

선박 충돌사고 분석을 위한 시뮬레이터 구축

천대일* · 박계각**

Building of a Simulator for Analyzing Vessel Collision Accidents

Gyei-Kark Park* and Ki-Yeol Seo**

< 목 次 >

Abstract	3.3 선박운동 계산부
1. 서론	3.4 출력부
2. 해양사고 처리과정 및 문제점	4. 시뮬레이터 적용 예
2.1 충돌사고 처리과정	4.1 적용사례 I.
2.2 처리과정의 문제점	4.2 적용사례 II.
3. 충돌사고 분석 시뮬레이터 구축	5. 결 론
3.1 데이터 입력부	참고문헌
3.2 데이터베이스부	

Abstract

Vessel collision accidents have been investigated by means of questioning the persons involved and plotting manually the stated situation. But the repetitive plotting by hand can cause the investigator to make some errors, and it can be connected to a wrong judgement. In this paper, we proposed a simulator for reconstructing and analyzing vessel collision accidents at sea, where the given situation is plotted automatically on it. We verified validity of the system by applying it to some collision accidents.

1. 서 론

최근 전세계적인 경제개발에 힘입어 물동량이 증가하고 제품이 다양화되고 있으며, 이들 물동량의 주요운송수단인 선박은 대형화, 전용선화, 고속화되고 있다. 이에 따라 선박의 해양사고도 증가추세에 있으며, 해양사고 중 선박충돌에 의한 사고가 매년 전체 해양사고의 35% 정도를 차지하고 있는 실정이

다[1-3].

선박충돌사고의 발생시 해양안전심판원의 조사활동과 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 플로팅 용지(Plotting Sheet)

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부 조교

** 목포해양대학교 해상운송시스템학부 부교수

에 충돌선박의 항적을 플로팅하는 과정을 삼각자 및 디바이더를 이용한 수작업에 의존함으로써 많은 시간이 소모되고 오류가 발생하는 문제점이 야기된다 [4].

따라서, 본 논문에서 다양한 충돌상황에서도 충돌선박 당사자들의 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 분석 시뮬레이터를 구축하는데 연구의 목적이 있다.

구체적인 연구방향으로는 해양안전심판원의 재결과정을 분석하여 시뮬레이터 구축방안을 도출하고, 다양한 충돌 상황의 정보를 시스템에 입력, 기록, 관리할 수 있는 데이터베이스시스템과 Visual C++ 6.0를 이용하여 충돌선박의 속력, 거리, 침로 등의 정보에 의한 두 선박의 거동을 텍스트와 그래픽으로 표현하는 시스템을 구축하고, 이렇게 구축된 충돌사고 분석시스템을 해양안전심판원의 재결사례에 적용하여 그 유효성을 확인하고자 한다.[5-8]

2. 해양사고 처리과정 및 문제점

2.1 충돌사고 처리과정

우해해양안전심판원에서 재결시 실시하고 있는 선박간의 해상충돌사고에 대한 플로팅(Plotting) 과정은 다음과 같다.

- i) 해상에서 선박충돌사고 발생시 사고관련자의 진술 및 해난보고서(Sea Protest), 조사관의 조사사항 등을 토대로 하여 충돌 선박간의 초인으로부터 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.

이후 1950년대까지는 석유등, 휘발유등, 아세틸렌 가스등이 주로 사용되다가 1960년대 초반에 접어들면서 현재의 필라멘트를 이용한 백열전구가 이용되었다.

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 야기되기 쉬운 휴먼에러(Human Error)에 의하여 오류가 발생할 가능성이 높다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 컴퓨터를 이용한 선박충돌사고 분석 시뮬레이터를 구축하고자 한다.

3. 충돌사고 분석 시뮬레이터 구축

본 연구에서는 선박조종방정식이나 해상상태를 고려하지 않고 선박충돌 당사자의 진술을 입력하여 양선박의 거동을 제시하여주는 충돌사고 분석 용도의 시뮬레이터 구축에 연구의 초점을 맞추고자 한다. 충돌에 이르기까지 양선박의 거동을 그래픽 및 텍스트

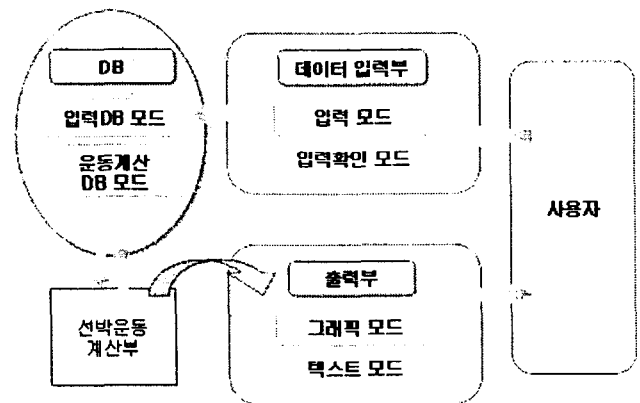


Fig . 1 Frame work of simulator system

트로 제시하여 줄 수 있는 선박충돌사고분석 시뮬레이터의 시스템 구성도는 Fig. 1과 같이 4개의 모듈로 구성된다. 본 절에서는 각각의 모듈에 관하여 상술하고자 한다.

3.1 데이터입력부

3.1.1 입력모드

Visual Programming에서 제공하는 대화상자(Dialog Box)를 구성하여 사고관련자의 진술데이터를 입력한다. 구체적인 입력사항에는 선박명, 침로, 속력, 시간, 상대선박의 방위 및 거리등이 있다. 입력된 데이터는 DB모듈의 입력 DB모드에 저장되어 선박운동 계산시 사용된다.

3.1.2 입력확인 모드

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

3.2 데이터베이스부

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.

3.3.1 기본설정

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 Table 1 과 같으며, 본 시스템에서는

Table 1 Mapping mode on a window

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

MM_HIMETRIC 모드를 사용하여 화면을 구성한다.

3.3.2 기준선박 데이터 계산

DB에 저장된 데이터를 사용하여 기준선박의 그래픽 출력지점, 화면상의 침로, 항해거리를 Fig. 2와 같이 계산한다. 그래픽 출력지점은 기준선박의 침로에 따라서 임의 지점으로 계산되며, 그래픽상 침로는 x축, y축 길이로 계산 변환이 이루어지고, 항해거리는 기준선박의 속력에 따라 그래픽으로 구성할 수 있는

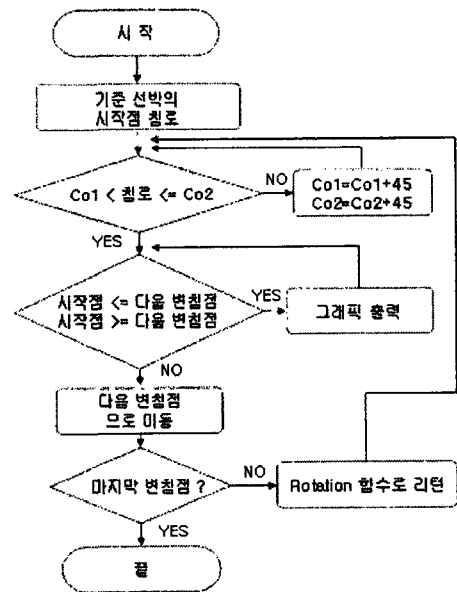


Fig . 2 Flow chart for graphing a base ship 거리로 축척한다.

3.3.3 상대선박 데이터 계산

상대선박의 데이터 계산은 기준선박에서의 초인시

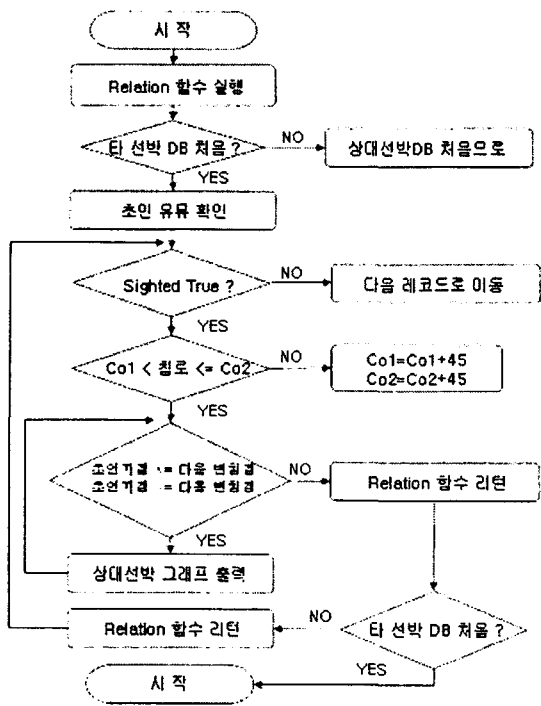


Fig. 3 Flow chart for graphing the facing ship DB에 저장된 데이터를 사용하여 이루어진다.

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. 여기에서, $Co1 = 0^\circ$ 이고 $Co2 = 45^\circ$ 이며, 침로가 $0^\circ \sim 90^\circ, 270^\circ \sim 360^\circ$ 이면 「시작점<=다음 변침점」을 적용하고, 그 밖의 경우에는 「시작점<=다음 변침점」을 적용하여 항적표시를 시작한다.

3.4 출력부

3.4.1 그래픽 모드

그래픽 출력방식은 벡터방식과 비트맵 방식을 병용한다. 그래픽 출력 화면상에서 위도, 경도, 출력문자 등 가변사항은 벡터방식을 적용하고, 바탕화면, 선박모형은 비트맵 방식을 적용한다. 이와 같은 그래픽 출력방식을 이용함으로써 선박운동계산부에서 구한 데이터를 그래픽화 한다.

기준선박의 그래픽 출력은 선박운동계산부에서 이루어진 데이터값을 사용하여 Fig. 2와 같은 절차로

이루어진다. 먼저 침로가 해당조건을 만족시키면 기준선박의 그래픽 출력지점에서 다음 변침점까지 그래픽을 출력한다. 만약 조건을 만족시키지 않으면 다음에 해당하는 데이터를 가져와 이와 같은 방법을 반복 시행한다.

상대선박의 그래픽 출력은 Fig. 3과 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.

3.4.2 텍스트 모드

선박운동계산부에서 구한 데이터를 그래픽 모드와는 달리 다이얼로그 박스를 구성하여 텍스트로 나타내어 준다. 이와 같은 데이터에는 기준선박에서 상대선박 초인시 기준선박을 기준으로 한 상대선박의 방위, 거리, 초인시간이 포함되어 있으며, 기준선박 변침 시간과 기준선박과 상대선박의 최종충돌까지의 거리를 표시하여 준다.

4. 시뮬레이터 적용 예

본 충돌사고 분석시스템을 실제의 선박충돌사고 사건에 적용해 봄으로서 유효성을 확인하고자 한다.

4.1 적용사례 1.

2000년 5월에 발생한 화물선 M/V A호와 유조선 M/V B호의 충돌사건으로, 해심재결에 의하면 M/V A호를 기준으로 플로팅한 경우 0.4mile, M/V B호를 기준으로 플로팅한 경우 0.7mile의 거리차가 생겨 충돌이 발생할 수 없다는 문제점이 있음을 확인하였다.[1] 따라서 본 사건을 구축된 시뮬레이터에 적용

Table 2. Input data for M/V A

입력 No.	대상 선박	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	A호	237	7.5	22h 15m	◎방위:247 거리:6.0	◎	⊗
2	A호	260	7.5	22h 26m	무		⊗
3	A호	270	7.5	22h 31m	무		⊗
4	A호	325	7.5	22h 35m	무		◎Lat:32° 23' Lang:126° 22'

Table 3 Input data for M/V B

입력 No.	대상 선박	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	B호	077	11	22h 15m	무	⊗	⊗
2	B호	077	11	22h 30m	☉방위:65 거리:1.6	○	⊗
3	B호	065	11	22h 32m	무		⊗
4	B호	065	11	22h 35m	무		☉Lat:32° 23.5' Long:126° 22.6'

하여 충돌상황을 검토하고자 한다. 데이터 입력사항은 Table 2, Table 3과 같다.

이와 같이 입력된 데이터에 대한 시뮬레이터 결과는 Fig. 4, Fig. 5과 같다. Fig. 4는 M/V A호를 기준으로 Fig. 5은 M/V B호를 기준으로 시뮬레이션한 것이다. 충돌시간 22시 35분에 두 선박의 거리는 M/V A호를 기준선박으로 시뮬레이션한 경우 0.38

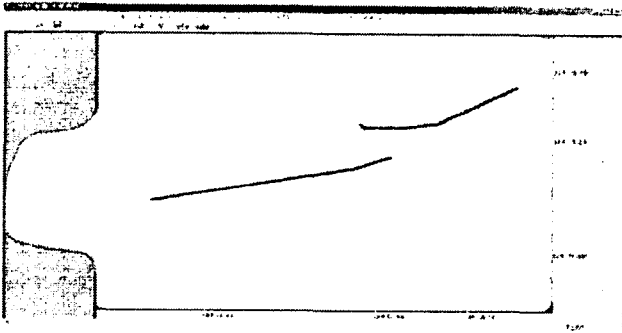


Fig . 4 Result of simulation based on M/V

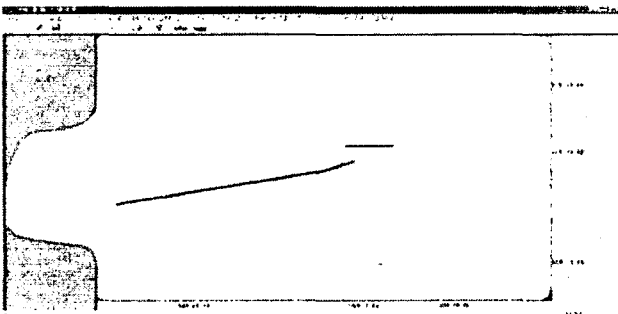


Fig . 5 Result of simulation based on M/V B

마일, M/V B호를 기준선박으로 시뮬레이션한 경우 0.65마일로 나타났다.

해심제결의 진술내용을 시뮬레이터로 분석할 경우 충돌이 발생하지 않음을 확인할 수 있고, 수작업 플로팅에 의한 충돌사건 조사과정에서 휴먼에러가 발생하였음을 추측할 수 있다.

4.2 적용사례 II.

1999년 3월에 발생한 어선 M/V C호와 케미컬탱커 M/V D호의 충돌사건을 본 연구에서 구축한 시뮬레이터를 이용하여 분석하고자 한다. 선박충돌사

Table 4 Input data for M/V C

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

Table 5 Input data for M/V D

입력 No.	대상 선박	선박 침로	선박 스피드	현장 시각	상대선 초인유무	Last 초인	충돌 유무
1	D호	33	11	15h 55m	☉방위:17 거리:5.0	○	⊗
2	D호	40	11	16h 05m			⊗
3	D호	70	11	16h 13m			☉Lat:32° 52.01' Long:126° 39.01'

고의 데이터 입력사항은 Table 4, Table 5와 같다.

이와 같이 입력된 데이터에 대한 시뮬레이터 결과는 Fig. 6, Fig. 7과 같다. Fig. 6은 M/V C호를 기준

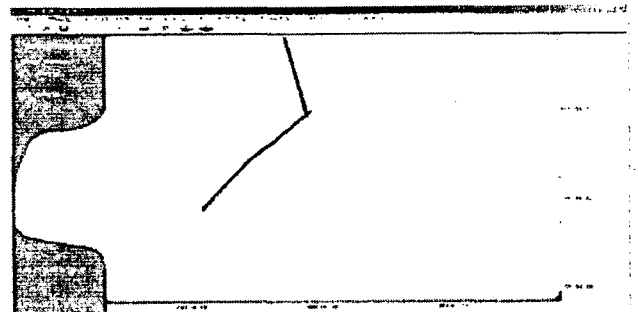


Fig . 6 Result of simulation based on M/V C

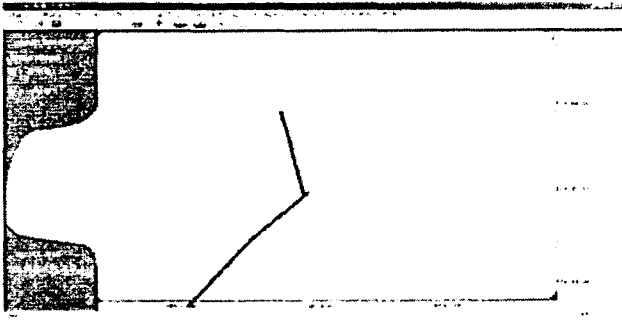


Fig . 7 Result of simulation based on M/V D

선박으로 Fig. 7은 M/V D호를 기준선박으로 시뮬레이션 한 것이다.

해심재결과 동일하게 당사자들의 진술을 토대로 시뮬레이션하면 충돌이 발생함을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 해상선박충돌사고의 조사과정을 전산화함으로써 시간과 경비를 절약하고 정확성을 제고시킬 수 있는 선박충돌사고 분석시뮬레이터를 제안하였다. 구체적인 연구방법으로는 수작업으로 실시되고 있는 선박충돌사고의 조사과정을 분석하여 문제점과 전산화의 필요성을 도출하여, Visual C++와 M/S Access를 이용하여 시뮬레이터를 구축하였다. 제안된 시뮬레이터에서는 사고 당사자들의 충돌상황 진술을 입력하면 해당선박의 초인과정에서 충돌에 이르기까지의 양선박의 항적을 화상데이터와 텍스트 데이터로 제공함으로써 충돌사고를 용이하고 정확하게 분석할 수 있다. 또한 제안된 시뮬레이터를 실제 선박충돌사건에 적용하여 그 유효성을 확인하였다.

앞으로 충돌사고 분석의 정확도를 높일 수 있도록, 선체운동방정식과 선박 DB, 해상상태를 포함한 고정도의 시뮬레이터 구축이 장래의 과제라 할 수 있다.

◆ 참고 문헌 ◆

- [1] 중앙해양안전심판원, “해양사고통계분석자료집”, 1997 - 2001.
- [2] 중앙해양안전심판원, “해양안전심판사례집”, CD

Version 1.0.

- [3] 해양경찰청, “해양사고 현황·실태조사자료집”, 1997 - 2001.
- [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] 박기준, 김소영, “Inside Secrets Visual C++ 6.0”, 삼각프레스, 1999