

DEVS 통합개발환경 기반 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비 개발

이민규* · 황근철 · 이동훈 · 나영인 · 김우식

Development of Torpedo Target Detection Section Interface Simulation System based on DEVS Integrated Development Environment

Min Kyu Lee* · Kun Chul Hwang · Dong Hoon Lee · Young In Nah · Woo Shik Kim

ABSTRACT

It is necessary for us to undergo trial and error for eliciting the rational requirement of the acquisition of weapon systems, but the M&S is general approach due to costs and risk of the development. In addition to the acquisition of weapon systems, M&S is extensively employed in the analysis and the training of developed weapon systems. The ADD (Agency for Defense Development) has developed DEVS integrated development environment (QUEST) that provides M&S general ground technique composed of simulation model implementation services, simulation result analysis services, and simulation interface services. This paper describes the interface architecture and the implementation of torpedo target detection section interface simulation system using QUEST. The torpedo target detection section interface simulation system is composed of torpedo target detection section which calculates a result of target detection and the QUEST scenario generator which provides simulation scenario for performance test of the torpedo target detection section. The interface architecture of torpedo target detection section interface simulation system is designed to verify the interface and performance of the torpedo target detection section by linking with the QUEST scenario generator.

Key words : Modeling, Simulation, DEVS, Integrated Development Environment, Torpedo Target Detection Section

요약

무기체계의 합리적인 요구사항 도출을 위해서는 많은 경험과 시행착오가 필요하지만, 현실적으로는 개발 비용과 위험 등의 이유로 M&S를 통한 접근이 일반적이다. 무기체계 획득 이외에도, 개발된 무기체계의 분석 또는 훈련을 목적으로도 M&S가 광범위하게 사용되고 있다. 국방과학연구소에서는 이러한 M&S의 필요성을 충족시키기 위해 모의실험 및 체계분석 구현에 필요한 M&S 공통기반기술 제공을 목적으로 해군 전투실험을 위한 DEVS 통합개발환경(QUEST)을 개발하였다. 본 논문에서는 모의 어뢰 표적탐지부 연동 아키텍처를 설계하고, QUEST의 무기체계 시뮬레이션 기능을 활용하여 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비를 개발하였다. 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비는 표적탐지 결과를 제공하는 어뢰 표적탐지부와 어뢰 표적탐지부의 성능 시험에서 필요한 시뮬레이션 시나리오를 제공하는 QUEST 시나리오 발생기로 구성된다. 모의 어뢰 표적탐지부 연동 아키텍처는 QUEST 시나리오 발생기와 어뢰 표적탐지부와의 연동을 통해 어뢰 표적탐지부의 성능 및 인터페이스를 검증할 수 있도록 설계되었다.

주요어 : 모델링, 시뮬레이션, DEVS, 통합개발환경, 어뢰 표적탐지부

1. 서론

Received: 21 October 2014, **Revised:** 20 March 2015,
Accepted: 25 March 2015

***Corresponding Author:** Min Kyu Lee
E-mail: messin@add.re.kr
Agency for Defense Development

현재 무기체계 개발 비용 절감 및 위험성의 이유로, 무기체계의 획득, 분석 및 훈련을 위해 M&S를 수행하는 것이 보편화되어 있다¹⁻³. 특히, 교전 및 공학급 시뮬레이션 분야에서는 사건 중심으로 시뮬레이션을 진행하는 DEVS

(Discrete Event System Specification)^[4]기반으로, 재사용성 향상을 위한 교전수준의 전투개체 모델구조 연구^[5], 교전급 시뮬레이션을 위한 전투 공간 모델 연구^[6-7] 등 효과적인 시뮬레이션 모델 및 구조에 대한 연구들이 진행되어 왔다.

그럼에도 불구하고, 시뮬레이션 프레임워크 및 모델의 표준화가 정립되지 않아 새로운 무기체계의 분석을 위한 시뮬레이션 SW를 개발할 때, 기존 모델을 재사용하지 못하고 반복적으로 새로운 모델 및 구조를 개발하고 있다. 국방과학연구소에서는 시뮬레이션 프레임워크^[8] 및 모델의 표준화 정립^[9-11]을 위해 많은 노력을 기울여왔으며, 그 결과 국방 M&S에서 요구되는 공통기반기술 제공을 목적으로 하는 DEVS기반의 통합개발환경 QUEST (Quick-assembly Unified Engineering Simulation Toolkit)^[12-14]을 개발하였다.

어뢰 표적탐지부는 음향탐지기와 항적탐지기로 구성되며, 표적의 음향 및 항적특성을 이용하여 표적을 탐지하는 장비이다. 표적탐지부의 우수한 탐지성능을 보장하기 위해서는 다양한 음향환경에서 검증된 신호처리 알고리즘이 필요하다. 시뮬레이션 환경은 실제 환경에서 발생할 수 있는 다양한 시나리오를 제공해줄 수 있기 때문에, 표적탐지부의 신호처리 알고리즘 개발에 유용하게 활용되고 있다^[15].

본 논문에서는 QUEST 활용으로 다양한 시나리오를 제공하여 효과적으로 어뢰 표적탐지부의 신호처리 알고리즘을 개발할 수 있는 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비에 대해 기술한다. 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비는 표적탐지 결과를 제공하는 ‘어뢰 표적탐지부’와 어뢰 표적탐지부의 성능시험과정에서 필요한 시뮬레이션 시나리오를 제공하는 ‘QUEST 시나리오 발생기’로 구성된다. 먼저 어뢰 표적탐지부에 시뮬레이션 시나리오를 제공하는 QUEST 시나리오 발생기를 설계/구현하였다. 그리고 어뢰 표적탐지부와 QUEST 시나리오 발생기를 연동하는 시뮬레이션 연동 아키텍처를 설계/구현함으로써, QUEST에서 제공하는 다양한 기능을 이용하여 어뢰 표적탐지부 성능 및 인터페이스를 유연하게 검증할 수 있도록 하였다.

2. QUEST 개요

QUEST는 시뮬레이션 분석이 요구될 때 신속하게 실험계획단계부터 결과분석단계까지 시뮬레이션을 지원한다. QUEST는 DEVS 형식론을 기반으로 개발된 시뮬레이션 엔진을 탑재하고 있다. 시뮬레이션 엔진이 DEVS

형식론의 명세에 따라 개발됨에 따라 각 체계모델 구성 시 하부 부체계모델의 계층적 구성이 용이하며, 각 모델의 시간 및 이벤트 진행은 시뮬레이션 엔진에서 관리해주기 때문에 시뮬레이션 구성 후 사용자는 편리하게 고속 및 실시간 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

QUEST에는 기본 모델 템플릿이 정의되어 있어, 다양한 내부 서비스 기능을 활용할 수 있다. 기본적으로 수중 무기체계를 모의할 수 있는 기동모델, 음향센서모델, 통신 모델 등으로 이루어진 물리모델 라이브러리가 개발되어 있어, 체계모델 특성에 따른 물리모델을 선정할 후 선정된 물리모델에 대한 전술모델을 정의하는 것으로 체계모델을 구성할 수 있다. 결과적으로, QUEST는 공통적으로 사용되는 물리모델의 중복개발을 피하는 동시에, 사용자가 정의하는 전술모델을 통해 시뮬레이션의 목적에 맞는 자유로운 시나리오 설정이 가능하다.

QUEST는 시뮬레이션의 모델 라이브러리를 이용한 신속한 모델 구현 및 시뮬레이션 실행 이외에도 다양한 지원도구를 제공한다. 시뮬레이션 데이터 로깅, DB관리, 메모리관리, 고속 연산, 그리고 분산 시뮬레이션 기능을 가진 시뮬레이션 도구는 시뮬레이션 성능 및 연동을 지원하고, 모델저작도구, 실험설계도구, 실험분석도구, 가시화도구, 및 시뮬레이션 통제 기능을 가진 전투실험 지원도구는 시뮬레이션 구현, 실시간분석, 및 사후분석을 지원한다^[13-14].

3. 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비 구성

어뢰 표적탐지부 성능 및 인터페이스 검증을 위해 개발된 모의 어뢰 표적탐지부 연동시험장비는 QUEST 시나리오 발생기와 어뢰 표적탐지부로 구성된다(Fig. 1. 참조). 어뢰 표적탐지부는 다시 음향탐지기와 항적탐지기로 구분되며 이들은 각각 시뮬레이션 진행 중 신호처리 과정을

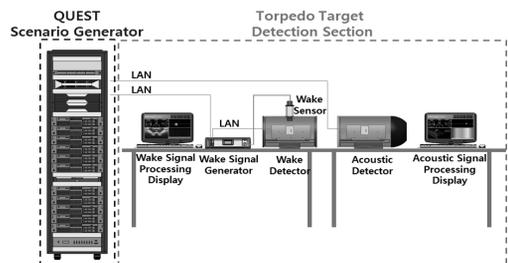


Fig. 1. Configuration of Torpedo Target Detection Section Interface Simulation System

표시해주는 표시기를 가진다. 음향탐지기와 항적탐지기는 각각 QUEST 시나리오 발생기에서 수신한 시뮬레이션 정보를 이용하여 탐지결과를 생성하고, LAN통신으로 QUEST에 그 결과값을 전송한다. QUEST 시나리오 발생기는 유도제어부모델, 기동모델 등을 포함한 어뢰 체계모델, 어뢰를 발사하는 잠수함 체계모델, 표적으로 설정된 수상함 체계모델, 표적함에서 발사되는 기만기 체계모델을 모의하며, 이들 시뮬레이션 정보를 항적/음향탐지기에 송신한 후, 탐지결과를 수신한다.

3.1 QUEST 시나리오 발생기

모의 어뢰 표적탐지부 연동시범장비에서 QUEST는 음향/항적탐지기의 성능 및 인터페이스를 검증하는 시나리오 발생 기능을 지원한다. QUEST 시나리오 발생기는 QUEST 모델 라이브러리를 이용하여 구현되었다.

3.1.1 QUEST 모델 라이브러리¹²⁾ 구성

QUEST에서는 시뮬레이션에 필요한 객체구성을 위한 물리모델 라이브러리를 제공한다(Fig. 2. 참조). QUEST 물리모델 라이브러리에는 기동, 수동소나, 능동소나, 취약성, 체계에너지, 표적관리, 방사소음, 반향신호, 근접센서, 탄두, 통신, 형상, 발사대, 단순음향센서 모델 등 총 14종의 물리모델이 포함되어 있으며, 각각의 물리모델들은 체계모델에 공통적으로 사용될 수 있는 부체계 기능을 모의한다.

각각의 물리모델은 해당 부체계 기능을 모의하기 위한

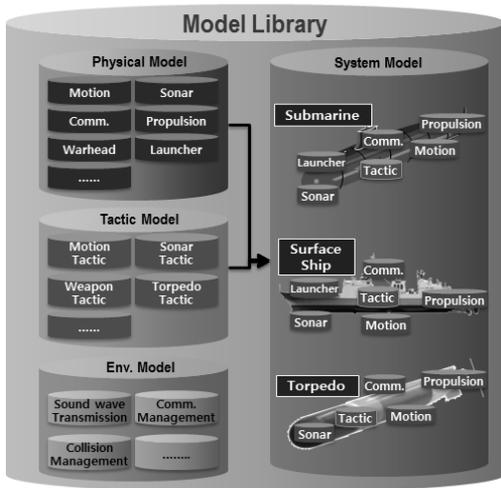


Fig. 2. The model libraries concept of the integrated development environment

입력 및 출력 포트가 정의되어 있다. 물리모델의 입력 포트 메시지는 물리모델 기능 모의를 위한 필수정보로서, 사용자는 전술모델 구현을 통해 물리모델로 메시지를 전달하여 물리모델의 기능을 통제할 수 있다. 물리모델의 출력 포트 메시지는 주로 환경모델로 전달되는 정보로서, 해당 물리모델에서 발생된 환경정보(음향신호정보, 폭발 신호정보, 통신신호 정보, 등)를 환경모델에 반영한다.

또한 각 체계모델에는 ‘데이터 노드(Data Nodes)’가 정의되어 있어, 체계모델에 포함된 모든 하부 모델(물리모델 또는 전술모델)들은 체계모델 내부 정보를 서로 공유한다. 데이터 노드는 입력 포트 메시지(명령)에 따라 수행된 물리모델의 결과가 반영되는 변수들의 집합으로, 사용자는 데이터 노드에 정의된 다양한 변수를 참조하여 물리모델을 통제하는 전술모델의 모의논리를 설계할 수 있다.

결론적으로, QUEST 모델라이브러리에 정의된 물리모델과 물리모델을 통제하는 전술모델(사용자 정의 모델)로 체계모델이 정의되며, 시뮬레이션에 참여하는 모든 체계모델은 환경모델을 통해 타 체계모델과 관련된 환경정보를 수신하여 객체의 다양한 행위(behavior)를 모의한다.

3.1.2 QUEST 시나리오 발생기 구현

QUEST 시나리오 발생기는 여러 부체계모델로 구성된 체계모델 (잠수함, 수상함, 기만기, 및 어뢰)과 이들 체계모델의 환경적인 상호작용을 모의하는 환경모델로 구성되어 있다(Fig. 3. 참조).

각각의 체계모델들은 환경모델을 매개로 타 체계모델의 환경정보를 수신하고, 자신의 환경정보를 타 체계모델로 송신한다. 각 체계모델에 정의된 물리모델들은 체계모델의 특성에 따라 물리모델 라이브러리로부터 추가되었으며, 이들 물리모델을 통제하는 전술모델은 어뢰 표적탐

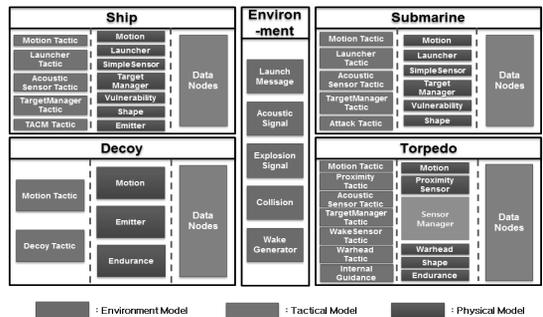


Fig. 3. System Model Configuration of QUEST Scenario Generator

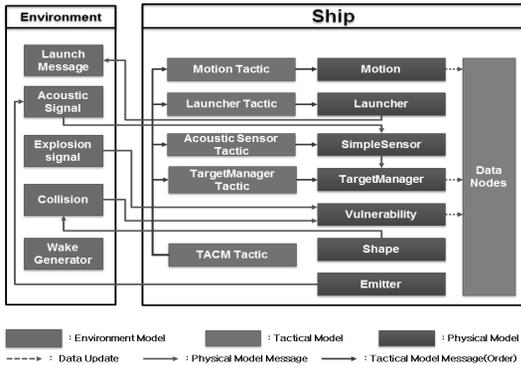


Fig. 4. Surface Ship Model Configuration

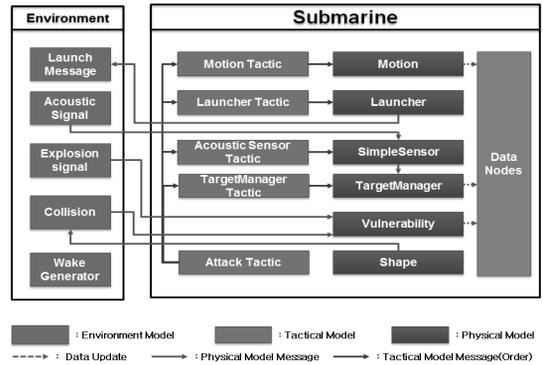


Fig. 5. Submarine Model Configuration

지부 검증 시나리오에 맞게 설계 및 구현되었다.

QUEST 시나리오 발생기는 QUEST를 기반으로 설계 및 구현되어 있어, 기본적으로 QUEST의 다양한 서비스 기능을 활용할 수 있는 동시에 QUEST 모델 라이브러리의 활용으로 객체 추가 및 삭제가 자유로워, 어뢰 표적탐지부의 검증을 위한 다양한 시나리오의 구성이 용이하다. 또한 물리모델을 통제하는 전술모델을 물리모델 단위로 설계함으로써, 특정 물리모델의 전술요소에 따른 어뢰 표적탐지부 성능시험이 가능하다.

수상함 체계모델은 기동, 단순음향센서, 발사대, 표적관리, 취약성, 형상, 방사소음 모델의 물리모델을 포함한다(Fig. 4. 참조). 이 중 기동, 단순음향센서, 발사대, 표적관리 모델은 입력 포트 메시지(명령)를 필요로 하므로, 각 물리모델에 상응하는 전술모델을 설계하였다. 또한 기동전술, 발사대전술, 단순음향센서전술, 표적관리전술 모델을 통제하는 TACM(Torpedo Acoustic Counter-Measure) 전술모델을 설계하여 어뢰공격에 대응하는 수상함의 어뢰 회피전술 로직을 모의하였다. TACM전술모델에서 모의되는 수상함의 전술을 다양하게 변경함에 따라, 어뢰 표적탐지부를 테스트할 수 있는 다양한 상황을 어뢰 표적탐지부로 전달할 수 있다.

수상함 체계모델은 음향신호, 충돌신호, 발사신호, 폭발신호에 대해 환경모델과 긴밀한 관계를 가지고 있다. 환경모델이 단순음향센서모델에게 제공하는 음향신호는 수상함이 탐지할 수 있는 객체들의 전달손실, 표적강도, 소음레벨 등의 음향신호 정보를 포함하고 있으며, 방사소음모델이 환경모델로 전달하는 음향신호는 수상함의 방사소음 정보를 포함한다. 수상함 체계모델에 포함된 형상 모델은 환경모델로 객체의 형상정보를 제공하며, 환경모델은 형상정보를 바탕으로 객체들의 충돌정보를 계산하

여 충돌 시 취약성모델로 충돌정보를 전달한다. 발사대 모델에서 발생된 발사정보는 환경모델로 전달되며, 환경모델은 이 정보에 따라 새로운 객체(기만기 체계모델)를 생성시킨다. 폭발신호는 어뢰 체계모델에 포함된 탄두모델에서 발생하는 신호로 환경모델을 통해 수상함 취약성모델로 그 정보가 전달되어 손상평가가 계산된다.

잠수함 체계모델은 기동, 단순음향센서, 발사대, 표적관리, 취약성, 형상 모델의 물리모델을 포함한다(Fig. 5. 참조). 수상함을 공격하도록 설정된 잠수함 체계모델은 수상함의 TACM전술모델 대신 어뢰공격전술모델을 포함한다. 어뢰공격전술모델은 기동전술, 발사대전술, 단순음향센서전술, 표적관리전술 모델을 통제하여, 수상함 표적정보 획득 및 어뢰 발사를 모의한다. 수상함의 TACM전술모델과 유사하게 어뢰공격전술모델은 다양한 어뢰공격 상황을 어뢰 표적탐지부에 제공함으로써 다양한 음향 및 항적센서 탐지성능 검증 시나리오를 제공할 수 있다.

잠수함 체계모델은 공격 객체로만 설정되어 수상함 체계모델에 포함된 방사소음 모델을 포함하지 않으며, 환경모델로부터 음향신호, 폭발신호, 충돌신호를 수신하고 환경모델로 형상정보 및 (어뢰)발사신호를 송신한다.

어뢰 체계모델은 잠수함 체계모델의 발사대 모델에서 송신한 발사정보를 통해 초기화되며, 함정 플랫폼에 포함된 기동, 형상 모델의 물리모델 이외 근접센서, 탄두, 및 체계에너지(Endurance) 모델의 물리모델이 추가적으로 포함된다(Fig. 6. 참조). 어뢰 체계모델은 어뢰 표적탐지부에 음향/항적 센서 탐지결과를 즉각적으로 반영하는 내부유도전술모델을 포함하고 있으며, 이 내부유도전술모델은 기동전술, 근접센서전술, 단순음향센서전술, 표적관리전술, 항적센서전술, 및 탄두전술 모델을 통제하여 어뢰의 내부유도로직을 모의한다.

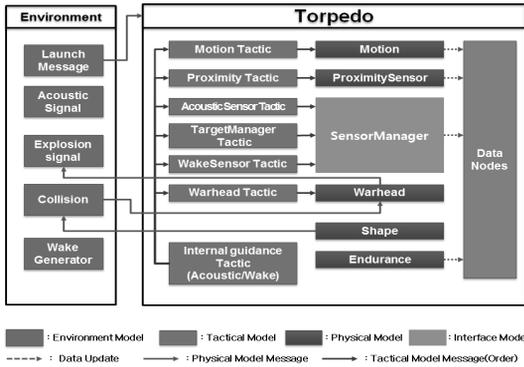


Fig. 6. Torpedo Model Configuration

어뢰 체계모델과 환경모델과의 인터페이스는 탄두모델과 관련이 깊다. 어뢰 체계모델에 포함된 탄두모델은 환경모델로부터 임의의 객체와의 충돌정보를 수신하면 폭발세기정보를 환경모델로 전달한다. 폭발세기정보를 수신한 환경모델은 취약성 모델을 가진 모든 체계모델로 그 정보를 전송한다. 폭발세기를 수신한 취약성 모델은 폭발세기에 따라 해당 체계모델의 상태를 결정한다.

어뢰 체계모델은 다른 함정 체계모델과 다르게 인터페이스 모델인 센서관리 모델을 포함한다. 센서관리 모델은 어뢰표적탐지부의 탐지결과를 수신하여 QUEST 시나리오 발생기에 그 결과값이 반영되도록 한다. 따라서 센서관리 모델은 단순음향센서, 항적센서, 표적관리 모델 역할을 대신하도록 설계되어 있다. 즉, 센서관리 모델은 어뢰 표적탐지부로부터 음향 및 항적신호 탐지결과를 연동단으로부터 수신하여 기존 단순음향센서, 항적센서, 및 표적관리 인터페이스에 따라 데이터 노드에 반영하는 역할을 한다. 센서관리 모델에 반영되는 어뢰 표적탐지부 음향/항적 탐지결과는 QUEST 연동단을 통해 어뢰 표적탐지부로부터 수신된다.

기만기 체계모델은 수상함 체계모델에서 발사되는 모델로서, 기동, 방사소음, 체계에너지 모델의 물리모델과 기동전술, 기만기전술 모델의 전술모델을 포함한다(Fig. 7. 참조). 기만기전술모델은 기동전술모델을 통제하는 전술 모델로 기만기가 자향식기만으로 설정되었을 경우, 기동방향에 대한 명령을 내리는 역할을 한다. 기동방향 명령 메시지를 수신한 기동전술모델은 기동모델로 해당 메시지를 전달한다.

기만기 체계모델은 기만 소음정보를 환경모델에 제공하며, 환경모델은 연동단을 통해 어뢰 표적탐지부로 기만기의 소음정보를 제공한다.

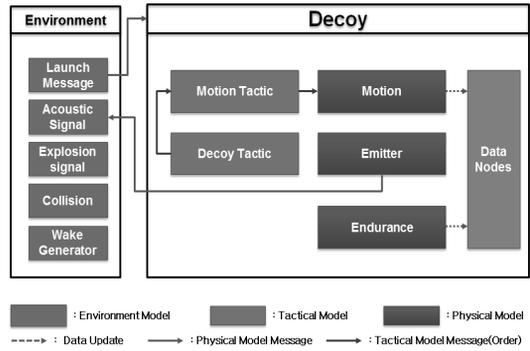


Fig. 7. Decoy Model Configuration

3.2 어뢰 표적탐지부

어뢰 표적탐지부는 음향탐지부와 항적탐지부로 구성되어 있으며, 이들은 각각 QUEST 시나리오 발생기 연동단과 연동된다.

3.2.1 어뢰 음향탐지부

어뢰 음향탐지부는 신호처리 컴퓨터가 탑재된 음향탐지기와 음향신호처리 표시기로 구성된다(Fig. 8 참조).

어뢰 음향탐지기는 QUEST 시나리오 발생기에서 제공되는 표적/기만기정보, 어뢰위치정보, 및 환경정보를 수신한 다음, 음향센서 탐지결과를 계산하여 QUEST 시나리

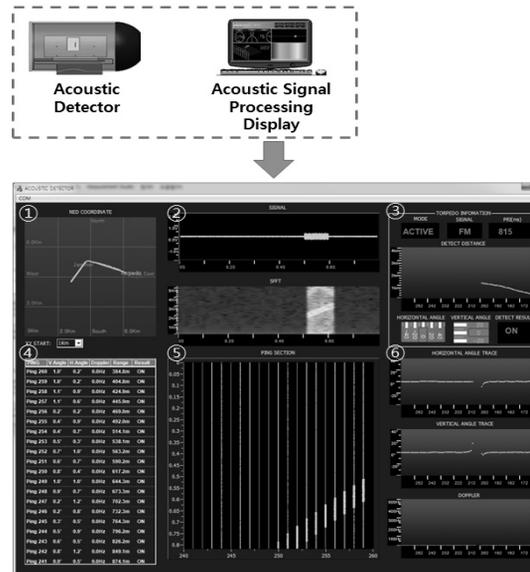


Fig. 8. Torpedo Acoustic Detection Section

오 발생기로 그 결과를 전송한다. 음향신호처리 표시기는 음향신호처리 과정을 표시해주며, 시뮬레이션 객체위치정보(Fig. 8. ①), 수신 음향신호(능동/수동) 정보(Fig. 8. ②), 어뢰소나 설정 정보 및 탐지결과(Fig. 8. ③), PING 별 탐지결과(Fig. 8. ④), PING 섹션 정보(Fig. 8. ⑤), 추적정보(수직/수평/도플러)(Fig. 8. ⑥)를 포함한다. 시뮬레이션 객체위치정보는 QUEST 시나리오 발생기에서 수신한 시나리오 객체 위치를 확인시켜주며, 수신 음향신호 정보는 능동 및 수동모드에 따라 수신되는 신호처리 정보를 표시해준다. PING별 탐지결과 및 PING 섹션 정보에서는 연속되는 PING 정보를 표시하여 탐지되는 음향신호의 추이를 확인시켜준다. 끝으로 추적정보에서는 음향신호처리 결과로 추정된 표적의 수직각, 수평각, 도플러(능동의 경우) 정보의 추이를 보여준다.

3.2.2 어뢰 항적탐지부

어뢰 항적탐지부는 신호처리 컴퓨터가 탑재된 항적탐지기, 항적신호처리 표시기, 항적신호발생기 및 항적센서로 구성된다(Fig. 9. 참조). 어뢰 항적신호발생기는 QUEST 시나리오 발생기에서 제공되는 표적정보, 어뢰위치정보, 및 환경정보를 수신하여 현재 어뢰위치에서의 항적신호를 계산한다. 항적신호발생기는 HUB, RAM, DSP(Digital Signal Processor), FPGA(Field Programmable Gate Array), DA(Digital to Analog converter)로 구성된다(Fig. 9. 참조). DSP는 HUB를 통해 QUEST 시나리오 발생기로부터 연동 데이터를 수신하여 항적신호세기 정보를 생성한다. 생성된 항적신호세기 정보는 FPGA로 전달되고, FPGA는 수신한 항적신호 세기에 따라 SRAM에 저장된 항적신호 샘플을 로드하여 DA로 전달한다. DA는 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하여 항적센서로 전달한다. 항적센서를 통해 수신된 정보는 항적탐지기 내부의 신호처리 컴퓨터로 연결된다. 항적탐지기는 항적신호를 신호처리하여 항적탐지 결과를 생성하고 그 결과를 QUEST 시나리오 발생기로 전송한다. 항적신호처리 표시기는 이상에서 설명된 항적신호처리 과정을 표시해주며, 시간별 항적 수신 신호 정보 (Fig. 9. ①), 신호처리 전/후 수신신호 정보 (Fig. 9. ②), PING 섹션 정보 (Fig. 9. ③), 시뮬레이션 객체 위치 정보 (Fig. 9. ④), PING별 탐지결과 (Fig. 9. ⑤), 수신신호 에너지합 정보 (Fig. 9. ⑥)를 포함한다. 시간별 항적 수신신호 정보는 연속적으로 들어오는 항적신호의 크기를 시간별로 보여주고, 신호처리 전/후 수신신호 정보에서는 현재 수신한 신호의 신호처리되기 전과 후를 비교해서 보여준다. 기본적으로 항적신호에는 수면반

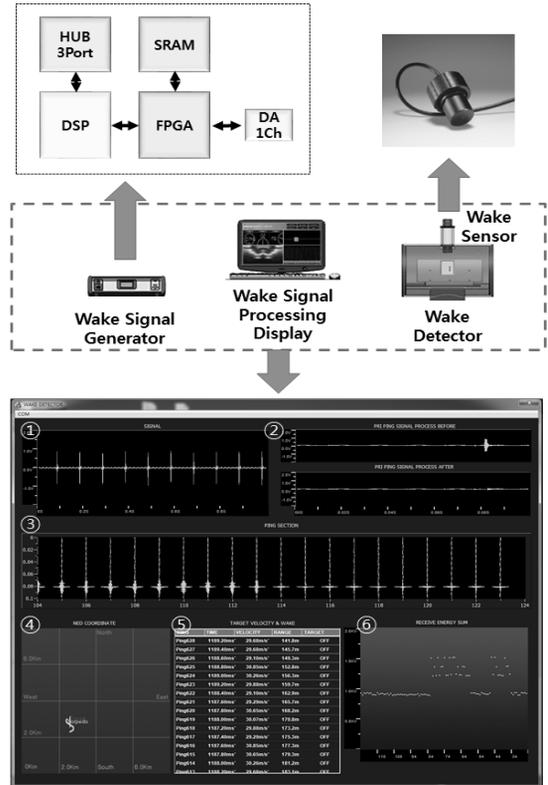


Fig. 9. Torpedo Wake Detection Section

사파가 같이 포함되어 있기 때문에 항적의 유무를 판단하기 위해서 예측되는 반사파를 제거하는 신호처리를 거친 후 신호의 에너지합(Energy sum)을 수행한다. 계산된 에너지합으로 항적유무를 판단하게 되며, 일련의 PING별 에너지합 결과는 수신신호 에너지합 정보란에 표시된다. PING 섹션 정보와 PING별 탐지결과는 연속되는 PING 정보를 표시하여 탐지되는 항적신호의 추이를 확인시켜 준다.

4. 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비 연동 아키텍처

모의 어뢰 표적탐지부 연동시범장비는 QUEST 시나리오 발생기와 어뢰 표적탐지부와 연동과 QUEST 시나리오 발생기와 3D 영상생성기와의 연동이 가능한 아키텍처로 설계되었다(Fig. 10. 참조).

먼저 QUEST 시나리오 발생기와 어뢰 표적탐지부는 TCP/IP로 시뮬레이션 데이터를 송수신한다. QUEST는 수상함, 잠수함, 기만기 모델 및 음향/항적 탐지 모델이

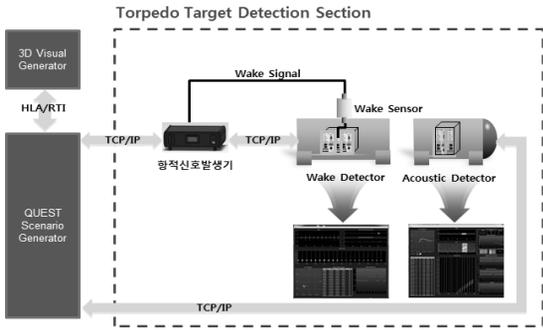


Fig. 10. Interface Architecture of Torpedo Target Detection Section Interface Simulation System

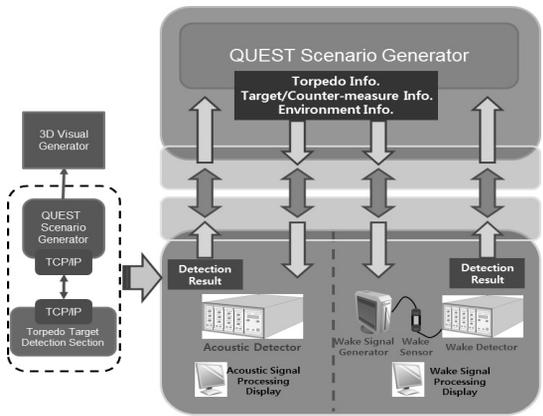


Fig. 11. Detailed Interface Concept of Torpedo Target Detection Section Interface Simulation System

제외된 어뢰 모델 모의를 담당하고, 음향/항적탐지부는 각각 어뢰의 음향 및 항적 탐지 신호처리 과정을 수행한다.

3D 영상생성기는 객체들의 위치/자세 정보, 빔(Beam) 정보, 충돌정보 등을 수신하여, 3D 객체들을 표시해주는 시뮬레이션 전황전시 장치이다. 영상생성기는 HLA에 따라 설계/개발되어 있어, QUEST 시나리오 발생기와는 QUEST RTI망을 통해 연동된다. 3D 영상생성기에 표시되는 객체들의 정보를 통해 QUEST 시나리오 발생기의 시뮬레이션 정보와 어뢰 표적탐지부의 탐지결과가 정상적으로 송수신되는지 확인 가능하다.

항적신호발생기에서 모의되는 항적신호는 DA신호 케이블을 통해 항적센서 모듈로 전송된다.

Fig. 11은 모의 어뢰 표적탐지부 연동시범장비의 상세 연동 개념을 보여준다. QUEST 시나리오 발생기에서는 어뢰정보, 표적/기만기 정보, 환경정보를 TCP/IP 연동단

을 통해 어뢰 표적탐지부로 전송하고, 어뢰 표적탐지부는 수신한 정보를 바탕으로 음향/항적센서의 탐지결과를 도출한 다음, 탐지결과를 TCP/IP 연동단을 통해 QUEST 시나리오 발생기로 전송한다.

이상에서 설명한 연동 아키텍처는 QUEST 모델 라이브러리를 이용하여 모델의 재사용성을 극대화할 수 있다는 장점뿐만 아니라, 통합개발환경인 QUEST의 다양한 서비스를 이용할 수 있다는 장점을 가진다. 일례로 QUEST의 실험계획 기능을 통해 시나리오에 참여한 객체의 특정 변수를 ‘속성’으로 정의하여 변수 변화에 따른 어뢰 표적탐지부의 성능 확인이 가능하다.

5. 모의 어뢰 표적탐지부 연동장비 개발 결과

5.1 모의 어뢰표적탐지부 연동장비 운용 사례

본 절에서는 QUEST 시나리오 발생기에서 생성된 시나리오에 따라 동작하는 모의 어뢰 표적탐지부의 운용 사례를 기술한다. QUEST 시나리오 발생기에 설정한 시나리오는 아래와 같이, 음향탐지부와 항적탐지부의 성능 및 인터페이스를 동시에 확인할 수 있도록 설정하였다. (세부 이벤트는 Fig. 12 참조)

- 잠수함(발사함)은 수상함(표적)으로 어뢰를 발사한다.
- 어뢰는 음향탐지부에서 수신한 음향탐지결과를 반영하여 표적을 탐색/탐지한다.
- 수상함이 어뢰를 탐지하면 수상함은 재머를 발사하고 회피기동을 수행한다.
- 어뢰는 재머를 통과하면 항적탐지부에서 수신한 항적탐지결과를 반영하여 표적을 추적한다.

QUEST 시나리오 발생기에 설정한 시나리오에 따라, 어뢰 표적탐지부의 탐지결과에 따라 진행된 시뮬레이션

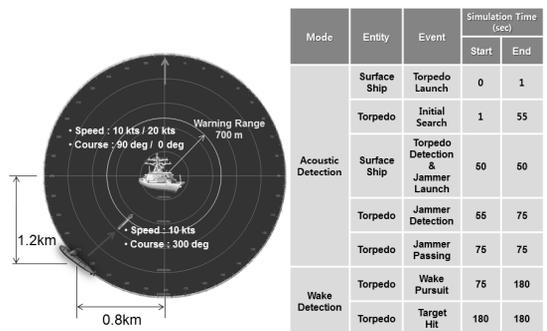


Fig. 12. Simulation Scenario

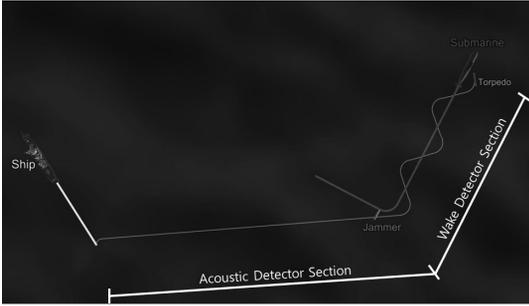


Fig. 13. Simulation Result



Fig. 14. Installation of Torpedo Target Detection Section Interface Simulation System



Fig. 15. QUEST Operation Control Equipment

결과는 Fig. 13과 같다. 어뢰는 음향탐지부의 탐지결과를 정상적으로 수신하여 수상함이 발사한 재머까지 주행하였으며, 이후 항적탐지부의 탐지결과를 정상적으로 수신하여 표적을 명중시켰다.

5.2 모의 어뢰표적탐지부 연동장비 구성

Fig. 14는 개발된 어뢰 표적탐지부 모습을 보여준다.

좌측 통제 PC를 시작으로 음향 및 항적 신호처리 표시기, 항적신호 발생기, 항적탐지기, 음향탐지기가 순차적으로 배치되어 있다. QUEST의 코어인 전투실험수행장비는 Fig. 14의 음향/항적탐지부 뒤에 위치한 장비실에 설치되어 있으며, Fig. 15의 QUEST 운용통제전시장비(5개의 모니터와 입력장치를 포함한 테이블)를 사용하여 QUEST 전투실험수행장비를 접근/통제할 수 있다. Fig. 15의 후면에 위치한 3대의 대형전시기는 QUEST 운용통제전시장비에서 명령하는 다양한 QUEST화면을 전시하거나 3D 영상생성기에서 출력되는 시뮬레이션 정보를 전시한다.

6. 결론

국방 무기체계 개발과정에서 M&S 분석이 보편화되고 있는 가운데, M&S의 공통기반기술 제공을 목적으로 국방과학연구소에서는 최근 DEVS 통합개발환경인 QUEST를 개발하였다. 본 논문에서는 QUEST의 시뮬레이션 수행기능을 이용하여 어뢰 표적탐지부 개발에 필요한 시뮬레이션 시나리오 발생기를 개발하고, 연동 아키텍처를 설계하여 QUEST 시나리오 발생기와 어뢰 표적탐지부를 연동한 내용을 기술하였다.

제안한 연동 아키텍처는 통합개발환경으로 개발된 QUEST의 다양한 서비스 기능을 사용할 수 있도록 한다. 또한 재사용 가능한 QUEST 모델 라이브러리를 활용하여 시나리오 객체를 간단하게 추가할 수 있으며, 체계모델 별 전술모델을 독립변수를 선정하여 어뢰 표적탐지부 검증에 위한 다양한 시나리오를 생성할 수 있다. 다양한 시나리오를 바탕으로 어뢰 표적탐지부의 시뮬레이션 시험을 수행함으로써 실제 시험¹¹⁾을 수행하기 전 시험착오를 줄여 궁극적으로는 개발비용 절감을 기대할 수 있다.

References

1. Nah, Y.I., Lee, S.Y. and Yoon, H.S., "The Development of Torpedo Defense Experimental Technique based on M&S", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 13, No. 5, pp. 818-823, 2010.10
2. Lee, M.K., "The Study on Anti-Submarine Search Pattern of the Surface Ship Considering the Torpedo Countermeasure Tactics", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 13, No. 2, pp. 204-210, 2010.04
3. Hwang, K.C., "The Anti Air Warfare Analysis & Design of the Patrol Killer Experiment Combat System by the

- Model-Based-Simulation”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 16, No. 4, pp. 91-100, 2007.12
4. Zeigler, B.P., Kim, T.G. and Praehofer, H., “Theory of modeling and simulation, 2nd Ed., Academic Press, 2000.
 5. Seo, K.M., Choi, C.B., Kim, T.G. and Kim, J.H., “DEVS-based combat modeling for engagement-level simulation; DEVS-based combat modeling for engagement-level simulation”, Simulation, Vol. 90, No. 7, pp. 759-781, 2014.07
 6. Zeigler, B.P., Hall, S.B., and Sarjoughian, H.S., “Exploiting HLA and DEVS to promote interoperability and reuse in lockheed's corporate environment”, Simulation, Vol. 73, No. 5, pp. 288-295, 1999.11
 7. Ha, S., Ku, N.K., Lee, K.Y. and Roh, M.I., “Development of Battle Space Model Based on Combined Discrete Event and Discrete Time Simulation Model Architecture for Underwater Warfare Simulation”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 2, pp. 11-19, 2013.6
 8. Hwang, K.C., Lee, M.K., and Kim, J.H., “The Development of a MATLAB-based Discrete Event Simulation Framework for the Engagement Simulations of the Weapon Systems”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 21, No. 2, pp. 31-39, 2012.06
 9. Han S.J., Lee, M.K., and Kim T.K., “Requirement analysis on the combat entity model for naval engagement simulation”, Technical Report of Agency for Defense Development (ADDR-515-121065), 2012.07
 10. Han S.J., Lee, M.K., and Kim T.K., “Conceptual model on the combat entity for naval engagement simulation”, Technical Report of Agency for Defense Development (ADDR-515-121451), 2012.09
 11. Lee, M.K., Han S.J., and Kim T.K., “Design Description of Models on the Combat Entity for Naval Engagement Simulation”, Technical Report of Agency for Defense Development (ADDR-515-121959), 2012.11
 12. Han S.J. and Lee, M.K., “Development of Underwater Warfare Models on the Naval Weapon Systems”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 1-9, 2013.12
 13. Hwang, K.C., Lee, M.K., Han S.J., Yoon J.M., You Y.J., Kim, S.B., Nah, Y.I., Kim J.H. and Lee, D.H., “The DEVS Integrated Development Environment for Simulation-based Battle experimentation”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 39-47, 2013.12
 14. Lee, Y.H., Cho, K.T., Lee, S.Y., Hwang, K.C. and Kim S.H. “Framework and Tools for Rapid M&S Component Development and Reusability”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 29-38, 2013.12
 15. Lee, D.H., Choi, S.M., Kim, W.S., Do, D.W., Kim I.S., and Kim H.M., “Software Development Report of the Analog HILS for Target Detect Section of the next generation Heavy-Weight Torpedo”, Technical Report of Agency for Defense Development (ADDR-517-101409), 2010.11
 16. Kim, W.S., Choi, S.M., Han, D.H. and Cho, W.H., “A Study on the target state estimation for acoustic head of torpedo”, Research & Development Report of Agency for Defense Development (NSDC-419-000383), 2000.03



이민규 (messin@add.re.kr)

2006 경북대학교 전자전기공학부 학사
2008 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
2008~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션



황근철 (hkchul@add.re.kr)

2001 경북대학교 전자전기공학부 학사
2003 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사
2003~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 무기체계 모델링&시뮬레이션, 체계시뮬레이션 및 체계성능분석 (System Simulation & System Operational Performance Analysis), 모델기반 시뮬레이션, 시뮬레이션 프레임워크,



이동훈 (dhlee@add.re.kr)

1986 고려대학교 통계학과 학사
1988 고려대학교 응용통계학 석사
1990~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션, 최적화



나영인 (yinah@add.re.kr)

1995 인하대학교 선박해양공학 학사
1997 인하대학교 선박해양공학 석사
2012 부산대학교 조선해양공학과 박사
1997~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 체계분석, 체계개념설계



김우식 (wskim@add.re.kr)

1991 한국외국어대학교 물리학과 학사
1993 한국외국어대학교 물리학과 석사
2005 한국해양대학교 해양개발공학과 박사
1993~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 수중음향신호처리, 수중음향환경신호 모델링