



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

M&S를 활용한 잠수함 훈련체계 구축에  
관한 연구



2013년

HANSUNG  
UNIVERSITY

한성대학교 국방과학대학원

국방 M&S 학과

국방 M&S 전공

이 경 철

석사학위논문  
지도교수 김종만

M&S를 활용한 잠수함 훈련체계  
구축방안 연구

The Study on the Training System Constructing of  
Submarine Based on M&S



HANSUNG  
UNIVERSITY

2012년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국방 M&S 학과

국방 M&S 전공

이 경 철

석사학위논문  
지도교수 김종만

# M&S를 활용한 잠수함 훈련체계 구축에 관한 연구

The Study on the Training System Constructing of  
Submarine Based on M&S

위 논문을 국방 M&S학 석사학위 논문으로 제출함

2012년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국방 M&S 학과

국방 M&S 전공

이 경 철

이경철의 국방 M&S학 석사학위논문을 인준함

2012년 12월 일



HANSUNG  
UNIVERSITY

심사위원장 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

# 국 문 초 록

## M&S를 활용한 잠수함 훈련체계 구축에 관한 연구

한성대학교 국방과학대학원  
국방 M&S 학과  
국방 M&S 전공  
이 경 철

오늘날 해전의 양상이 “대양에서의 해전(At the Sea)”에서 “해양에서(From the Sea) 지상으로 군사력 투사”라는 연해전투로 바뀌는 상황에서 은밀성을 갖춘 잠수함은 수상함에 비해 그 효용성과 가치가 날로 커지고 있다.

그러나, 잠수함은 수상함과 달리 음향만을 가지고 함을 운용하게 되므로 운용요원(승조원)의 운용능력이 곧 잠수함의 능력이라 할 수 있다. 이와 같은 운용요원의 능력을 키우기 위해서는 운용요원의 개인숙달 훈련과 함께 팀웍 훈련을 반드시 수행하여야 한다.

그러나, 잠수함의 특성상 실제로 운용되고 있는 잠수함에서 위기상황 대처 훈련이나 전술훈련 등을 실시하는 것은 거의 불가능하다. 훈련 중에 발생할 수 있는 약간의 실수도 잠수함의 생존에 있어서 치명적이기 때문이다. 이런 이유로 잠수함 관련 훈련들은 육상에 훈련체계를 갖추고 육상에서 개인 숙달훈련 및 팀웍 훈련을 실시하고 있다.

본 논문에서는 육상에 잠수함 훈련체계를 구축할 때, 구축에 활용할 수 있는 M&S 자원을 확인하고, 식별된 M&S 자원을 활용하여 훈련체계를 구축하는 방안과 함께 모든 승조원이 동시에 팀웍 훈련을 할 수 있도록 각 훈련체계들간의 연동방안에 대하여 연구하였다.

본 연구를 통하여 3,000톤급 차기잠수함의 조종훈련체계, 전술훈련체계

및 기관훈련체계를 구축하는데 활용 가능한 M&S 자원으로 3,000톤급용 가상시제(Virtual Prototype)인 디지털잠수함(Digital Submarine)과 함에 탑재되는 추진체계 성능을 육상에서 시험하기 위해 구축 중에 있는 추진체계용 육상성능시험체계(LBTS, Land Based Test System)를 식별하였다.

훈련체계 구축방안으로는 조종훈련체계, 전술훈련체계 및 기관훈련체계가 단독 훈련이 가능하도록 독립적으로 구성하였다. 즉, 조종훈련체계는 함조종콘솔을 통해 함의 움직임을 조종·통제하도록 구성하였으며, 조종훈련체계에 추진체계 통합조종통제장치를 구비하여 기관훈련체계에 설치되어 있는 장비들을 조종훈련체계에서도 조종·통제 모사가 가능하도록 구성하였다. 기관훈련체계는 실제 함에 탑재되는 기관장비와 함 운용에 필수인 장비로 구성하였으며, 실제 장비의 구동에 의해 함의 움직임을 모사 가능하도록 구성하였다. 기관훈련체계에는 함조종콘솔을 두고 함의 움직임을 조종·통제 모사가 가능하였다. 전술훈련체계는 신호분석 및 무장통제 콘솔을 설치하여 개인숙달 훈련이 가능토록 구성하였고, 특히, 콘솔을 그룹화하여 수척의 잠수함을 생성하여 전술훈련이 가능토록 구성하였다. 그리고, 함 움직임에 대한 조종을 모사할 수 있는 함조종콘솔과 추진체계 조종을 모사할 수 있는 추진체계 통합조종통제장치를 전술훈련체계에 설치하여 전술훈련체계로만 훈련할 때에도 함 조종과 기관장비들이 구동되는 것과 같이 모사되도록 구성하였다.

또한, 함 전체 승조원의 팀웍 훈련인 종합훈련이 가능하도록 조종훈련체계, 전술훈련체계와 기관훈련체계를 동시에 모두 구동시켜 연동이 되도록 구성하였다. 연동되는 M&S에는 공학급과 전술급이 모두 존재하기 때문에 하이브리드 시뮬레이션이 되는데 이와 같은 시뮬레이션의 연동은 HLA/RTI(High Level Architecture / Run Time Infrastructure) 연동 기술을 접목시켜 구현 가능할 것으로 판단하였고, 본 논문에서는 연동 개념만을 연구하였다. 연동에 대한 구체적이고 세부적인 사항은 향후 연구를 통해 발전시켜야 할 것으로 판단된다.

**【주요어】** , M&S, M&S 자원, M&S 연동기술, 디지털잠수함, LBTS

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구배경 및 필요성 .....	1
제 2 절 연구범위와 방법 .....	4
1. 연구 범위 .....	4
2. 연구 방법 .....	5
제 2 장 잠수함 훈련체계 M&S의 이론적 고찰 .....	6
제 1 절 현대 해전양상과 잠수함 .....	6
1. 현대 해전양상과 잠수함 발전 동향 .....	6
2. 잠수함의 특징과 훈련체계 구축 필요성 .....	7
제 2 절 M&S 개요 및 잠수함 훈련체계 M&S .....	8
1. M&S의 정의 .....	8
2. M&S의 분류 .....	9
3. M&S의 기본 유형 .....	11
4. M&S 연동기술 .....	12
5. 잠수함 훈련체계 M&S .....	15
제 3 장 함정의 M&S 훈련체계 분석 .....	19
제 1 절 수상함정 훈련체계 .....	19
1. 수상함 훈련체계 구성 .....	19
2. 수상함 훈련체계 기능 .....	22
3. 수상함 훈련체계 분석 및 시사점 .....	24
제 2 절 잠수함 훈련체계 .....	26
1. 잠수함 훈련체계 종류 .....	26



2. 조종훈련체계 및 전술훈련체계 .....	28
3. 잠수함 훈련체계 분석 .....	32
<b>제 4 장 잠수함의 M&amp;S 훈련체계 구축방안 .....</b>	<b>34</b>
제 1 절 M&S를 활용한 잠수함훈련체계 개요 .....	34
1. 잠수함 훈련체계 운영개념 .....	34
2. 잠수함 훈련체계 구축을 위한 M&S 자원 .....	35
제 2 절 잠수함의 M&S 훈련체계 구축 .....	44
1. 조종훈련체계 .....	44
2. 전술훈련체계 .....	47
3. 기관훈련체계 .....	50
4. 연동방안 .....	53
제 3 절 잠수함 훈련체계 구축에 따른 기대효과 .....	56
<b>제 5 장 결 론 .....</b>	<b>58</b>
<b>【참고문헌】</b> .....	<b>60</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>63</b>

## 【 표 목 차 】

[표 2-1] 시뮬레이션 연동기술 종류와 활용 .....	13
[표 3-1] 수상함 훈련체계 장비별 주요 기능 .....	23
[표 3-2] 항공기 훈련체계와 함정의 훈련체계 비교 .....	24
[표 3-3] 잠수함 훈련체계의 종류와 내용 .....	27
[표 3-4] 잠수함 조종훈련체계의 구성 .....	28
[표 3-5] 잠수함 전술훈련체계 장비별 주요 기능 .....	31
[표 4-1] 디지털잠수함에 적용된 각종 M&S 현황 .....	40
[표 4-2] 차기잠수함용 조종훈련체계에 적용 가능한 M&S 현황 .....	44
[표 4-3] 3,000톤급 차기잠수함 조종훈련체계의 구성 .....	45
[표 4-4] 전술훈련체계에 활용 가능한 디지털잠수함 M&S 현황 .....	47
[표 4-5] 차기잠수함 전술훈련체계 구성 및 주요 기능 .....	49
[표 4-6] 잠수함 운용 필수체계 현황 .....	50
[표 4-7] 기관훈련체계에 적용 가능한 디지털잠수함 M&S 현황 .....	52
[표 4-8] 각 훈련체계별 입·출력 자료 .....	55

## 【 그림 목 차 】

<그림 2-1> 국방 M&S 계층구조 .....	10
<그림 2-2> HILS의 예(함정 타기체계) .....	11
<그림 2-3> MILS의 예 .....	12
<그림 2-4> 시물레이션 기반 설계시스템 Framework .....	16
<그림 3-1> 차기고속정 전투체계 훈련체계 구성도 .....	19
<그림 3-2> 차기고속정 센서체계 훈련체계 구성도 .....	20
<그림 3-3> 차기호위함 훈련체계 구성도 .....	21
<그림 3-4> 수상함 전술훈련체계 신호 전달 도식화 .....	26
<그림 3-5> 잠수함 조종훈련체계 구성도 .....	29
<그림 3-6> 잠수함 전술훈련체계 구성도 .....	30
<그림 4-1> 국방 M&S 기술 구성 .....	36
<그림 4-2> 디지털잠수함의 국방 M&S 기술 적용범위 .....	36
<그림 4-3> 디지털잠수함 운용체계 및 활용 .....	37
<그림 4-4> 3D 디지털목업의 예 .....	38
<그림 4-5> 통행성/정비성 시물레이션 예 .....	39
<그림 4-6> 함운동(잠항) 시물레이션 예 .....	39
<그림 4-7> 육상시험체계(LBTS) 구성도 .....	42
<그림 4-8> 영국 전기기술실증함 육상시험시스템 구성도 .....	43
<그림 4-9> 조종체계 구성(안) .....	46
<그림 4-10> 전술훈련체계 구성(안) .....	48
<그림 4-11> 기관훈련체계 구성(안) .....	51
<그림 4-12> 훈련체계간 시물레이션 연동 구성도 .....	53
<그림 4-13> 침로/심도/속력에 대한 각 훈련체계간 연동 도식도(예) .....	54

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구배경 및 필요성

한나라의 잠수함 전력은 그 나라의 잠수함 척수나 무기체계의 성능에 의해 평가되어지는 것이 아니라 잠수함 승조원에 의해 평가된다고 한다. 동일한 성능을 가진 잠수함일지라도 승조원의 능력에 따라 승패가 갈리며, 잠수함에 있어서 승패는 곧 생사와 직결된다. 그래서 영국의 잠수함 학교 정문 위에는 “세계 최고의 승조원만이 이 문을 통과할 수 있다(Through these doors, pass the finest submariners in the world)”라고 적혀 있다.<sup>1)</sup> 이는 잠수함의 교육훈련이 얼마나 중요한지를 단적으로 보여주는 예라 할 수 있다.

잠수함은 수상함과 달리 수중상태에서 외부를 육안으로 볼 수 있는 기능이 아무것도 없고, 오로지 음향 정보만으로 작전을 수행해야 하므로 잠수함 승조원은 대잠전, 대함전, 기뢰전, 특수전지원 등의 모든 작전상황에 대비한 숙달훈련과 특히, 화재 및 침수에 대비한 소화/방수훈련, 장비 고장이나 함의 조종과 화재/침수로 인해 함을 수상으로 급부상시키는 긴급부상훈련, 함에서 탈출해야하는 비상탈출 훈련, 주요 장비의 고장에 대비한 고장처리 훈련 등 함에서 발생할 수 있는 모든 위급상황에 대처할 수 있도록 숙달훈련을 지속적으로 수행할 필요가 있다. 또한, 항공기 훈련의 경우는 2명 내외의 훈련인원으로 구성되어 단독훈련을 실시하나, 잠수함은 함 조종과 작전요원이 분리되어 조종과 전술이 어우러지는 10여명 이상의 팀웍 훈련이 실시되어야 한다.

이와 같은 잠수함의 운용특성 및 훈련특성을 고려할 때 잠수함은 승조원의 임무 및 위기상황 대처 훈련이 매우 중요하며, 팀웍 단위로 훈련이 실시되어야 한다.

그러나, 실제로 수중상태에서 운용되고 있는 실제 잠수함을 대상으로

---

1) 김혁수(1999), “수중의 비밀병기 잠수함 탐방”, 을유문화사, p. 126

위기상황 대처 훈련을 한다는 것은 매우 위험한 일이다. 잠수함의 특성상 훈련 중에 문제가 발생하여 수면위로 떠오르지 못할 경우 함은 물론이고 승조원의 생사조차도 보장하기 어렵게 되기 때문이다.

이와 같이, 팀웍 단위로 수행되어지는 잠수함 승조원의 숙달훈련은 실제 잠수함을 활용하여 훈련하기가 곤란하기 때문에 육상의 훈련시설을 활용할 수밖에 없다. 그런데, 육상의 훈련시설을 잠수함과 동일하게 구축할 경우 구축비용이 잠수함의 양산비와 맞먹게 되어 훈련체계를 구축하는 비용을 감당하기 어렵게 된다.

이와 같은 곤란한 상황을 모면할 수 있는 수단이 Modeling & Simulation(이하 M&S)을 활용한 훈련체계를 갖추는 것이다. 훈련체계를 구축하는데 드는 소요비용과 운용유지 비용을 줄이면서 잠수함 내·외부 형상과 각종 장비류를 유사하게 모형화 하고, 잠수함의 운용환경을 유사하게 묘사해 줌으로써 승조원으로 하여금 실제 잠수함에서 훈련하는 효과를 낼 수 있는 방법 중의 하나가 M&S를 활용한 훈련체계 구축인 것이다.

1980년대 이후 컴퓨터의 발달로 인하여 IT(Information Technology) 관련 기술들이 급속도로 발전함에 따라 국방 M&S 영역도 한층 더 넓어지고 있는 실정이며, 특히 구현이 어려운 분야에 대한 M&S의 활용 필요성은 더욱 증가하고 있는 실정이다.

최근 M&S 기술은 IT분야의 급속한 발전에 힘입어 상당 수준 일반화 되었고 관련된 기반기술들이 많이 성숙되어 엔지니어링 분야뿐 아니라 장비의 운용훈련 분야에서도 활발하게 적용되고 있다.

특히, 우리나라는 209급 잠수함을 확보하는 과정에서 잠수함 승조원의 숙달훈련의 중요성을 이미 알았고 그에 부응하기 위해 조종시뮬레이터, 소화·방수훈련체계, 기관훈련체계 등 각종 육상 훈련체계를 구축하여 양질의 승조원을 양성해 오고 있으며, 그 결과 현재까지 잠수함 관련 인명사고가 한건도 발생하지 않았다.

현재 건조 중에 있는 214급 잠수함에서는 214급 잠수함에 부합하는 조종훈련시뮬레이터와 전술훈련체계를 구축하고 있으며, 현재 개발이 진행 중인 3,000톤급 차기잠수함에서는 한발 더 나아가 설계·정비·훈련·운용에

활용 가능한 디지털잠수함<sup>2)</sup>을 개발하고 있고, 추진체계를 잠수함 탑재하기 전에 연동성을 확인하고 승조원의 장비숙달 훈련에 활용 가능한 추진체계용 육상시험체계(LBTS, Land Based Test System)를 구상하고 있다.

214급 잠수함은 국외 잠수함 건조 전문업체가 설계 및 개발한 잠수함으로써 설계 전반에 대한 자료를 우리나라가 확보하고 있지 않다. 그럼에도 불구하고, 214급 조종훈련 시뮬레이터는 국내의 독자적인 기술을 바탕으로 국내에서 개발하고 있다. 반면에 전술훈련체계는 국내 기술력 부족과 연동자료 부족 등으로 인하여 국외의 전문업체에서 개발하고 있는 실정이다. 이런 이유로 인하여 현재 조종훈련 시뮬레이터와 전술훈련체계는 별개로 개발되고 있고 두 훈련체계 간에 전혀 연동되지 않아 승조원들의 종합적인 팀워크 숙달 훈련이 제한되고 있는 실정이다.

또한, 전술훈련체계에 대한 개발기술이 아직 성숙되지 않은 상황에서 3,000톤급 차기잠수함에서 육상용 조종훈련체계, 전술훈련체계, 기관훈련체계를 어떤 방식으로 구축하고 연동시킬지에 대해 아직까지 방안 수립이 미진한 상태이다.

따라서, 본 논문에서는 현재 개발 중에 있는 3,000톤급용 디지털잠수함과 추진체계용 육상시험체계 등 각종 잠수함용 M&S 도구를 최대한 활용하여 잠수함의 작전운용과 위급상황에 대비하는 훈련이 가능한 종합적인 훈련체계를 구축하는 방안을 제시하고자 한다.

---

2) 3,000톤급 차기 잠수함 설계 과정에서 구축한 M&S로써, 3,000톤급 차기 잠수함의 형상 모델과 각 형상에 대한 기능모델을 구비하여 잠수함의 주요 체계에 대한 기능을 시뮬레이션 할 수 있도록 제작되었으며, 설계된 3,000톤급 차기 잠수함의 성능을 검증하는데 활용하였음

## 제 2 절 연구 범위와 방법

### 1. 연구의 범위

이 논문을 연구하는데 있어서 연구의 기반이 되는 M&S의 기본개념과 연동기술에 대해서 확인하였고, 특히, 잠수함의 훈련체계를 구축하는데 소요되는 M&S에 대해 집중적으로 연구하였다.

실제 운용 중에 있는 해군함정 중 수상함의 전술훈련체계를 분석하여 잠수함 훈련체계에 적용 가능한 부분이 있는지를 연구하였고, 또한 현재 운용 중에 있는 잠수함의 전술훈련체계와 조종훈련체계를 분석하였으며, 3,000톤급 차기잠수함의 디지털잠수함과 추진체계용 육상성능시험체계를 M&S를 활용한 훈련체계에 적용하는 방안을 연구하였다.

이와 같은 연구의 기본 틀을 가지고 아래와 같은 연구범위를 설정하였다.

첫째, M&S 기본적인 개념과 연동기술 등 M&S 개요에 대해 고찰하였고, 잠수함의 훈련체계를 구축하는데 필요한 M&S에 대해 연구하였다.

둘째, 현재 운용 중인 실제 수상함 및 잠수함용 훈련체계를 분석하여 3,000톤급 차기 잠수함용 훈련체계를 구축하는데 필요한 부분이 무엇인지를 연구하였다.

셋째, 3,000톤급 차기 잠수함의 설계를 통해 제작된 설계검증 및 설계지원용 M&S인 디지털잠수함과 함께 탑재되는 추진체계를 육상에서 성능시험 가능한 육상성능시험체계(LBTS, Land Based Test System) 등의 M&S 자원을 분석하여 향후 구축예정인 잠수함 훈련체계에 어떻게 활용할지에 대해 연구하였다.

넷째, M&S 자원을 활용한 잠수함 훈련체계 구축방안으로 조종훈련체계, 전술훈련체계, 기관훈련체계에 대해 연구하였으며, 이들 체계간의 연동방안에 대해서 제시하였다.

## 2. 연구방법

이 논문은 논제의 특성상 실험을 통하여 해결하기가 어려워 문헌조사 및 사례를 연구하는 방법을 사용하였다. 즉, M&S와 연동기술에 대한 기본이론을 바탕으로 수상함과 잠수함에 구축된 훈련체계를 분석하여 문제점 및 활용 가능한 부분을 도출하였고, 3,000톤급 차기 잠수함용 디지털 잠수함과 추진체계용 육상성능시험체계(LBTS) 등 훈련체계를 구축하는데 활용 가능한 M&S 자원을 분석하여 최대한 활용할 수 있도록 하였다.

이와 같은 연구를 위해 이 논문은 총 5개의 장으로 구성하였다.

1장에서는 연구배경 및 필요성과 연구범위 및 방법에 대해서 설명하였다. 2장에서는 M&S 기본적인 개념을 정립하기 위해 M&S 정의, 분류와 연동 기술에 대한 기본개념에 대해서 설명하였고, 3장에서는 현재 구축되어 있는 수상함 및 잠수함용 훈련체계에 대한 분석을 통해 3,000톤급 차기 잠수함용 훈련체계에 활용 가능한 부분을 도출하였으며, 4장에서는 디지털잠수함, 추진체계 육상성능시험체계(LBTS) 등 잠수함용 M&S 자원을 활용한 3,000톤급 차기 잠수함용 훈련체계 구축방안을 제시하였다. 5장에서는 연구내용의 요약과 함께 향후 연구 및 발전시켜야 할 분야에 대해 설명하고 결론을 맺었다.



## 제 2 장 잠수함 훈련체계 M&S의 이론적 고찰

### 제 1 절 현대 해전양상과 잠수함

#### 1. 현대 해전양상과 잠수함 발전 동향

##### 가. 현대 해전양상

21세기에 들어와 해전양상에 크게 영향을 미친 요인으로는 세계적인 안보환경 변화와 정보기술(IT)의 폭발적인 발전이 있다. 지난세기 말 냉전체제가 와해된 이후 국제적인 안보환경과 위협이 크게 변하게 되었다. 오늘날의 안보위협은 전통적인 군사적 위협 외에 초국가적이고 비군사적인 위협이 증대되면서 분쟁양상이 더욱 복잡해지고 다양해졌다.

이러한 안보환경 변화와 국제사회의 대응논리에 따라 해전양상도 변하고 있다. 가장 두드러진 특징은 연해해전(Littoral Warfare)이라는 것이다. 냉전시대의 “해양에서의 전투(At the Sea)”라는 대양에서의 해전은 오늘날 “해양에서(From the Sea) 지상으로 군사력을 투사하는 전투”라는 연해해전으로 바뀌고 있다.<sup>3)</sup>

이와 같은 연해해전에서는 해상에서 지상으로 군사력을 투사할 수 있는 수단이 필요한데, 여기에는 수상함 보다는 잠수함이 모든 면에서 유리하다. 수상함은 잠수함에 비해 적의 연해까지 접근하는 동안 은밀성에서 매우 취약한 반면 잠수함은 연해해역의 복잡한 수중 음향환경으로 인하여 대잠 작전을 매우 어렵게 만드므로, 은밀성과 군사력을 투사하는 측면에서 매우 유리하며, 따라서 단 한척의 재래식 잠수함이라도 매우 큰 위협이 된다.

##### 나. 잠수함 발전 동향

냉전체제 해체 이후 해전양상의 급격한 변화 속에서 잠수함의 위상과 유용성은 여러 측면에서 높아지고 있다. 때문에 선진 해군 강국들은 미래를 대비하여 대형 원자력 잠수함에서 소형 잠수함에 이르기까지 잠수함에 관한

3) 대한조선학회(2012), “함정”, 텍스트 북스, pp. 38~40

연구개발을 활발히 추진하고 있다.

미국은 세계에서 가장 강력하고 첨단화된 성능을 가진 잠수함 세력을 유지하고 있다. 그러나 원자력 잠수함은 획득비용과 운용·유지비용이 가장 많이 소요되는 대표적인 무기체계이다. 따라서 미국은 획득 비용과 운용·유지비용을 절감하며 연해작전 능력의 강화를 위해 무인잠수정 개발을 추진하고 있다. 무인 잠수정은 모함인 잠수함으로부터 분리되어 원격조종 혹은 자율적으로 작전을 수행한다. 무인잠수정은 연안에서 정찰·감시작전 및 기뢰탐색/제거 작전 등을 수행한다.

유럽에서는 연해해역의 복잡한 해저지형 및 낮은 수심에 적합한 소형잠수정을 개발하고 있으며, 이는 기뢰부설 작전, 특수전 지원작전, 감시·정찰 및 정보수집 작전 등에 효과적으로 운용될 수 있다.

## 2. 잠수함의 특징과 훈련체계 구축 필요성

이와 같은 잠수함은 수상전투함과 다르게 주로 수중에서 작전을 수행하는 전투함이다. 특히 수상함과 다른 점은 수중으로 잠수하거나 수상으로 부상하여 수상 및 수중 항해를 모두 한다는 것이다. 수상항해를 할 때에는 수상전투함과 운용방법이 유사하지만 잠항시의 운용은 수상함과는 다르게 시각으로 볼 수 있는 것은 아무것도 없고 오로지 수중음향을 들을 수 있는 소나만으로 함을 운용하고 전투를 해야 하는 것이다.

이와 같은 특징으로 인해 잠수함은 아무리 좋은 최첨단 무기체계의 전투 능력을 갖추었다고 하더라도 잠수함을 운용하는 운용자(승조원)가 최첨단 무기체계를 운용할 수 있는 능력이 없거나 적에 비해 떨어지면 전투에서 이기기 어렵다. 잠수함은 잠수함의 척수나 무기체계의 성능에 의해 군사력이 평가되어지기 보다는 잠수함의 승조원 운용능력에 의해 평가되어진다. 동일한 성능을 가진 잠수함일지라도 승조원의 능력에 따라 승패가 갈리며, 잠수함에 있어서 승패는 곧 생사와 직결된다고 할 수 있다.

따라서, 잠수함에 있어 승조원의 운용을 위한 교육과 숙달훈련은 중요한 과정중의 하나이다. 이는 수상함과는 달리 잠수함에서는 숙달훈련이 곧 실전과 같다고 볼 수 있으며, 많은 훈련과 교육을 거쳐야만 1인의 승조원을

양성할 수 있다.

수상함에서는 운용을 위한 대부분의 교육과 숙달훈련이 실제 함정에서 수행되어지고 있는 반면, 잠수함은 잠수함의 특성상 실제 잠수함에서 운용을 위한 교육과 숙달훈련을 하는 것이 제한된다. 수상함은 교육이나 또는 숙달훈련 중에 훈련요원의 작동실수나 기계의 고장 등으로 인해 사고가 발생하면 사고에 대처할 충분한 시간이 있을 뿐만 아니라 운용요원의 탈출이 가능한 반면, 수중에서 운용되고 있는 잠수함에서는 교육이나 또는 숙달훈련 중에 사고가 발생하게 되면 사고에 대처할 시간적 여유가 없고 탈출이 어려워 대부분의 운용요원을 잃게 된다.

이러한 위험성을 방지하기 위해 잠수함의 모든 교육과 숙달훈련은 대부분 육상의 훈련장에서 이루어지게 된다.

잠수함 훈련체계를 육상에 구축할 때, 육상에 실제 잠수함과 동일하게 구축하는 데에는 많은 비용이 소요되고 특히, 운용·유지비용이 엄청나다. 따라서 구축·운용·유지비용을 감소시키면서 운용요원이 실제 잠수함과 동일한 환경에서 교육과 숙달훈련이 가능한 체계구축이 필수이며, M&S를 활용해야 하는 이유가 여기에 있다.

## 제 2 절 M&S 개요 및 잠수함 훈련체계 M&S

본 장에서는 M&S를 활용한 잠수함 훈련체계를 구축함에 있어 소요되는 M&S가 어떤 것들이 있는지 살펴보았다.

먼저, M&S의 기본적인 정의, 개념과 통상적인 분류 등 M&S 개요에 대해 간략히 알아보았고, 잠수함의 훈련체계를 구축하는 데 필요한 M&S와의 활용분야에 대해 분석하였다.

### 1. M&S 정의<sup>4)</sup>

M&S라 함은 모델링(Modeling)과 시뮬레이션(Simulation)의 합성어로서 먼저 모델링이란 현실세계의 상황을 명료하게 개념적으로 표현하기 위하여 의도된 목적에 따라 단순화, 이상화, 추상화하여 표현하는 과정으로 모델은

4) 김형현 編(2009), 『국방 M&S 개론(DM&S)』, 서울 : 경성문화사, pp. 10~17.

시뮬레이션 대상체계의 성질 또는 특성을 표현하는 방법에 따라서 구분한다. 모델의 성질을 수학적 기호와 관계성으로 표현하는 기호모델(Symbolic Model)로서 절차와 수학 방정식을 포함하는 수학적모델(Mathematical Model)과 모델의 물리적인 특성이 모델화 하려는 시스템의 물리적인 특성과 닮은 모델로 시뮬레이터에 사용되는 기호적인 표현형식인 물리모델(Physical Model), 그리고 시스템에 의해 수행되는 과정을 모델화한 것으로 수학적, 논리적 프로세스에 의해 표현된 동적인 관계성을 표현하는 과정 모델(Process Model)이 있다.

시뮬레이션이란 모델링의 산출물인 모델을 활용하여 연속적인 시간의 흐름 속에서 군사작전(전투)을 실제와 유사하게 실행하는 것으로 복잡한 군사작전 과정을 간단한 수치적·물리적 모델로 표현하고 그 결과를 계산적으로 처리하는 기법이다.

## 2. M&S 분류

미 국방부 M&S 비전에 포함되어 있는 M&S 범위를 살펴보면 기능상 훈련, 분석, 획득으로 나눌 수 있고, 계층에 대해서는 전역/전쟁, 임무/전투, 교전, 그리고 공학 수준으로 나눌 수 있다.

여기서, 계층에 대한 분류를 모델의 정밀도와 무기체계 개발 지원 기능, 그리고 적용 체계의 구성 수준을 종합하여 표현하면 다음의 <그림 2-1>과 같이 정리할 수 있다. <그림 2-1>에서 보는바와 같이 시뮬레이션의 관심 영역이 넓어질수록 모델의 정밀도가 감소하고 집합도가 증가하는 반면, 관심 영역이 좁아질수록 모델의 정밀도가 증가하게 된다.

각 수준별 분류를 보면 공학(Engineering) 수준의 M&S는 공기역학, 유체 유동, 유체 동역학, 열전달, 음향학, 피로 파괴와 같은 기본 현상학과 설계, 성능, 비용, 제작 및 군수지원을 위한 부품, 부체계 및 체계의 모델에 의한 물리학을 포함하며 획득과정에서 부품, 부체계 및 체계의 설계 절충을 제공하고 기술적 설계 사양의 개발과 시험평가를 지원한다. 훈련체계에서는 조종훈련체계와 기관훈련체계 공학급 모델이 많이 사용되게 된다. 조종훈련 체계는 시뮬레이터에서 함의 거동을 시뮬레이션하게 되는데 추진기(스큐류)

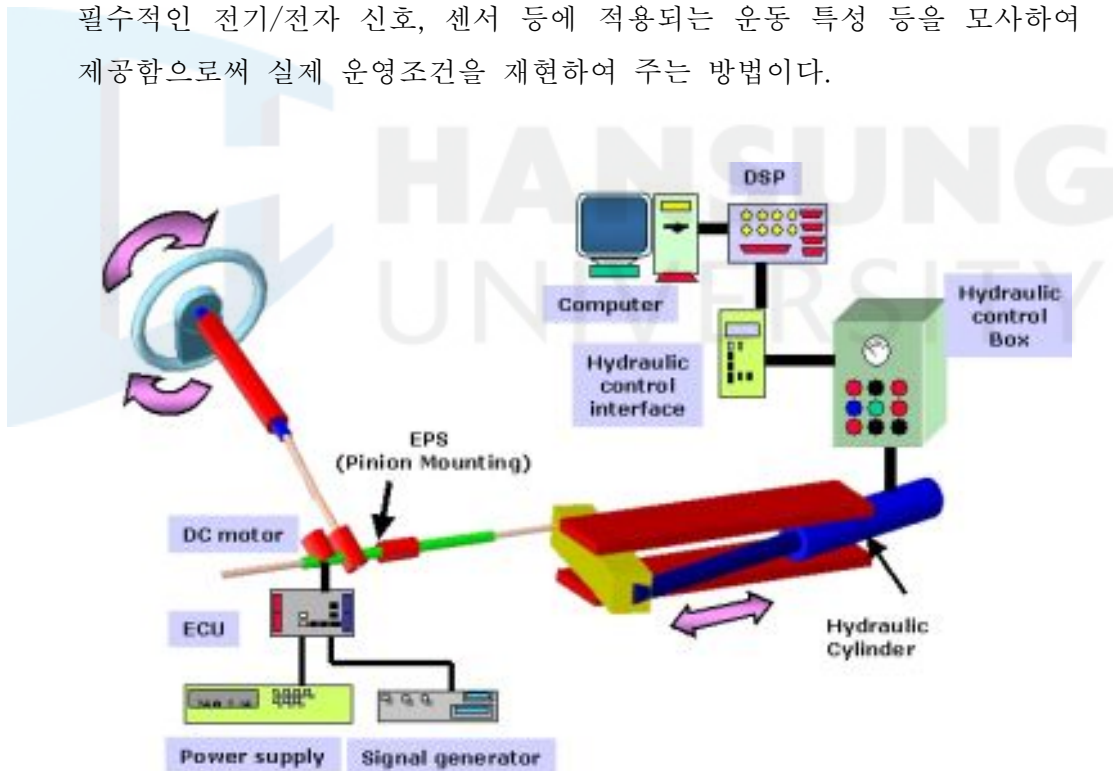


전역/전쟁(Campaign/Theater) 모델은 연합 세력 전투 운용을 나타내고 주요 전역이나 전쟁 수준 충돌의 장기 결과를 결정하는 데 사용된다. 세력 들은 종종 보다 낮은 수준의 체계와 세력의 집합으로 표현된다. 이 M&S로 세력 구조 능력과 배치 대안의 주요 약점을 판별할 수 있다. 이 시뮬레이션은 항상 장기간의 전투를 포함하기 때문에 모델 내에 지속성 표현을 포함하는 것이 좋다. 잠수함 자체의 훈련체계 내에서는 구현이 곤란하다.

### 3. M&S의 기본유형

#### 가. HILS(Hardware In the Loop Simulation)

새로이 개발될 장비나 구성 요소 부품을 대상으로 성능 검증을 위한 동작 및 기능시험 등에 적용되는 M&S기술로써 개발 대상체계의 운영에 필수적인 전기/전자 신호, 센서 등에 적용되는 운동 특성 등을 모사하여 제공함으로써 실제 운영조건을 재현하여 주는 방법이다.



<그림 2-2> HILS의 예(함정 타기체계)

위의 <그림 2-2>는 HILS의 예로써 함정의 타기체계를 보여주고 있다.

타기를 구동시키는 유압실린더는 실장비로 배치하고 유압실린더를 구동시키는 유압시스템은 컴퓨터 시뮬레이션으로 구현된다.

주로 새로운 무기체계 요소 부품 개발 및 최종통합 기능 시험 등에 많이 적용된다. 국내에서는 국방과학연구소가 개발한 백상어 어뢰체계 개발 등에 적용된 사례가 있으며, 잠수함 훈련체계에서는 기관훈련체계에 적용가능하다.

#### 나. MILS(Man In the Loop Simulation)

대상이 사람인 시뮬레이션으로 훈련(기능, 전술 등)을 목적으로 개발된 M&S 개념이다. 아래 <그림 2-3>에서와 같이 묘사환경 내에서 사람에 의해 시뮬레이션이 이루어지고 있다. 초기에는 훈련을 주목적으로 개발된 기술이었으나, 현재에는 새로운 장비의 설계나 개발 시에 운영자 관점의 설계 최적화 및 검증 등에도 관련 기술이 적용된다. 인간의 감성적인 부분(영상, 음향, 운동)에 대한 기술개발이 중요하다. 잠수함 훈련체계에서는 조종훈련체계가 MILS에 해당된다.



<그림 2-3> MILS의 예

#### 4. M&S 연동기술

컴퓨터 프로그램이나 데이터가 네트워크상에 연결된 두 대 이상의 컴퓨터에 걸쳐 있을 때 이를 분산시스템이라 한다. 이러한 분산시스템의 일반적인 형태는 단순히 사용자를 위해 필요한 기능위주로 제공하는 클라이언트와 공통적으로 요구되는 서비스를 제공하는 서버로 구성된 클라이언트/서버 시스템이라고 한다.

국방 시뮬레이션 분야에서 단일 시뮬레이션 시스템으로 원하는 훈련

효과를 얻기 어렵다. 특히, 잠수함 훈련과 같이 모든 승조원이 동시에 팀워크 훈련을 실시해야 하는 상황 하에서 더욱 더 단일 시뮬레이션에 의한 훈련은 한계가 있다. 이를 극복하기 위하여 다수의 분리된 시뮬레이션을 연결하여 팀 훈련을 가능하게 해 주는 것이 시뮬레이션 연동기술이다.

이와 같은 연동기술은 아래 [표 2-1]에 간략히 정리하였다.

[표 2-1] 시뮬레이션 연동기술 종류와 활용

구분 <sup>5)</sup>	활 용
SIMNET	• 팀 전술훈련을 위한 LAN을 통해 다수의 시뮬레이터들을 연결
DIS	• SIMNET 제한사항(지형기반, 전차지향) 극복, 다수의 시뮬레이션 모델과 시뮬레이션 체계를 통합하기 위해 사용되는 통신 프로토콜
ALSP	• 전구급 수준의 합동 시뮬레이션을 위한 분산 시뮬레이션 하부구조 및 통신규약
HLA/RTI	• M&S 체계, 무기체계, C4I체계간 상호운용성을 촉진하고, 모델의 재사용성 향상을 위해 개발한 분산 시뮬레이션 표준기술구조 및 연동 체계
CTIA	• 미군의 훈련장 체계들 간의 통합 및 상호운용성 제고를 위한 공통기술구조
TENA	• 차세대 미군의 다 세대 통합, 합동 훈련 및 임무 리허설을 위한 통합 아키텍처

이 연동기술 중에서 현재 많이 사용하는 기술은 HLA/RTI(High Level Architecture / Run Time Infrastructure)이다.

5) 약어의 원어 정리

SIMNET(SIMulator NETworking), DIS(Distributed Interactive Simulation), HLA/RTI(High Level Architecture / Run Time Infrastructure), CTIA(Common Training Instrumentation Architecture), TENA(Test and Training Enabling Architecture)



HLA(High Level Architecture)는 미 국방성의 M&S 체계 간 또는 M&S 체계와 전투/C4I체계 간에 상호운용성(interoperability)을 촉진하고, 기관 간 모형의 재사용성(reusability)을 높이기 위하여 M&S 체계가 준수해야 할 분산 시물레이션의 표준 기술구조이다.

HLA는 모델간의 상호운용성 및 컴포넌트들의 재사용성을 보장하고 개별 시물레이션들의 확장성 및 이식성을 확보하도록 설계되었다.

따라서 HLA는 기능과 인터페이스의 정의가 잘 구분된 모듈식의 구성 요소로부터 구축된 시물레이션 페더레이션<sup>6)</sup>을 추구하고, 일반적인 시물레이션 목적으로부터 분리된 특정 시물레이션 기능들을 지원하는 실행시간(Runtime)기반구조로 이루어져 있다.

HLA에서는 기본적으로 페더레이트<sup>7)</sup> 사이의 상호작용<sup>8)</sup>을 기존의 통신 API를 사용하여 직접통신을 통해서 이루어지는 것이 아니라, RTI(Run Time Infrastructure) 미들웨어를 통해서 이루어지도록 하고 있다. 예를 들어 임의 페더레이트에서 다른 페더레이트로 객체를 보낸다면, 직접 보내지 않고 RTI에 보낸다. 그러면 RTI는 해당 객체를 다른 페더레이트에 재전송한다. 이러한 의미에서 HLA에서 페더레이트 사이의 상호작용은 RTI를 통한 간접적인 상호작용이 되는 형태이다.

RTI 측면에서 보면, 페더레이트는 RTI에 부착되는 한 지점이 된다. 그리고 페더레이트는 네트워크상의 여러 컴퓨터에서 실행되는 여러 개의 프로세스가 될 수 있다. 이들 페더레이트들은 RTI에 Plug-in 하여 상호연동을 이루게 된다.

잠수함은 기본적으로 팀웍 단위의 훈련이 필수이며, 모든 승조원이 훈련에 참여하기 위해서는 단일의 훈련체계 만으로는 부족하다. 즉, 전술훈련체계, 조종훈련체계, 기관훈련체계를 동시에 연동시켜서 훈련을 실시할 때 효과를 극대화 할 수 있다. 이를 위한 연동기술로 활용 가능하다.

---

6) 여러 가지 구성 시물레이션으로부터 생성된 통합 시물레이션을 페더레이션이라 한다.

7) 페더레이션 멤버로서 각 시물레이션이 페더레이트가 된다.

8) 상호작용은 페더레이트 간에 상호 교환되는 사건 혹은 메시지를 나타낸다. 객체가 시물레이션 진행 간에 연속성이 있는 반면에 상호작용은 연속성이 없다. 예를 들어서 페더레이트간에 항공기 정보에 대하여 서로 교환될 때 항공기라는 개체는 객체라고 할 수 있다. 그런데 항공기에서 사격이 이루어져서 사격이라는 사건을 교환하고자 한다면 이는 상호작용이 된다.

## 5. 잠수함 훈련체계 M&S

잠수함 훈련체계는 잠수함 승조원의 잠수함 운용에 대한 교육과 숙달훈련, 각종 작전에 대비한 전술운용 훈련이 주목적이다. 이와 같은 훈련체계는 반드시 실제 잠수함과 동일한 구조를 갖추어야 훈련의 효과가 커진다. 왜냐하면, 보이지 않는 캄캄한 어둠 속에서도 장비나 설비품의 위치를 알 수 있는 수준의 숙달훈련을 받고 잠수함을 운용하여야 위급상황에 대한 대처가 가능하기 때문이다. 훈련체계가 실제 잠수함과 다르면(예를 들어 선체밸브가 실제 잠수함에는 있는데 없다든지, 장비의 위치가 실제 잠수함과 다르다든지 하는 것 등) 훈련과 실제 운용이 별개가 되어 운용자의 운용 기술을 극대화하기 힘들어 훈련 대비 효과를 기대하기 어렵다.

따라서, 잠수함의 훈련체계는 실제 잠수함과 동일하면서도 M&S 자원을 최대한 활용한 저비용으로 구축하는 것이 관건이다. 이런 관점에서 본다면, 훈련체계에 소요되는 M&S들은 잠수함을 동일하게 모사할 수 있어야 하므로 잠수함을 설계할 때 적용했던 M&S를 사용하는 것이 가장 바람직하다.

### 가. 잠수함 설계 M&S

잠수함의 수명주기는 크게 설계단계, 건조단계, 그리고 시험 및 운용단계로 구분한다. 설계단계에서는 운용자의 요구사항들을 구체적으로 정의하고 건조단계를 거쳐 제품이 완성되면 실제 운용환경에서 시험평가가 이루어지고 운용자에게 인도되어 운용에 들어간다.

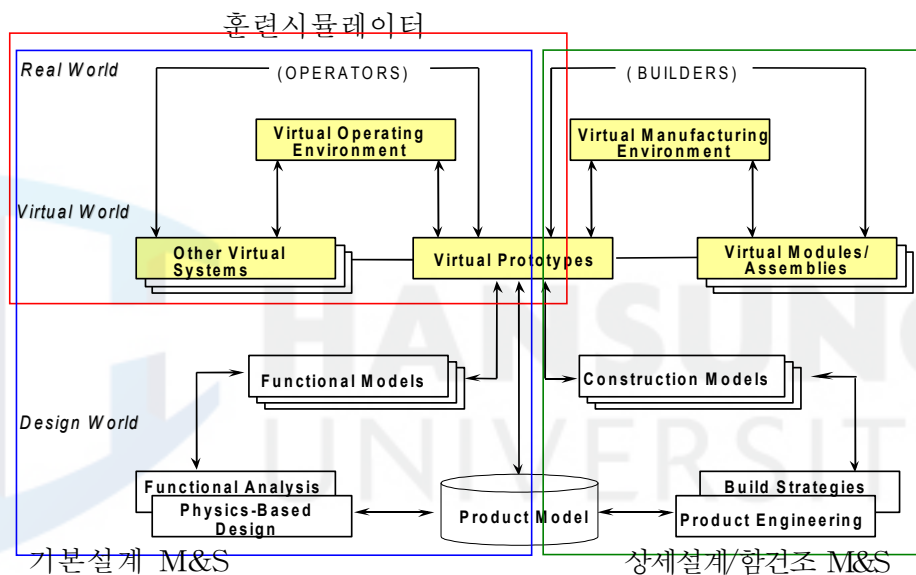
일반적인 함정이나 해양구조물의 개발기간은 7~10년이 소요되고, 이 기간 동안 개념적인 요구사항이 제품정보로 구체화되고 제품화되면서 요구사항의 변경과 함께 많은 문제점들이 노출된다. 그러나 시간이 경과할수록 새로운 요구를 수용하거나 문제점들을 수정하는 것이 어렵게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 일반적으로 사용하는 방법이 prototype(시제품)의 개발이다.

그러나 잠수함과 같은 복합 대형제품의 경우는 시제품의 개발이 불가능하다. 설령 가능하다고 하더라도 고려할 수 있는 여러 가지 대안 중 오직

한가지만이 실제 건조되고 시험되기 때문에 부분적인 오류들은 수정할 수 있으나 최적의 설계는 보장할 수 없다.

따라서, 설계에서 사용하는 M&S는 이와 같은 여러 대안을 저비용으로 빠르고 쉽고 간단하게 만들 수 있도록 도와줌으로써 보다 효율적인 설계가 될 수 있게 한다.

아래 <그림 2-4>는 잠수함 설계에 있어서 M&S에 기반한 설계시스템을 보여주고 있다.



<그림 2-4> 시뮬레이션 기반 설계시스템 Framework

위의 <그림 2-4>에서 보는바와 같이 잠수함 설계에서는 디지털 형식의 컴퓨터기반 설계를 통하여 대상 시스템의 3차원 형상뿐만 아니라 대상 객체의 특성과 같은 비형상 정보도 함께 제작되는데 이와 같이 시스템의 완전한 정의를 포함하는 중심 데이터베이스를 Product Model이라 부르며 일반적으로 3차원 형상을 정의하는 Geometry Database와 각 요소의 물리적인 특성, 성능정보 등과 같은 비형상 정보를 정의하는 Characteristics Database라는 두 개의 하위 데이터베이스로 구성된다.

Product Model은 시스템의 가시화뿐만 아니라 구조 해석, 열전도 해석

과 같은 공학적인 분석을 위해서도 사용할 수 있다. Product Model의 Geometry Database와 Characteristics Database를 토대로 물리적 기반의 설계와 기능분석을 통하여 Functional Model을 만들 수 있다. Functional Model은 실제 세계의 물리적인 현상이나 시스템의 작동 방식을 묘사한 모델이 된다.

Functional Model이 시스템의 작동 관점에서 바라본 것이라면 시스템을 제작하는 관점에서 바라본 것을 Construction Model이라고 한다. 이것은 시스템의 제작 과정을 모델링 하는 것이므로 주로 제작 공정과 관계가 있다. 이 모델들은 조립과 같은 제작 과정뿐만 아니라 시스템 제작 중에 일어나는 변형과 같은 여러 현상들에 대한 정의도 포함한다.

Product Model, Functional Model과 Construction Model을 이용하여 가상 환경 상에서 제작한 시스템을 Virtual Prototype이라고 한다. Virtual Prototype은 목표로 하는 시스템의 전체 또는 부분을 묘사하는 모형으로 실시간으로 재현되는 가상 환경에서 실제와 유사하게 그리고 적절히 기능할 수 있는 소프트웨어로 정의할 수 있다.

잠수함의 많은 복잡한 설계결과와 건조절차를 검토하고 검증하는 과정에 Virtual Prototype를 활용하게 된다.

또한, Virtual Prototype에 들어있는 형상정보와 성능특성 정보는 잠수함의 조종훈련체계와 전술훈련체계에서 형상을 모사하고 함의 거동 특성을 시뮬레이션 하는데 활용되게 된다.

#### 나. 잠수함 훈련시뮬레이터 M&S

Virtual Prototype은 잠수함의 설계결과와 건조절차뿐만 아니라 잠수함 승조원의 훈련에 필요한 훈련시뮬레이터에도 활용 가능하다.

앞의 <그림 2-4>에서 보는 바와 같이 Virtual Prototype에 또 다른 Virtual System과 Virtual Operating Environment이 더하여지면 실제 세계의 Operators(운용자/승조원)는 실제상황과 유사하게 묘사된 가상환경 상에서 숙달훈련을 실시할 수 있다.

이와 같이 가상 환경 하에서 Virtual Prototype을 잠수함 승조원이 조종

하는 것을 조종시뮬레이터라 할 수 있다. 조종시뮬레이터는 잠수함뿐 만 아니라 일반 선박분야에서도 이미 개발되어 활용 중에 있다. 실제로, 한국해양연구원 해양시스템 안전연구소는 지난 1985년도부터 선박 조종운동 분야에서 시작된 시뮬레이션 관련 기술을 기반으로 하여 1990년부터 본격적인 M&S기반 기술을 개발해오고 있으며, 관련 선진기술의 국산화 및 관련 기반 기술의 IT분야 기술과의 접목을 통하여 1997년 Full Mission 선박조종훈련 시뮬레이터를 국내최초로 국산화된 기술로 개발하였고 이를 기반으로 해군교육사령부가 대형함정 훈련 시뮬레이터인 육상 조종훈련 장비를 2003년 12월 성공적으로 개발 완료 후, 해군에 인도하여 현재 교육에 활용 중이다.

실제로 3,000톤급 차기잠수함에서도 기본설계를 통해 3차원 형상을 가진 가상시제(Virtual Prototype)를 이미 제작하여 기본설계의 설계결과에 대한 검증 도구로 사용한 바 있다.<sup>9)</sup> 이 가상시제는 3,000톤급 잠수함의 선체 형상과 탑재되는 장비에 대한 3D 형상정보가 들어있으며, 각 객체에 대한 중량, 부피, 위치정보 등 비 형상적인 모든 정보도 담고 있다. 따라서, 앞의 <그림 2-4>에서 보는 바와 같이 이미 제작된 3,000톤급 차기잠수함의 가상시제에 운용환경 요소를 더하기만 한다면 3,000톤급 차기잠수함용 훈련 시뮬레이터를 만들 수 있다.

---

9) 왕섭테크놀로지(2012), “장보고-III Digital Submarine 기술용역 보고서”, 방위사업청

# 제 3 장 합정의 M&S 훈련체계 분석

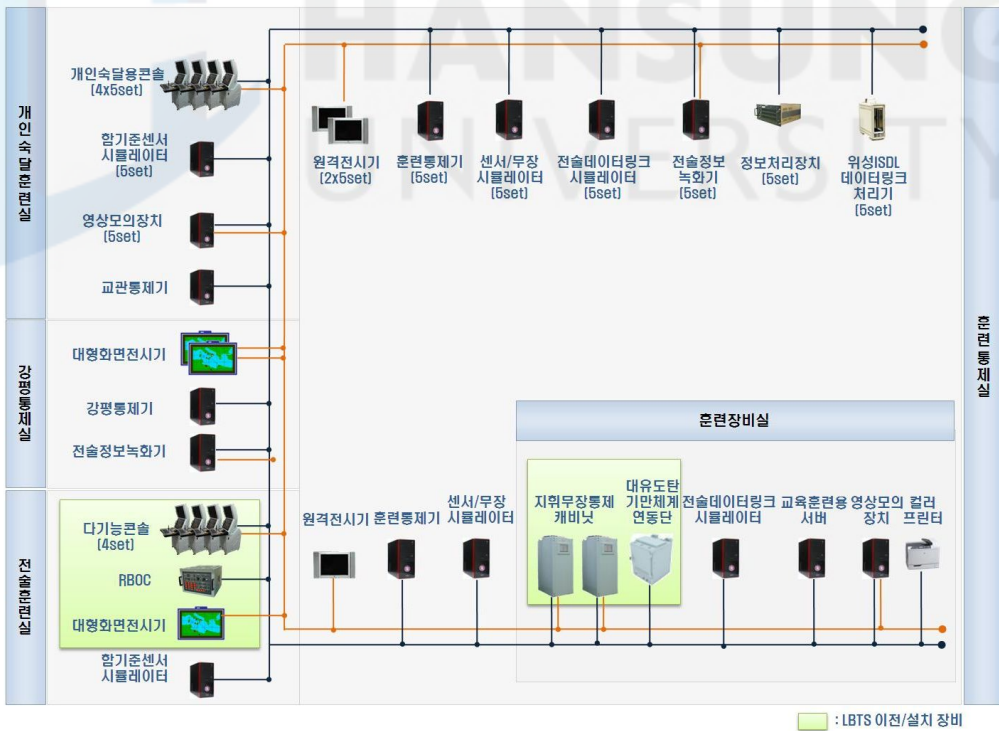
## 제 1 절 수상합정 훈련체계

### 1. 수상합 훈련체계 구성

#### 가. 차기고속정 훈련체계

차기고속정 훈련체계는 차기고속정용의 전투체계 시험장비(LBTS, Land Based Test System)를 활용하여 차기고속정의 전투체계 운용요원들에 대한 전투체계 운용교육과 정비교육을 지원할 목적으로 구축되었다. 훈련체계는 크게 전투체계 훈련체계와 센서체계 훈련체계로 구분하여 구성되어 있다.

전투체계 훈련체계의 구성도는 아래 <그림 3-1>과 같다.



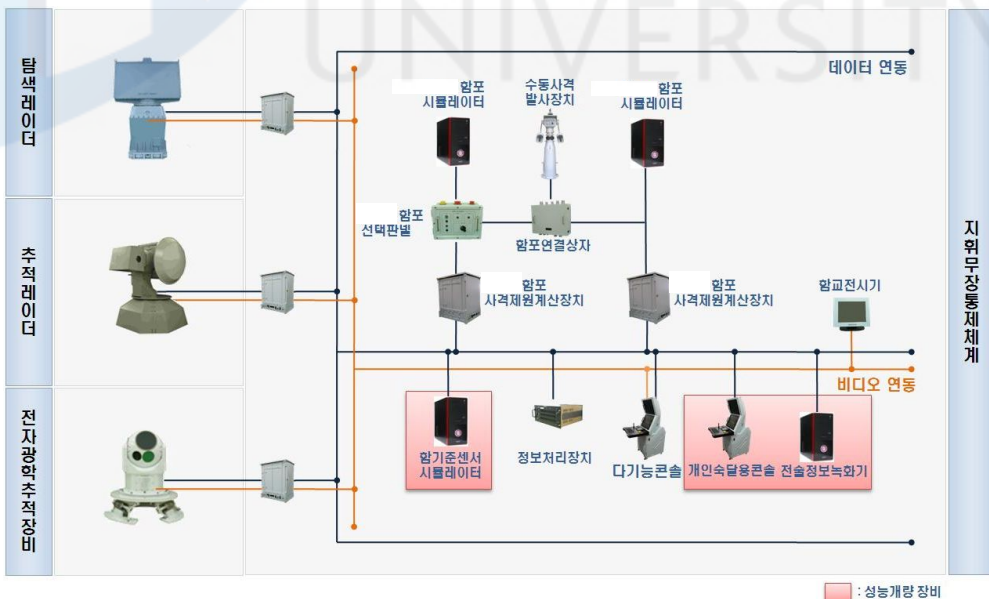
<그림 3-1> 차기고속정 전투체계 훈련체계 구성도

앞의 <그림 3-1>에서 볼 수 있듯이 전투체계 훈련체계는 크게 개인 숙달훈련을 위한 장비, 강평통제 장비, 전술훈련 장비, 훈련통제 장비로 구성되어 있다. 개인숙달 훈련장비는 개인숙달 훈련용 콘솔, 함 기준센서 시뮬레이터, 영상모의장치, 교관통제기 등으로 구성되고, 강평통제 장비는 대형 화면 전시기와 강평 통제기를 구비하여 강평이 가능토록 구성하였으며, 전술정보 녹화도 가능하도록 구성되어 있다. 전술훈련 장비에는 다기능 콘솔과 대형화면전시기, 함 기준센서 시뮬레이터로 구성되어 있다.

이와 같은 모든 장비는 훈련통제 장비들과 연동되도록 구성되어 있다. 훈련통제 장비는 적에 대한 정보와 무장정보를 주고받을 수 있는 센서/무장 시뮬레이터, 전술데이터링크 시뮬레이터 등으로 구성되어 있다.

또한, 전투체계 훈련체계는 센서체계 훈련체계와 연동되도록 구성되어 있어 탐색레이더, 추적레이더, 전자광학 추적장비 등으로부터 각종 자료를 받아 함 기준센서 시뮬레이터 및 개인숙달 훈련용 콘솔 등과 연동토록 되어 있다.

아래 <그림 3-2>는 센서체계 훈련체계 구성도를 보여주고 있다.



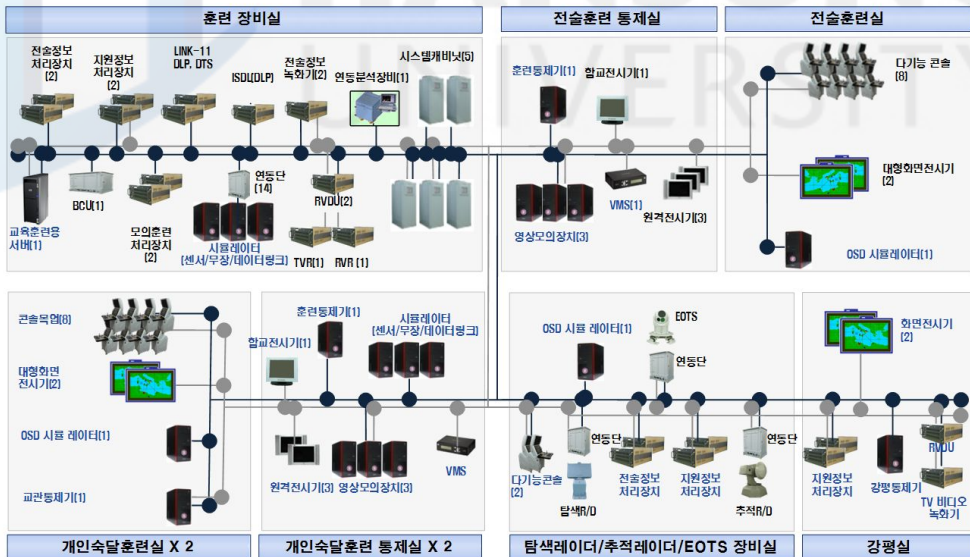
<그림 3-2> 차기고속정 센서체계 훈련체계 구성도

앞의 <그림 3-2>에서 보는바와 같이 센서체계 훈련체계는 탐색레이더, 추적레이더, 전자광학체계 추적장비 등 센서류 장비로 구성되며, 이와 같은 센서류로부터 들어오는 정보는 전술훈련체계에서 정보를 처리하고 무장을 운용할 수 있게 구성된다.

전투체계 훈련체계를 구성하고 있는 개인 숙달용 다기능콘솔과 전술훈련용 다기능 콘솔, 지휘무장통제 캐비닛, 대유도탄 기만체계 연동장비 등과 센서체계의 각종 센서류는 차기고속정에 탑재된 실제장비와 동일한 장비이다. 즉, 차기고속정 훈련체계는 센서류와 전투체계 장비 중 일부를 실장비로 사용하였고, 실장비가 아닌 장비들은 M&S를 활용하여 모사하였다.

#### 나. 차기호위함 훈련체계

차기호위함의 훈련체계는 차기호위함용 전투체계 시험장비(LBTS, Land Based Test System)를 활용하여 차기 호위함의 전투체계 운용요원들의 전투체계 운용교육과 정비교육을 지원하기 위해 구축되었다.



<그림 3-3> 차기호위함 훈련체계 구성도

훈련체계의 H/W는 기존의 LBTS 장비에 교육훈련 목적으로 추가 소요



장비를 설치하여 구성하였고, S/W는 기존 전투체계 운용 S/W를 훈련목적과 기능에 부합하도록 일부 수정하였다.

훈련체계의 구성도는 앞의 <그림 3-3>과 같다. 앞의 <그림 3-3>에서와 같이 개인 숙달훈련을 할 수 있는 개인 숙달훈련 장비, 전술훈련을 할 수 있는 전술훈련장비, 전술훈련을 통제하는 통제장비, 훈련에 사용되는 각종 훈련장비, 탐색레이더 등 센서류 장비 및 강평을 위한 강평장비로 구성된다.

이와 같은 훈련체계의 구성은 앞서 설명한 차기고속정용의 훈련체계와 유사한 것으로 센서류 장비 및 다기능 콘솔 등은 함정에 탑재되는 실제장비이며, 훈련 목적을 위해 교육훈련용 서버, 센서/무장/데이터링크 시뮬레이터, 함기준센서 시뮬레이터, 훈련통제기, 영상모의장치, 강평통제기, 대형 화면전시기 등이 설치되어 있다.

## 2. 수상함 훈련체계 기능

수상함용 훈련체계의 기능은 전투체계 운용요원의 운용교육 및 정비교육 지원과 전술훈련에 대한 팀웍 훈련을 지원한다.

전투체계 운용요원에 대한 개인숙달훈련 기능으로는 개인숙달용 콘솔에서 전자식 운용교범을 통해 콘솔과 장비들의 운용에 대한 교육이 가능하고, 전자식 기술교범을 활용하여 전투체계 장비들의 정비절차를 숙달할 수 있도록 구성되어 있다. 또한, 컴퓨터 기반 훈련 기능을 활용하여 개인별 콘솔운용 숙달훈련이 가능하도록 구성되어 있다.

팀웍 훈련 지원 기능으로는 훈련 시나리오를 자체제작, 수정, 편집, 저장, 실행할 수 있는 기능을 제공하고 개인숙달용 다기능 콘솔을 그룹화하여 한 그룹당 함정 1척을 배정하여 함정별 시나리오에 의거 팀웍 훈련을 수행할 수 있도록 구성되어 있다.

훈련통제 및 강평 지원 기능은 표적을 생성하고 수정하며 삭제하는 등의 표적관리 기능, 표적정보와 환경정보 설정을 통해 시나리오 제작, 수정, 편집, 저장 및 실행하는 기능, 시나리오 재생 및 중지, 녹화된 전술정보 재생을 통한 시간별/상황별 분석 기능 등이 있다.

주요 장비별 기능으로 구분하면 다음의 <표 3-1>과 같다.

[표 3-1] 수상함 훈련체계 장비별 주요 기능

장비명	주요기능
훈련 통제기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 훈련 개체 및 시나리오 정보, 시뮬레이터 통제 정보를 통제 및 운용자 인터페이스 기능 제공</li> </ul>
합기준 센서 시뮬레이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자이로, 위성항법장비, 함속계, 풍향풍속계 및 기온기압계를 모의 및 자함의 침로/속력, 물/피치 정보 입력을 위한 인터페이스 기능을 제공</li> </ul>
센서/무장 시뮬레이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탐색레이더, 추적레이더, 전자광학추적장비, 적아식별기, 전자전장비, 항해레이더와 함포, 유도무기체계, 대유도탄기만 체계를 모의</li> <li>• 함대함유도무기체계의 교전계획 입력을 위한 운용자 인터페이스 기능 제공</li> </ul>
전술데이터 링크 시뮬레이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전술데이터링크 시뮬레이터는 데이터링크(위성 ISDL, Link-11)를 모의</li> </ul>
영상모의장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추적레이더의 TV 영상, 전자광학추적장비의 주간카메라 및 열영상센서 영상을 모의</li> </ul>
교관통제기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교육훈련 일정관리 기능 및 콘솔화면 원격전시 기능을 제공</li> </ul>
강평통제기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 녹화된 훈련정보(전술정보, 추적레이더/전자광학추적장비의 TV 영상)를 강평 시 재생하는 장비</li> </ul>
전술정보 녹화기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전술정보 및 TV 비디오 녹화/재생하는 장비이며, 전술정보 녹화파일 관리 기능 제공</li> </ul>
개인숙달용 콘솔	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전투체계의 전자식 운용교범과 전자식 기술교범이 탑재되어 전투체계 운용 및 정비교육을 지원</li> <li>• 정보처리장치에서 실시간 처리된 전술정보를 전시하고 운용자 입력정보를 처리</li> </ul>
교육훈련용 서버	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교육훈련용 서버는 영상정보, 전술정보, 훈련 개체/시나리오 정보를 저장</li> </ul>
정보처리장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입력된 전술자료 처리하여 교육훈련체계에 연동된 장비로 분배하는 전술자료 처리 서버의 기능</li> </ul>

### 3. 수상함 훈련체계 분석 및 시사점

수상함의 훈련체계를 논하기 전에 먼저 함정의 훈련체계와 항공기의 훈련체계(시뮬레이터)를 비교하면 아래의 [표 3-2]와 같다.

[표 3-2] 항공기 훈련체계와 함정의 훈련체계 비교

구 분	항공기	함 정
운영개념	운용자의 단독훈련	팀워크훈련
훈련인원	2명 내외	10명 이상
체계구성	조종장치+영상장치	신호체계+전투체계+영상체계

위의 [표 3-2]에서 보는 바와 같이 함정은 항공기와 달리 개인보다는 팀워크 훈련을 목적으로 훈련체계가 구성되고 훈련인원도 팀 단위인 10명 이상이 1회 훈련에 참여하게 된다. 또한, 체계 구성도 신호(센서체계), 전투체계, 영상체계로 구성되어 실제 구동되는 장비 및 모의되는 시뮬레이터로 구성되게 된다.

수상함은 수상상태 2차원운동<sup>10)</sup>과 여러 신호정보(레이더, ESM, 적외선 영상신호, 시각 등)를 통해 운용되기 때문에 잠수함과는 달리 작전이나 항해 중인 실제 함정에서 훈련이 가능하다. 따라서, 수상함에서는 많은 훈련들을 실제 함정에서 수행할 수 있으므로 잠수함과 같이 육상에 조종훈련을 위한 조종시뮬레이터는 별도로 구축하지 않고 전술훈련체계만 구축되어 있는 실정이다.

이와 같은 전술훈련은 위의 [표 3-2]에서 보는 바와 같이 팀워크 단위로 훈련이 이루어지고 있으며, 개인이 담당하고 있는 장비에 대한 숙달훈련을 위해 개인 숙달훈련이 가능하도록 구성되어 있다. 즉, 수상함용 훈련체계의 특징은 개인의 장비에 대한 숙달훈련도 가능하고, 개인의 콘솔을 그룹으로 묶어 팀 단위의 전술훈련도 할 수 있도록 구성되어 있다. 이는 잠수

10) 수평성분의 전·후, 좌·우로만 움직임. 수직성분인 상·하로의 움직임은 없음

함 전술훈련체계를 구성 시에 고려 가능할 것으로 판단된다.

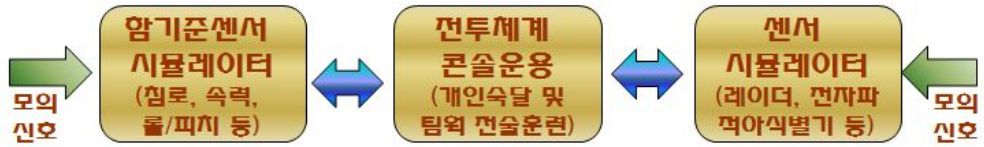
또한, 수상함 훈련체계는 전투체계의 육상성능시험체계(LBTS)를 활용하여 훈련에 필요한 컴퓨터 시뮬레이터를 더함으로써 훈련체계로 발전시킨 것이다. 이는 수상함용 전투체계가 국내의 기술로 개발이 되었기 때문에 가능한 일이다. 함정과 전투체계를 설계하는 동안 설계와 설계결과에 대한 검증에 위해 필요한 M&S를 제작하였고, 이때 제작된 M&S를 육상시험체계를 구축하는 동안 자연스럽게 활용하였으며, 이를 훈련체계로 확장한 것이다. 즉, 훈련체계는 훈련체계만을 위해 별도로 만들어진 것이 아니라 설계의 산물로 자연스럽게 구축되었다고 보는 것이 합당하다. 이는 현재 개발 중인 3,000톤급 차기잠수함에도 그대로 접목시킬 수 있는 대목이다.

수상함 훈련체계는 전술훈련을 숙달하기 위한 체계로 M&S 분류상 고전급 또는 임무급에 준하는 시뮬레이션이라 할 수 있다. 그러나, 전술훈련도 결국은 함의 움직임에 고려한 전술훈련이 되어야 한다. 즉, 해상의 환경(바람, 조류, 파도 등), 장비의 상태, 운용자의 숙련도 등에 따라 함의 움직임에 엄청난 영향을 미치게 되며 전술훈련체계 내에서는 문제없었던 함의 움직임이 실제 해상에서는 거의 불가할 수 있는 것이다.

그러나, 수상함용 훈련체계에서는 이와 같은 해상의 환경, 장비의 상태, 운용자의 숙련도 등이 고려되지 않은 훈련체계라고 볼 수 있다.

전술훈련체계에서 함의 움직임을 정의하는 것은 함 기준센서 시뮬레이터이다. 함 기준센서 시뮬레이터는 자이로, 위성항법장비, 함속계를 모의하는 장비로써, 함의 방위, 속도, 롤/피치 정보를 운용자가 입력하면 그 정보가 다른 장비에 전달되게 된다. 그런데, 이와 같은 정보를 운용자가 입력장치를 통해 입력하면 함은 입력정보에 따라 그대로 움직이게 된다. 즉, 해상상태나 장비의 상태 또는 운용자의 장비 숙련도 등은 전혀 고려되지 않고 입력한대로 움직이는 것이다.

또한, 적을 탐지하는 신호는 센서 시뮬레이터로써 이것 역시 결국 모의 신호에 의해 다른 장비에 전달한다. 결국, 훈련체계는 대부분의 센서류와 함 움직임 관련 신호를 모의를 통해 전달하고 전달된 모의 신호를 토대로 전술훈련을 수행하는 것이다. 이를 도식화 하면 다음의 <그림 3-4>와 같다.



<그림 3-4> 수상함 전술훈련체계 신호 전달 도식화

위의 그림 <3-4>의 도식화에서 알 수 있듯이 수상함의 전술훈련체계는 함기준센서와 센서류의 시뮬레이터로부터 모의된 정보를 바탕으로 전투체계상에서 개인숙달 훈련과 팀워 전술훈련을 수행한다는 것을 알 수 있으며, 이와 같은 훈련체계는 함의 움직임이 주위 환경, 장비들의 상태, 운용자의 운용방법 등에 따라 많이 제약되는 함정의 특성을 고려할 때 사실적인 함정의 움직임을 묘사한 것이라 보기 어렵다. 즉, 훈련체계 상에서 움직이는 함정은 주위 환경조건(바람, 파고, 조류 등)에 관계없이 운용자가 콘솔 입력장치를 통해 입력하는 대로 움직이게 된다. 그러나, 해상에서 함은 환경조건에 따라 움직임에 많은 제약이 따를 수밖에 없으나, 이와 같은 조건은 고려되지 않았다고 볼 수 있겠다.

잠수함은 수중상태에서 수상함의 2차원 운동보다 한 차원 더 높은 3차원 운동<sup>11)</sup>을 하며, 적을 탐지할 수 있는 수단이 음파인데 수중에서 음파는 매우 복잡한 특성을 지니고 있다는 것을 고려할 때 잠수함의 훈련체계는 센서류 및 함 운동에 대해 더 사실적으로 묘사 가능한 방안을 강구할 필요가 있다.

## 제 2 절 잠수함 훈련체계

### 1. 잠수함 훈련체계 종류

앞장에서 설명했듯이 잠수함에서는 오로지 음탐장비로부터 얻어지는 정보만을 가지고 함을 운용해야 하기 때문에 수중에서 함을 운용한다는 것은 생존에 관련되는 많은 위험을 감수해야만 한다. 즉, 수상함에서는 아무

11) 수평성분의 전·후, 좌·우로 움직임과, 수직성분인 상·하(심도변화)로는 움직임이 동시에 이루어짐

문제도 되지 않는 장비의 오작동 또는 사소한 고장이 잠수함에서는 수중에서 수상으로 떠오르지 못하고 잠수함과 승조원을 모두 잃을 수 있는 상황에 처할 수도 있고 작전 수행이 불가하여 모항으로 입항해야 하는 경우도 발생할 수 있다. 따라서, 운행 중인 잠수함 안에서 실전에 가까운 훈련을 수행한다는 것은 매우 어려운 일이며 이런 이유로 인해 수상함과는 달리 잠수함은 육상에 많은 훈련체계를 구축하여 승조원들의 숙달훈련과 팀워크 훈련을 수행하고 있으며, 무엇보다 훈련체계에 탑재되어 있는 모든 훈련장비들의 배치가 함정의 배치와 동일하거나 유사하게 이루어져 있다.

아래의 [표 3-3]은 잠수함의 훈련체계 종류를 보여주고 있다.

[표 3-3] 잠수함 훈련체계의 종류와 내용

구 분	내 용
조종훈련체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함의 함거동을 시뮬레이션 할 수 있는 함조종 시뮬레이터</li> <li>• 함조종에 대한 개인숙달훈련 및 팀워크 훈련</li> </ul>
전술훈련체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함의 성분작전을 시뮬레이션 할 수 있는 훈련체계</li> <li>• 성분작전에 개인숙달훈련 및 팀워크 훈련</li> </ul>
청음훈련체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함 음향 탐지 및 청음 훈련</li> <li>• 음탐사의 음향 청음 전문 개인 숙달훈련</li> </ul>
대함모의훈련체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함과 수상함 조우에 따른 대함 모의훈련</li> <li>• 전술 숙달 팀워크 훈련</li> </ul>
소화/방수훈련체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함의 화재 및 침수에 대비한 상황훈련</li> <li>• 생존성 향상을 위한 팀워크 훈련</li> </ul>
기관장비 훈련체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함의 추진관련 장비에 대한 운용 및 정비 숙달 훈련</li> <li>• 개인 숙달 및 팀워크훈련</li> </ul>

위의 [표 3-3]에서 볼 수 있듯이 수상함에서는 실제 함정에서 수행되는 훈련들(조종훈련, 기관장비 훈련 등)이 잠수함에서는 육상에 갖춰져 있다.

## 2. 조종훈련체계 및 전술훈련체계

본 절에서는 많은 잠수함용 훈련체계 중에서 조종훈련체계와 전술훈련 체계에 대해 자세히 알아보고 현재의 문제점에 대해 분석하였다.

### 가. 조종훈련체계

앞 절에서 언급했듯이 잠수함은 수상함과 달리 함정을 운용하는 승조원의 숙달정도가 작전에 많은 영향을 미치며, 잠수함은 수중에서 운용되는 특성에 따라 3차원운동을 하게 된다. 또 다른 특성으로는 승조원의 실수에 의한 오작동이나 장비의 고장에 의한 오작동, 장비가 작동하지 않는 등으로 인해 잠수함은 치명적일 수 있다. 이와 같이 잠수함은 수상함과는 달리 실선과 동일한 형태의 기능 및 배치를 갖는 훈련체계를 구비하여 함 운용에 대한 숙달훈련이 반드시 필요하다.

잠수함의 조종훈련체계는 시뮬레이터 형태로 구성되어 있으며 그 구성은 아래 [표 3-4]와 같다.

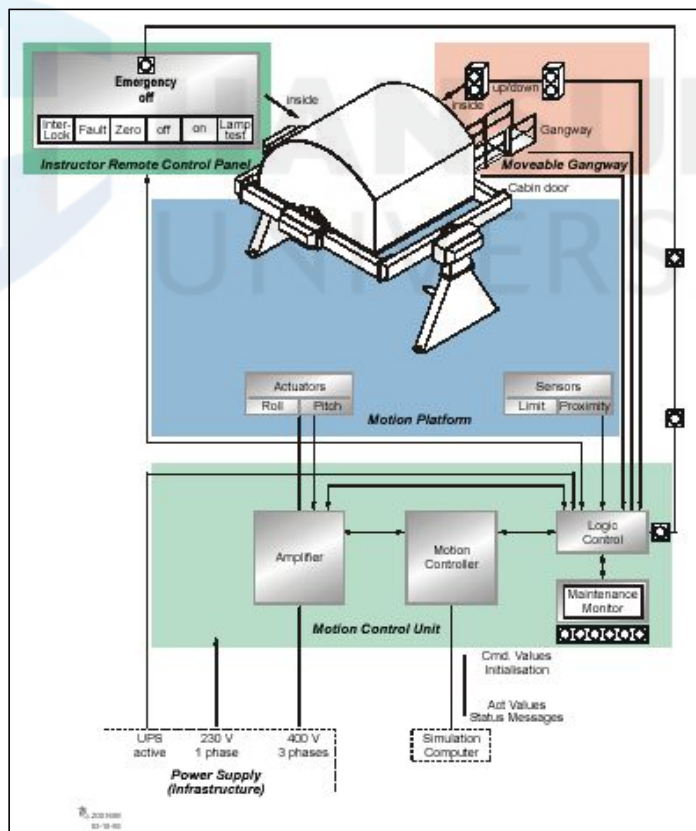
[표 3-4] 잠수함 조종훈련체계의 구성

구 분	내 용
조종체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함 조종실의 선체 및 내부 장비들을 실험과 동일한 외형, 위치, 성능이 모사</li> <li>• 구동장치에 의해 롤, 피치 운동 구현</li> <li>• 상황자료 전시 및 고장시 복구 등을 위한 기능 구현</li> </ul>
구동/ 동력장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조종실 구동(6자유도로 구동)</li> <li>• 전장비에 대한 동력 공급 장치 구비</li> </ul>
통제/ 강평체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 훈련을 집행용 교관콘솔 구비되어 준비, 감시, 통제, 평가 등의 기능 보유</li> <li>• 훈련 강평 및 훈련과정 전시 재현 기능</li> </ul>

조종훈련체계는 위의 [표 3-4]에서 보는 바와 같이 잠수함의 조종실 내부와 동일하게 모사된 조종체계, 함의 움직임에 따라 전·후 좌·우로 기울

어지는 역할을 하는 구동장치와 구동장치에 동력을 전달해주는 동력장치, 훈련을 집행하고 통제하는 통제장치와 훈련과정 중과 훈련이 끝난 후에 훈련결과를 검토하는 강평장치로 구성된다. 이와 같은 훈련체계의 구성은 항공기 시뮬레이터와 유사하다고 할 수 있다.

조종훈련체계의 구성도는 아래 <그림 3-5>와 같다. 구동플랫폼은 입력되는 함 운동 신호에 따라 전·후방향과 좌·우방향으로 기울어지도록 장치되어 있다. 구동 제어단(MCU, Motion Control Unit)은 시뮬레이션 컴퓨터와 전원 공급단을 연결할 뿐만 아니라 비상차단회로와 제어감시 장치로 구성되어 있다. 제어단은 시뮬레이션 컴퓨터와 연동되고 플랫폼의 위치 및 한계, 모터 제어부와 연결된 모터를 제어하기 위해 디지털 인터페이스체계를 갖추고 있다.



<그림 3-5> 잠수함 조종훈련체계 구성도

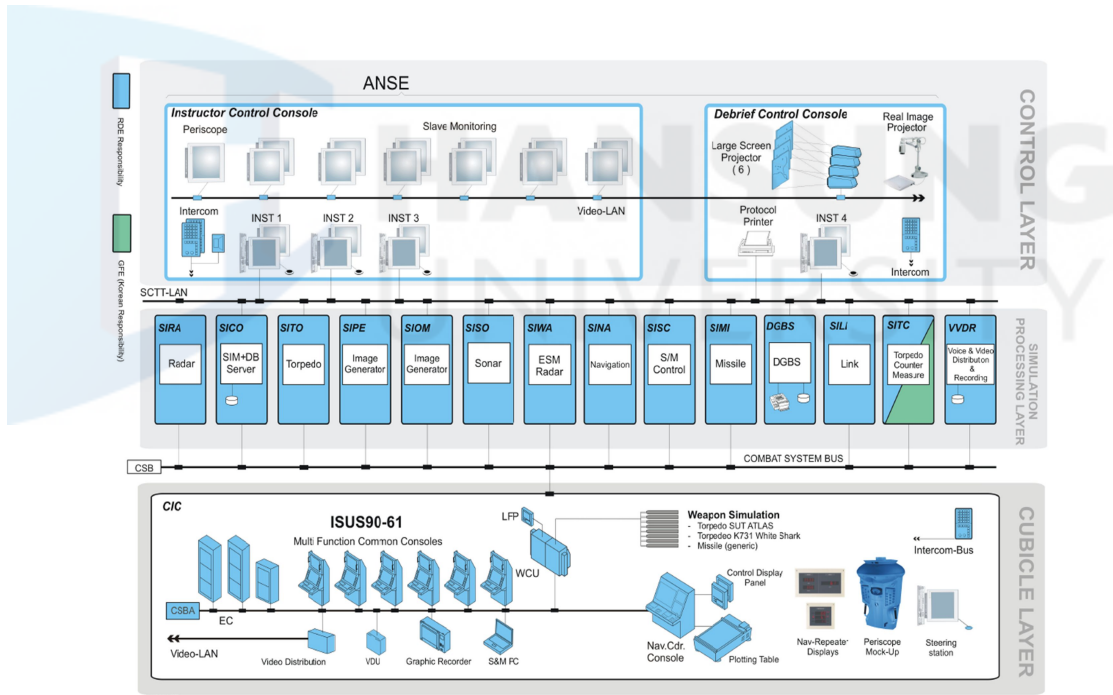


조종훈련체계의 주요 훈련내용은 심도·침로·속력 조종훈련과 트림<sup>12)</sup> 조종훈련과 중량보상<sup>13)</sup> 훈련과 수상·수중항해, 잠망경항해, 스노클항해<sup>14)</sup> 훈련을 실시하며, 여러 종류의 장비고장에 대한 대비 및 장비 조작훈련이다.

#### 나. 전술훈련체계

전술훈련체계는 실제 잠수함에 탑재된 전투체계 장비 중에서 일부는 실제장비를 사용하고 일부는 컴퓨터 시뮬레이션으로 모사하여 실제 잠수함의 전투체계와 동일한 형태의 기능을 구비함으로써 승조원의 전술 숙달훈련을 실시할 수 있는 체계이다. 여기에는 승조원의 훈련효과를 높이기 위해 다기능 콘솔은 잠수함에 탑재된 실제 장비로 구성되어 있다.

이와 같은 전술훈련체계의 구성은 아래 <그림 3-6>과 같다.



<그림 3-6> 잠수함 전술훈련체계 구성도

- 12) 잠수함의 전·후방향 중심점을 기준으로 앞쪽과 뒤쪽으로 기울어지는 현상
- 13) 잠수함은 중량과 부력이 일치해야 수중상태에서 운항이 가능한데, 함내 중량 변화로 인해 잠수함의 중량이 변할 경우 해수를 함 내부로 보충하고 외부로 배출 함으로써 부력과 같아지도록 맞춰주는 작업
- 14) 잠수함이 잠항한 상태에서 축전지를 충전할 목적으로 엔진에 공기를 공급하기 위해 공기 주입구만 수면상에 내놓고 항해하는 상태

앞의 <그림 3-6>에서 보는 바와 같이 전술훈련체계는 3개의 레이어(Layer)로 구성되어 있다.

가장 위의 레이어는 시뮬레이션을 통제하는 통제부분 레이어이다. 시뮬레이션 통제 레이어는 훈련의 준비, 통제와 재생을 담당한다. 표적과 표적 센서를 운영하는 동안, 무기는 교관이 통제하며, 자함과 모든 자함의 센서와 무기는 전술훈련에 참여하는 훈련요원들에 의해 직접 운용된다.

중간 레이어는 시뮬레이션을 처리하는 레이어로써 시뮬레이션된 객체와 소나장치, 레이더 등 함에 설치된 장치를 위한 소프트웨어 시뮬레이션 모듈을 포함한다. 각각의 시뮬레이션 모델은 디스플레이 재생, 음향 또는 추적 데이터를 위한 출력 데이터를 계산하며, 이때 시나리오 객체, 환경조건, 시뮬레이션 된 장치에 입출력되는 신호 등을 처리한다.

맨 아래의 레이어는 운용자들이 전술훈련을 실시하는 레이어로써 시뮬레이션 된 정보가 전술훈련에 참여하는 운영요원 다기능콘솔에 전시된다. 시뮬레이션 모델에 영향을 주는 운영자 세팅은 LAN을 통해서 시뮬레이션 처리 레이어 안의 관련 객체로 전송된다.

전술훈련체계에 사용되는 장비의 주요기능은 아래 [표 3-5]와 같다.

[표 3-5] 잠수함 전술훈련체계 장비별 주요 기능

구 분	주 요 기 능
훈련장비	• 실제 잠수함의 전투정보실에 탑재된 장비와 동일 기능
통제장비	• 훈련을 집행, 통제
강평장비	• 교육 및 사전·사후 강평, 훈련과정 전시 및 재현
컴퓨터 장비	• 훈련, 통제, 강평에서 운용되는 장비에 대한 상황모사, 자료처리, DB구축 시스템을 구성하는 장비
영상표적 제작 장비	• 실제함정 및 표적, 실제 해안선과 유사한 영상표적 제작 시스템
동력 장비	• 동력 공급 장비, 무정전 전원 공급장치
Simulator 관련 컴퓨터	• 훈련장비의 H/W 및 S/W 작동상황과 고장내역을 실시간 확인 가능한 시스템 • 소프트웨어는 공개형 운용체계, 프로그래밍 언어는 상용 언어

전술훈련체계의 주요 훈련내용은 전투체계 장비 운용과 숙달 훈련, 전투 정보실 운용요원 팀워크 향해 훈련, 종합전술훈련(대잠수함·대수상함 공격훈련, 호송선단 방어훈련, 기뢰부설 훈련, 감시·정찰훈련 등) 등이다.

### 3. 잠수함 훈련체계 분석

잠수함 훈련체계는 숙달훈련과 팀워크 훈련을 동시에 수행가능토록 구성되어 있다. 이는 수상함의 전술훈련체계와 유사한 개념이다. 그러나, 수상함 전술훈련체계와 개념이 다른 점도 있다.

앞의 수상함의 훈련체계에서 보았듯이 훈련체계는 함을 설계하는 과정에서 설계 지원용 도구로써 또는 설계검증용 도구로써 개발된 각종 M&S를 바탕으로 자연스럽게 훈련체계로 변모하였다. 그러나, 우리가 운용 중에 있는 209급과 214급 잠수함은 우리가 설계한 잠수함이 아닌 독일<sup>15)</sup>에서 설계된 것을 기술협력의 형태로 우리나라에서 건조하였다. 이와 같이 우리가 직접 함정을 설계하지 않았기 때문에 함의 움직임에 대한 특성과 전투체계의 연동특성을 정확하게 알 수 없는 실정이다.

이런 이유로 현재 운용 중인 209급과 214급의 조종훈련체계와 전술훈련체계는 실제 함정을 정확하게 모사했다고 보기 어려우며, 특히 전술훈련체계는 훈련체계 자체를 우리가 설계·제작하지 못하고 독일<sup>16)</sup>에서 설계·제작하여 도입함에 따라 각종 센서와 함과의 운동신호가 어떻게 연동되어 계산되고 전시되는지 정확히 확인하기 어렵다. 따라서, 우리의 환경과 실정에 맞는 시나리오를 생성·편집하고 환경조건을 변경시키는데 한계가 있으며 훈련체계의 오작동 또는 고장 시에 국내에서 직접 수리하는 것이 매우 어려운 실정이다.

또 다른 수상함과 차이점은 수상함에서 볼 수 있듯이 다기능 콘솔을 개인 숙달훈련을 할 때는 각 개인이 조종할 수 있게 구성되어 있으며, 팀워크 훈련을 할 때에는 다기능 콘솔을 그룹화(콘솔 4개를 1그룹으로 하는 5개 그룹화)하여 각 그룹이 한척의 함정이 되게 함으로써 다수의 함정이 전술훈련을 실시하는 형태이나, 잠수함 전술훈련에서는 그룹화 개념이 없

15) 209급과 214급 잠수함 설계 : 독일 HDW(Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH)社

16) 209급과 214급 전술훈련체계 설계 : 독일 RDE(Rheinmetall Defence Electronics GmbH)社

다. 이는 향후 차기 잠수함용 전술훈련 체계의 개념을 정립함에 있어 고려할 가치가 있을 것으로 판단된다.

현재 운용중인 잠수함용 조종훈련체계와 전술훈련체계는 두 훈련체계간에 연동이 되지 않아 조종훈련과 전술훈련을 각각 따로 수행해야 하는 문제가 발생한다. 앞에서 설명했듯이 잠수함은 운용요원의 숙달훈련이 매우 중요한데 전 승조원이 각자의 위치에서 주어진 업무를 수행하는 형식의 훈련체계가 구성되어야 진정한 의미의 팀웍 훈련이 이루어지며 그 효과는 매우 크게 된다. 그러나, 현재의 훈련체계로는 조종훈련 시에는 조종에 관련된 10여명의 승조원만이 참여하게 되고 전술훈련 시에는 전투정보실에서 업무하는 10여명의 승조원만이 참여하는 종합훈련 성격이 아닌 단위 훈련 성격의 훈련만이 가능하다.

현재 3,000톤급 차기잠수함이 국내 독자 설계·건조 기술을 바탕으로 개발 중에 있다. 즉, 국내 산·학·연에서 보유하고 있는 잠수함 관련 기술을 총동원하여 독자 설계하였고, 잠수함에 탑재되는 중요 장비는 연구개발하고 있다. 특히, 설계지원과 설계결과 검증을 위해 잠수함의 형상을 디지털화하였고 동시에 함 운동 관련 모든 정보를 디지털 형상에 접목시켜 가상시제(Virtual Prototype)를 개발한 상태이다. 따라서, 위에서 분석된 내용과 현재까지 설계를 통해 개발된 설계지원용 M&S를 바탕으로 개인 숙달훈련과 팀웍 훈련이 가능한 차기잠수함용 종합훈련체계(조종, 전술, 기관체계 등을 종합함)를 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

## 제 4 장 잠수함의 M&S 훈련체계 구축방안

### 제 1 절 M&S를 활용한 잠수함훈련체계 개요

#### 1. 잠수함 훈련체계 운영개념

앞장에서 언급했듯이 잠수함은 수중에서 운용되므로 수상함에서는 아무 문제가 되지 않는 장비 고장이나 화재/침수에도 치명적이다. 그러므로 승조원에 대한 평상시 위기상황에 대처 가능토록 숙달훈련이 필요하다. 이를 위해 조종훈련체계를 통해서는 함의 조종훈련, 긴급부상훈련, 조종장치 고장 발생 등에 대한 상황대처훈련을 수행하고, 기관훈련체계를 통해서는 화재 및 침수에 대비한 소화/방수훈련, 각 장비의 고장 대처훈련 등을 수행한다. 또한, 전술훈련체계를 통해서는 대잠전, 대함전, 기뢰전, 특수전지원 등의 각종 작전상황을 훈련한다.

현재까지 구축된 육상의 잠수함용 훈련체계는 종합적인 훈련체계라기 보다는 단위 훈련체계에 가깝다. 그러나, 잠수함의 운용능력과 전술능력 극대화를 위해서는 승조원 전원이 참여하는 종합훈련체계가 구축되어 전체적인 팀워크 훈련이 수행되어야 한다.

이를 위해서는 3,000톤급 차기잠수함 설계과정에서 설계지원과 설계결과 검토 목적으로 개발된 디지털잠수함과 차기잠수함에 탑재되는 추진체계 장비류들의 연동시험을 목적으로 구축하게 될 육상시험체계(LBTS, Land Based Test System)를 활용하여 차기잠수함용 조종훈련, 전술훈련, 기관훈련이 가능한 종합훈련체계를 구축하고 각각의 훈련체계를 개별적으로 운용하면서도 필요시에는 연동이 되어 모든 훈련체계를 동시에 운용할 수 있는 종합훈련체계를 구축하는 것이다.

모든 훈련체계를 동시에 운용한다는 의미는 실시간 연동을 의미한다. 잠수함에서는 선체밸브의 오작동과 같은 작은 실수에도 함이 침몰할 수 있는 치명적인 안전사고로 이어질 수 있으므로 잠수함 훈련은 승조원 총원이 동시에 각자의 임무를 수행토록 훈련하는 것이 가장 효과적이다. 따라서, 각 훈련체계는 실시간으로 연동이 되어 훈련에 참가하는 모든 승조원

이 실시간으로 함운용 절차에 따라 각자의 업무를 숙달하는 훈련이 실시되어야 한다. 따라서, 각 훈련체계는 실시간으로 연동이 필요하다.

조종훈련체계, 전술훈련체계, 기관훈련체계에 대한 각각의 체계구성 개념은 앞 장에서 설명한 수상함의 훈련체계나 잠수함의 훈련체계와 유사하게 구성하되, 수상함과 잠수함용 훈련체계의 장점은 최대한 살리고 단점을 보완하는 방향으로 구축하여야 할 것이다. 또한, 각각의 훈련체계를 연동할 때에는 연동에 필요한 연동기술과 각 훈련체계에서 필요한 입출력 자료 구성방안을 고려해야 할 것으로 판단된다.

## 2. 잠수함 훈련체계 구축을 위한 M&S 자원

### 가. 디지털잠수함

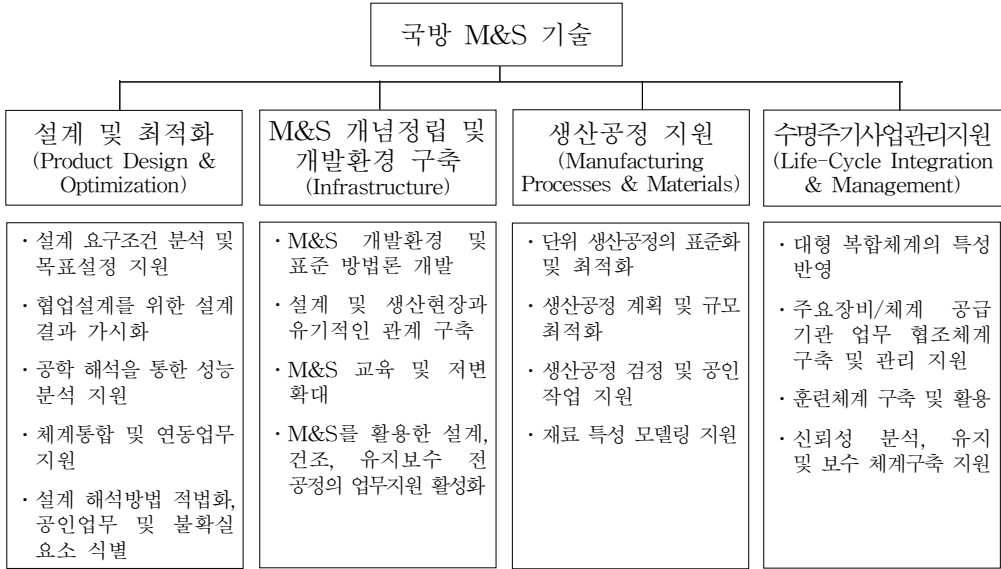
#### 1) 주요 개념

“디지털잠수함(Digital Submarine)”이란 3,000톤급 차기잠수함을 설계하는 과정에서 설계의 최적화를 지원하고 설계결과를 검증할 목적으로 차기잠수함의 형상정보를 활용하여 <그림 2-4>에서 보는 바와 같이 Product Model을 제작하고 기능 분석을 통해 각종 Functional Model를 제작하여 이로부터 Virtual Prototype을 구축한 M&S 도구를 일컫는다. 이와 같은 디지털잠수함은 설계·개발·운용의 전체 수명주기에 걸쳐서 활용되게 되며, 향후 한국형 잠수함 개발에 있어 기술정립의 기반이 될 분야이다.<sup>17)</sup>

일반적인 국방 M&S 기술은 다음의 <그림 4-1>에서 보는 바와 같이 설계 및 최적화, M&S 개념정리 및 개발 환경 구축, 생산공정 지원, 수명주기 사업관리 지원의 4개 항목으로 구성되어 있으며 4개 항목은 각각의 세부 항목을 포함하고 있다.

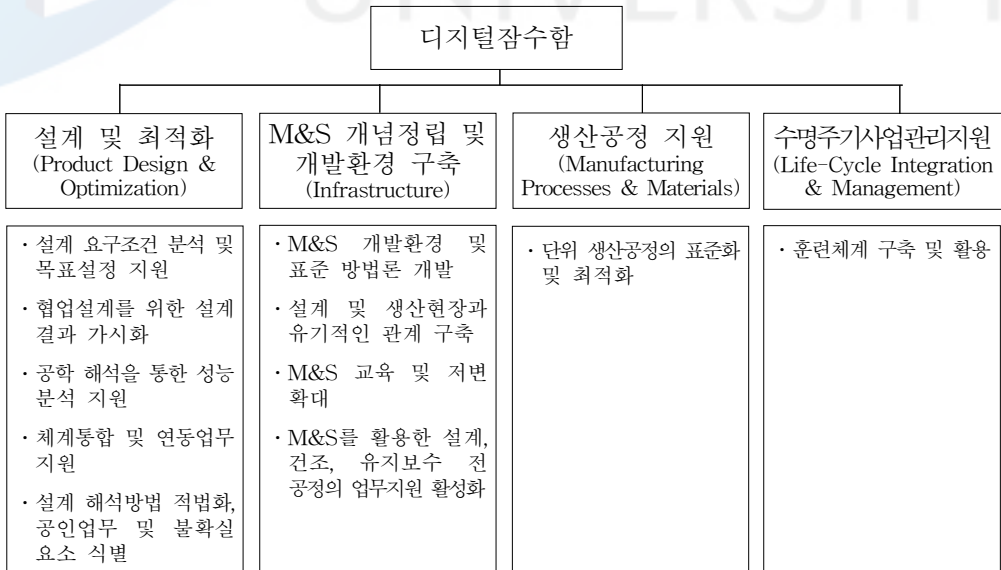
---

17) 장보고-III Digital Submarine 기술용역 보고서 p. 3



<그림 4-1> 국방 M&S 기술 구성

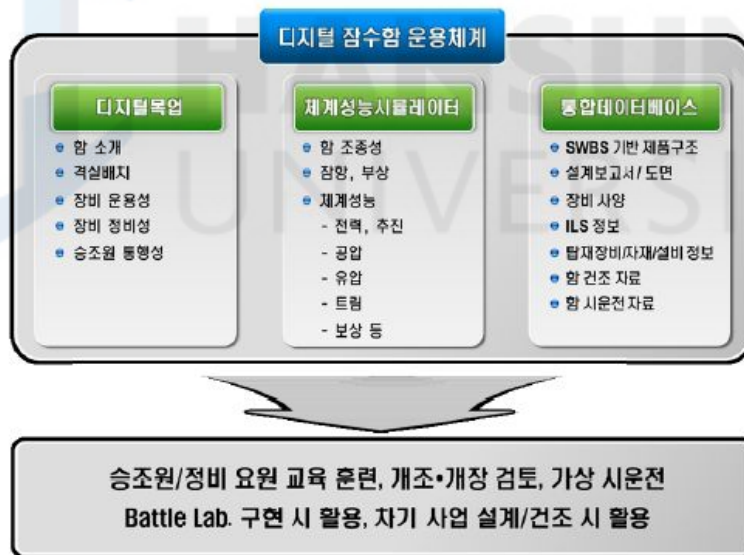
그러나, 디지털잠수함은 모든 국방 M&S 기술을 적용하는 것에 한계가 있으므로 적용 가능한 국방 M&S 기술만을 적용하였다. 적용 범위는 아래 <그림 4-2>와 같다.



<그림 4-2> 디지털잠수함의 국방 M&S 기술 적용범위

설계 및 최적화, M&S 개념정립 및 개발환경 구축 분야는 국방 M&S 기술을 모두 적용하였고, 생산공정 지원분야와 수명주기사업관리 지원분야는 일부만을 적용하였다. 특히 수명주기사업관리 지원분야에서는 훈련체계 구축 및 활용에 관련되는 국방 M&S 기술을 적용하여 디지털잠수함을 제작하였다. 이는 향후 디지털잠수함을 승조원의 숙달훈련과 팀웍 훈련을 지원하기 위한 훈련체계 구축에 활용할 수 있도록 한 것이다.

디지털잠수함은 3,000톤급 차기잠수함의 설계자료(특히, 3차원 CAD 데이터와 설계에 필요한 각종 설계용 시뮬레이션)를 활용하여 3차원의 형상을 모델링하고, 설계과정에서 만들어진 각종 시뮬레이션을 여기에 추가함으로써 함의 운동과 함에 설치된 각종 체계의 성능을 검증할 수 있도록 개발되었다. 아래 <그림 4-3>은 이처럼 개발된 디지털잠수함의 운용체계 및 활용을 보여주고 있다.



<그림 4-3> 디지털잠수함 운용체계 및 활용

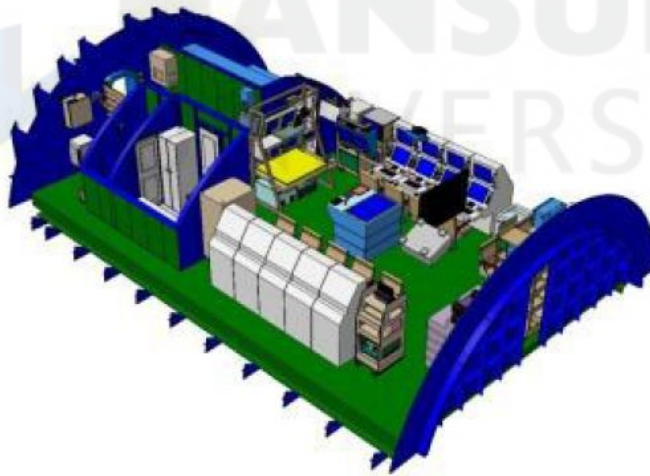
위의 <그림 4-3>에서 보듯이 디지털잠수함은 차기잠수함을 설계하는 동안 설계를 지원하는 도구로써 활용 가능하다. 즉, 디지털목업을 제작하여 장비의 배치성, 운용성, 정비성을 확인할 수 있고, 승조원의 통행성과



거주성을 확인할 수 있다. 체계성능 시뮬레이터를 제작하여 함의 운동성과 체계의 성능을 검증할 수 있으며, 이와 같은 모든 자료는 통합데이터 베이스에 저장되게 된다. 또한, 이렇게 개발된 디지털잠수함은 함을 건조할 때 유용하게 활용할 수 있으며, 함이 인도되어 전력화 되는 시기에 맞춰 승조원과 정비요원들의 교육·훈련용으로 활용이 가능하고, 다음 잠수함사업의 설계에도 활용할 수 있다.

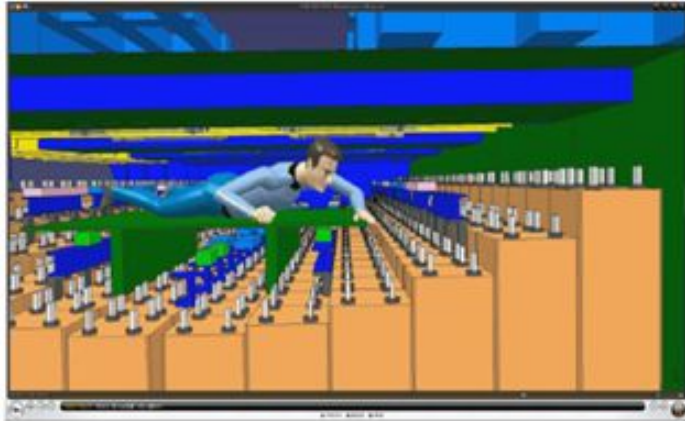
## 2) 디지털잠수함 세부 체계구성과 활용분야

앞의 <그림 4-3>에서와 같이 디지털 잠수함은 잠수함의 기본설계 결과 정보인 잠수함의 형상자료를 바탕으로 3차원의 디지털목업(DMU, Digital Mock-up)을 모델링하였다. 3차원 디지털목업은 가상의 잠수함 개념으로써 잠수함의 플랫폼뿐만 아니라 탑재되는 장비와 설비까지 3차원으로 형상화하여 제작되었다. 아래 <그림 4-4>은 3차원 디지털목업의 한 예이다.



<그림 4-4> 3D 디지털목업의 예

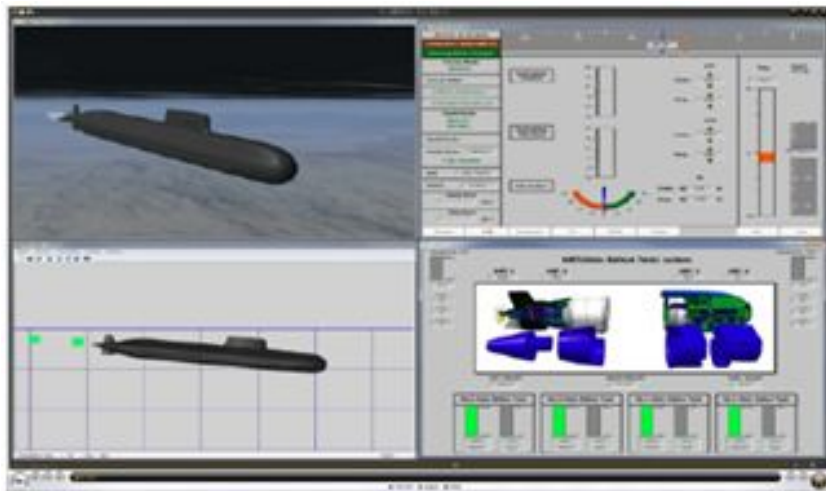
이와 같이 모델링된 디지털목업을 활용하여 함의 공간에 대한 활용성, 함의 탑재품의 최적 배치성과 승조원의 통행성, 정비성 등을 시뮬레이션할 수 있도록 구성되어 있다. 다음의 <그림 4-5>는 탑재장비의 통행성/정비성 시뮬레이션을 보여주고 있다.



<그림 4-5> 통행성/정비성 시뮬레이션 예

위의 <그림 4-5>는 실제 승조원과 유사한 체격으로 모델링된 사람이 축전지실에서 여러 작업을 하면서 움직여 봄으로써 축전지실에서 축전지 정비가 가능한지를 확인할 수 있도록 시뮬레이션 한다.

이는 함의 전체적인 형상, 배치성과 함에 탑재된 장비가 실제로 작동될 때 타 장비에 영향을 주지 않고 제대로 작동하는지 혹은 승조원의 통행과 정비가능 여부 등을 3차원 디지털모형을 통해 설계자 및 운용자가 실시간으로 확인할 수 있도록 해준다.



<그림 4-6> 함운동(잠항) 시뮬레이션 예

또한, 잠수함의 기본설계 결과를 바탕으로 제작된 디지털목업에 공학모델 기반의 함운동 모델링을 더함으로써 함이 수상 및 수중상태에서 움직일 수 있도록 하였다. 앞의 <그림 4-6>는 함운동(잠항)에 대한 시물레이션 형상을 보여주고 있다.

앞의 <그림 4-6>은 함이 수상상태에서 잠항할 때 잠항하기 위해 필요한 시스템을 조작하여 잠항 가능한지를 보기위한 시물레이션이다.

함운동 모델링은 함에 탑재된 각종 시스템(압축공기시스템, 유압시스템, 해수시스템 등)들이 유기적으로 작동함으로써 움직임이 정의된다. 이와 같은 함운동 시물레이션을 통하여 함의 수중으로의 잠항과 수면 위로의 부상, 최대속력, 함 운동 중에 어뢰를 발사할 경우 함의 자세변화 등 함의 움직임과 이에 따른 운용개념을 시물레이션 할 수 있도록 구성되어 있다.

이를 표로 정리하면 아래 [표 4-1]과 같다.

[표 4-1] 디지털잠수함에 적용된 각종 M&S 현황

M&S 명	내 용	비 고
함운동방정식	함의 움직임을 위한 방정식	공학급 모델
조타장치 제어	함의 방향과 심도조절 모사	공학급 모델
중량보상 제어	함의 부력과 중량의 차이 모사	공학급 모델
추진장치 제어	함의 추진력 모사	공학급 모델
부력탱크 제어	함의 잠항과 부상 모사	공학급 모델
어뢰 제어	어뢰 발사시 모사	공학급 모델
함 움직임 가시화	함의 움직임을 전시	공학급 모델
잠항·부상	수상 또는 잠항상태로 변경 모사	교전/임무급 모델
함 조종	타각과 보상탱크에 따른 함 움직임 모사	교전/임무급 모델
무장발사	발사 절차에 따른 무장발사 모사	교전급 모델

따라서, 많은 공학모델 기반의 모델링을 통해 실제 잠수함의 교전모델 또는 임무/전투 모델에 준하는 시뮬레이션이 가능하다고 할 수 있다.

#### 나. 추진체계용 육상시험체계(LBTS, Land Based Test System)

잠수함의 추진방식은 일반 수상함과 달리 전기추진방식이다. 이는 축전지에 전기에너지를 모아 두었다가 추진전동기에 전기에너지를 공급하여 추진전동기를 회전하게 된다. 추진전동기는 추진축과 연결되어 추진축을 돌리게 되고 추진축은 프로펠러를 돌려서 함이 움직이는 체계이다. 이와 같은 잠수함의 추진방식에 따라 잠수함에는 많은 수의 축전지를 탑재하고 있으며 또한, 매우 큰 추진전동기를 탑재하고 있다. 그리고, 축전지를 충전시키기 위해 충전발전기와 충전발전기를 돌릴 수 있는 엔진을 탑재하고 있다.

그런데, 잠수함은 공간이 협소하여 앞에서 설명한 추진전동기, 충전발전기, 엔진 등과 같은 부피가 매우 큰 장비가 고장시 장비 수리를 위해 함 밖으로 빼내야 하는 경우에는 함을 절단해야 하는 상황에 직면할 수 있다.

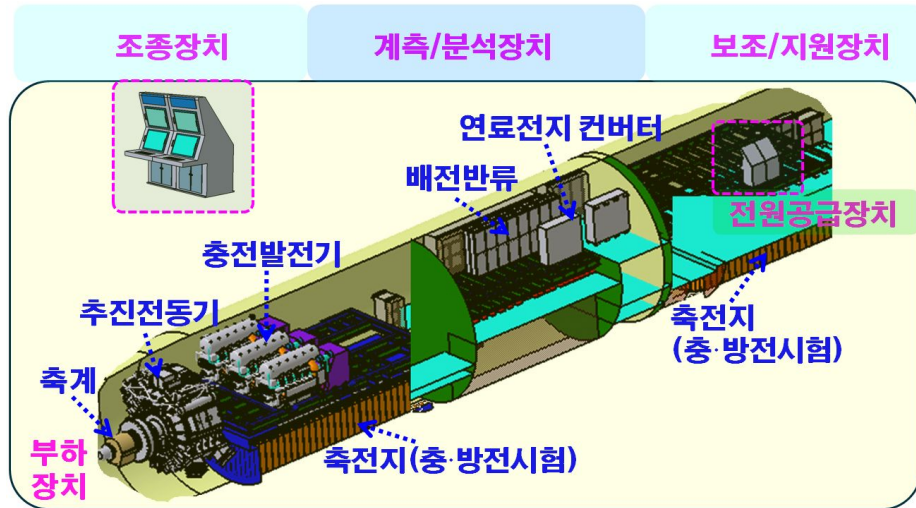
특히, 선도함<sup>18)</sup>을 건조할 때에는 함에 탑재되는 장비들의 자체성과 장비와 장비간의 연동성능이 아직 입증되지 않은 상태이기 때문에 육상에서 모든 성능시험을 거쳐 문제가 없음을 확인한 후 함에 탑재되어야만 함 탑재 후에도 문제 발생으로 인해 함을 절단하여 장비를 함 밖으로 빼내는 일이 없다.

이를 위해서, 각 단위 장비별로 공장도 수락시험이 완료된 장비들은 함 탑재 전에 육상 시험평가 설비를 이용하여 체계통합 운용 및 연동 시험평가를 수행하여, 단위 장비를 포함한 상위 시스템(체계) 수준에서의 성능평가가 반드시 필요하다.

이와 같은 배경에 따라 추진체계용 육상시험체계는 잠수함의 추진체계를 함에 탑재전에 육상에서 완벽한 연동성을 시험하기 위한 체계로 탄생하였다.

이와 같은 육상시험체계의 구성은 다음의 <그림 4-7>과 같다.

18) 함형별로 연구개발 절차에 따라 첫 번째 건조되는 함정



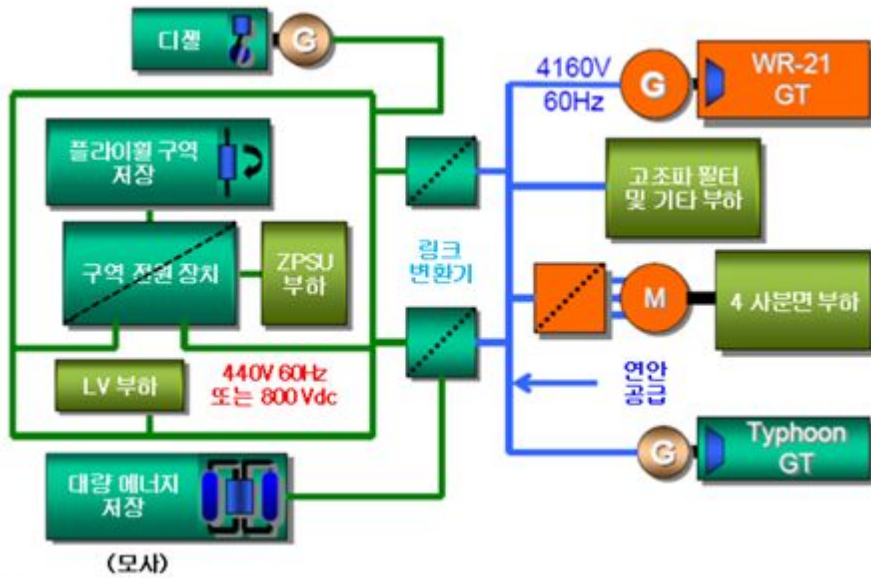
<그림 4-7> 육상시험체계(LBTS) 구성도

즉, 위의 <그림 4-7>에서 알 수 있듯이 추진체계용 육상시험체계(LBTS, Land Based Test System)는 육상에 잠수함과 유사한 시설을 만들고 잠수함에 탑재될 추진과 관련되는 실제 장비(추진전동기, 충전발전기, 축전지, 연료전지, 배전반류 등)를 육상시설에 설치하여 장비 자체의 성능 시험과 함께 각 장비간의 연동 문제 발생여부를 확인함으로써 추진체계의 운용성을 검증하는 체계이다.

추진체계용 육상시험체계는 함에 탑재되어야 하는 추진과 관련되는 실제 장비와 설비를 갖추어 놓고 실제 함이 움직일 때와 동일한 조건에서 운용하여 보고 장비 자체의 성능이나 연동간의 문제가 없음을 확인한 이후에 시험한 장비를 함에 탑재하게 된다.

이때, 육상시험설비에 함에 탑재되는 실제 장비를 설치하여 시험하는 것이 보편적이거나, 실제 장비 설치가 곤란할 경우에는 컴퓨터 시뮬레이션으로 대체하게 된다.

이와 같은 육상시험설비는 미국이나 영국 등 잠수함 기술 선진국에서는 이미 실시하고 있다. 아래의 <그림 4-8>은 영국에 구축되어 있는 육상성능시험시스템 구성도를 보여주고 있다.



<그림 4-8> 영국 전기기술실증함 육상시험시스템 구성도

또한, 체계를 구축하는데 많은 비용과 시간이 소모되므로 1회성 성능시험만을 위해 운용하기에는 효율성이 떨어질 수밖에 없기 때문에 외국의 잠수함 선진국에서는 육상시험체계를 성능시험이 완료된 이후에 승조원의 훈련체계로 활용하고 있다. 위의 <그림 4-8>과 같은 육상성능시험시스템에서의 활용 분야로는 전력 및 추진장치와 시스템 교육훈련, 자동화 시스템 교육훈련, 추진장치 운전 및 유지보수 교육훈련, 고장처리 교육훈련 등이다.

3,000톤급 차기잠수함에서도 앞의 <그림 4-7>과 위의 <그림 4-8>과 같은 개념으로 육상시험체계를 구성하려고 준비 중에 있으며, 함에 탑재될 실제 장비의 성능시험이 모두 완료된 이후에는 승조원의 교육훈련용으로 변경하여 기관훈련체계로 사용할 계획을 갖고 있다.

## 제 2 절 잠수함의 M&S 훈련체계 구축

### 1. 조종훈련체계

앞서 살펴본 바와 같이 디지털잠수함은 3,000톤급 차기잠수함의 형상자료를 토대로 3차원의 디지털목업을 완성한 상태이며, 체계성능 검증용 M&S를 이미 구축한 상태이다. 따라서, 차기잠수함용 조종훈련체계는 209급이나, 214급 잠수함용 조종훈련체계와 유사하게 구축하되 이미 제작된 M&S를 최대한 활용하는 것이 바람직하다.

디지털잠수함에 구축되어 있는 M&S 중에서 조종훈련체계에 활용가능한 M&S는 아래의 [표 4-2]와 같다.

아래의 [표 4-2]에서와 같이 조타장치 제어, 함 움직임 가시화, 잠항·부상, 함조종 시뮬레이션을 활용하여 조종훈련체계를 구성한다.

차기잠수함용 조종훈련체계는 209급이나 214급과 유사한 내용의 훈련을 실시한다. 따라서, 주요 훈련 내용은 심도·침로<sup>19)</sup>·속력 조종훈련과 트립 조종훈련과 증량보상 훈련과 수상항해, 수중항해, 잠망경항해, 스노클항해 훈련을 실시하며, 여러 종류의 장비사고에 대한 처치 훈련과 장비 조작훈련이다.

[표 4-2] 차기잠수함용 조종훈련체계에 적용 가능한 M&S 현황

M&S 명	내 용	비 고
함운동방정식	함의 움직임을 위한 방정식	공학급 모델
조타장치 제어	함의 방향과 심도조절 모사	공학급 모델
함 움직임 가시화	함의 움직임을 전시	공학급 모델
잠항·부상	수상 또는 잠항상태로 변경 모사	교전/임무급 모델
함 조종	타각과 보상탱크에 따른 함 움직임 모사	교전/임무급 모델

19) 함의 진행하는 방향을 360° 방위로 나타내는 것으로써, 함에 설치된 타(Rudder)에 의해 함의 방향을 조종함

조종훈련체계에서 위의 훈련을 실시하면, 함 움직이는 형상 가시화는 조종훈련체계의 영상장치에 전시되도록 구성한다. 또한, 단독훈련을 실시할 때에는 조종훈련체계에서 함이 움직이도록 조종하면 기관훈련체계 관련 장비(예로써 유압장비, 해수펌프, 트림펌프, 보상펌프 등)들의 작동이 모사되어 함의 움직임에 대한 정보가 전시되도록 구성하고, 모든 체계가 연동되어 종합훈련을 실시할 때에는 실제 장비들이 구동되어 함의 움직임이 모사되도록 구성한다.

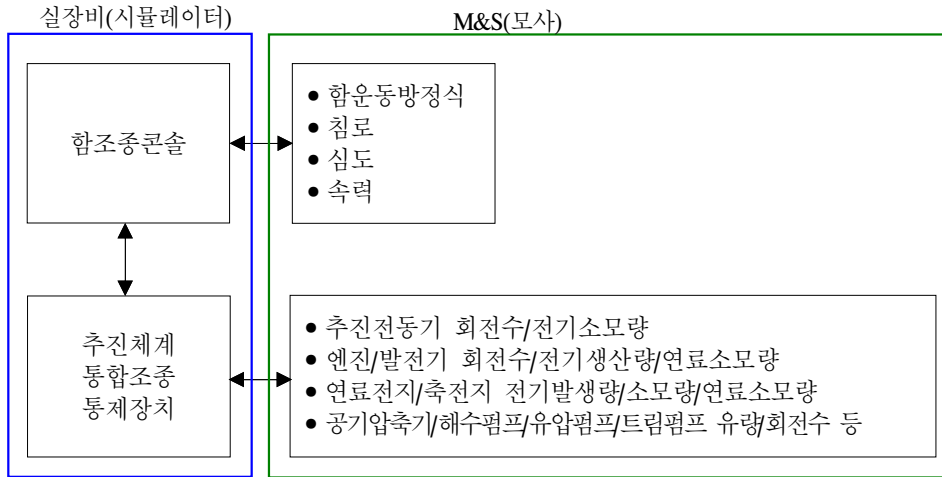
조종훈련체계 구성방안은 아래의 [표 4-3]과 같다.

[표 4-3] 3,000톤급 차기잠수함 조종훈련체계의 구성

구 분	내 용
조종체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차기잠수함 조종실과 동일한 외형, 위치, 성능 모사</li> <li>• 구동장치에 의해 롤, 피치 운동 구현</li> <li>* 3,000톤급 차기잠수함의 운동 특성을 그대로 반영하여 구동장치의 운동을 구현</li> <li>• 상황자료 전시 및 고장 시 복구 등을 위한 기능 구현</li> </ul>
구동/ 동력장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조종실 구동(6자유도로 구동)</li> <li>• 전장비에 대한 동력 공급 장치 구비</li> </ul>
통제/ 강평체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 훈련을 집행용 교관콘솔 구비되어 준비, 감시, 통제, 평가 등의 기능 보유</li> <li>• 훈련 강평 및 훈련과정 전시 재현 기능</li> </ul>

위의 [표 4-3]의 조종체계에 대한 구성방안은 다음의 <그림 4-9>와 같다.





<그림 4-9> 조종체계 구성(안)

위의 <그림 4-9>에서 보듯이 합조종을 위한 조종콘솔과 추진체계통합 통제장치를 시뮬레이터 내에 실제 장비로 설치하고, 함의 움직임에 필요한 운동방정식, 침로, 심도, 속력 등을 M&S로 구성하여 합조종콘솔의 조종에 따라 함이 움직일 수 있도록 모사한다.

추진체계 통합통제장치는 단독훈련일 때에만 사용하는 장비로 합조종콘솔을 통해 전해지는 함의 움직임을 모사하기 위해 관련 장비인 추진전동기, 축전지, 각종 펌프류 등을 작동하는 것같이 모사하여 각 장비의 전기소모량, 회전수, 유량 등을 M&S를 통해 모사함으로써 함의 움직임을 모사한다. 모든 훈련체계가 연동되는 상황에서는 기관훈련체계에 구비되어 있는 추진체계 통합통제장치를 사용하여 실제 장비를 구동시켜 함의 움직임을 모사 가능하기 때문에 조종훈련체계에서 추진체계 통합통제장치를 사용할 필요가 없다.

3,000톤급 차기잠수함용 조종훈련체계를 구성할 때 가장 중요한 것은 3,000톤급 차기잠수함의 운동특성이 그대로 반영된 구동장치를 구현해야 한다는 것이다. 그래야만 운용요원이 조종훈련을 통해서 차기잠수함에 맞는 조종법을 숙달할 수 있고 감각을 익힐 수 있다.

이와 같이 3,000톤급 잠수함용 조종훈련체계를 구축하게 되면 주요 훈련 내용은 기존의 209급이나 214급 잠수함의 훈련체계와 유사하나, 다른 훈련

체계와 연동이 되어 종합훈련을 실시할 수 있으며, 단독 훈련시를 고려하여 조종훈련체계 내에 추진체계 통합통제장치를 설치하여 이를 통해 추진체계 장비운용을 모사 가능하다.

## 2. 전술훈련체계

3,000톤급 차기잠수함용 전술훈련체계의 주요 훈련내용은 전투체계 장비 운용과 숙달 훈련, 전투정보실 운용요원 팀웍과 항해 훈련, 종합전술훈련 (대잠수함·대수상함 공격훈련, 호송선단 방어훈련, 기뢰부설 훈련, 감시·정찰훈련 등) 등이다.

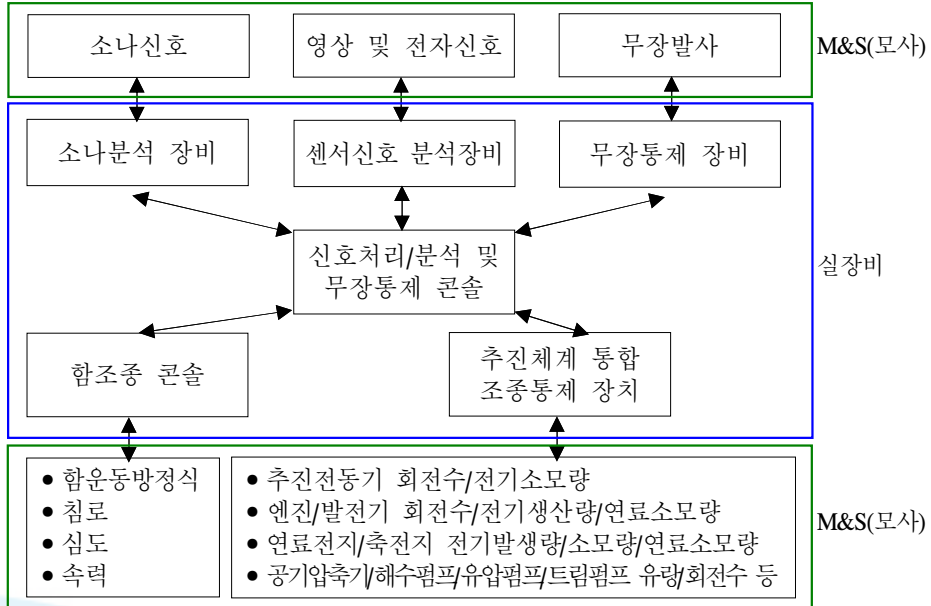
이와 같은 전술훈련체계를 구성하기 위해 활용가능한 디지털잠수함 M&S는 아래의 [표 4-4]와 같다.

[표 4-4] 전술훈련체계에 활용 가능한 디지털잠수함 M&S 현황

M&S 명	내 용	비 고
함 움직임 가시화	함의 움직임을 전시	공학급 모델
잠항·부상	수상 또는 잠항상태로 변경 모사	교전/임무급 모델
무장발사	발사 절차에 따른 무장발사 모사	교전급 모델

위의 [표 4-4]에서와 같이 디지털잠수함에 이미 제작되어 있는 M&S와 실제 함정에 탑재되어 있는 장비를 활용하여 전술훈련체계를 구성한다.

구성도는 다음의 <그림 4-10>과 같다. 다음의 <그림 4-10>에서 보는 바와 같이 전술훈련체계는 소나신호를 분석할 수 있는 소나분석 장비, 영상 및 전자신호를 분석할 수 있는 센서신호 분석장비, 무장을 통제할 수 있는 무장통제 장비로 구성하고, 이는 신호처리/분석 및 무장통제 콘솔(다기능 콘솔)을 통해 조종·통제한다.



<그림 4-10> 전술훈련체계 구성(안)

여기서, 소나분석장비, 센서신호분석장비 및 무장통제장비는 실제장비로 구성되고, 소나신호, 영상 및 전자신호와 무장발사는 M&S로 모사된다.

또한, 전술훈련체계에서 함 움직임을 모사할 수 있는 조종훈련체계의 함 조종콘솔과 기관훈련체계의 추진체계 통합조종통제장치를 전술훈련체계에 설치한다. 본 장비들은 전술훈련 단독훈련 시에만 사용되는 장비들으로써, 함이 움직이는데 필요한 장비들을 모사하고 함의 움직임을 모사하게 된다.

다기능 콘솔은 20여개 설치하고, 운용자 개인에 대한 숙달 훈련을 실시한다. 팀워크 훈련을 실시할 때는 다기능 콘솔을 5개를 1개 그룹으로 총 4개의 그룹을 지정하고 4척의 아군 잠수함이 작전을 수행할 수 있는 상황을 연출한다. 이 중에서 본함으로 지정되는 1척은 조종훈련체계 및 기관훈련체계와 연동되게 하여 실제 모든 장비가 구동하여 함정이 움직이면서 작전을 수행할 수 있도록 구성한다. 나머지 3개 그룹은 전술훈련체계에서 입력장치를 통해 함기동을 조종·통제할 수 있도록 구성한다.

전술훈련체계의 전체적인 구성은 다음의 [표 4-5]와 같다.

다음의 [표 4-5]에서 볼 수 있듯이 전술훈련체계의 구성은 214급 잠수

함 훈련체계와 유사하다. 훈련체계에 사용되는 모든 장비는 실제 차기잠수함에 탑재되는 전투체계 장비와 기능을 모두 보유하도록 구성한다.

[표 4-5] 차기잠수함 전술훈련체계 구성 및 주요 기능

구 분	주 요 기 능
훈련체계	• 3,000톤급 차기잠수함용 장비 설치 및 기능 보유
통제체계	• 훈련을 집행, 통제
강평체계	• 교육 및 사전·사후 강평, 훈련과정 전시 및 재현
컴퓨터 장비	• 훈련, 통제, 강평에서 운용되는 장비에 대한 상황모사, 자료처리, DB구축 시스템을 구성하는 장비
영상표적 제작 장비	• 실제함정 및 표적, 실제 해안선과 유사한 영상표적 제작 시스템
동력 장비	• 동력 공급 장비, 무정전 전원 공급장치
Simulator 관련 컴퓨터	• 훈련장비의 H/W 및 S/W 작동상황과 고장내역을 실시간 확인 가능한 시스템 • 소프트웨어는 공개형 운용체계, 프로그래밍 언어는 상용 언어

이와 같은 전술훈련체계를 구성함에 있어 디지털잠수함의 활용 가능한 각 전술훈련(대잠수함·대수상함 공격훈련, 호송선단 방어훈련, 기뢰부설 훈련, 감시·정찰훈련 등) 별 시나리오와 표적 생성 등의 기능은 214급과 동일하게 구축한다.

이와 같이 3,000톤급 잠수함용 전술훈련체계를 구축하게 되면 주요 훈련 내용은 기존의 209급이나 214급 잠수함의 훈련체계와 유사하나, 다른 훈련 체계와 연동이 되어 종합훈련을 실시할 수 있으며, 단독 훈련시를 고려 하여 전술훈련체계 내에 함조종콘솔과 추진체계 통합통제장치를 설치하여 이를 통해 함조종과 추진체계 장비운용 모사가 가능하다. 또한, 다기능 콘솔을 그룹화 하여 여러척의 잠수함을 생성할 수 있도록 기능을 추가함으로써 기존보다 더 효과적인 전술훈련을 할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 기관훈련체계

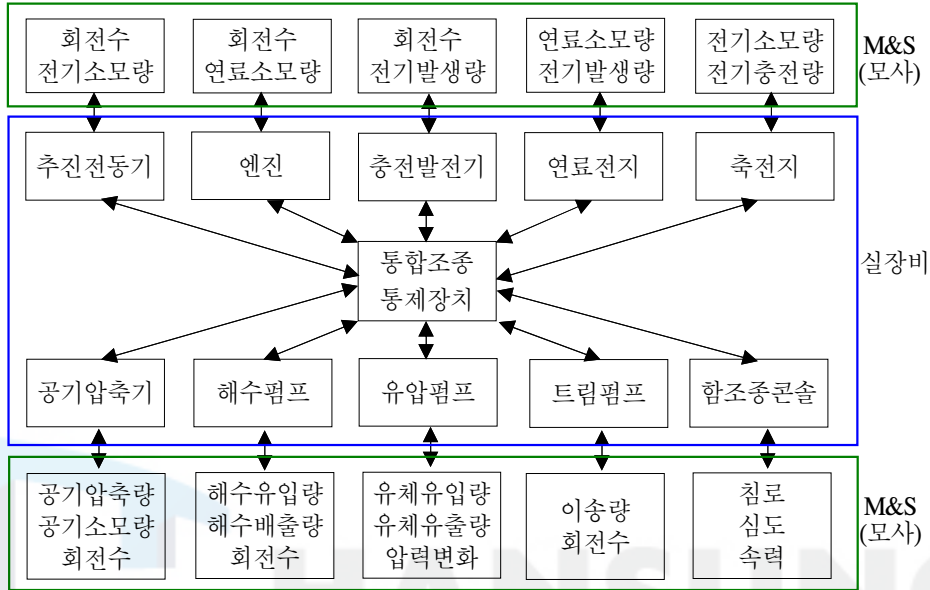
잠수함을 운용하기 위해 반드시 필요한 체계는 아래 [표 4-6]와 같다.

육상시험체계는 아래 [표 4-6]에서 보는 필수체계 중에서 추진체계만을 구성하고 있다. 그러나, 함이 운용되기 위해서는 추진체계 이외에도 최소한 압축공기체계, 유압체계, 해수냉각체계, 함 균형유지체계가 필요하다. 따라서, 기관훈련체계를 구성할 때에는 추진체계 외에 함이 운용하기 위해 반드시 필요한 필수체계에 포함되어 있는 필수장비를 포함하도록 구성되어야 한다.

[표 4-6] 잠수함 운용 필수체계 현황

필수체계	내 용	구성장비·설비
추진체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함을 움직이게 하는 에너지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추진전동기</li> <li>• 충전발전기·엔진</li> <li>• 연료전지</li> <li>• 축전지</li> <li>• 배전반</li> <li>• 전원공급장치 등</li> </ul>
압축공기체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 잠항과 부상에 사용</li> <li>• 함내 대기압 유지</li> <li>• 공기로 작동되는 모든 요소(밸브류 등)의 에너지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기압축기</li> </ul>
유압체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 조향장치(타) 작동 에너지원</li> <li>• 함의 타 이외 유압으로 작동되는 모든 요소(도어, 각종 밸브류 등)의 에너지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유압공급장치</li> </ul>
해수냉각체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열을 발생시키는 장비(추진전동기, 엔진류 등)에 해수를 공급하여 열을 식히는 역할</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해수냉각 펌프</li> </ul>
함 균형 유지체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 균형을 유지하는 체계(트림, 중량보상 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 트림펌프</li> <li>• 중량보상펌프</li> </ul>

앞의 [표 4-6]의 각 체계와 이에 필요한 실제 장비를 기관훈련체계에 설치한다. 기관훈련체계 구성도는 아래의 <그림 4-11>과 같다.



<그림 4-11> 기관훈련체계 구성(안)

위의 <그림 4-11>에서와 같이 함의 추진에 관련되는 각종 장비는 실제 장비가 설치되고 추진체계 통합조종통제장치를 통해 조종·통제된다. 또한, 앞의 [표 4-6]에서 볼 수 있듯이 함을 운용하는데 있어 필수장비도 기관훈련체계 내에 실제장비를 설치하고 통합조종통제장치를 통해 조종·통제한다.

실제 장비들이 구동되면 실제장비의 구동에 따라 변하는 변화량(전기소모량, 연료소모량, 전기충전량, 해수유입배출량, 공기압축소모량, 유체유입유출량 등)은 M&S에 의해 모사되어지도록 구성한다.

함조종콘솔은 조종훈련체계에 설치되어 있는 것과 동일한 장비가 설치되어 동일한 역할을 수행한다. 즉, 기관훈련체계 내에서 함조종콘솔을 이용하여 함의 움직임을 모사할 수 있으며, 기관훈련체계와 조종훈련체계가 연동되어 사용될 때에는 기관훈련체계의 함조종콘솔을 필요없도록 구성한다.

기관훈련체계에서 수행할 훈련내용은 개인숙달훈련으로 각 장비의 운용 교육훈련, 정비교육 훈련 등이며, 팀웍 훈련으로는 조종훈련체계에서 전달 되는 신호에 따라 운용자가 직접 장비를 운용하는 훈련이다. 이때, 활용 가능한 디지털잠수함 M&S는 다음의 [표 4-7]과 같다.

[표 4-7] 기관훈련체계에 적용 가능한 디지털잠수함 M&S 현황

M&S 명	내 용	비 고
각 장비들 변화량	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기소모량, 연료소모량, 전기충전량, 해수유입배출량, 공기압축소모량, 유체유입유출량 등</li> </ul>	공학급 모델
중량보상 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 부력과 중량의 차이 모사</li> </ul>	공학급 모델
추진장치 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 추진력 모사</li> </ul>	공학급 모델
부력탱크 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 잠항과 부상 모사</li> </ul>	공학급 모델
함 움직임 가시화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함의 움직임을 전시</li> </ul>	공학급 모델
잠항·부상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수상 또는 잠항상태로 변경 모사</li> </ul>	교전/ 임무급 모델

위의 [표 4-7]에서 보는바와 같이 기관훈련체계에 필요한 M&S는 이미 디지털잠수함에 제작되어 있으므로 활용 가능할 것으로 판단된다.

이와 같이 3,000톤급 잠수함용 기관훈련체계를 구축하게 되면 주요 훈련 내용은 기존의 209급이나 214급 잠수함의 훈련체계와 유사하나, 다른 훈련 체계와 연동이 되어 종합훈련을 실시할 수 있으며, 단독 훈련시를 고려하여 기관훈련체계 내에 함조종콘솔을 설치하여 이를 통해 함조종 모사가 가능하다.

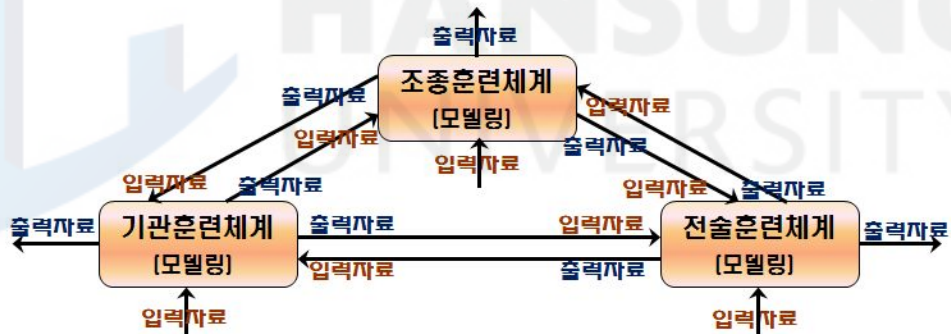
#### 4. 체계간 연동방안

조종훈련체계, 전술훈련체계, 기관훈련체계는 각기 훈련체계별로 별도 훈련도 가능토록 구성하며, 또한 팀웍 훈련을 위해 모든 훈련체계가 연동되어 훈련할 수 있도록 구성한다.

훈련체계간 연동에는 두 가지가 있다. 실제 장비간의 연동이 있고, 시뮬레이션간 연동이 있다.

실제 장비간 연동은 이미 설계 및 함건조와 시험평가를 통해 확인되고 검증되므로 본 논문에서는 별도로 다루지 않았다.

시뮬레이션간의 연동은 각 훈련체계간 시뮬레이션이 이루어지는 동안 필요한 연동으로써 아래 <그림 4-12>에서와 같이 여러 가지의 훈련체계는 각자 필요한 입력자료를 받아 출력자료를 생성하며 생성된 출력자료는 다른 훈련체계에 제공되어 입력자료로 활용되는 등 서로 유기적으로 연동이 되면서 구동하게 된다.



<그림 4-12> 훈련체계간 시뮬레이션 연동 구성도

각 훈련체계의 구성요소에 사용되는 M&S는 연속 또는 이산시간 M&S로써 공학급 수준이며, 전술훈련체계의 대함전, 대잠전 등의 작전용 시나리오는 이산사건 M&S를 갖는 교전급 또는 임무급 수준에 해당된다. 이와 같이 조종, 기관, 전술훈련체계는 2개 이상의 상이한 추상화 레벨로 모델링된 시뮬레이션이므로 하이브리드 시뮬레이션<sup>20)</sup>이라 할 수 있다.

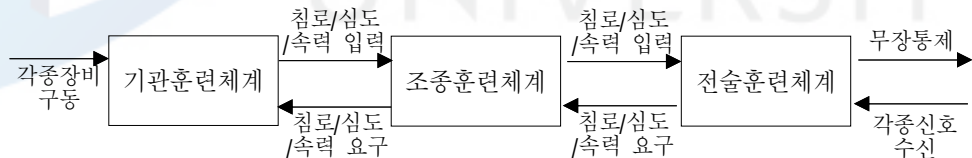
20) 하이브리드 시뮬레이션은 두 가지 이상의 개념이 혼재되어 있는 시뮬레이션으로써 여기서는 연속 시뮬레이션과 이산사건 시뮬레이션이 혼재되어 있는 시뮬레이션으로 간주한다.



잠수함에서 표적을 탐지하여 표적을 획득하고 무장 발사를 통제하여 표적을 요격함으로서 임무를 종료하는 대함전 상황이라고 한다면, 소나의 탐지 성능, 무장(미사일) 성능 등은 연속시간 시뮬레이션으로 이루어질 것이고, 함의 움직임, 소나 탐지, 무장 통제 등은 이산사건으로 이루어질 것이다.

따라서, 이와 같은 하이브리드 시뮬레이션을 갖는 각 훈련체계(조종훈련체계, 기관훈련체계 및 전술훈련체계)는 종합훈련을 위해 연동이 필요한데, 미 국방성에서 정의한 HLA/RTI는 분산된 환경에서 수행되는 이기종의 모델들을 상호 운용성을 가지면서 연동할 수 있는 공통된 아키텍처를 제안하고 있으므로 HLA/RTI를 연동에 적용 가능할 것으로 판단된다.

즉, 조종/전술/기관훈련체계 전체를 하나의 페더레이션으로 보고 각각의 훈련체계를 페더레이트라 한다면, 각 훈련체계에 있는 각종 장비들은 객체가 되고 각각의 객체는 속성을 가지게 되며, 각 훈련체계간에는 상호작용이 일어나게 된다. 이와 같은 상호작용은 매개변수를 가지고 전달된다. 아래의 <그림 4-13>의 침로/심도/속력은 매개변수로서 상호작용을 전달하게 된다. 이 매개변수는 RTI의 미들웨어를 통해 실시간으로 공유하게 된다.



<그림 4-13> 침로/심도/속력에 대한 각 훈련체계간 연동 도식도(예)

위의 <그림 4-13>에서 보는 바와 같이 전술훈련체계에서 각종 신호가 수신되고 전술훈련체계를 통해 분석되면 공격과 회피를 위해 침로/심도/속력을 요구하게 되고 조종훈련체계는 전술훈련체계에서 요구하는 침로/심도/속력을 받아 함조종콘솔을 통해 조종하게 된다. 이 조종된 자료는 기관훈련체계로 전달되고 기관훈련체계는 함조종콘솔의 요구자료를 분석하여 요구하는 침로/심도/속력을 구현할 수 있도록 각종 장비를 구동한다. 각종 장비의 구동에 따른 침로/심도/속력은 다시 조종훈련체계로 전달되고 조종

훈련체계는 이를 전술훈련체계로 전달하게 된다. 전술훈련체계는 전달된 침로/심도/속력에 따라 무장을 통제하여 적을 공격 및 회피하게 된다.

앞의 <그림 4-13>에서는 침로/심도/속력은 각 훈련체계에서 필요로 하는 공통의 입출력 변수이며 각 훈련체계는 위의 입출력 변수를 통해 각 장비(객체)가 구동하게 된다.

아래 [표 4-8]은 체계간 연동에 따른 각 체계의 입·출력자료이다.

물론 여기에 나타낸 입력 자료와 출력 자료가 모든 연동을 다 표시한 것은 아니다. 이와 같은 부분에 대해서는 향후 더 많은 연구를 통해서 각 체계별 입력에 따른 출력을 정의할 필요가 있다.

[표 4-8] 각 훈련체계별 입·출력 자료

구 분	입력자료	출력자료	
조종훈련체계	침로	기관훈련체계	유압량
		전술훈련체계	방위
	심도	전술훈련체계	심도
		기관훈련체계	공기량
			유압량
	속력	기관훈련체계	전력소모량
전술훈련체계		속력	
전술훈련체계	무장발사	기관훈련체계	중량보상
			트림보상
			공기량
			유압량
	잠항	조종훈련체계	트림
		조종훈련체계	타각
		기관훈련체계	공기량
			유압량
부상	조종훈련체계	타각	
	기관훈련체계	공기량	
유압량			

본 절에서는 전체적인 연동의 개념만을 다루었다. 따라서, 연동에 대한 구체적이고 세부적인 사항은 향후 연구를 통해 이루어져야 할 것이다.

### 제 3 절 잠수함 훈련체계 구축에 따른 기대효과

앞에서 설명한 바와 같이 3,000톤급 차기잠수함용 훈련체계는 조종훈련 체계, 전술훈련체계, 기관훈련체계로 각각 구성하고 이 모든 체계가 별개의 단위별로 훈련할 수도 있고, 연동하여 팀웍 훈련할 수 있도록 구성한다.

즉, 각 훈련체계별 개별훈련 방법으로 기관훈련체계에는 함조종콘솔을 두어 조종훈련에 필요한 모든 조종을 기관훈련체계 내에서 수행가능토록 구성하고, 조종훈련체계에는 추진체계 통합조종통제장치를 두어 조종훈련 체계 내에서 기관훈련장비체계를 모사할 수 있도록 하며, 전술훈련체계 내에는 함조종콘솔과 추진체계 통합조종통제장치를 설치하여 전술훈련체계 내에서 조종훈련체계와 기관훈련체계 상황을 모사 가능토록 구성한다. 또한, 모든 훈련체계를 통합하여 팀웍 훈련을 수행할 때에는 모든 훈련체계가 HLA/RTI 연동이 가능토록 구성한다.

전술훈련체계의 신호처리/분석 및 무장통제 콘솔(다기능 콘솔)은 개인숙달 훈련이 가능토록 개별 작동할 수 있도록 하고, 팀웍훈련 시에는 그룹화하여(약 5개 그룹) 한 그룹이 한척의 잠수함이 되도록 하여 여러 척의 잠수함으로 전술훈련이 가능하도록 구성한다.

이와 같은 모든 훈련체계를 구성하는 장비는 함정에 탑재되는 실제 장비를 사용한다. 즉, 전술훈련체계는 현재 개발중인 3,000톤급 차기 잠수함용 전투체계의 육상성능시험체계(LBTS)를 충분히 활용하고, 기관훈련체계는 3,000톤급 차기 잠수함용 추진체계 성능시험을 위한 육상성능시험체계(LBTS)를 최대한 활용하여 구성한다. M&S가 필요한 부분은 3,000톤급 차기잠수함 설계 시 개발된 디지털잠수함의 M&S를 최대한 활용한다. 이와 같은 구성은 개발비용 절감과 함께 개발기간도 단축시킬 수 있는 이점이 있다.

이와 같이 구축된 차기잠수함용 훈련체계는 잠수함을 운용하는 승조원의 체계적인 개인의 숙달훈련과 특히, 전 승조원이 참여하는 팀웍 종합훈련을 가능케 함으로써 잠수함 운용과 전술을 발전시킬 수 있고, 운용자의 운용숙달을 증대시킴으로써 잠수함 전력을 극대화 가능하며, 잠수함 운용

상의 안전성이 높아져 사고예방에 많은 도움이 되리라 기대된다.

3,000톤급 차기잠수함은 우리나라의 잠수함 독자 기술을 가지고 설계되고 건조되는 잠수함이다. 이와 같은 독자 설계를 통해 개발되는 잠수함이므로 훈련체계도 우리의 기술을 바탕으로 구축 가능하다고 판단된다.

즉, 잠수함의 훈련체계를 국내 독자 기술로 구축함에 따라 국내 잠수함 관련 기술은 더욱 더 발전할 것으로 기대되며, 이는 결국 수출에 많은 좋은 영향을 끼치게 되어 우리나라의 잠수함 수출 증대에 많은 도움이 될 것이다. 또한, 3,000톤급 잠수함의 훈련체계 구축과 운용은 잠수함 훈련체계 분야의 선두 주자로 올라서게 되는 계기가 될 것이며, 이는 향후 잠수함 수출의 다른 한 분야가 되어 더 많은 국익을 가져다 줄 것으로 기대된다.



## 제 5 장 결 론

잠수함은 운용 특성상 운용되고 있는 함에서 실제와 같은 훈련을 할 수 없으므로 육상에 훈련체계를 구축하고 팀웍 훈련을 통해서 숙달훈련과 전술훈련을 실시해야한다.

3,000톤급 잠수함의 훈련체계는 1,200톤급이나 1,800톤급 잠수함용 전술 훈련체계와 조종훈련체계와 유사하게 구성하였다. 그러나, 1,200톤급 잠수함과 1,800톤급 잠수함은 우리나라에서 우리나라 기술로 설계된 함정이 아니므로 전술훈련체계와 조종훈련체계도 순수 우리나라 기술로 개발되지 못했다.

이와는 달리 3,000톤급 잠수함은 순수 우리나라 기술로 설계된 잠수함으로써 설계의 검증과 지원을 위해 설계와 함께 개발된 디지털잠수함을 활용하여 조종훈련, 전술훈련 및 기관훈련체계를 구성하였다.

모든 훈련체계는 단독 훈련이 가능하도록 독립적으로 구성하였다. 기관 훈련체계는 실제 함에 탑재되는 기관장비와 함 운용에 필수인 장비로 구성되며, 실제 장비의 구동에 의해 함의 움직임을 모사한다. 기관훈련체계에는 함조종콘솔을 두고 함의 움직임을 조종·통제하여 모사할 수 있도록 하였다.

조종훈련체계는 함조종콘솔을 통해 함의 움직임을 조종·통제하도록 구성하였으며, 조종훈련체계에 추진체계 통합조종통제장치를 구비하여 조종훈련체계에서도 기관훈련체계에 설치되어 있는 장비들의 조종·통제를 모사 가능하도록 구성하였다.

전술훈련체계는 신호분석 및 무장통제 콘솔을 설치하여 개인숙달 훈련이 가능토록 구성하였고, 팀웍 훈련을 위해서는 콘솔을 그룹화하여 수척의 잠수함으로 만들어 전술훈련이 가능토록 구성하였다. 그리고, 함 움직임을 조종할 수 있는 함조종콘솔과 추진체계를 조종할 수 있는 추진체계 통합조종통제장치를 전술훈련체계에 설치하여 전술훈련체계로만 훈련할 때에도 함 조종과 기관장비들이 구동되는 것과 같이 모사되도록 구성하였다.

또한, 전체 함승조원의 팀웍 훈련인 종합훈련이 가능하도록 조종훈련체

계, 전술훈련체계와 기관훈련체계를 동시에 모두 구동시켜 연동이 되도록 구성하였다. 연동되는 M&S에는 공학급과 교전/임무급이 모두 존재하기 때문에 하이브리드 시뮬레이션이 되는데 이와 같은 시뮬레이션의 연동은 HLA/RTI 연동 기술을 접목시켜 구현할 예정이나, 본 논문에서는 연동에 대한 기본적인 개념만을 다루었다.

이와 같이 훈련체계는 3,000톤급 설계 시에 구축된 디지털잠수함과 향후 추진체계 육상성능시험을 위해 구축예정인 추진체계용 육상성능시험체계(LBTS)를 활용한다면 구축에 소요되는 시간과 비용을 절감할 수 있을 것이다.

또한, 구축된 훈련체계는 잠수함을 운용하는 승조원의 체계적인 개인의 숙달훈련과 특히, 전 승조원이 참여하는 팀웍 종합훈련을 가능케 함으로써 잠수함 운용과 전술을 발전시킬 수 있고, 운용자의 운용숙달을 증대시킴으로써 잠수함 전력을 극대화 가능하며, 잠수함 운용상의 안전성이 높아져 사고예방에 많은 도움이 되리라 기대되며, 순수 국내 기술만으로 구축될 경우 잠수함 관련 기술발전을 기대할 수 있고 나아가 수출에도 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 훈련체계 구축에 대한 개념적인 면만을 다루었으므로 향후에는 훈련체계를 구축하기 위한 세부적인 방법이 연구되어야 할 것이다. 즉, 각 훈련체계의 실제 장비와 모사범위를 정의하고 모사 수준도 연구되어야 하며 특히, 연동을 위한 변수 정의와 각 변수들의 특성, 상세한 입출력 자료 등 상세 연동 방법이 연구되어야 할 것이다.

## 【참고문헌】

### 1. 국내문헌

- 김동훈 외(2007), “교전수준 잠수함 표준모델 개발 방안 연구”, 서울 : 『한국시뮬레이션학회논문지, Vol. 16, No 4』, 한국시뮬레이션학회.
- 김성호(2010), “Virtual-Constructive 시뮬레이션 연동 구축 방안에 관한 연구”, 대전 : 배재대학교
- 김찬기(2002), 국방 M&S 개념연구, 서울 : 국방과학연구소 기술보고서
- 김태환 외(2009), “잠수함 개념 설계를 위한 디지털 목업 개발”, 서울 : 한국해양공학회지 제23권 제1호 pp. 152~157
- 김혁수(1999), “수중의 비밀병기 잠수함 탐방”, 서울 : 을유문화사.
- 대한조선학회(2012), “함정”, 경기 파주 : 텍스트북스.
- 류태규 외(2010), “몰입형 가상현실 기반 L-V-C 시뮬레이션 연동 체계 기술 동향”, 서울 : KSAS 매거진 2010년 7월/제4권 2호
- 박우열(2003), “군 훈련용 시뮬레이터의 문제점과 해결 방안에 대한 연구”, 서울 : 고려대학교
- 방경태(2009), “육군 Live-Virtual-Constructive 모델 통합 프레임워크 연구”, 대전 : KAIST
- 방위사업청(2009), “214급 잠수함 전술훈련장비 계약서”  
\_\_\_\_\_ (2009), “장보고-II 조종훈련장비 체계개발실행계획서”
- 세종대학교(2008), “해상작전 헬기 시뮬레이터 사업관련 공통기술 활용방안 연구”, 서울 : 방위사업청
- 윤부원(2011), “SBA를 위한 LVC 연동에 관한 연구”, 대전 : 한남대학교
- 이용규(2008), “ M&S 기법을 활용한 잠수함 수명주기비용 추정”, 서울 : 서울산업대학교
- 이용태(2011), “합동전장에서 NCOE 구현을 위한 해군력 발전방향(미래 잠수함의 역할 및 능력증대를 중심으로)”, 대전 : 한남대학교

- 임성용(2000), “DEVS 형식론에 기반한 하이브리드 시스템 모델링  
시뮬레이션방법론”, 대전 : 한국과학기술원
- \_\_\_\_\_ 외(2000), “DEVS 형식론에 기반한 하이브리드 시스템 모델링  
시뮬레이션방법론”, 서울 : 한국시뮬레이션학회 '00추계학술대회  
논문집
- 최상영 외(2010), “LVC 시뮬레이션 혼합 아키텍처 연동모델 제안”, 서울 :  
한국인터넷정보학회학술발표대회 논문지, Vol 2010 No. 6
- 최홍필(2010), “M&S를 활용한 국 과학화 훈련체계 구축에 관한 연구”,  
서울 : 한성대학교
- 황근철(2007), “모델 기반의 시뮬레이션 기법을 이용한 차기 고속정(Patrol  
Killer Experiment)용 전투체계 대공전 기능의 분석 및 설계”,  
서울 : 한국시뮬레이션학회 논문지 Vol. 16, No. 4, pp. 23~31
- 홍정희 외(2010), “체계 효과도 분석을 위한 공학/교전 모델 연동  
시뮬레이션 기술 연구”, 한국시뮬레이션학회 논문지 Vol. 19,  
No. 4, pp 319~326



## 2. 국외문헌

DoD 5000.59(1995), *Modeling and Simulation(M&S) Master Plan.*, U. S,  
Department of Defense.

DoD(2006), *Acquisition Modeling and Simulation Master Plan*, U. S,  
Department of Defense.

IEEE(2000), *IEEE Standard for Modeling and Simulation(M&S) High Level  
Architecture(HLA)-Federate interface Specification*, Std 1516.1

TENA Architecture(2002), *TENA Architecture Reference Document*,  
Version 2002, 4, November 2002,

## 3. 인터넷 사이트

<http://www.tena-sda.org>.

<http://afams.af.mil>

HANSUNG  
UNIVERSITY

# ABSTRACT

## The Study on the Training System Constructing of Submarine Based on M&S

**Lee, Kyoung Chul**

**Major in National Defense Modeling & Simulation**

**Dept. of National Defense Modeling & Simulation**

**Graduate School of National Defense Science**

**Hansung University**

As today's aspect of naval battle is changing from "naval battle at the sea" to "projection of military power from the sea to the ground" which is the coastal engagement, the effective value of clandestine submarine is growing day by day in comparison to surface ship.

However, since submarine is only operated by means of acoustic source unlike surface ship, it can be said that the ability of operator is equal to the capability of submarine. Therefore, in order to enhance the operators' capabilities, the personal task mastery training as well as teamwork training are mandatory for operators.

However, due to submarine's unique characteristic, it is almost impossible to conduct risk management training and tactical training in operating submarine because even small mistake can be fatal to the survival of submarine.

In this paper, I verified M&S resource that can apply for construction, and researched on the construction of training system

measure by applying identified M&S resource as well as interface measure among training systems in order to provide the teamwork training for all crew members simultaneously when constructing submarine training system on the ground.

This research identified the M&S resources, which are LBTS (Land Based Test System) that can test the performance of the propulsion system and the digital submarine that is a virtual prototype for 3000 tons class, that can be used for building propulsion training system, tactical training system, and maneuvering training system for 3000 tons class.

The training system is built to allow maneuvering/tactical/propulsion training system to be able to conduct independent training by itself. In other words, the maneuvering training system can control and maneuver the movement of the ship through the ship maneuvering console and also by possessing IPMC(Integrated Propulsion System Control Console) within the maneuvering training system, the maneuvering and control of equipments that are installed in the propulsion training system can be simulated using the maneuvering training system. The propulsion training system is composed of the actual equipment that is installed on the ship as well as essential items for the ship maneuvering and also can simulate the movement of the ship from the running of actual equipment. The propulsion training system can simulate the control and maneuvering of the movement of the ship through ship maneuvering console. By installing signal analysis and weapon control console, the tactical training system is able to conduct individual task mastery training and also can be used for tactical training as producing several submarines by grouping the consoles. Moreover, by installing IPMC(Integrated Propulsion System Control Console), which can reproduce the propulsion system

maneuvering, and ship maneuvering console, which can reproduce the maneuvering of the ship movement within the tactical training system, it is constructed as if the ship maneuvering and propulsion equipments are operating even only with tactical training system.

Also, in order to make integrated training, which is the teamwork training for all crew members, possible, it is made to interface by simultaneously operating the tactical training system and propulsion training. Because both engineering level and tactical level exist for interfaced M&S, it has to be the hybrid simulation and it is expected that it will be demonstrable by applying HLA/RTI interface technology; therefore, only the concept of interface was researched in this paper. Consequently, the detailed and concrete research with respect to the interface will need further study in the future.

**【KEYWORD】** M&S(Modeling & Simulation), M&S Resource, M&S Interface, Digital Submarine, LBTS(Land Based Test System)