

실험실에서 전자전 장비와 고속 기동 무기체계 간 실 교전 모의용 조우 HILS 기술 연구

신동조[†] · 최원석 · 김소연 · 이치호

The Engagement HILS Technology Research in the Laboratory for Simulated Warfare between Electronic Warfare Equipment and High-speed Maneuvering Weapon System

Dongcho Shin[†] · Wonseok Choe · Soyeon Kim · Chiho Lee

ABSTRACT

In this paper, we describe the implementation methods and algorithms for the various technologies and devices required for the construction of the engagement HILS(Hardware In the Loop Simulation) in the limited space to simulate the high-speed maneuvering encounter situation of the weapon system in 3-dimensional real world space. Through this research, we have been able to suggest ways to analyze the major design elements of future electronic warfare equipment through experiments simulating actual engagements between various high-speed maneuvering weapons systems and electronic warfare devices in the future battlefield. It was confirmed that the M&S technology could be used to eliminate technical risks, reduce development cost, and shorten development time in the future real system development. The results of this study can be a great assist not only for the field of electronic warfare system research and development, but also for the research & implementation on HILS of various engaging class weapons systems.

Key words : Electronic Warfare, HILS, Engagement M&S in Laboratory, Target Motion Simulator

요약

본 논문에서는 실제 교전이 일어나는 3차원 공간에서 고속 기동 중인 미사일 탐색기와 전자전 장비 간 교전 상황을 제한된 실험실 공간에서 교전 모의할 수 있는 HILS 시스템을 구축하기 위한 장치들을 구성할 수 있는 다양한 구현 방법들과 알고리즘에 관하여 기술하였다. 이 연구를 통하여 우리는 미래전장에서 다양한 고속 기동 무기체계들과 전자전 장비 간 실 교전 상황을 모의하는 실험들을 통하여 미래 전자전 장비의 주요 설계 요소들을 분석하는 방법들을 제시할 수 있었다. 즉 우리는 이 연구를 통하여 미래의 실 전자전 장비를 개발할 때 기술적인 위험요소들을 제거하고, 개발비용을 줄이며, 개발 기간을 단축할 수 있도록 도와주는 M&S 기술들을 개발하고 확인하였다. 본 연구결과는 전자전 무기체계 연구개발 분야 뿐 만 아니라 다양한 교전급 무기체계 HILS 연구 및 구축에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 전자전, HILS, 실험실 교전 모의, 위협 모션 모의기

1. 서론

고속 기동 중인 무기체계의 실 교전 상황을 제한된 공간의 실험실에서 그대로 모의하는 M&S 시스템은 실제 무기체계를 개발하기 전 개발위험요소 식별 및 주요 핵심 기술들을 개발/실험하여 그 개발 위험성을 낮추기 위

Received: 1 February 2019, **Revised:** 7 May 2019,
Accepted: 14 May 2019

† Corresponding Author: Dongcho Shin
E-mail: jdcshin@add.re.kr
Agency for Defense Development

한 좋은 수단으로서, 이러한 조우 HILS 시스템은 점점 그 중요성이 강조되고 있다.

본 “실험실에서 전자전 장비와 고속 기동 무기체계 간 실 교전 모의 용 조우 HILS 기술 연구” 논문에서는 고속 기동하는 무기체계 교전 상황 모의를 위한 실험실 HILS 구축 기술에 대한 실제적인 구현 방법 및 그 구축 결과를 기술하였으며, 실제 구현된 HILS의 대상 무기체계는 휴대형 지대공 적외선 미사일과 표적 항공기간 적외선(IR - Infra Red) 대역 교전 상황을 기반으로 구현하였다. 이 시뮬레이션은 실제 열추적 탐색기를 이용하여 미사일에 대한 기만 가능성을 전자전 M&S로 예측하고 실험 데이터들을 획득하는 것이 주목적으로, 궁극적으로는 본 연구를 통해 대공 미사일에 대한 기만 가능성을 실제 미사일 탐색기를 이용하여 검증하여, 체계의 작전 운용 타당성 검토, 개발예산 및 개발 기간의 적절성 검증 가능성 연구 및 열추적 탐색기에 대한 능동적인 IR 대역 대 전자전 장비 관련 핵심 기술 요소 식별 및 기술력 축적, 실제 체계 개발 시 기술적 위험요소 식별 및 대안 연구 등을 목적으로 연구되었다.

2. 대상 무기체계 및 HILS 구성요소 분석

본 논문은 실 3차원 공간에서 고속기동 중인 무기체계 조우 상황을 실험실로 구현하는 시뮬레이션 기술에 관한 것으로서, 적용대상인 플레이어는 플랫폼과 분리되어 위협 미사일에 대한 열추적 교란을 수행하는 시스템이 제한된 공간인 실험실내에서 모의할 수 있는 조우 시뮬레이션(HILS) 기술에 관한 것이다. 실제 구현된 조우 HILS 시스템의 구성요소들은 열추적 미사일의 탐색기를 3축 기동할 수 있는 비행 모션 모의장치(FMS - Flight Motion Simulator)와 제어기, 항공기에서 발사되는 플레이어를 모의하는 표적 이동 시뮬레이션 장치(TMS - Target Motion Simulator), 표적 항공기의 열원 신호를 위한 고정된 열원모의기, 조우 시나리오를 만들어 주는 버추얼 시뮬레이터, 실험상황을 통제하고 도시하는 중앙통제 모의서버 및 네트워크(LAN)으로 실시간 연동하여 플레이어에 대한 열추적 미사일에 대한 회피 효과도 분석을 위한 데이터들을 수집할 수 있는 연동 시스템으로 구성되어 있다.

이러한 구성요소를 이용한 고속기동 무기체계의 조우 HILS 운용절차는 다음 그림 1과 같다.

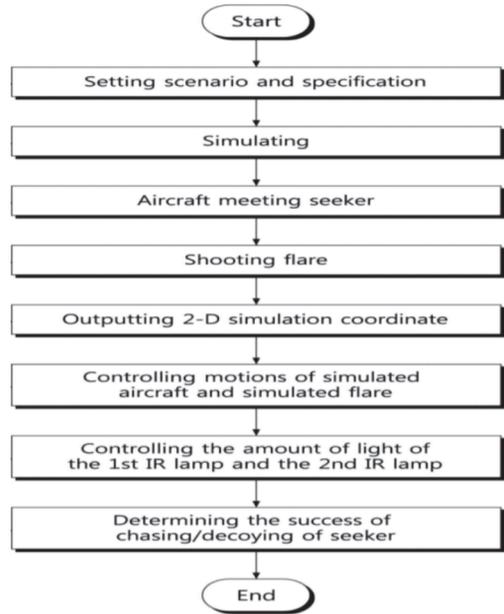


Fig. 1. The Process for High-speed Maneuvering Electronic Warfare Engagement HILS Operation

일반적으로 플레이어와 같이 플랫폼과 분리되어 운용하는 형태의 교란 장치나, 항공기에서 미사일이 발사되는 것과 같은 형태의 고속 기동 대상들을 일반적인 시뮬레이션 장치로 제한된 실험실 공간에서 정량적으로 정확하게 모의하기에는 공간 제약이나 모의 속도 측면에서 큰 어려움이 발생한다. 따라서 본 논문은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 연구된 것으로서, 실제 미사일이 발사되어 타겟인 항공기를 향해 비행하는 것과 플레이어 발사에 따른 이동 등을 실질적으로 시뮬레이션하여 3차원 공간에서 2차원 공간으로 매핑하는 신규 알고리즘을 통해 플레이어의 기만 효과를 실제 환경에서 발생하는 결과와 유사하게 시뮬레이션할 수 있는 고속기동 무기체계 조우 HILS 시스템을 연구 개발하였다. 그 구성 시스템은 다음과 같으며 그 구성 요소 간 관계는 그림 2와 같다.

- 미사일 탐색기 제어/신호계측장치
- 미사일 비행모션 모의장치(FMS)
- 표적 이동 시뮬레이션 시스템(TMS) 및 제어장치
- 항공기 열원 모의 발생 장치
- 플레이어 열원 모의 발생 장치
- 대공 열추적 미사일 탐색기 및 제어장치
- 중앙 HILS 통제시스템 등

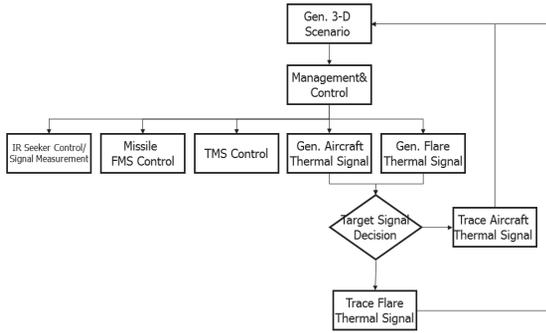


Fig. 2. High-speed Maneuvering Weapon System Engagement HILS Configuration Diagram

3. 고속기동 무기체계 조우 HILS 기본 구성

3.1 조우 시나리오

그림 3. 과 같이 적외선 지대공 조우전투 환경에서 고속 기동 중인 플레이어를 장착한 전투기가 적외선 유도 지대공 미사일로부터 공격을 받는 상황에서, 전투기가 플레이어를 발사하여, 적외선 유도 지대공 미사일 공격으로부터 보호 받을 수 있는지를, 전자전 조우 챔버에서 실제 적외선 미사일 탐색기를 적용하여 고속기동 무기체계 조우 M&S(HILS)를 구축하였다.

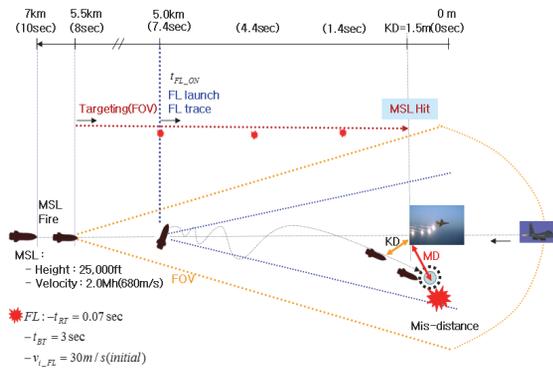


Fig. 3. Engagement Scenario Concept

3.2 시스템 구성

본 시스템은 전자전 조우 챔버에서 실제 적외선 유도 지대공 미사일 탐색기를 운용하여 3차원 가시화 프로그램에서 생성하는 시나리오에 따라 실제 지대공 전투 상황과 유사하도록 모의하여 구축하였다. 실제 전자전 교전 환경에서 IR 대역의 지대공 미사일과 전자전 장비와 고속 기동 조우 상황을 매우 제한된 공간인 실험실 내에 모의하기 위해 전자전 조우 HILS를 구축하였으며, 이를 통

해 실제 전자전무기체계 개발 시 저비용 고효율적인 반복 조우 실험 방법을 제시하였다.

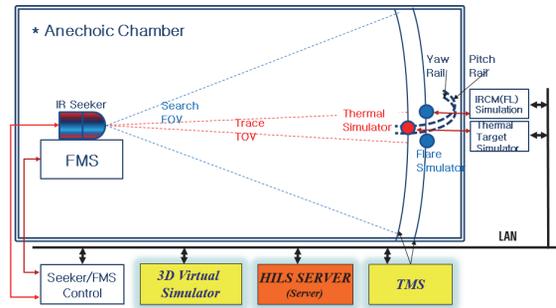


Fig. 4. The Engagement HILS Configuration in Electronic Warfare Chamber

그 구성요소는 다음과 같다.

- 3D가시화/ 조우 시나리오 생성 장치: 전체 시험의 시나리오를 최초로 생성해주는 컴퓨터로서 실제 지대공 전투 상황을 시뮬레이션한 3차원 그래픽을 지원하고, 한반도 서해안 실제 위성 사진 및 3차원 지리 정보를 이용 구축하였으며, 네트워크로 각 구성요소 즉 전투기, 지대공 적외선 유도 미사일, 플레이어 등의 위치 및 자세(Pitch, Yaw, Roll) 정보 등을 서버에 전송하는 기능을 수행한다.
- 플레이어 신호 발생/제어 장치: 플레이어의 열원 신호를 생성하고 통제하는 기능을 수행한다.
- TMS 제어 장치: 전투기와 플레이어 간의 거리를 지대공 미사일의 위치를 조우실험실에서 시험할 수 있도록 모의하는 기능 수행하는 시스템이다. 이 장치는 전투기의 열원을 탐지하는 미사일 탐색기에 대응하여 발사된 플레이어 신호를 방사하기 위한 각각의 장치를 갖추고, 플레이어의 이동 궤적을 실험실에서 물리적으로 구현하는 기능을 수행한다.
- 플레이어 열원 발생 장치: 적외선 지대공 미사일 탐색기에서 방사된 신호가 탐지되면, 이에 대응하는 표적 이동 시뮬레이션 장치로 플레이어 신호를 방사하도록 열원 발생 장치에 신호를 전달하는 기능을 수행한다. 그 구성요소는 다음과 같다.
 - 할로겐 램프 : 2,627 °C 열원 발생
 - Servo Motor(SGMJV-01ADA41:Yaskawa) : 조리개 표적 크기 조절용(Won-Seok Choi , Ok-Hyoo Kim, 2012)

- Limit Sensor : Home, CW, CCW Sensor를 부착하여 표적 위치 제어
- Condenser Lens : 할로겐 램프에서 발생한 광원을 평행광으로 만들어 주는 역할 수행
- Defuse : 광원을 확산 시키는 역할 수행
- 전투기 열원 발생 제어 장치: 적외선 지대공 미사일의 표적인 전투기에 대한 열원 신호를 모의해 주는 기능을 수행하며, 블랙바디(SR-200-33)를 이용하여 표면온도(50°C~1,200°C)를 모의할 수 있다.(Ok-Hyoo Kim, Won-Seok Choi, Young-Joo Park, Byoung-Moo Kang, 2015)

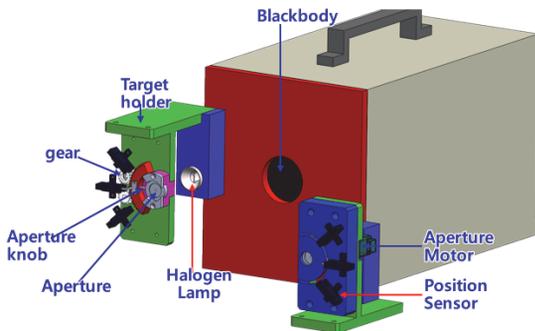


Fig. 5. Overall Configuration Diagram of Simulated Target Machine

- 적외선 유도 지대공 미사일 탐색기 제어/신호계측 장치: 전투기를 추적할 수 있는 실제 미사일 탐색기를 3축으로 제어하고 그 결과를 도시하는 기능을 수행한다.

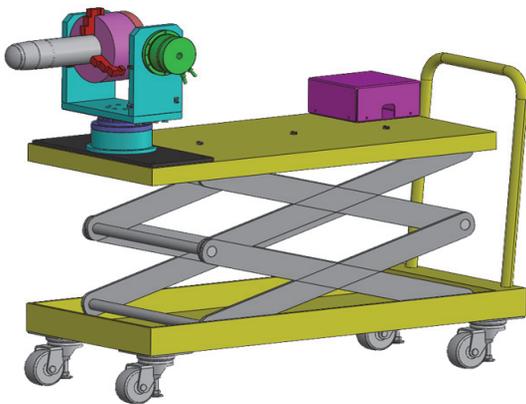


Fig. 6. Explorer 3 Axis Control Device Structure

- 중앙통제/시험 결과 도시 서버: 전체적인 HILS 시험을 통제하고, 그 시험 결과를 도시하는 기능을 수행한다.

4. 연구분야

4.1 대공 조우 3차원 가상 시뮬레이션

본 프로그램은 윈도우 기반의 프로그램으로써 OpenGL 기반의 그래픽 라이브러리(VTree4.02)를 사용하여 다음과 같이 개발하였다(Dong-Cho Shin, 2016 / Donald Hearn, M. Pauline Baker, 1997).

- 3D Stereo Viewing 기능 구현
 - Vertical Field-Of-View(vfov) : $2.0 * \text{atan}(7.5 / 24) = 34.71$ degrees
 - Interpupillary Distance(IPD) : 2.5 in(6.35cm)
 - Screen Distance(SD) : 70cm
 - Screen Intercept(SI): virtual world unit
 - Maximum Viewing Distance(MAXD): $1.6 * SI$
 - Minimum Viewing Distance(MIND) : 10m
- Flare 모의
 - 항공기 초기 속도 반영
 - 추진 가속도: 1.8g
 - 발사 최고 속도 도달 시간: 0.67초
 - 공기 저항 계수: 3 m/sec
 - 자유 낙하 모의: 자유낙하 시 중력 가속도 증가 중지 시간: 1.5초
 - 공기 저항 속도 감쇄율: 0.5
 - Flare 동작 시간 : 1분(30초)
- 지형
 - 기준 고도자료: DTED I (단위: 약 90m)
 - 이미지: 20m 급 군 위성 영상
 - 지형 생성 Tool - Terra Vista
 - 적용지형: 연평도 근해 지역(강화도)
- 적외선 유도 지대공 미사일 모의
 - 모델: 근거리 휴대용 SAM
 - 속도: MACH 00
 - 사정 거리: 최대 00km
 - 최대 비행고 도: 00km
 - Guidance Mode : 전 방향 적외선 유도, fire and forget
 - 기동 모의: 다음 그림과 같이 간단한 비례유도 알고리즘 적용하여 구현(조우시점(t)를 기준으

로 t에 대한 2차원 방정식을 푸는 방법과 휴리스틱한 초기값 설정(평균속도 반영)으로 비례항법 구현 - 저사양의 전자전 실시간 시뮬레이션 컴퓨팅 환경에서 잘 작동함(Dong-Cho Shin, Jeong-hoon Lee and Si-Chan Ryu, 2010)

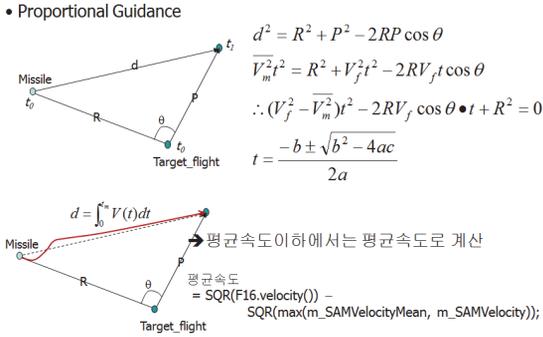


Fig. 7. Missile Proportional Guidance Algorithm

본 연구에서 구현된 3차원 가상 시뮬레이션을 위한 모델은 다음 표와 같다.

Table 1. 3-D Virtual Model

3-D Virtual Model	Explanation
Flare	Maximum operating time : 1 minute
SAM Missile	Close range portable SAM
SAM Missile launcher	Implementation of launcher and operator
aircraft	SU37, F15, F16, LYNX
terrain	Yellow sea GangWhaDo area (262,559m * 167,992m)
Stereo Viewing Type	Shutter glass type

4.2 실제조우 공간에서 실험실 공간으로의 매핑 알고리즘

3차원 실제 공간인 시뮬레이션 시나리오를 기반으로 이동하는 항공기와 플레어를 이동 중인 탐색기에서 바라보는 뷰(관점)를, 이에 대응하는 실험실 TMS의 2차원 평면상으로 좌표 매핑을 함으로써, 3차원 공간에서의 움직임을 시뮬레이션이 허용되는 실험실 공간 내에서 시뮬레이션 할 수 있도록 쉬운 움직임으로 변환시키는 알고리즘이 필수적이다. 이는 시뮬레이션의 최종 목적은 탐색기가 항공기를 계속해서 추적하는지, 플레어에 의해 기만되어 항공기 추적을 중단하는지를 검증하는 것이므로 공간

상의 움직임을 탐색기에서 바라보는 평면 형태의 뷰로 변환하는 것이다.

3차원 실제 공간을 실험실 TMS상의 2차원 평면으로 변환하는 매핑 알고리즘은 다음과 같이 설명할 수 있다 (Dong-Cho Shin and Won-Seok Choi, 2016, / Dong-Cho Shin, 2015).

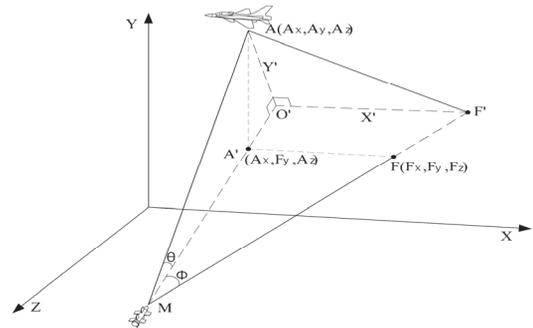


Fig. 8. 3D⇒2D How to Convert Laboratory Coordinate System 1

상기 그림을 참조하면, 항공기, 플레어, 탐색기는 각각 A, F, M에 위치하고 있으며, 탐색기 및 항공기 사이의 거리는 d이다.

3차원 공간 좌표 상에서 원점은 임의의 한 점으로 선택할 때 비행기 및 플레어의 좌표를 결정할 수 있고, 이때 비행기의 좌표는 (Ax, Ay, Az)이고 플레어의 좌표는 (Fx, Fy, Fz)로 가정한다.

새롭게 구성할 2차원의 가상 좌표 계 및 비행기 및 플레어의 좌표를 구하기 위하여, 2차원 가상 좌표 계의 원점을 정의한다.

먼저, 플레어와 같은 높이를 갖는 임의의 평면(Y=FY) 과 항공기를 이 평면에 직교 투영할 때 만나는 교점을 A' 이라고 하면 A'의 좌표는 (Ax, Fy, Az)가 된다.

다음, 탐색기의 위치(M)에서 A'을 잇는 선분을 연장하여 일직선을 구한다. 여기에서, 이 직선 위로 항공기의 위치(A)로부터 직교하는 직선을 그어 교차점(O')을 얻는다.

이 교차점(O')이 구하고자 하는 2차원 가상 좌표 계의 원점으로 정의된다.

가상 좌표 계의 원점(O')으로부터 항공기의 위치(A)를 연결하는 직선이 가상 좌표 계의 제1 축(Y)을 구성하고, 가상 좌표 계의 원점(O')으로부터 제1 축과 직교하는 직선으로서, 탐색기의 위치(M)와 플레어(F)의 위치(F)를 연결한 직선과 교차하는 직선을 가상 좌표 계의 제2 축(X')을 구성한다.

가상 좌표 계는 X'-Y' 축으로 구성되는 평면 좌표 계로서, 탐색기 시점에서 바라본 평면 좌표 계라고 할 수 있다.

시뮬레이션 시나리오는 항공기의 이동 경로, 플레이어의 이동 경로, 시뮬레이션 환경 예컨대, 바람, 공기저항 등 그리고 탐색기의 접근 위치를 제시한다. 이에 따라 탐색기로부터 항공기의 거리(d), 탐색기를 중심으로 항공기와 가상 좌표 계 원점(O')이 이루는 각(θ), 탐색기를 중심으로 플레이어(F)와 가상 좌표 계의 원점(O')이 이루는 각(φ)은 원점(O')을 구한 후 결정될 수 있다.

따라서, 가상 좌표 계상 항공기의 좌표는 (0,y') 이고, 플레이어의 좌표는 (x',0)가 되며, x',y'은 다음의 수식과 같이 결정된다.

$$y' = d \times \sin \theta \tag{1}$$

$$x' = \frac{y'}{\tan \theta} \times \tan \phi \tag{2}$$

이 가상 좌표 계는 항공기가 실제 상공을 비행할 때 적용되는 것이라면, 이러한 좌표 계는 실제 실험실 시뮬레이션 공간으로 다음 그림과 같이 축소되어야 한다.

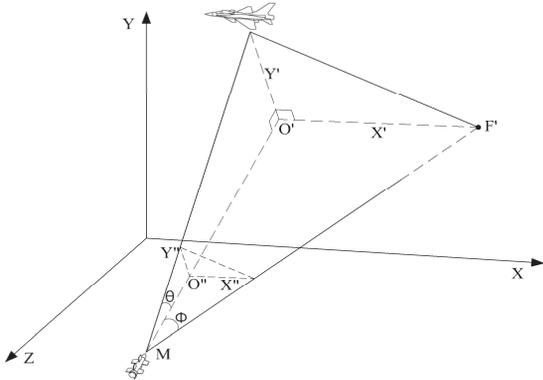


Fig. 9. 3D⇒2D How to Convert Laboratory Coordinate System 2

상기 그림을 참조하면, AO'F'M 으로 구성되는 4면체와 AOFM으로 구성되는 4면체의 비례 관계를 가지며, 이에 따라 가상 좌표 계(X'-Y')를 시뮬레이션 좌표 계(X''-Y'')로 변경할 수 있다. 즉, 가상 좌표 계의 원점(O')이 시뮬레이션 좌표 계의 원점(O'')으로, 항공기의 좌표(0,y')가 모의 항공기의 좌표(0,y'')로, 플레이어의 좌표(x',0)가 모의 플레이어의 좌표(x'',0)로 변경된다.

여기에서, 비례 관계 및 삼각 함수를 이용하여 x'', y''

좌표는 아래 수식과 같이 구할 수 있다.

$$x'' = \frac{x' \times l \times \cos \theta}{\frac{y'}{\tan \theta}} = l \times \cos \theta \times \tan \phi \tag{3}$$

$$y'' = \frac{l \times y'}{d} = l \times \sin \theta \tag{4}$$

여기에서, l은 실험실에서 고정된 탐색기와 모의 항공기 사이의 거리로 정의된다.

이를 정리하여 표현하면 아래 수식과 같이 표현할 수 있으며, 이는 3차원 공간의 실제 조우 좌표 계가 실험실 공간의 2차원 TMS 좌표 계로 정확하게 변환될 수 있음을 의미한다.

$$x'' = \frac{\frac{d_{MA}}{l_{SkTms}} * \sin \theta}{\tan \theta} \cdot \tan \phi \cdot \frac{l_{SkTms}}{d_{MA}} \cdot \cos \theta \tag{5}$$

$$y'' = \frac{l_{SkTms} \cdot d_{MA} \cdot \sin \theta}{d_{MA}} \tag{6}$$

상기 수학적 좌표 계는 탐색기와 모의 항공기 거리가 고정된 실험실 공간에서 매우 흥미로운 시뮬레이션 결과를 제공한다. 즉, 모의 항공기 및 모의 플레이어의 위치가 탐색기에서 바라본 시야각에 의해 결정된다는 것이며, 이는 탐색기를 중심으로 하는 일정한 반경을 갖는 평면 상에서 고정된 모의 항공기에 대비하여 모의 플레이어가 상대적으로 이동한다는 것을 의미한다.

다만, 이상과 같이 3차원 공간상의 움직임을 탐색기에서 바라본 2차원 평면상의 움직임으로 정확한 수식을 통해 전환하는 플레이어의 움직임을 실험실 공간에서 제어하는 것이 가능하나, 시뮬레이션의 간략화를 위해 개략적인 플레이어의 동선을 추정하여 제어하는 것 또한 가능하므로 본 논문의 기술적 사상은 위 수식과 같은 좌표 변환 알고리즘에 한정하지는 않는다.

4.3 TMS 기동 제어(Hyn-Kyu Kwak and Dong-Cho Shin, 2015)

상기 알고리즘을 TMS 기동 제어를 통해 탐색기에서 바라보는 View(좌표 계)의 변화를, 즉 2차원적인 움직임을 구현하는 것이 필요하며, TMS상에서 상기 알고리즘

을 이용하여 연속적으로 산출되는 2차원 평면상의 위치로 모의 항공기 및 2발의 모의 플레어를 이동시킴으로써 연속 모션을 제어하게 된다. 이 TMS 장치는 다음 사진과 같이 모의 항공기와 모의 플레어 2발을 각각 2차원적으로 움직이게 하기 위한 2 축 모터 및 모터 구동을 위한 인버터 등으로 구현되었다.

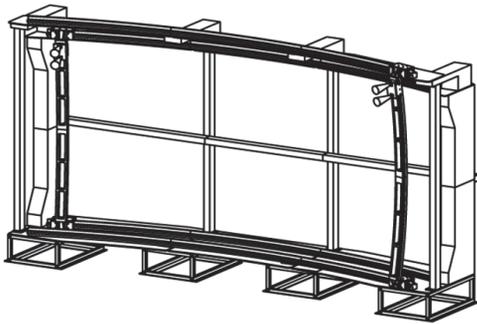


Fig. 10. TMS Configuration Diagram

그러나, 이 TMS는 그 공간과 속도의 물리적 제한으로 인하여 고속기동 조우 시뮬레이션 수행 시 당연한 사각지대를 가지고 있을 수밖에 없다. 따라서 이러한 사각지대를 분석하기 위해 다음과 같은 수식을 이용하여 적절한 탐색기의 실험실 위치 찾아내어 실험을 진행하였다.

$$y = \frac{d_{ST} \times d_{FA}}{d_{MA} - V_M \times \Delta t} \quad (7)$$

(여기서, y : 실험실에서 미사일탐색기와 표적 항공기 열원 간의 이격거리,

- d_{ST} : 탐색기와 TMS 간 공정 이격 거리,
- d_{FA} : 모의 공간에서 플레어와 항공기 간 이격 거리,
- d_{MA} : 모의 공간에서 미사일과 항공기 간 이격 거리,
- Δt : 미사일의 이동 시간, V_M : 미사일 속도)

아래 그림은 상기 수식을 통하여 본 시뮬레이션에서 적절한 탐색기의 실험실 위치를 분석하기 위한 탐색기 위치 분석 그래프이다(Dong-Cho Shin, Jeong-hoon Lee and Si-Chan Ryu, 2011 / Dong-Cho Shin, Jeong-hoon Lee and Si-Chan Ryu, 2010),

이 그래프에서 볼 수 있듯이 미사일 탐색기와 표적 이동 시뮬레이션 장치 간의 거리(y)가 지나치게 짧으면, 미사일이 접근하는 것을 모의할 때 표적에 가까이 왔을 경우 제한된 TMS 속도(최대 3.5m/sec)를 갖는 표적 이동

시뮬레이션장치가 반응하기 어렵도록 급격히 속도가 증가함(그림 11의 그래프 curve 참조 - 속도의 변화 정도를 나타냄)을 알 수 있고, 또한 탐색기와 TMS 간의 거리(y)가 지나치게 멀면, 표적 이동 시뮬레이션 장치가 반영할 수 있는 제한 거리를 벗어남을 알 수 있으므로, 본 실험에서는 표적 이동 시뮬레이션 장치와 미사일 탐색기 간에 적정거리인 10m로 설정하여 구성하였다.

그러나 이 사각지대는 최종 종말 단계의 1초 미만에서만 제한되므로 실험에 미치는 영향은 미미하다고 볼 수 있다.

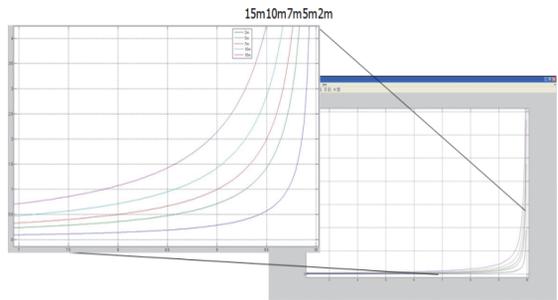


Fig. 11. Missile Explorer Appropriate Location Analysis Graph for Laboratory Simulation

4.4 시스템 연동 및 체계통제/도시

상기 설명한 모든 시스템은 기본적으로 HILS 시스템으로 각 구성 모듈 간 네트워크(TCP/IP)로 연동되어 각각의 위치정보, 고도 정보, 항공기와 Flare 간 이격거리, MD 2차원/3차원 그래프 도시 등의 기능을 보유하는 시뮬레이션 중앙통제/감시기능을 수행한다. 다음 그림은 개발된 프로그램 화면이다.

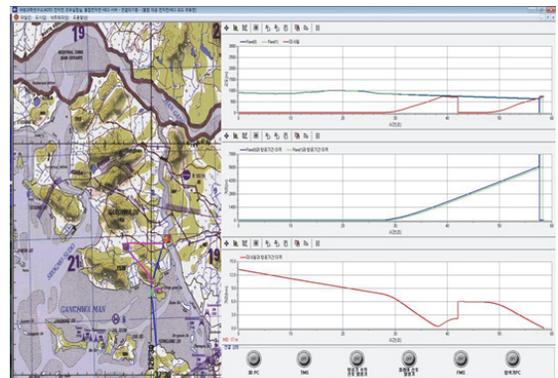


Fig. 12. HILS Server Program

5. 결론

본 연구를 통하여 다음과 같은 연구 성과를 도출하였다.

- 기존 HILS 시스템: 통상적인 미사일 HILS 시스템인 경우 실험실에서 텔레메트리 데이터를 그대로 반영한 6DOF FMS를 이용하여 그대로 모의하는 수준으로 구현될 수 있으나, 실제 조우 상황을 모의하는 경우에는 협소한 실험실 조우 환경에서는 이 시스템을 그대로 적용하기는 불가능함.
- 본 조우 HILS 시스템: 3차원 공간의 조우환경을 2차원 공간으로 수식적으로 정확하게 매핑/스케일링하여 구현(4장 참조)할 수 있으므로 전자전 조우 환경 뿐 만 아니라 타 분야의 다양한 조우환경을 실제와 유사하게 공간과 구현 능력이 매우 제한된 실험실에서 시험할 수 있는 조우환경을 구축할 수 있음.
- 추가연구 분야: 타겟 열원과 플레어 열원 간의 신호세기 비율에 따라 다양하게 시험하여(그림 13 참조) 실험탄(IR 탐색기)의 IR 대응 능력을 검증해보았으나, 동일 모델에 대한 실험탄의 시험 결과를 확보하지 못하여 실험실 데이터와 실제로 비교할 수 없었음.(향후 실제 체계개발이 진행될 경우 보안이 확보된 상태에서 실험결과를 검증할 수 있음)

본 연구 과제를 수행하며 고속기동 중인 무기체계에 대한 조우 HILS 구축과 이와 관련된 M&S 기술을 확보하였고, 실제로 본 연구를 통하여 다양한 분야에서 조우 HILS 실험실을 구축할 수 있는 기술을 개발하였으며, 향후 실제 체계 개발 시 체계 설계 및 개발 시 활용하여 기술적 위험성 제거 및 개발 비용 절감 및 개발 기간 단축을 할 수 있는 주요 기술들을 확보하였다.

이 기술을 바탕으로 IR 대역에 대한 대 전자전 체계 사업뿐 만 아니라 앞으로 개발되는 여러 고속 기동 무기 체계 장비의 전장 조우 운용환경 모의 분석 및 성능 분석 검증용 무기체계 HILS 구축에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 기대한다.

또한, 본 논문에서는 구체적으로 적용 가능한 실제 예제로서 IR 대역의 유도탄 탐색기에 대한 IR 대응책 기반장치 개발을 위한 플레어 기반 전자전 조우 HILS의 구축 시 소요되는 기술과 장치를 구현하는 방법과 알고리즘에 관하여 기술하였고, 그 특징과 활용도를 정리하면 다음과 같다.

- 실제 IR 미사일 탐색기를 이용하여 미사일에 대한 기만 가능성을 통합 전자전 M&S로 확인
- IR 대역 통합 전자전 조우 HILS 시스템 구축 및 관련기술 확보

이러한 3차원 공간에서 고속 기동 중인 무기체계 간 실 교전을 실험실 공간에서 모의하기 위한 조우 HILS 구축 방법에 관한 연구 성과를 바탕으로 향후 IR 대역의 대 전자전 기술개발 및 체계 개발 사업뿐만 아니라 3차원 공간에서 조우하는 다양한 형태의 HILS 기술에 대한 원천적인 기술과 알고리즘을 개발하여 향후 다양한 분야에서 성능분석/효과도 검증용 HILS 연구개발에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

References

1. Donald Hearn, M. Pauline Baker, "Computer Graphics", Prentice-Hall International, Inc. 1997.
2. Dong-Cho Shin, "DECOYING AND CHASING SIMULATION SYSTEM BETWEEN AIRCRAFT AND SEEKER AND METHOD THEREOF", R.O. Korea Patent 10-1537670, July. 2015
3. Dong-Cho Shin, "SYSTEM AND METHOD FOR SIMULATION OF REAL TIME VISUALIZABLE ELECTRONIC WARFARE", R.O.Korea Patent 10-1647479, Aug. 2016
4. Dong-Cho Shin, Jeong-hoon Lee and Si-Chan Ryu "A Research on Naval Electronic Warfare System Engagement HILS", KIMST Annual Conference Proceedings, vol.13 no.5, pp.785~786, 2011.
5. Dong-Cho Shin, Jeong-hoon Lee and Si-Chan Ryu "A Research on Naval Electronic Warfare System Engagement HILS Technology", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, vol.13 no.5, pp.785~792, Oct 2010.
6. Dong-Cho Shin and Won-Seok Choi, "CHASING AND DECOYING SIMULATION APPARATUS BETWEEN AIRCRAFT WITH FLARE AND SEEKER AND METHOD THEREOF", R.O.Korea Patent 10-1667597, Oct. 2016
7. Hyn-Kyu Kwak and Dong-Cho Shin, "TARGET MOVING SIMULATOR", R.O.Korea Patent 10-1570063, Nov. 2015

8. Ok-Hyoo Kim, Won-Seok Choi, Young-Joo Park, Byoung-Moo Kang, "The Development of the IRCM Techniques Generator against IR Missile for Engagement Test", KIMST Annual Conference

Proceedings, vol.2015 no.Fall, pp.688-689, 2015.

9. Won-Seok Choi, Ok-Hyoo Kim, "IR Encounter Simulator Interface Design Report", ADD Research Report ADDR-515-120498, Mar. 2012



신 동 조 (jdcshin@add.re.kr)

1993 충남대학교 컴퓨터학과 학사
1995 충남대학교 컴퓨터학과 석사
1997~ 현재 국방과학연구소 책임연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션, 소프트웨어, 체계공학



최 원 석 (bbolse@hanmail.net)

1999 고려대학교 전기공학과 학사
2001 고려대학교 전기공학과 석사
2001~ 현재 국방과학연구소 책임연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션, 신호처리, 통신, 레이저, 적외선



김 소 연 (comet613@add.re.kr)

1998 전남대학교 컴퓨터공학과 학사
1999 한국과학기술원 전자공학과 석사
2016 한국과학기술원 전자공학과 박사
2001~ 현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션, 전자전 신호처리, 딥러닝



이 치 호 (chilee@add.re.kr)

1996 아주대학교 전파공학과 학사
1998 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2002 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
2002~ 2005 광주과학기술원 초고속광네트워크연구센터 연구교수
2003~ 2004 미국 미주리주립대학교 교환교수
2005~ 현재 국방과학연구소 책임연구원

관심분야 : 디지털통신시스템, 정보전자전, 모델링&시뮬레이션