

선박의 안전성 평가를 위한 네트워크 기반의 시뮬레이션 시스템 프레임워크

이경호*, 김화섭**, 한선우**, 박종현***, 오 준**

Network-based Simulation System Framework for the Safety Assessment of Ship

Lee, K.-H.*, Kim, H.-S.**, Han, S.-W.**, Park, J.-H.*** and Oh, J.**

ABSTRACT

As a ritual of modern people is getting higher, the safety assessment of the structure related to people has become the most important part in the process of the design. Especially, in the case of a ship, as regulations about the safety of passengers and the pollution in the ocean are strictly reinforcing, the safety assessment has become the most important part in the process of the design. However, because the established safety assessment is mostly depend on the experienced theory, it is so difficult to assess the safety considering a lot of situations such as various ocean environments, the mistake of sailors and emergency situations. As the way to solve this problem, lately the study of the simulation using a computer has been processed. In this paper, we suggested network-based simulation system framework using HLA (High Level Architecture) among many kind of simulations to assess the safety of the ship. Because HLA has already become a standard of the future simulation system in the U.S. DoD(Department of Defense) and Korea army, we expect to raise the possibility in the future. In addition, because HLA makes a standard of documents and a reused component(Federate) of simulation(Federation) by OMT(Object Model Template) and RTI(Runtime Infrastructure), we expect that this study will be developing the safety assessment of ship as well as operation in warship and cooperation with another applications.

Key words : Safety Assessment of Ship(선박의 안전성 평가), Simulation(시뮬레이션), Network(네트워크), HLA, OMT, RTI, Federate, Federation

1. 서 론

현대인의 생활과 의식수준이 높아짐에 따라 사람이 이용하는 구조물의 안전성에 대한 평가는 설계과정에서 반드시 고려해야 할 중요한 부분이 되었다. 특히 선박의 경우 해양에서의 인명안전과 환경오염에 대한 규정이 엄격히 강화되어 안전성 평가가 설계과정의 중요한 요소가 되고 있다. 하지만 해상인명안전협약(SOLAS)과 해양오염방지협약(MARPOL), 그리고 미

국의 해양오염방지령(OPA 90) 및 국제안전관리규약(ISM Code) 등에서 보듯이 그 동안의 해운안전 관련 규정, 규칙 등은 사고가 난 후 보완적 차원에서 강화되는 식으로 진행되어 왔으며 이러한 사후약방문 격의 규정으로는 사고를 예방하기는 힘들다는 비판과 함께 사고의 원인요소들을 미리 과학적으로 분석하여 그 위험도에 상응하는 규정을 만들어야 한다는 목소리가 높아졌다¹⁾.

공식안전성평가 FSA(Formal Safety Assessment)가 그 대표적인 예이며, 이는 원자력 발전소, 화학공장, 해양구조물 분야 등, 타 분야에서 쓰이는 위험성 해석방법을 근간으로, 인적요소를 포함하는 다양한 기술적, 운영상 문제들 간의 균형, 그리고 안전과 비용 간의 균형을 유지하기 위한 관점에서 현존 규칙과 세

*교신저자, 종신회원, 인하대학교 선박해양공학과

**학생회원, 인하대학교 선박해양공학과 대학원

***인하대학교 선박해양공학과 대학원

- 논문투고일: 2005. 04. 27

- 심사완료일: 2005. 06. 08

로 제안되는 규칙들 간의 비교 평가를 돕는 도구로서 사용될 수 있으며, 현 IMO의 의사결정과정과의 일관성을 유지하면서, 합리적 결정을 내리기 위한 기반을 제공하는 역할을 한다. 해사안전위원회 MSC (Maritime Safety Committee)에서는 62차 회의에서부터 FSA에 관한 수년간의 작업 끝에 지침이 마련되어 74차 회의에서는 FSA를 정식으로 채택하였고, 각국 정부와 민간단체에 선박해양안전 관리에 FSA를 적용할 것을 권고하였다. 이처럼 사전에 미리 과학적으로 안전성을 평가하여 사고의 요인을 분석하고자 하는 노력이 활발히 진행되고 있다.

이런 요구에 대한 설계 단계에서의 접근 방법론으로는 크게 rule-based (deterministic) approach, risk-based (probabilistic) approach, 그리고 수치해석이나 실험 등을 통한 performance-based (simulation-based) approach로 구분할 수 있다^[2]. 기존의 해양시스템의 설계 과정에서 가장 많이 사용되었던 rule 기반의 확률론적 방법론(rule-based deterministic approach)은 통계적 데이터와 실제적인 경험을 바탕으로 하고 있어 안전성 평가를 위한 효율적인 수단을 제공하고는 있으나, 기존의 법규 및 기준을 만족시키는 수준의 소극적인 방법이므로 새로운 유형의 사고나 새로운 형식의 선박에 대하여 적용하는 데는 한계가 있다. 또한 새롭게 시도되고 있는 리스크 기반 방법론(risk-based approach) 역시 과학적이고 체계적인 접근을 시도 하고는 있지만 아직 그 연구가 미흡하여 안전성 평가를 위한 구체적인 기준 및 선박의 사고사례나 관련 데이터들을 관리할 수 있는 데이터베이스의 구축과 부족한 경험적 지식, 데이터의 확보를 위하여 사고의 확률 및 결과를 예측하기 위한 수단으로 각종 계산이나 실험, 그리고 컴퓨터 시뮬레이션 등의 도구가 필요한 실정이다. 이에 반해 성능기반 접근방법론(performance-based approach)은 수치적/물리적 모델 테스트 혹은 컴퓨터 시뮬레이션 등을 통하여 정의된 시나리오 및 환경조건에 반응하는 선박 고유 특성에 근거한 안전 성능을 평가하는 방법으로 설계 단계에서 성능평가에 응용하려는 많은 연구가 진행되고 있다.

시뮬레이션 기법 중 HLA 기반의 시뮬레이션은 문서의 표준화와 재사용성을 가능하게 하는 분산환경 시뮬레이션으로 미 국방성과 한국군의 차세대 시뮬레이션의 표준으로 정의되었다. HLA에서는 문서의 표준화를 위해 OMT 형식에 맞게 문서를 기술하고, 네트워크를 위하여 RTI 라는 독립적인 소프트웨어를 사용하기 때문에 시뮬레이션 시스템(Federation)에 참여

하는 요소(Federate)의 재사용이 용이하여 시스템의 확장과 응용이 가능하다.

이런 HLA 개념의 네트워크 기반 시뮬레이션을 선박의 안전성 평가에 응용하면 문서의 표준화와 Federate의 재사용으로 각각의 해석시스템을 유지·보수 하는데 어려움이 없으며 안전성 평가 후에 의사결정을 할 수 있는 시스템이나 선박의 거동을 실시간으로 가시화할 수 있는 시스템 등과의 연동을 쉽게 해결할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 성능기반 접근방법론, 즉 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 안전성 평가의 한 방법으로 HLA 개념을 바탕으로 하는 네트워크 기반의 시뮬레이션 시스템을 이용하여 허부 해석 시스템들의 표준화와 재사용성을 추구하였고, 그래픽 사용자 인터페이스와 해상상태 및 선박의 거동을 가시화 하는 시스템을 분리하여 시스템의 유지·보수와 재사용이 용이한 선박의 안전성 평가 시뮬레이션 시스템 프레임워크를 제안하였다.

2. 관련연구

2.1 안전성 평가

북해에서 Herald of Free Enterprise 호와 Estonia 호의 진북사고로 수 백 명의 인명손실이 발생함에 따라 Ro-Ro Passenger 선의 손상시 생존성에 관한 관심이 급격하게 고조되었다. 이에 따라 손상안전과 관련하여 Ro-Ro Passenger 선을 대상으로 확률론적 기법에 의한 선박의 안전성 평가 방법의 개발과 수치 해석 기법 및 도구의 개발 및 실험을 통한 이론적 방법의 검증 등의 안전설계에 관한 연구가 EU회원국을 중심으로 수행되었다^[3].

IMO의 해사안전위원회 MSC에서는 대형 여객선의 인명안전에 있어서, 선박의 손상시 승객들이 구명정을 타고 대피하는 것보다 본선의 생존성을 향상시켜 본선에 머무는 것이 안전하다는 개념 하에 생존성을 강화시키는 방향으로 의견을 모으고 있다.

또한 최근에는 선박의 손상 안전성 취급에 있어 손상 곡원성뿐만 아니라 구조 안전성을 동시에 고려하는 것이 필요하며^[4], 선박의 안전을 위하여 의사결정 시스템을 탑재하는 것을 권고하는 문서가 제출되고 있다^[5].

영국 Strathclyde 대학의 SSRC(Ship Stability Research Center)에서는 DFS(Design for Safety)에 대한 연구로 시뮬레이션 기반의 여객선 안전성 평가 및 이를 설계시에 반영하고자 하는 연구를 진행하고 있다^[6].

2.2 HLA 기반 시뮬레이션

HLA는 네트워크를 이용한 모의 시뮬레이션 시스템의 구성요소, 디자인 룰, 인터페이스 등에 관한 전반적인 아키텍처로 차세대 DIS(Distributed Interactive Simulation)인 DIS++의 표준에 기반을 두고 있다. HLA의 목적은 시뮬레이션간의 상호연동성과 시뮬레이션 컴포넌트의 재사용성을 높이기 위한 것으로 앞으로 미 국방부 내에서 개발되는 시뮬레이션은 HLA를 따라야 한다는 규정이 발표되었다.

HLA는 하부 네트워크로 연결된 두 개 이상의 사이트 사용자들 간에 시뮬레이션을 통한 상호작용이 가능한 고급분산시뮬레이션 ADS(advanced distributed simulation)에 그 바탕을 두고 있다. ADS는 미국 내 국방예산에 대한 지속적인 압박과 신규 작전 요구사항 증가, 기반기술의 성숙 및 저렬화라는 특수한 상황에서 필연적으로 발생한 개념으로 SIMNET(Simulation Network)과 DIS를 거쳐 HLA로 발전하게 되었다. SIMNET은 DARPA(the Defense of Advanced Research Projects Agency)의 주도하에 1980년대 중·후반에 개발된 분산 시뮬레이션으로 실제와 동일한 군사 모의 훈련을 목적으로, 실제 전장과정의 흡사한 지형을 만들고 그 위에서 탱크, 헬리콥터, 비행기 등의 가상 시뮬레이터들이 서로 상호 작용할 수 있도록 설계되었다. 하지만 네트워크를 기반으로 한 대규모의 가상현실 응용프로그램의 요구사항을 충족시켜 주지 못하는 단점이 있었기 때문에 이를 보완하여 좀 더 큰 규모의 네트워크상에서의 군사훈련 시뮬레이션을 수행할 수 있도록 하는 DIS가 개발되게 되었으며, 현재의 HLA는 서로 다른 목적을 위하여 개발된 여러 시뮬레이션간의 상호연동과 시뮬레이션 컴포넌트의 재사용이 가능한 라이브러리를 구축하고자 하는 DIS++의 개발에 배경을 두고 있다¹⁾.

앞서 언급했듯이 미 국방부가 추진하는 모든 시뮬레이션 모델에 대해 HLA 준수를 강제화하기로 한 데다 국제 표준기구인 IEEE도 이 기술을 네트워크 가상환경 국제표준으로 채택, 세계적으로 도입 움직임이 본격화되고 있다. 특히 미국 외에 캐나다, 이스라엘 등 국방분야 선진국들도 이 기술 도입을 서두르고 있고 우리 국방부도 최근 육군 전투시뮬레이션 게임을 HLA 기반으로 개발하는 등 향후 국방 정보화 전 분야에서 HLA를 근간으로 채택한다는 방침이다. 현재 HLA 인증을 받은 시뮬레이션모델은 세계적으로 225개에 이르며 이중 미국이 217개를 개발해, 이 분야에서 가장 앞서가고 있다. 여기에 우리 육군이 지난달 말 사단·군단 급에서 이용하는 가상전쟁게임인 '창

조21'로 인증을 받아 NATO(4종)·프랑스(1종)·이스라엘(1종)·캐나다(1종)에 이어 세계에서 5번째로, HLA 기술력을 보유하게 되었다. 미국 등 선진국에서는 HLA가 가상전쟁게임 등 국방분야뿐만 아니라 일반 정보화 분야에도 응용가능성이 큰 것으로 기대를 받음에 따라 이들 연구·개발하는 전문가들이 크게 늘고 있다²⁾.

3. 시스템 프레임워크

3.1 프레임워크

본 시스템은 선박의 안전성 평가를 위한 기법 중 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 방법에 바탕을 두고 설계했으며, 시뮬레이션 방법으로는 HLA 개념이 적용된 네트워크 기반의 시뮬레이션 시스템을 이용했다. 시스템 프레임워크는 하부 해석 시스템들의 표준화와 재사용성에 초점을 두고 개발했으며, 그래픽 사용자 인터페이스와 해상상태 및 선박의 거동을 가시화하는 시스템을 분리하여 시스템의 유지·보수와 재사용이 쉽도록 설계하였다.

선박의 안전성을 평가하기 위한 네트워크 기반의 시뮬레이션 프레임워크는 Fig. 1과 같이 구성하였다.

시스템은 Fig. 1에서 보이는 것과 같이 크게 선박모델, 안전성 평가, 가시화 등의 하부시스템으로 구성된다. 선박모델 시스템은 선체정보 DB로부터 얻은 정보를 이용하여 모델을 생성하고, 이를 시뮬레이션과 가시화 시스템에서 사용할 수 있도록 새로운 데이터 과일을 생성한다. 시뮬레이션 시스템은 해상상태 DB에서 얻은 정보를 이용하여 해상상태를 변화시키고, 선박모델 시스템에서 생성된 주요목 데이터와 손상 및 하중상태 데이터를 이용하여 선박거동 해석과 구조 안전성 해석, 그리고 선박 복원성 해석을 수행한다. 마지막으로 가시화 시스템은 선박모델 시스템에서 생성된 선형데이터와 시뮬레이션 시스템에서 생성된 해상상태 변화 데이터와 선박거동 데이터를 이용하여 해상상태와 선박의 거동을 표현하는 부분과 선박의 모델링을 돕는 부분으로 구성된다.

Fig. 2에는 시스템의 프로세스를 나타내었다. 시스템이 시작되면 선체정보 DB로부터 정보를 얻어서 선박모델을 생성하도록 했다. 생성된 모델과 해상상태 DB에서 얻은 해상정보를 이용하여 선박의 거동을 예측하도록 하였고, 사용자가 알아보고자 하는 해석 시간 동안 반복적으로 선박의 구조안전성과 복원성을 해석하여 선박의 전복 유무 또는 안전하지 않은 정도를 판단하여 결과를 알려주고 프로그램이 종료 되도록

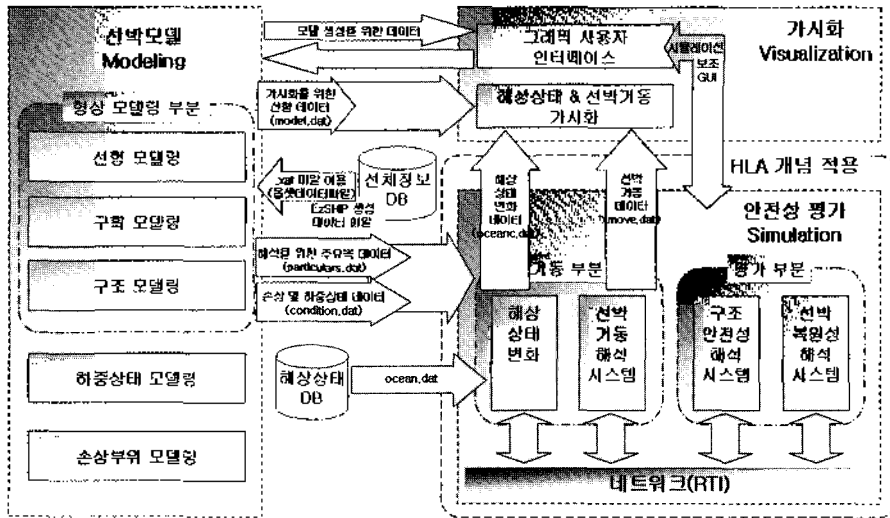


Fig. 1. System framework.

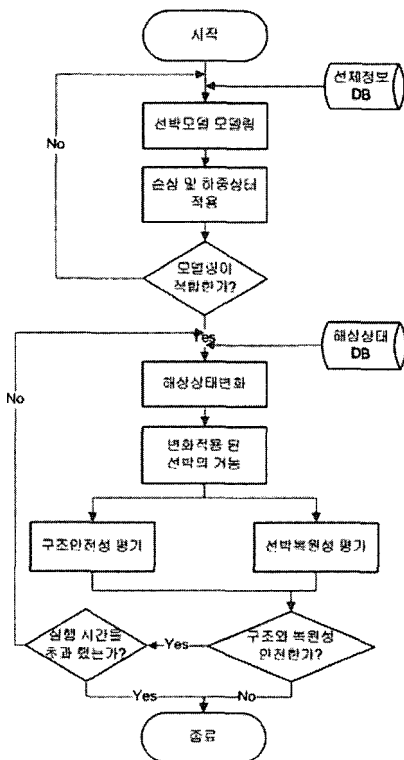


Fig. 2. Process flow chart.

를 설계하였다. 구조안전성 평가 모듈과 선박복원성 평가 모듈은 각각 독립적으로 존재하며 Simulation 시스템의 하부 시스템으로 존재한다. 이에 대한 설명은 3.2.2에서 하도록 한다.

3.2 구성요소

시스템 구성요소의 주요 기능은 다음과 같다. 선박모델은 안전성을 평가할 대상 선박의 선형, 구획 및 구조 부재의 표현은 물론, 손상부위와 하중상태를 표현할 수 있어야 한다. 이는 선채정보 DB에서 정보를 가져오며, 그래픽 사용자 인터페이스를 통하여 보다 쉽고 빠른 모델링이 가능하다. 표현된 손상 선박의 정보를 바탕으로 선박거동 해석과 구조 안전성 해석 및 선박 복원성 해석에 필요한 해석모델을 생성한다^[1].

안전성 평가는 선박의 거동을 담당하는 부분과 실질적인 안전성 평가를 담당하는 부분으로 나눌 수 있으며, 거동 부분은 해상상태 DB의 정보를 이용하여 해상상태의 변화를 계산하고 이를 바탕으로 선박 고유의 움직임을 적용하여 해석할 수 있는 시스템을 포함한다. 또한 평가 부분은 손상된 부위와 선박의 하중상태 및 해상상태에 따른 과량하중을 고려하여 중강도를 계산하고, 파도의 영향을 고려하여 거동을 해석한다.

가시화는 손상선박 모델의 생성을 돕는 그래픽 사용자 인터페이스와 해상상태 및 선박의 거동을 실시간으로 확인할 수 있는 요소를 포함한다.

3.2.1 Modeling

선박의 안전성을 평가하기 위한 모델링에는 설계시에 사용하는 것과 같은 매우 정교한 기능을 요구하지는 않는다. 선박모델의 모델링에 요구되는 기능은 다음과 같다.

- 상부구조를 포함한 선형 모델링 기능
- 내부구획 모델링 기능
- 주요 구조부재의 표현 기능
- 유체정역학적 계 계산 기능
- 손상부위 및 손상 구조부재의 정의 기능
- 적재상태 표현 기능
- 선박거동해석에 필요한 형상모델 생성 기능
- 실적선 데이터를 이용한 모델링 및 변환 기능

본 시스템의 개발단계에서는 EzGRAPH社의 선형 모델 생성 툴인 EzSHIP을 이용하여 생성된 실적선 데이터가 존재한다는 가정하에 프로세스를 진행하였다¹¹⁾.

EzSHIP을 통해 선형정보를 담고 있는 데이터 파일을 생성하고 이를 데이터베이스에 저장한 후 필요시

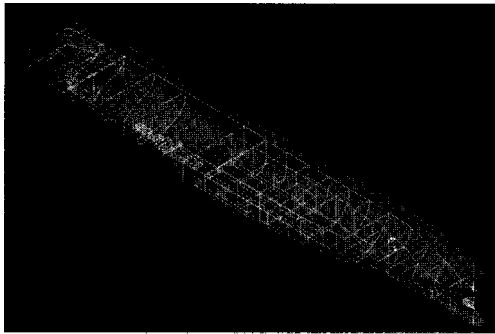


Fig. 3. Modeling of compart.

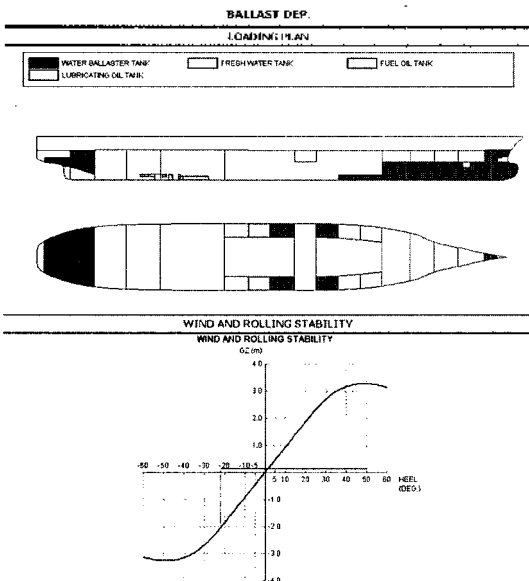


Fig. 4. Loading condition and stability.

에 적절한 파일을 이용할 수 있도록 설계하였으며, 데이터베이스에 저장되어 있는 선형정보 데이터 파일에서 필요한 데이터를 추출하여 각각 가시화에 필요한 데이터와 구조해석에 필요한 데이터를 생성하여 시물레이션과 가시화에 이용할 수 있도록 하였다.

Fig. 3에는 EzSHIP을 이용해 Ro-pax의 선형 모델링을 선행한 후에 구획 모델링까지 작업한 모습을 나타내었으며, Fig. 4에는 이 선박의 하중분포에 따른 안정성을 계산한 그림을 나타내었다.

하중상태와 손상부위는 선형모델을 생성하는 과정에서 직접적으로 정의할 수 있어야 하겠지만, 현 개발 단계에서는 하중상태와 손상위치에 대한 정의를 위해 라디오 버튼 및 콤보박스를 이용하도록 하였다.

3.2.2 Simulation

안전성 평가는 HLA 개념의 시물레이션으로 설계되었다. 이는 RTI를 이용한 네트워크 기반의 구조로, 시스템의 모듈은 Fig. 5과 같이 구성된다.

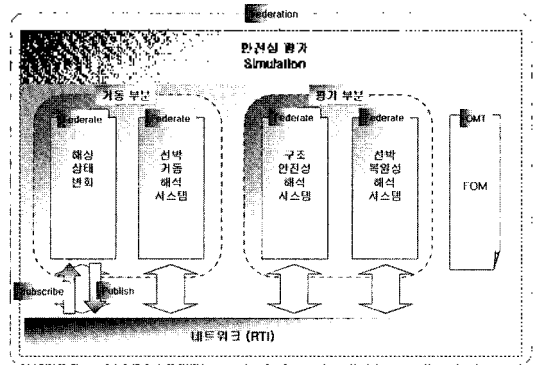


Fig. 5. HLA-based simulation module.

Federation은 전체 시물레이션 시스템을 말하며, Federation을 구성하는 각각의 하부 시물레이션 또는 시물레이터는 Federate로 정의된다. Federation은 RTI 시물레이션 수행 과정 동안 일반적인 서비스 인터페이스를 제공하는 분산된 소프트웨어 컬렉션인 RTI 및 Federates간의 data 교환을 위해서 공동된 OMT 형식으로 기술된 FOM과 여러 개의 Federates로 구성된다.

Federates는 Fig. 5에 나타낸 것과 같이 각각의 RTI를 통하여 data를 주고 받으며 서로 독립적인 시스템으로 이루어져 있기 때문에 유지·보수 및 재사용이 용이하다.

Simulation의 시나리오는 다음과 같이 진행된다. 해

상상상태변화 Federate는 해상상태 DB로부터 해상상태의 정보를 담고 있는 데이터 파일을 불러들여 동적인 해상상태의 변화를 반영하고, 선박거동 해석 시스템 Federate에서는 이 정보와 선박의 하중상태 및 손상부위를 나타내는 파일에서 얻은 정보를 기반으로 하여 선박 고유의 움직임을 계산한다. 구조안전성 해석 시스템 Federate는 선박모델에서 반영된 손상부위와 선박의 하중상태 및 해상상태변화 Federate에서 전달받은 해상상태에 따른 파랑하중, 그리고 선박의 주요목을 담고 있는 파일에서 얻은 정보를 고려하여 선박의 종강도를 계산하고 시뮬레이션이 종료될 때까지 평가를 반복한다. 시뮬레이션의 종료는 시뮬레이션의 실행시 미리 정해진 시간까지 진행이 되었을 때, 또는 평가결과 선박의 안전성에 치명적인 평가가 내려졌을 때로 한다. 선박복원성 해석 시스템 역시 해상상태변화 Federate에서 전달 받은 데이터를 이용하여 선박의 복원성을 반복적으로 평가한다. Federate들 간의 데이터 이동은 Fig. 6에서와 같은 Sequence Diagram으로 표시할 수 있다.

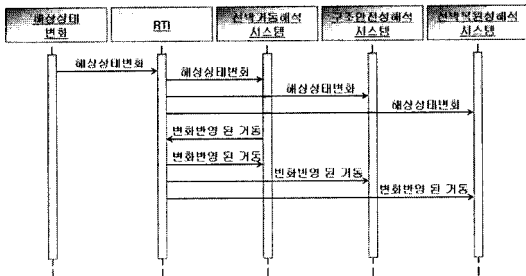


Fig. 6. Simulation sequence diagram.

3.2.3 Visualization

가시화는 선박모델의 모델링 작업과 시뮬레이션을 돕는 그래픽 사용자 인터페이스와 해상상태 및 선박 거동의 가시화를 표현하는 부분으로 구성된다.

그래픽 사용자 인터페이스는 Microsoft의 Visual Studio 시스템에서 제공하는 MFC(Microsoft Foundation Class) library를 기반으로 하여 개발한다. 모델링에 대한 가시화 부분은 선박의 형상 곡면 모델링이 실시간으로 가능하도록 개발하여야 한다. 하지만 현 개발초기 단계에서는 기존에 존재하는 선형데이터 파일을 데이터베이스에서 불러오고 하중상태 및 손상부위에 대한 간단한 정의를 하며, 이들 정보를 가시화와 시뮬레이션에 필요한 데이터 파일로 생성하는 기능을 수행하도록 설계되었다.

시뮬레이션의 원활한 진행을 위한 사용자 인터페이스

스 역시 MFC를 기반으로 개발하며, 이는 시뮬레이션에 참여하는 Federate들의 지정과 시뮬레이션의 실행 등을 효율적으로 관리할 수 있어야 한다.

해상상태 및 선박거동의 가시화는 MFC를 인터페이스의 기반으로 개발하고, 3차원 형상모델링 커널 및 3차원 그래픽 라이브러리인 OpenGL 및 DirectX를 이용하여 선박의 거동을 표현하며, 3차원 가상환경을 표현하는 새로운 데이터 표준으로 주목받고 있는 SEDRIS(Synthetic Environment Data Representation & Interchange Specification)를 통하여 해상상태의 표현을 고려한다. SEDRIS는 미 국방부의 각종 군사용 시뮬레이션에 활용되고 있는 3차원 데이터 표현 및 교환기술로 단순 데이터 포맷이 아닌 데이터 모델을 통해 환경 영역을 표현함으로써 육지, 바다, 우주공간, 해저 등과 같은 공간적 영역뿐 아니라 땅의 상태, 바람의 방향, 건물의 속성 및 속도, 날씨의 변화와 같은 대기의 변화 등도 표현할 수 있다^[11]. 이에 따라 지리 정보, 기상, 건설, 시뮬레이션, 컴퓨터게임, 애니메이션 등 현실세계(real world)를 컴퓨터로 표현하는 모든 산업영역에 적용이 가능하기 때문에 가시화에 SEDRIS를 적용하면 파도의 움직임뿐만 아니라 날씨와 바람의 표현도 쉽게 가시화 할 수 있으리라 판단 된다.

4. 구현 사례

4.1 HLA 기반 시뮬레이션 시스템

선박의 거동에 대한 시뮬레이션에 HLA개념을 적용할 수 있는가를 확인하기 위해 일정한 움직임을 갖고 이동하는 선박에 대하여 HLA 개념을 바탕으로 간단한 시뮬레이션을 수행하였다. 시스템에 사용된 RTI는 DoD 산하의 DMSO(Defense Modeling and Simulation Office)에서 개발한 RTI 1.4NG를 이용하였으며, Calytrix Technologies Pty Ltd.의 SIMplicity를 이용하여 FOM과 Federates를 생성하고 시뮬레이션을 수행하였다^[12,13].

SIMplicity는 HLA 개념으로 시뮬레이션을 설계하는데 도움을 주는 Tool로 FOM과 Federate의 생성 및 관리를 돕고, Federation의 초기화 및 실행, 종료 등을 지원 한다. Java와 C++ 두 가지의 생성코드를 지원하나, 가시화에 MFC 및 OpenGL, DirectX 등을 이용할 것이므로 C++로 파일을 생성하였다.

Fig. 7은 SIMplicity로 FOM과 Federate를 생성하고 Federate간의 데이터 이동에 대한 정의를 내린 것을 보여주고 있다.

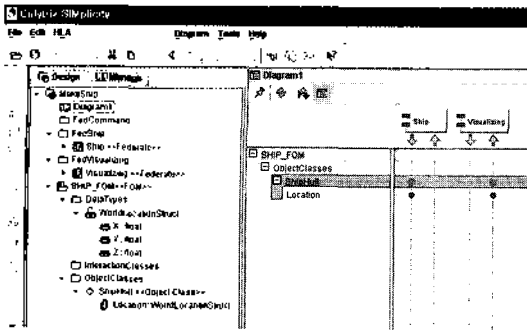


Fig. 7. SIMPLICITY.

Fig. 8에는 시뮬레이션을 위해 선박 Federate의 초기상태와 진행상황에 대한 코드 작성을 나타내었다.

수행한 시뮬레이션은 RTI를 통하여 Federate간에 TCP/IP 방식으로 교환되는 data와 UDP 방식으로 보내지는 data의 Publish/Subscribe가 정확히 일어나는 것을 확인하는 수준의 초보적인 단계였지만, OMT형식의 FOM 파일의 구성과 Federation의 초기화 및 실행 등의 HLA의 개념을 정리할 수 있는 성과를 얻을 수 있었다.

```

35 void Visualizing::Initialize(sim::Reader& reader)
36 {
37     m_ship.time      = 0.0F;
38     m_ship.px       = 0.0F;
39     m_ship.py       = 0.0F;
40     m_ship.pz       = 0.0F;
41
42     m_pOut          = fopen(OUTPUTFILE, "w");
43     m_bFileLock    = false;
44
45 }
46
47 void Visualizing::simulate(sim::Time time)
48 {
49     m_ship.time = time;
50     while(m_bFileLock){};
51     m_bFileLock = true;
52     fprintf(m_pOut, "%11.1%21.2%21.2%21.2\n",
53           m_ship.time,
54           m_ship.px,
55           m_ship.py,
56           m_ship.pz);
57     m_bFileLock = false;
58
59 }

```

Fig. 8. Code for simulation.

4.2 가시화 시스템

선박거동의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 가시화의 가능성에 대해 간단한 가시화 시스템을 구현해 보았다. 이는 시뮬레이션을 통해 생성된 선박거동 데이터를 이용하여 해저지형과 해수면이 표현된 환경에서 선박의 움직임이 얼마나 자연스럽게 가시화될 수 있는가를 확인하기 위해 구현된 환경이다.

구현에는 각각 DirectX와 OpenGL을 이용해 보았으며, DirectX를 이용하여 가시화한 것을 Fig. 9에 나타내었다.

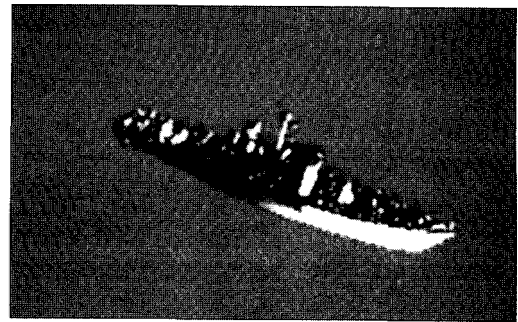


Fig. 9. Visualization using DirectX.

가시화를 위한 선박모델은 DirectX의 경우 .x 형식의 파일로 적용하였고, 해저지형은 .raw 형식의 파일을 이용하였다. OpenGL을 이용한 가시화에는 .3DS 형식의 파일로 선박모델을 적용하고, 해저지형은 DirectX와 마찬가지로 .raw 형식의 파일을 사용하였다.

두 가지 방법 모두 간단한 가시화를 통하여 선박거동을 표현할 수 있음을 확인할 수 있었지만, 해상상태를 표현하기에는 기술적으로 많은 어려움이 있음을 확인하였고, 파도의 움직임뿐만 아니라 바람 및 기후의 가시화를 위해 SEDRIS의 적용이 필요하다는 것도 확인하였다.

5. 결론 및 향후 계획

국제간의 교역이 확대됨에 따라 이용되는 선박의 대형화·고속화로 인하여 해양사고의 위험이 증대되고 있다. 특히 최근 해양사고는 재산상의 손실뿐만 아니라 인명피해와 심각한 환경오염을 일으키고 있다. 이런 모든 위험으로부터 인명, 재산 및 환경을 보호하기 위해 국제법규 및 기준이 강화되는 추세에 있으며, 설계단계에서부터 선박의 안전성 확보를 위한 노력이 시도되고 있다. 안전성 확보를 위한 여러 가지 평가 방법 중 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 안전성 평가는 정의된 시나리오 및 변화하는 환경조건에 반응하는 선박의 고유 특성에 근거하여 안전성을 평가하는 방법으로 설계단계에서 성능평가에 응용하려는 많은 연구가 진행되고 있다. 더욱이 HLA개념의 표준화된 시뮬레이션 시스템을 개발하면 시스템의 확장과 하부 시스템의 재사용 및 유지·보수에 큰 도움을 얻을 수 있다.

본 논문에서는 성능기반 접근방법은, 즉 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 안전성 평가의 한 방법으로 HLA 개념을 적용하여 선박의 안전성 평가를 위한 네트워크 기반의 시뮬레이션 시스템 프레임워크를 제안하였다.

이를 위하여 선박의 안전성 평가를 위한 시뮬레이션 기법 및 HLA기반 시뮬레이션에 대한 동향을 살펴 보았고, 시스템 프레임워크를 제안하였다. 시스템은 크게 Modeling과 Simulation 및 Visualization으로 나뉘며, 하부 해석 시스템의 표준화와 재사용성을 추구하였다. 그리고 그래픽 사용자 인터페이스와 해상상태 및 선박의 거동을 가시화 하는 시스템을 분리하여 유지·보수와 재사용이 쉽도록 하였으며, 선박거동에 대한 간단한 시뮬레이션을 적용하여 시스템의 가능성을 확인하였다.

앞으로 이 시스템을 선박 안전성을 평가하는 효율적인 도구로 구체화하기 위하여 계속적으로 몇 가지 연구를 진행할 것이다. 첫째, Modeling 시스템이 실시간으로 선박의 선형 곡면 모델의 생성과 하중상태 및 손상부위의 모델링이 가능하도록 개발할 것이다. 둘째, Simulation 시스템의 정확한 해석 평가를 위해 해석에 필요한 파랑 중 선박의 거동을 나타내는 운동방정식 및 안전성과 복원성 계산의 정식화를 진행할 것이다. 셋째, Visualization 시스템이 보다 더 실제적인 가시화를 구현할 수 있도록 해상상태의 변화를 가시화할 수 있는 기술의 개발과 시뮬레이션을 돕는 그래픽사용자 인터페이스에 대한 연구를 진행할 것이다. 마지막으로 SIMplicity에 의존하지 않고 HLA 기반의 시뮬레이션을 할 수 있도록 하는 둘을 개만하여야 할 것이며, 데이터베이스의 구축을 위하여 가능한 많은 선박과 해상상태의 변화에 따른 정보의 수집도 병행할 계획이다.

감사의 글

이 논문은 인하대학교 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. 여인철, "FSA(Formal Safety Assessment, 공식안전성평가)", 대한조선학회지, 제40권, 제1호, pp. 16-18, 2003.
2. 이순섭 외, "선박실계에서의 안전성 평가", 대한조선학회 추계 학술대회 논문집, pp. 224-229, 2004.
3. Vassalos, D., "Design for Safety", Design for Safety Conference, pp. 1-15, 1999.
4. IMO, "Large Passenger Ship Safety : Outcome of NAV 47, SLF 44, STW 33 and FP 46", MSC 75/4, 2002.
5. IMO, "Large Passenger Ship Safety : Cruise Ship Safety Forum Recommendation", MSC/FP 47/7/1, 2003.
6. SSRC, <http://www.ssrc.na-me.ac.uk/>
7. 윤석준, 시뮬레이션과 시뮬레이터, 신학사, pp. 385-404, 2003.
8. 안경애, "HLA란. 응용분야 넓어 "차세대 기술" 부상", 디지털타임스, <http://www.dt.co.kr>
9. 이동근, "손상선박의 생존성 평가 시스템에 관한 연구", 대한조선학회논문집, 제40권, 제2호, 2003.
10. EzGRAPH, <http://www.ezgraph.co.kr/>
11. SEDRIS, <http://www.sedris.org>
12. DMSO, <https://www.dmsol.com/public/>
13. Calytrix Technologies, <http://www.calytrix.com>



이 경 호

1988년 서울대학교 조선해양공학과 학사
1990년 서울대학교 조선해양공학과 석사
1998년 서울대학교 조선해양공학과 박사
1990년~2003년 한국해양연구원 선임연구원
2002년~2003년 University of Maryland
Visiting Researcher

2003년~현재 인하대학교 기계공학부 조교수
관심분야: Artificial Intelligence in Design, Simulation-Based Design, Data Mining, Evolutionary Computation



김 화 섭

2004년 인하대학교 선박해양공학과 학사
현재 인하대학교 선박공학과 석사 3차
관심분야: Simulation-Based Design,
Data Mining, Artificial Intelligence in Design, Design for Safety



한 선 우

2003년 인하대학교 선박해양공학과 학사
현재 인하대학교 선박공학과 석사 3차
관심분야: Data Mining, Artificial Intelligence in Design, Evolutionary Computation, Knowledge Representation with Ontology



박 종 현

2004년 인하대학교 선박해양공학과 학사
현재 인하대학교 선박공학과 석사 2차
관심분야: Data Mining, Simulation-Based Design, Artificial Intelligence in Design, Modeling & Simulation



오 준

2005년 인하대학교 선박해양공학과 학사
현재 인하대학교 선박공학과 석사 1차
관심분야: Data Mining, Artificial Intelligence in Design, Evolutionary Computation, Genetic Programming