

선박 충돌사고 재현 및 분석을 위한 시뮬레이터 구축

박 봉 수*, 천 대 일*
지도교수 : 박계각**

〈목	차〉
ABSTRACT	IV. 시뮬레이터 적용
I. 서론	V. 결론
II. 해양사고 처리과정 및 문제점	참고문헌
III. 선박 충돌사고 시뮬레이터 구축	

Abstract

In this paper, we proposed a simulator for reconstructing and analyzing vessel collision accidents happened at sea and we verified validity of the system by applying it to some collision accidents.

This system will offer us to advantage of time and human power by contributing to automation of judge's decision.

서론

최근 전세계적인 경제개발에 힘입어 물동량이 증가하고 제품이 다양화되고 있으며, 이들 물동량의 주요운송수단인 선박은 대형화, 전용선화, 고속화되고 있다. 이에따라 선박의 해양사고도 증가 추세에 있으며, 해양사고 중 선박충돌에 의한 사고가 매년 전체 해양사고의 35% 정도를 차지하고 있는 실정이다.[1-3]

선박충돌사고의 발생시 해양안전심판원의 조사 활동과 심판과정을 걸쳐 해양사고의 원인을 규명, 판단하고 심판관의 재결을 통하여 관련자에 대한 징계, 권고 등의 조치를 취함으로써 사고의 재발 방지를 도모하고 있다.

한편 충돌사고 재결과정에서 충돌선박 당사자들의 진술을 통하여 해도나 플로팅용지(Plotting Sheet)에 충돌선박의 항적을 플로팅하는 과정을 삼각자 및 디바이더를 이용한 수작업에 의존함

* 학생회원, 국립목포해양대학교 해상운송시스템학부
** 정회원, 국립목포해양대학교 교수

으로서 많은 시간이 소모되고 오류가 발생하는 문제점이 대두된다.[4]

따라서 본 논문에서 다양한 충돌상황에서도 충돌선박 당사자들이 진술내용을 컴퓨터에 입력하면 초인시부터 충돌에 이르기까지 양선박의 시간대별 거동을 그래픽과 수치 및 텍스트로 제시함으로써 충돌당사자 진술의 진위여부를 판단할 수 있고 해양안전심판의 정확도도 높일 수 있는 충돌사고 재현 시뮬레이터를 구축하는데 연구의 목적이 있다.

구체적인 연구방향으로는 해양안전심판원의 재결과정을 분석하여 시뮬레이터 구축방안을 도출하고, 데이터베이스 프로그램(Access)을 이용하여 다양한 충돌 상황의 정보를 시스템에 입력하고 관리할 수 있는 DB시스템과 Visual C++을 이용하여 충돌선박의 속력, 거리, 침로 등의 정보에 의한 양선박의 거동을 텍스트와 그래픽으로 표현하는 시스템을 구축하며, 이렇게 구축된 충돌사고 분석시스템을 해양안전심판원의 재결사례에 적용하여 그 유효성을 확인하고자 한다.[5-8]

II. 해양사고 처리과정 및 문제점

2.1 충돌사고 처리 과정

해양안전심판원에서 재결시 실시하고 있는 선박간의 해상충돌사고에 대한 Plotting 과정은 다음과 같다.

- i) 해상에서 선박충돌사고 발생시 사고관련자의 진술 및 해난보고서(Sea Protest), 조사관의 조사사항 등을 토대로하여 충돌상황까지의 양선박에 대한 침로, 속력, 변침시간, 견시 및 기상상태 등의 데이터를 수집한다.
- ii) 해도나 레이더 플로팅용지, 삼각자, 디바이더, 계산기 등을 사용하여 양선박의 충돌과정을 플로팅 한다.
- iii) 플로팅 결과가 사고 관련자의 허위 진술로 나타난 경우 올바른 플로팅 결과를 얻을 때까지 위의 과정을 반복 시행한다.

2.2 처리과정의 문제점

선박 충돌사고가 발생하면 해양안전심판원은 재결과정에서 사고관련자의 진술을 토대로 양선박의 충돌상황을 플로팅하여 사건을 분석함으로써 사고원인을 규명하고 판단한다.

그러나 양선박의 충돌 분석과정이 수작업에 의해 행해짐으로서 사건관련자의 일관성 없는 진술에 의해 플로팅 작업이 계속적으로 반복되어 많은 시간적인 낭비를 가져올 뿐만 아니라 인적자원의 소모를 초래하게된다. 또한 수작업에 의해 분석된 결과는 유사작업의 반복시에 야기되는 휴먼에러(Human Error)에 의하여 오류가 발생할 가능성이 높다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 컴퓨터를 이용한 선박충돌사고 분석 시뮬레이터를 구축하고자 한다.

III. 선박 충돌사고 시뮬레이터 구축

선박충돌 당사자의 진술을 입력하여 양선박의 거동을 그래픽 및 텍스트로 제시하여 주는 선박충돌사고분석 시뮬레이터의 시스템 구성도는 <그림 1>과 같이 4개의 모듈로 구성된다.

본 절에서는 각각의 모듈에 관하여 상술하고자 한다.

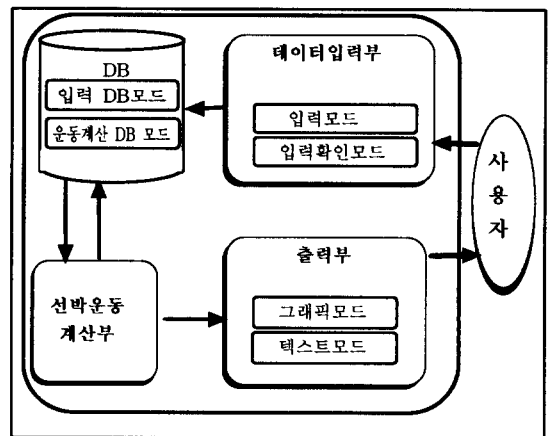


그림 1. 시스템 구성도

3.1 데이터입력부

1) 입력모드

Visual Programming에서 제공하는 다이얼로그 박스(Dialog Box)를 구성하여 사고관련자의 진술 데이터를 입력한다. 구체적인 입력사항에는 선박명, 침로, 속력, 시간, 상대선박의 방위 및 거리 등이 있다.

입력된 데이터는 DB모듈의 입력 DB모드에 저장되어 선박운동 계산시 사용된다.

2) 입력확인 모드

다이얼로그 박스를 통하여 입력한 2선박의 데이터를 USER가 확인할 수 있도록 제시해 주는 모드이다. 입력 데이터에 오류가 발생했을 경우는 다시 입력모드를 열어 재입력할 수 있다.

3.2 DB

입력 DB모드와 운동계산 DB모드로 구성되며, M/S Access(DBMS)를 이용하여 구축한다.

입력 DB모드에는 데이터 입력부 모듈로부터 입력된 선박 거동에 관한 데이터가 저장되며, 운동계산 DB모드에는 선박운동계산 알고리즘을 통하여 계산된 선박의 거동에 관한 실시간 데이터가 저장된다.

3.3 선박운동 계산부

선박거동에 관한 실시간 정보가 시뮬레이터 상에서 변환되는 과정을 처리하는 부분으로서 출력부 모듈에서 사용될 데이터를 계산한다.

1) 기본사항

본 논문에서 구축하고자 하는 충돌사고분석 시스템은 일반적인 실시간 선박조종 시뮬레이터와 다르게 단시간에 사고당사자 진술의 진위여부를 판단해야 함으로 시간적 변환이 필요하다. 따라서 1시간을 20초(2000ms)로 축척한다.

윈도우상에서 제공하는 맵핑모드에는 <표 1>과 같으며, 본 시스템에서는 MM_HIMETRIC 모드를 사용하여 화면을 구성한다.

시뮬레이션에 사용될 선박의 크기와 이동거리 계산은 현재 상용되고 있는 선박의 크기를 고려하여 설정한다.

표 1. 윈도우 상에서 적용할 수 있는 맵핑모드

MAPPING MODE	Logical 단위	X축의 증가값	Y축의 증가값
MM_TEXT	Pixel	우측으로	아래로
MM_LOMETRIC	0.1 mm	우측으로	위로
MM_HIMETRIC	0.01 mm	우측으로	위로
MM_LOENGLISH	0.01 in	우측으로	위로
MM_HIENGLISH	0.001 in	우측으로	위로
MM_TWIPS	1/1440 in	우측으로	위로
MM_ISOTROPIC	(X,Y)값 설정	선택적	선택적
MM_ANISOTROPIC	(X,Y)값 설정	선택적	선택적

2) 기준선박 데이터 계산

DB에 저장된 데이터를 사용하여 기준선박의 그래픽 출력지점, 화면상의 침로, 항해거리를 계산한다. 그래픽 출력지점은 기준선박의 침로에 따라 서임의 지점으로 계산되며, 그래픽상 침로는 x축, y축 길이로 계산 변환이 이루어지고, 항해거리는 기준선박의 속력에 따라 그래픽적으로 구성할 수 있는 거리로 축척 되어진다.

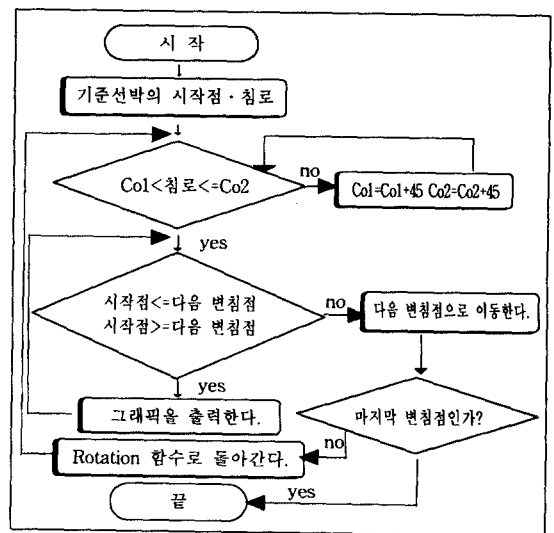


그림 2. 기준선박 그래픽 출력 순서도

3) 상대선박 데이터 계산

상대선박의 데이터 계산은 기준선박에서의 초인시 DB에 저장된 데이터를 사용하여 이루어진다. 상대선박의 그래픽 출력지점은 기준선박에서 초인시의 방위와 거리에 의해서 계산되며, 그래픽상 침로는 그래픽 출력지점을 기준으로 4분면으로 분리하여 그 다음 출력지점이 위치한 분면에 따라 침로를 계산한다. 그 외 데이터계산은 기준선박의 계산과 동일한 방식으로 이루어진다.

● 여기서 $Col = 0^\circ$ 이고 $Col2 = 45^\circ$ 이며, 침로가 $0^\circ - 90^\circ$, $270^\circ - 360^\circ$ 이면 '시작점 <= 다음 변침점' 적용, 아니면 '시작점 >= 다음 변침점' 적용

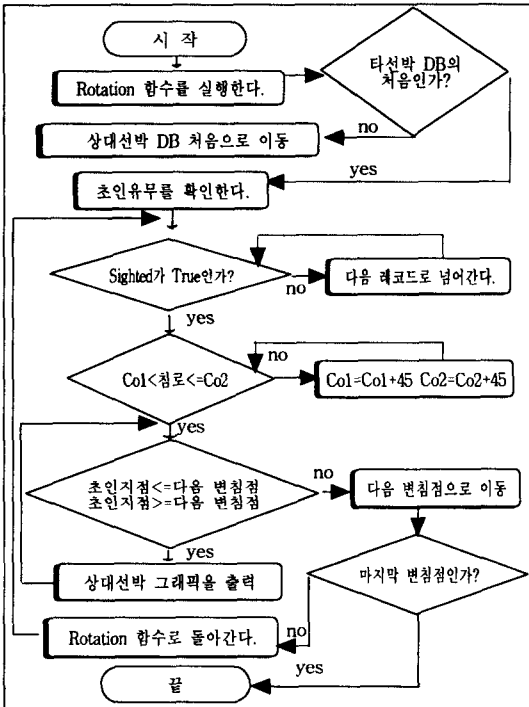


그림 3. 상대선박 그래픽 출력 순서도

3.4 출력부

1) 그래픽 모드

그래픽 출력방식은 벡터방식과 비트맵 방식을 병용한다. 그래픽 출력 화면상에서 위도, 경도, 출력문자 등 가변사항은 벡터방식을 적용하고, 바탕

화면, 선박모형은 비트맵 방식을 적용한다. 이와같은 그래픽 출력방식을 이용함으로써 선박운동계산부에서 구한 데이터를 그래픽화 한다.

기준선박의 그래픽 출력은 선박운동계산부에서 이루어진 데이터값을 사용하여 <그림 2>와 같은 절차로 이루어진다. 먼저 침로가 해당하는 조건에 맞아야 하며, 이에 만족하면 기준선박의 그래픽 출력지점에서 다음 변침점까지 그래픽을 출력한다. 만약 조건에 만족하지 않으면 다음에 해당하는 데이터를 가져와 이와 같은 방법을 반복 시행한다.

상대선박의 그래픽 출력은 <그림 3>과 같은 절차로 이루어진다. 기준선박의 그래픽을 출력하면서 DB와 연관된 선박운동계산부에서 계산된 데이터값을 이용하여 상대선박의 초인유무를 한다. 초인이 확인되면 상대선박의 그래픽 출력지점부터 그래픽을 시행하며 그래픽 출력조건은 기준선박과 동일하다.

2) 텍스트 모드

선박운동계산부에서 구한 데이터를 그래픽 모드와는 달리 다이얼로그 박스를 구성하여 텍스트로 나타내어 준다. 이와같은 데이터에는 기준선박에서 상대선박 초인시 기준선박을 기준으로한 상대선박의 방위, 거리, 초인시간이 있으며, 기준선박 변침시와 기준선박과 상대선박의 최종충돌까지 거리가 있다.

IV. 시뮬레이터 적용

본 충돌사고 분석시스템을 실제의 선박충돌사고 사건에 적용해 봄으로서 유효성과 신뢰성을 판단한다.

4.1 적용사례 1

다음은 어획물 운반선 제51 보양호와 화물선 오선데이지호의 충돌사건을 해심재결 내용에 의하면 제51보양호를 기준으로 플로팅한 경우 0.7mile, 오선데이지호를 기준으로 플로팅한 경우 0.4mile의 거리차가 생겨 충돌이 발생할 수 없다는 문제점이

있음을 확인되었다. 따라서 본 사건을 선박충돌사고 시뮬레이터에 적용하여 충돌상황을 검토하여 본다. 데이터 입력사항은 <표 2>, <표 3>과 같다.

표 2. 제51 보양호의 입력 데이터 사항표

일련 No.	대상 선박명	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	보양호	237	7.5	22h 15m	☉ 방위:247 거리:6.0	☉	⊗
2	보양호	260	7.5	22h 26m	⊗		⊗
3	보양호	270	7.5	22h 31m	⊗		⊗
4	보양호	325	7.5	22h 35m	⊗		☉ Lat:32° 23.5' Long:126° 22.6'

표 3. 오선데이지호의 입력 데이터 사항표

일련 No.	대상 선박명	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	오선데이지호	077	11	22h 15m	⊗	⊗	⊗
2	오선데이지호	077	11	22h 30m	☉ 방위:05 거리:1.6	☉	⊗
3	오선데이지호	065	11	22h 32m	⊗		⊗
4	오선데이지호	065	11	22h 35m	⊗		☉ Lat:32° 23.5' Long:126° 22.6'

이와 같이 입력된 데이터에 대한 시뮬레이터 결과는 <그림 4>, <그림 5>과 같다. <그림 4>는 제 51 보양호를 기준으로 <그림 5>은 오선데이지호를 기준으로 시뮬레이션 한 것이다. 충돌시간 22시 35분에 두선박의 거리는 제51 보양호를 기준선박으로 시뮬레이션한 경우 0.65마일, 오선데이지호를 기준선박으로 시뮬레이션한 경우 0.38마일로 나타났다.

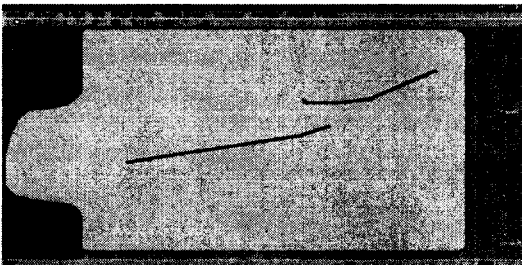


그림 4. 제51 보양호를 중심으로 한 그래픽 출력

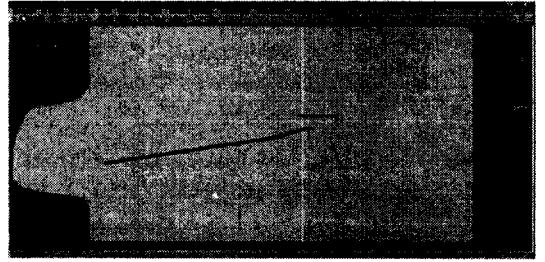


그림 5. 오선데이지호를 중심으로 한 그래픽 출력

4.2 적용사례 II

어선 제313 삼성호와 케미칼탱커 우동과의 충돌 사건을 선박충돌사고 시뮬레이터에 적용한다. 선박 충돌사고의 데이터 입력사항은 <표 4>, <표 5>과 같다.

표 4. 어선 제313 삼성호의 입력 데이터 사항표

일련 No.	대상 선박명	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	삼성호	169	7	15h 58m	☉ 방위:198 거리:4.0	☉	⊗
2	삼성호	169	7	16h 10m	⊗		⊗
3	삼성호	169	7	16h 13m	⊗		☉ Lat:32° 52.01' Long:126° 39.01'

표 5. 케미칼탱커 우동호의 입력 데이터 사항표

일련 No.	대상 선박명	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	우동호	33	11	15h 56m	☉ 방위:17 거리:5.0	☉	⊗
2	우동호	40	11	16h 06m	⊗		⊗
3	우동호	70	11	16h 13m	⊗		☉ Lat:32° 52.01' Long:126° 39.01'

이와 같이 입력된 데이터에 대한 시뮬레이터 결과는 <그림 6>, <그림 7>와 같다. <그림 6>은 삼성호를 기준선박으로 (그림 7)은 우동호를 기준선박으로 시뮬레이션한 것이다.

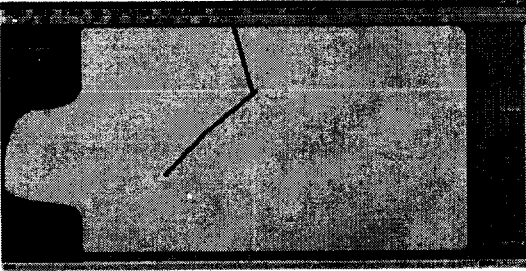


그림 6. 어선 제313 삼성호를 중심으로한 그래픽 출력

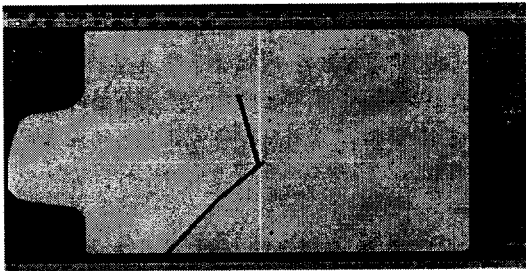


그림 7. 케미칼탱커 우동호를 중심으로한 그래픽 출력

V. 결 론

본 연구에서는 해상에서 발생할 수 있는 선박충돌사고 발생원인과 해양안전심판원에서 수행하고 있는 선박충돌사고에 대한 처리과정을 조사하고 분석하였다. 선박 충돌사고의 원인에는 과거의 자연적 불가항력에 의한 사고가 많았던 것과는 대조적으로 인적·교통 환경적·선박적 요인으로 인한 사고가 증가하고 있고 있음을 알 수 있었으며, 특히 인적 요인인 항해사의 운항과실에 의한 선박충돌사고가 많았다. 이러한 해상에서의 충돌사고에 따른 해양안전심판원의 재결과정은 선박 시스템적인 자동화에 상응하는 신속성·전문성·정확성이 떨어지고 있었다.

이와 같은 문제점을 해결할 수 있는 본 시뮬레이터를 실제 선박충돌사건에 적용해 본 결과 유효함을 확인하였다.

앞으로 이 시스템에 선박충돌사고가 발생한 지역을 화면에 출력할 수 있도록 하기 위한 DB를 구축함으로써 현실감 있는 시뮬레이션을 할 수 있을

것이며, 선체의 종류와 크기에 따른 선체운동방정식을 포함한 선박 DB를 구축함으로써 선체에 따른 선회성과 해류, 조류, 바람 등 외력의 영향력을 고려한 정확한 계산값을 얻어 선박의 움직임을 재현함으로써 실제 선박이 이동하는 경로와 동일하게 그래픽을 출력할 수 있게 될 것이다. 또한 해양 관련법규를 DB화하여, 컴퓨터가 양선박을 시뮬레이션 하면서 법규 위법유무를 판단할 수 있는 지능적인 기능도 수행할 수 있는 시스템이 개발함으로써 선박충돌사고 판결의 자동화에 큰 기여를 할 것으로 본다.

참고문헌

- [1] 중앙해양안전심판원, “해양사고통계분석자료집”, 1995 - 2000.
- [2] 중앙해양안전심판원, “해양안전심판사례집”, CD Version 1.0.
- [3] 해양경찰청, “해양사고 현황·실태조사자료집”, 1995 - 2000.
- [4] 박계각, “제51 보양호, 오션데이지(Ocean Daisy) 호 충돌사건에 관한 검토 의견서”, 목포해양대학교 해양산업연구소, 1998.
- [5] 이상엽, “Visual C++ Programming Bible Ver 5.x”, 영진출판사, 1999.
- [6] 김용성, “Visual C++ 6.0 완벽가이드”, 영진출판사, 1999.
- [7] 이형배, “이형배의 비주얼 C++ 6.0”, 사이버출판사, 1999.
- [8] 광기준, 김소영, “Inside Secrets Visual C++ 6.0”, 삼각프레스, 1999.