 의존하여 비행하는 것이다. 그림 6에서 볼 수 있듯이 자세계는 항공기가 우측으로 뱅크(Bank)가 들어가 있음을 나타내고 있다.

(5) 전이성 착각 (vection Illusion)

외부환경이나 물체의 움직임에 의하여 나 자신이 움직인다고 생각하게 되는 착각이다. 자동차를 타고 가면서 옆 차의 가속에 의해 옆 차가 앞서나가는 것을 보고 내가 타고 있는 자동차가 뒤로 후진 중인 것처럼 느껴진 적이 있을 것이다. 비행 중 상대운동 착각은 편대비행 중 동료의 기동 전환을 보았을 때도 일어날 수 있지만 가장 혼란 경우는 그림 7과 같이 야간에 해상으로 수색을 나간 탐조등을 장착한 헬리콥터 조종사에게 일어나는 경우이다.



그림 7. 야간에 탐조등을 운용중인 헬리콥터
Fig. 7. Helicopter operating a searchlight at night

탐조등의 각도를 수정하여 변화한 탐조등의 불빛을 보면 마치 헬리콥터가 기동한 것처럼 느껴지는데, 이는 특히 파도가 심할수록, 시계가 어두울수록 심해진다. 이러한 전이성 착각은 1989년 11월호 항공우주의학잡지에 실린 미 해양 경비대 헬기 조종사 267명에 대한 전이성 착각 경험 여부를 묻은 설문조사

보고서를 보면 92.5%의 조종사가 이를 경험했을 정도로 야간 비행 시 빈번하게 발생한다.

(6) 블랙홀 어프로치 (Black Hole Approach)

‘Featureless Terrain Illusion’이라고도 불리는 블랙홀 어프로치는 어두운 밤, 오직 활주로 등화만이 보이는 상태에서 발생한다. 조종사가 활주로 등화를 시야에 포착 시, 현재 활주로 등화를 보는 각도를 계속해서 유지하면서 하강하려는 경향을 보이게 된다.

2) 미로전정기관에 의한 착각

(1) 신체 회전성 착각(Somatogyral Illusion)

신체 회전성 착각이란 그림 8과 같이 내이의 반고리관이 각 가속도에 노출되었을 때 발생하는 착각으로 종류는 다음과 같다.

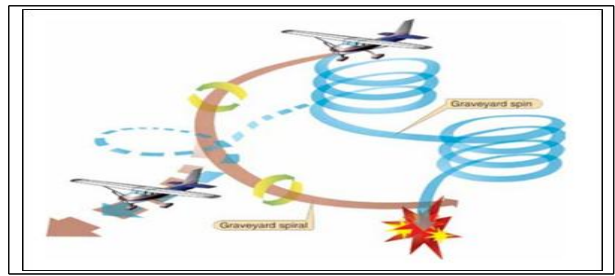


그림 8. 신체 회전성 착각
Fig. 8. Somatogyral Illusion

- 1) 경사착오(Leans) - 반고리관의 감각착오로 인하여 발생
- 2) 반복성 스핀(Graveyard Spin) - 고정익항공기에서 흔하게 나타나는 착각
- 3) 전향성 착각(Coriolis Illusion) - 항공기가 계속적인 선회 중일 때 머리를 움직이면 급격하게 자세가 변경되는 느낌이 드는 착각

(2) 신체 중력성 착각(Somatogravic Illusion)

신체 중력성 착각이란 관성과 지구중력 사이에 발생하는 합력으로 인하여 발생하는 체위의 감각 착오로, 그림 9와 같이 항공기가 수평 직진비행 상태에서 속력을 증가시킬 때 상승감을 느끼는 것 등이 있다.

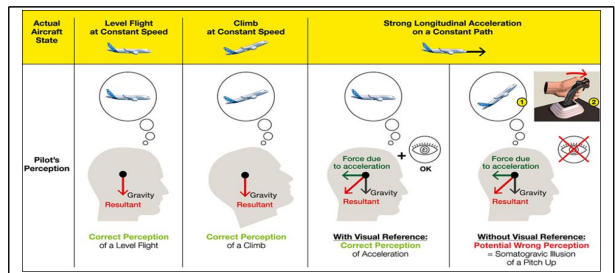


그림 9. 신체 중력성 착각
Fig. 9. Somatogravic Illusion

2-3 국내 비행착각 예방을 위한 교육훈련 프로그램

1) 공군항공우주의학훈련센터

항공우주의학훈련센터는 기내감압장비와 공간지각상실 체험장비, 야간시각훈련장비, 중력가속도 테스트 장비 등 총 634 억원 규모 장비를 갖추고 있고 연 2,800명을 훈련할 수 있다.

조종사 비행착각 훈련은 비행기와 헬기로 구분해 각각 이틀 간 진행된다. 비행착각 경험과 극복, 고공 저압환경 및 야간시각 훈련에 대한 이론과 체험을 통한 적응훈련을 받는다.



그림 10. 공군 비행착각 훈련장비
Fig. 10. Korea Air Force flight illusion training equipment

특히 비행착각으로 발생할 수 있는 사고를 예방하고, 비행착각을 유발하는 과정을 연구할 수 있도록 개발된 장비가 ‘GYRO-LAB’으로, 3차원 구동이 가능한 이 장비는 이동 속도 변화나 방향 전환이 쉬어, 실제 비행할 때 겪을 수 있는 착각을 그대로 경험할 수 있다.

GYRO-LAB은 조종석과 유사한 구조로 되어 있으며, 내부에는 실제 항공기와 유사한 계기들이 설치되어 있다. 또한 컴퓨터 그래픽을 이용해 구름 속이나 바다 위, 야간 등 다양한 환경에서 비행을 할 수 있다. 통제실에서는 각종 착각 유형을 선택해 조종사가 타고 있는 구동체를 3차원으로 움직일 수 있다. 이런 훈련을 통해 조종사는 ‘어떤 순간에 비행착각을 겪고 있구나’라는 것을 인지할 수 있는 것이다[4].

2) 공간정보가상훈련연구원

한국전자기술연구소(주)아이엠티에서 2022년 최종 개발한 고정밀 3D공간정보 활용 유인비행체 공간정위상실 가상훈련체계 및 시스템은 그림 11과 같이 세스나172 비행동 특성, 복좌식, 7중 훈련시나리오, 6축 모션, 360도 무한회전, 훈련관리, 생체신호측정 가능한 특징을 가지고 있다. 유인(2인) 탑승형 공간정위상실 가상훈련 시뮬레이션 시스템으로는 국내 최초 개발 사례이다.

이 장비는 360도 무한회전 6축 모션플랫폼을 지원(Roll, Pitch, 360° Yaw, Surge, Sway, Heave)하며, 시각 착각(False Horizon, Vection illusion) 및 전정기관 착각(Pitch up/down, Coriolis, Leans, Graveyard Sprial illusion)을 포함한 공간정위상실 가상 훈련 프로그램과 7종을 지원할 수 있다[5].

현재는 개발 및 실증 검증이 완료된 상태이며, 2023년 한서대학교로 이전 설치 후 학생조종사 대상 교육, 훈련을 수행할 예정이다.



그림 11. (주)아이엠티 비행착각 훈련장비
Fig. 11. IMT flight illusion training equipment

2-4 헬리콥터 비행착각 예방을 위한 교육훈련 프로그램

1) 훈련장비 현황

헬리콥터 조종사의 훈련을 위해 개발된 장비는 그림 12와 같이 비행 시뮬레이터 프로그램에 6축 모션 시스템을 적용, Lockheed Martin 사에서 제작한 기존 상용 비행 시뮬레이터인 Prepar 3D V5와 B206 헬리콥터를 활용하여 제작되었다. 상용 비행 시뮬레이터 프로그램인 Prepar3d 프로그램은 Controller로부터 조종 입력신호를 받으면 시각신호를 Visual System으로 내보내고, 항공기 움직임에 따른 계기 정보를 Instrument로 내보내며 모션 시스템을 구성하는데 필요한 신호는 상용프로그램인 FlyPT Mover 프로그램을 활용하여 비행 데이터를 모션 데이터로 바꾸게 된다. AMC-AASD15A Controller에서는 FlyPT Mover로부터 받은 신호를 분배하여 6개의 Servo Motor를 구동시키게 된다.

FlyPT Mover는 시뮬레이터 프로그램(Prepar3d)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, Sway는 Lateral Acceleration, Surge는 Longitudinal

Acceleration, Heave는 Vertical Acceleration, Yaw는 Yaw Acceleration, Roll은 Roll Position, Pitch는 Pitch Position으로 설정하였다.

또한 프로그램에 Crank Arm, Servo Arm, Platform Arm 등의 길이와 singularity angle(관절 작동 범위)을 입력하면 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 12. 헬리콥터 비행착각 훈련장비
Fig. 12. Helicopter flight illusion training equipment

2) 훈련 프로그램

(1) 비행착각 훈련 시나리오

시뮬레이터를 활용하여 비행착각 프로그램을 개발하는 과정에서 그림13과 같이 SimDirector 프로그램을 활용하였으며, 이를 통해 비행 시뮬레이션 소프트웨어에서 비행 시작 위치, 시간, 오브젝트 배치 등을 통해 비행착각 과목 별 시나리오를 제작하였다.

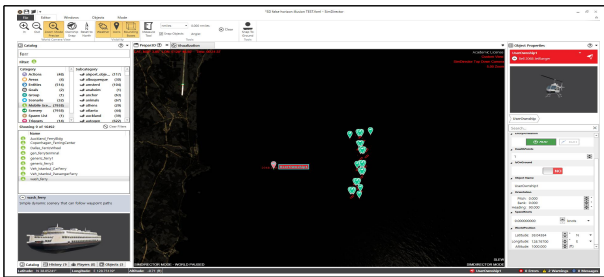


그림 13. 비행착각 시나리오 제작 프로그램
Fig. 13 Spatial Disorientation scenario making program

시각의 자각 운동 현상에 의한 착각(Autokinesis) 시나리오의 경우 야간비행 중 광원에 의한 착각 유발에 대한 예방 훈련으로, 그림14의 좌측과 같이 특징이 없는 야간비행 상황에서 공중에 발광 오브젝트를 활용하여 구현하였으며, 정지해 있는 광원이 흔들려 보이는 거짓 현상에 대한 시간을 측정하는 방식으로 진행된다.

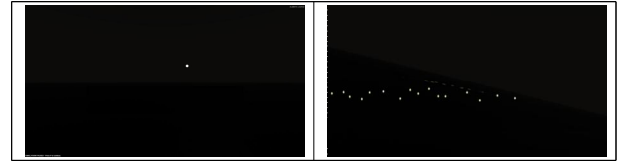


그림 14. 시각의 자각운동 현상에 의한 착각(Autokinesis) 시나리오(좌) 거짓 수평선 현상 시나리오(우)
Fig. 14. Autokinesis scenario(L) False Horizon scenario (R)

거짓 수평선 현상 시나리오의 경우 그림14의 우측과 같이 수평선이 인지되지 않는 무월광 야간 해상비행 중 해상에 선박을 대각선으로 배치하여 선박의 광원을 수평선으로 착각하도록 유도하였으며, 선박의 광원을 기준으로 수평 자세를 유지하는 착각에 의해 헬리콥터 자세의 혼동을 발생하도록 구현하였다. 이는 헬리콥터 자세, 특히 Bank의 변화에 대해 시간을 측정하는 방식으로 진행된다.

또한 사고율이 가장 높은 의도되지 않은 위험 기상 조우 상황을 구현하기 위해 그림15와 같이 교관석에서 비행 훈련 중 실시간으로 시간, 날씨, 시정 등 비행 환경을 변화시킬 수 있도록 하여 안개나 강수, 강우 등으로 인한 시정 감소로 발생하는 비행착각 등을 구현하였으며, 이는 헬리콥터 자세 중 Pitch와 Bank, 헬리콥터 제원중 속도(Airspeed), 고도(Altitude), 방향(Heading)이 제한범위에서 벗어나는 시간을 측정하는 방식으로 진행된다.

마지막으로 미로전정 기관에 의한 착각인 경사착오, 반복성 스핀, 전향성 착각의 경우 모션 시스템을 기반으로 반복적인 선회 등의 상황을 부여하고 집중력을 분산시킴으로써 신체적 느낌을 확인함으로써 비행착각을 구현하였다.

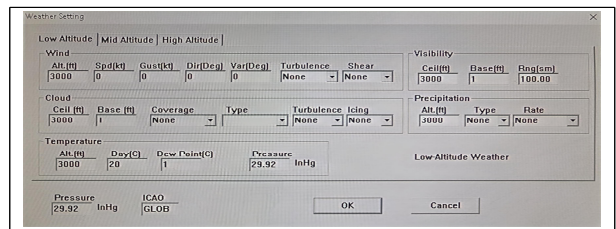


그림 15. 교관석 비행 환경 설정
Fig. 15. Flight environment setting

비행착각 훈련 프로그램으로 측정된 데이터는 비행착각으로 발생하는 사고에 대해 1. 비행시간이 많은 조종사(일명 배테랑 조종사)는 그렇지 않은 조종사에 비해 비행 비행착각을 극복하는가?, 2. 계기비행 한정자격을 보유한 조종사는 계기비행 한정자격을 보유하지 않은 조종사에 비해 비행착각을 극복하는가?, 3. 계기비행 한정자격을 보유하고 있는 조종사 중 주기적인 계기비행 훈련이 비행착각을 예방하는데 유의미한가? 에 대한 차이점을 확인해 보고, 수집된 데이터를 바탕으로 헬리콥터 조종사들이 비행착각을 극복하기 위한 최적의 비행훈련 기간, 훈련 시간을 도출하고자 한다.

(2) 인적 정보에 대한 데이터 분석

헬리콥터 조종사 성별 및 연령에 따른 비행착각 회복 여부 차이 분석, 개인 비행시간의 차이에 따른 비행착각 회복 여부 차이 분석, 조종사 자격증명 보유 차이에 따른 비행착각 회복 여부 차이 분석, 계기비행 한정자격 보유 차이에 따른 비행착각 회복 여부 차이 분석, 비행착각 예방을 위한 교육 여부에 따른 비행착각 회복 여부 차이 분석 등을 수행하기 위해 표 1과 같이 비행 훈련 전 설문조사를 수행한다.

표 1. 인적정보 설문지

Table 1. Personal Information Questionnaire

| |
|--|
| 1. Name () |
| 2. Gender ① male () ② female () |
| 3. Age () |
| 4. Flight experience and time () year () time |
| 5. What category of certificate do you have? |
| 6. Do you have a instrument rating? ① Y () ② N () |
| 7. If you have instrument rating, did you keep instrument currency? ① Y () ② N () |
| 8. What is your current job? |
| 9. Have you ever had a theory training about spatial disorientation? ① Y () ② N () |
| 10. Have you ever had a flight training about spatial disorientation? ① Y () ② N () |
| 11. Have you ever experience about spatial disorientation? ① Y () ② N () |

(3) 비행착각 체감효과에 대한 데이터 분석

시각의 자가운동 현상에 의한 착각(Autokinesis), 야간의 앞은안개로 인한 착각, 거짓 수평선 현상(광원 혼동 현상), 전이성 착각(Vection Illusion), 경사착오(Leans), 반복성 스핀(Graveyard Spin), 전향성 착각(Coriolis Illusion), 피치 업/다운 착각에 대해 표 2와 같이 비행 후 설문조사를 통해 체감 효과 데이터 분석을 수행한다.

표 2. 비행착각 체감효과 설문지

Table 2. Spatial Disorientation Experience Questionnaire

| List | Strongly Disagree <-----> Strongly Agree | | | | |
|---|--|---|---|---|---|
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 1 Did you feel Autokinesis | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 2 Did you feel illusion of shallow fog at night | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 3 Did you feel False horizon | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 4 Did you feel Vection Illusion | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 5 Did you feel Leans Illusion | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 6 Did you feel Graveyard Spin | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 7 Did you feel Coriolis Illusion | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 8 Did you feel Pitch Up/Down illusion | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |

(4) 비행착각 별 항공기 기동에 대한 데이터 분석

시각의 자가운동 현상에 의한 착각(Autokinesis), 야간의 앞은안개로 인한 착각, 거짓 수평선 현상(광원 혼동 현상), 전이성 착각(Vection Illusion), 경사착오(Leans), 반복성 스핀(Graveyard Spin), 전향성 착각(Coriolis Illusion), 피치 업/다운 착각으로 인해 헬리콥터 자세 변화 발생 시, 표 3과 같이 제원별 시간을 측정한다.

표 3. 비행착각 발생시 제원별 시간

Table 3. Time by specifications at the time of Spatial Disorientation

| List | (Units: hours, minutes/second) | | | | |
|--|--------------------------------|------|-----|-----|-----|
| | Pitch | Bank | SPD | ALT | H/D |
| 1 Autokinesis | | | | | |
| 2 The illusion of shallow fog at night | | | | | |
| 3 False horizon | | | | | |
| 4 Vection Illusion | | | | | |
| 5 Leans Illusion | | | | | |
| 6 Graveyard Spin | | | | | |
| 7 Coriolis Illusion | | | | | |
| 8 Pitch Up/Down illusion | | | | | |

III. 결 론

비행 중 조종사는 인체 평형기관의 감각을 그대로 받아들이게 되어 있어 비행 시 작용하는 여러 가속도로 인해 일상생활에서는 경험할 수 없는 착각을 경험하게 된다. 이러한 비행착각은 ‘illusion(착각)’이나 ‘vertigo(어지러움, 현기증)’라고도 하지만 정확한 의미라고 할 수는 없고 ‘Spatial Disorientation in Flight(비행 중 공간정위 상실)’과 가장 의미가 유사하다고 할 수 있다. 비행착각의 정의는 지구 표면과 중력의 영향을 받는 고정 좌표상에서 조종사가 중력 방향에 대하여 항공기나 자신의 위치(position), 운동(motion), 자세(attitude)에 대한 감각을 올바르게 인식하지 못하는 경우를 의미한다.

조종사에 따라서 비행착각에 대한 인식기준은 모두 다르기 때문에 비행착각의 발생률을 정확히 파악하는 것은 어렵다. 어떤 연구에서 조종사들을 대상으로 진행한 설문 결과에 따르면 252명 중 92%인 230명이 비행 중 비행착각을 경험한 적이 있다고 응답하였다. 이처럼 많은 조종사가 비행착각을 경험하고 있으며, 이는 항공기 사고와 인명 손실로 이어지는 주요 원인 중 하나이기 때문에 제대로 파악하는 것이 중요하다.

그러나 국내의 경우 고정익항공기(비행기) 조종사를 위한 훈련 장비는 이미 개발되어 훈련하고 있거나, 최근 개발되어 훈련을 준비하는 등 적극적인 활동이 이루어지고 있으나, 헬리콥터 조종사를 위한 장비는 공군에서 일부 활용 가능하나, 이마저도 민간 조종사에게 지원할 수 있는 여건의 한계로 헬리콥터 조종사들이 비행착각 예방 교육 훈련을 받을 수 있는 환경은 전무한 것이 현실이다.

시뮬레이션을 활용한 교육 훈련은 여러 분야에서 활용되고

있다. 그 대표적인 예시로 간호사들의 교육 훈련 분야에서 심장마비와 같은 응급 상황에 대하여 훈련하기 위하여 시뮬레이션 교육을 활용하였을 때 긍정적인 효과를 확인하였다 [6].

자동차, 선박 등 장비를 조종하는 분야의 교육에는 시뮬레이터를 활용하여 학습을 진행하기도 하며, 이와 관련된 연구로 모션을 장착한 자동차 시뮬레이터를 활용하여 실제 운전과 비교한 연구에서 모션 시뮬레이터는 실제 운전의 감각을 어느 정도 체감할 수 있음을 확인하였다 [7].

항공 분야에서 시뮬레이터를 활용한 교육 훈련 선행연구에 따르면 헬리콥터 자가용 조종사 비행 교육과정의 학생 94명의 성적을 활용하여 비행훈련장치(FTD) 등급의 모의비행훈련장치로 교육하는 모의비행훈련이 실제 비행교육의 과목별 미치는 영향을 파악한 연구가 진행되었다[8].

이를 해결하기 위해 6축 모션 시스템을 적용, Lockheed Martin사에서 제작한 기존 상용 비행 시뮬레이터인 Prepar 3D V5와 B206 헬리콥터를 활용하여 제작 후 헬리콥터 조종사 성별 및 연령, 개인 비행시간의 차이, 조종사 자격증명 보유, 계기 비행 한정자격 보유, 비행착각 예방을 위한 교육 여부에 따른 비행착각 회복 여부 차이 분석 등을 수행하고, 비행 종료 후 시각의 자가운동 현상에 의한 착각(Autokinesis), 야간의 앞은안개로 인한 착각, 거짓 수평선 현상(광원 혼동 현상), 전이성 착각(Vection Illusion), 경사착오(Leans), 반복성 스핀(Graveyard Spin), 전향성 착각(Coriolis Illusion), 피치 업/다운 착각에 대해 설문조사를 통해 체감효과 데이터 분석을 수행한다.

또한 시각의 자가운동 현상에 의한 착각(Autokinesis), 야간의 앞은안개로 인한 착각, 거짓 수평선 현상(광원 혼동 현상), 전이성 착각(Vection Illusion), 경사착오(Leans), 반복성 스핀(Graveyard Spin), 전향성 착각(Coriolis Illusion), 피치 업/다운 착각으로 인해 헬리콥터 자세 변화 발생 시 체원별 시간을 측정하여 조종사 인적요인과 비행착각에 대한 연관성을 분석하고, 비행착각 발생 시 헬리콥터 체원별 시간을 분석한 데이터를 통해 비행착각 예방을 위한 효과적인 교육방법 및 기간, 비행훈련 시간 등을 도출, 후속 법과 제도를 개선하는 등의 노력으로 현재까지도 지속적으로 발생하고 있는 조종사 비행착각에 의한 사고를 예방하고자 한다.

Acknowledgments

“본 과제(결과물)는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (2021RIS-004)”

References

- [1] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transportation, Enforcement regulation of Aviation safety Raw, Table 24.
- [2] Y. H. Kang, “Analysis on pilot’s experiences and effects of voice procedure under spatial disorientation“, Master, Seoul National University, Seoul, Feb. 2020 .
- [3] H. T. Kang, B. S. Yun, “A Study on The Spatial Disorientation of Pilots for Flight Safety”, *Journal of the Military Operations Research Society of Korea*, Vol. 25, No. 1, PP.14-28, Jun, 1999.
- [4] ROKAF, Internet Newsletter, No. 97, May, 2005.
- [5] Korea Electronics Technology Institute, Planning of MOU for commercialization of spatial information-based virtual training system, Jan, 2023.
- [6] J. H. Park, and Y. B. Lee, “Suggestion and Application of Emergency Simulation Educatinusing Real-time Video Observation for Inactive Nurses,“ *International Journal of Advanced Culture Technology*, Vol. 10, No. 1, pp. 180-186, Mar. 2022.
- [7] Y. Lee, and Y. H. Lim, “Comparison of simulation racing reality using simulation racing data based on racing equipment,“ *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 8, No. 2, pp. 393-398, Mar. 2022.
- [8] Y. Na, Y. Cho, “Development of Motion-Based Helicopter Flight Simulation Training Device,“ *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 8, No. 3, pp. 477-483, May, 2022.



조 영 진 (Young-Jin Cho)

2020년 2월 : 한국항공대학교 항공교통물류학과 (이학박사)
 2000년 3월 ~ 2014년 3월 : 해군 해상작전헬기(LYNX) 조종사
 2014년 4월 ~ 현재 : 한서대학교 항공학부 교수
 ※ 관심분야 : 헬리콥터 운항, 항공교통시스템, 항행안전시스템