

해양사고 예보 시스템 개발 (Ⅲ): 3차원 통계 가시화 시스템 구축

임 정 빈*

*목포해양대학교 해상운송시스템학부

Development of Marine Casualty Forecasting System (Ⅲ): Implementation of Three-Dimensional Visualization System

Jeong-Bin Yim*

*Division of Maritime Transportation System, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 이 논문에서는 해양사고 통계예측 결과의 의미를 쉽게 이해할 수 있는 3차원 가시화 시스템의 구현에 관해서 기술했다. 이 시스템 개발에는 그래픽 사용자 인터페이스 방식(GUI)과 웹(Web) 기반 가상현실(VR) 기술을 주로 적용하였다. 그리고, 매일의 상황을 예보하기 위하여 시간기반 해양사고 예측모델과 위험수준 지표를 개발하였다. 시스템 작동실험 결과, 3차원 가상공간에 단순한 색으로 복잡한 통계결과를 나타낼 수 있었다. 또한, 매일의 위험수준을 막대 그래프에 나타낼 수 있었다.

핵심용어 : 3차원 가시화 시스템, 그래픽 사용자 인터페이스, 가상현실, 시간기반 예측 모델, 시간 기반 위험수준

Abstract : The paper describes implementation of three-dimensional visualization system that is to provide comprehensive meaning of the statistical prediction results on the marine casualties. Graphical User Interface (GUI) and Web based Virtual Reality (VR) technology are mainly introduced in the system development. To provide daily forecasting, time based casualty prediction model and risk level index are developed in this work. As operating test results of the system, complicated statistical meaning can be shown in the three-dimensional virtual space using simple color. In addition, daily risk levels can be shown on the bar-graph.

Key Words : three-dimensional visualization system, GUI, VR, time based casualty prediction model, time based risk level

1. 서 론

이 연구는 선행연구인 '해양사고 예보 시스템 개발(I)'에서 도출된 해양사고 수량화 D/B와 '해양사고 예보 시스템 개발(II)'에서 연구된 CD-LIP 모델을 이용하여 해양사고 예측결과를 쉽게 나타낼 수 있는 해양사고 가시화 시스템 개발에 관한 것이다.

현재 국내외적으로 대부분 발행되고 있는 해양사고 백서나 통계결과 등(해양수산부, 2002; 해양안전심판원, 2003)의 가시화 방법을 살펴보면, 대부분 단순한 막대 그래프를 이용하는 수준에 머물고 있어 어민이나 통계지식이 없는 비전문가는 그 의미를 쉽게 알 수 없다. 또한, 문서 위주의 통계결과 제시에 국한되어 있기 때문에 멀티미디어를 이용한 방송에 적합하지 않다. 따라서, 일기예보와 같이 해양사고 통계결과를 방송할 수 없는 안타까운 실정이다.

한편, 최근에는 복잡한 통계 데이터나 연구결과를 보다 쉽게 가시화하기 위한 연구가 국내외적으로 활발하게 진행되고 있다. 국내의 경우, 김 등(2002)이 VR(Virtual Reality)을 이용하여 3차원적으로 해양수중 탐지기술을 보고한 바 있고,

양 등(2002)은 3차원 해저지형 수치모델에 관한 연구를 발표한 바 있다. 이러한 최근의 해양·수산 분야에서의 VR 관련 연구는 이미 본 저자에 의해 다양한 분야에서 연구 개발된 바 있다. 그 예로서, 임 등(2000)은 VR을 이용한 해양경찰청의 위기상황 가시화 시스템 구축과, 구·임(2001)에 의한 해상안전용 위기관리 시스템 구축 등을 연구하면서 해양사고 분야에 첨단 가시화 기법을 적용한 바 있다. 그리고, 근년 임(2002)은 VR 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보시스템 개발에 관한 기초연구를 발표한 바 있다.

해외의 경우, 유럽에서는 VR 기술을 적용한 다차원 데이터(multi-dimensional data)의 가시화 연구가 새로운 학문분야로 각광받고 있다. 대표적 연구는 Batagelj & Mrvar(1997)이 보고한 VR 다차원 데이터 가시화 기법 개발이 있다. 이 연구는 인도와 프랑스의 공동 워크샵에서 발표한 것으로 복잡한 다차원 데이터를 가시화하기 위한 것이다. 그리고, 1997년 Lipchak(1997)은 주기적인 다차원 데이터를 쉽게 나타낼 수 있는 아이디어를 발표한 바 있다. 그 후, VR 기술의 급속한 발전으로 가시화 기술은 2차원 평면에서 3차원 가상공간으로 전환하는 계기가 되었다.

* 대표저자 : 임정빈(중신회원), jbyim@mmu.ac.kr 061)240-7051

한편, Bajura *et al.* (1992)은 컴퓨터 그래픽지에 의료용 초음파 신호를 가상공간에 표시하면서 환자의 고통을 가시화시키는 방법을 보고하였으며, Reveaux(1993)는 가상현실이 실제상황을 연출할 수 있음을 보고한 바 있다. 획기적인 것은 VRML97 워킹 그룹에서 ISO/IEC 14772-1:1997 프로토콜(1997)과, ISO/IEC 14772-2:2001 프로토콜(2001)을 발표하면서 무료로 VR을 사용할 수 있는 환경을 마련한 것이다. 이러한 계기가 되어 국내외적으로 VR 분야가 각광을 받고 있다.

이 연구에서도 VR 기술을 이용하여 쉽게 통계결과를 가시화할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

2. 시간기반 예측 모델

2.1 시간기반 해양사고 예측 모델

선행연구에서 개발한 CD-LIP(Cell Distributed Linear-In-the-Parameter) 모델을 이용하여 WCD-LIP(Weighted CD-LIP) 모델을 개발하였다. WCD-LIP 모델은 i, j 셀에 대해서 월별, 일별, 주별, 시간별, 사고종류별, 대상선박별 등의 데이터에서 가중무게를 구한 후 이를 CD-LIP 모델에 적용한 것이다. 따라서, 각 지역에서의 해양사고 예측결과를 시간대별로 나타낼 수 있다. 다음 식(1)은 WCD-LIP 모델에 대한 예측방정식이다.

$$y_{WCD-LIP(i, j, km, kd, kw, kt, ka, ks)} = y_{CD-LIP(i, j)} \cdot W_{Total(i, j, km, kd, kw, kt, ka, ks)} \quad (1)$$

여기서, $y_{CD-LIP(i, j)}$ 는 i, j 셀 위치에서 CD-LIP 모델로 계산한 해양사고 예측건수를 나타내고,

$$W_{Total(i, j, km, kd, kw, kt, ka, ks)} = \frac{1}{6} (w_{Month(i, j, km)} + w_{Day(i, j, kd)} + w_{Week(i, j, kw)} + w_{Time(i, j, kt)} + w_{Accident(i, j, ka)} + w_{Ship(i, j, ks)})$$

$$w_{Month(i, j, km)} = \frac{N_{Month(i, j, km)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{12} N_{Month(i, j, l)}}, \quad 0.0 < w_{Month(i, j, km)} \leq 1.0, \quad km = 1, 2, \dots, 12,$$

$$w_{Day(i, j, kd)} = \frac{N_{Day(i, j, kd)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{31} N_{Day(i, j, l)}}, \quad 0.0 < w_{Day(i, j, kd)} \leq 1.0,$$

$$kd = 1, 2, \dots, 31,$$

$$w_{Week(i, j, kw)} = \frac{N_{Week(i, j, kw)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^7 N_{Week(i, j, l)}}, \quad 0.0 < w_{Week(i, j, kw)} \leq 1.0, \quad kw = 1, 2, \dots, 7,$$

$$w_{Time(i, j, kt)} = \frac{N_{Time(i, j, kt)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{24} N_{Week(i, j, l)}}, \quad 0.0 < w_{Time(i, j, kt)} \leq 1.0, \quad kt = 1, 2, \dots, 24,$$

$$w_{Accident(i, j, ka)} = \frac{N_{Accident(i, j, ka)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{21} N_{Accident(i, j, l)}}, \quad 0.0 < w_{Accident(i, j, ka)} \leq 1.0,$$

$$ka = 1, 2, \dots, 21,$$

$$w_{Ship(i, j, ks)} = \frac{N_{Ship(i, j, ks)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{55} N_{Ship(i, j, l)}}, \quad 0.0 < w_{Ship(i, j, ks)} \leq 1.0, \quad ks = 1, 2, \dots, 55,$$

그리고, C_{Lat} = 위도 Lat에 해당하는 셀번호, C_{Long} = 경도 Long에 해당하는 셀번호, $N_{Month(i, j, km)}$, $N_{Day(i, j, kd)}$, $N_{Week(i, j, kw)}$, $N_{Time(i, j, kt)}$, $N_{Accident(i, j, ka)}$, $N_{Ship(i, j, ks)}$ 등은 각각 i, j 셀 위치에서 km 월의 해양사고 건수, kd 일의 해양사고 건수, kw 주의 해양사고 건수, kt 시의 해양사고 건수, ka 의 해양사고 건수, ks 의 해양사고 건수 등을 나타낸다.

WCD-LIP 모델은 CD-LIP 모델에 무게가중치만을 가한 것이기 때문에 그 유효성 평가는 선행연구 결과의 CD-LIP 모델유효성 평가결과로 대체한다.

2.2 시간기반 위험수준 예측 모델

시간기반 해양사고 예측모델과 함께 해양사고 위험수준을 경보하기 위한 모델도 개발하였다. 다음 식(2)와 같은 임팩트 팩터(Impact Factor: IF)를 고려한다.

$$IF = \frac{1}{4} (IF_{Month(km)} + IF_{Day(kd)} + IF_{Week(kw)} + IF_{Time(kt)}) \quad (2)$$

여기서,

$$IF_{Month(km)} = \frac{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} N_{Month(i, j, km)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{12} N_{Month(i, j, l)}}, \quad 0.0 < IF_{Month(km)} \leq 1.0,$$

$$IF_{Day(kd)} = \frac{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} N_{Day(i, j, kd)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{31} N_{Day(i, j, l)}}, \quad 0.0 < IF_{Day(kd)} \leq 1.0,$$

$$IF_{Week(kw)} = \frac{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} N_{Week(i, j, kw)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{12} N_{Week(i, j, l)}}, \quad 0.0 < IF_{Week(kw)} \leq 1.0,$$

$$IF_{Time(kt)} = \frac{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} N_{Time(i,j,kt)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{12} N_{Time(i,j,l)}}$$

$$0.0 < IF_{Month(km)} \leq 1.0.$$

그리고, 위의 식(2)의 IF 는 연구대상 전체지역에서 km 월, kd 일, kw 주, kt 시에 발생 가능한 해양사고를 표준화된 지수로 나타낸 것으로, 1년간 최대 해양사고 발생가능성을 1.0으로 정하여 0.0부터 1.0까지 표시하였다.

또한, 매시간 계산된 IF 의 위험수준을 제시하기 위하여 다음 식(3)과 같이 IF 의 평균값 $IF_{average}$ 에 IF 의 표준편차 IF_{STD} 를 더한 위험수준 R 을 도입하였다.

$$R = IF_{average} + IF_{STD} \tag{3}$$

해양사고 수량화 D/B를 이용하여 1996년부터 2000년까지의 5년간 데이터로부터 2003년 1월 1일 1시부터 2003년 12월 31일 24시까지의 1년간에 대해서 계산한 IF 를 Fig.1에 나타냈다. x-축은 1년을 1시부터 8760시까지의 연속된 시간을 나타내고, y-축은 IF 를 나타낸다. 'MEAN'으로 나타낸 가로선이 1년 평균치를 나타내고, 'CRITERIA'로 나타낸 가로선은 식(3)으로 계산한 위험수준 R 을 나타낸다.

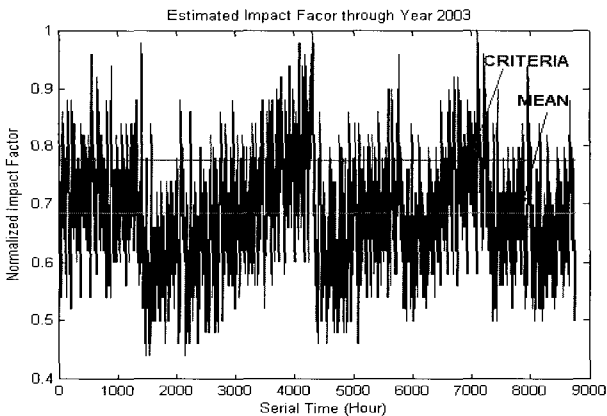


Fig. 1 IF in case of 2003

Fig.1에서, 2003년의 경우 2, 3, 7, 9월 등에서 위험수준을 상회하는 값이 나타나고 있다. 이 시기는 계절적으로 목포를 중심으로 하는 서남권의 경우 겨울과 여름에 폭풍 피해가 심하여 해양사고 발생이 가장 많고, 여름과 겨울 휴가철에 생선회 소비증가에 따른 연안어업이 활발하다는 점 등으로 미루어 볼 때 어선사고가 급증하고 있는 것으로 추측할 수 있다. 또한, 이 시기 안에서도 일별, 시간대별로 IF 가 크게 변하고 있는데, 이러한 현상 역시 시간별, 일별로 출어시기와 어업방법, 어선이 조업하는 시간 등에 기인한 결과라 할 수 있다. 따라서, 예측한 IF 가 연구대상지역의 계절적 특징, 조

업 방법, 시기 등과 잘 일치하는 것으로 평가할 수 있다.

3. 해양사고 예측 가시화 시스템

3.1 시스템 개발 개요

해양사고 예측 가시화 시스템은 사용목적에 따라 다양한 형태로 개발하였다. 그리고, 시스템 개발 내용이 방대하여 세부내용은 생략하였다. 임 등(2003)이 보고한 '가상현실 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보 시스템 개발'에 상세한 내용이 수록되어 있다. 이 연구에서 개발한 시스템 개요는 다음과 같다.

① GUI기반 해양사고 예보 시스템 : WCD-LIP 모델을 적용한 해양사고 예측건수를 지역별 가시화하는 시스템으로, GUI 방식이기 때문에 사용자가 원하는 시간의 예측 결과를 즉시 가시화할 수 있다.

② GUI기반 해양사고 경보시스템 : 해당 일자 24시간동안의 해양사고 발생 위험도와 위험수준을 막대그래프 형식으로 가시화한 시스템이다.

③ GUI기반 예보·경보 혼합시스템 : 위의 ①항과 ②항의 시스템을 하나로 결합하여 동시에 두가지 결과를 볼 수 있는 GUI 기반 시스템이다.

④ VR기반 해양사고 위험 가시화 시스템 : VR 기반으로 해당지역의 해양사고 위험정도를 컬러-맵으로 나타낸 시스템이다. 가상공간에 목포항을 중심으로 하는 연구대상지역의 지형지물을 구축한 후, 바탕색을 위험도에 따라서 색으로 나타냈기 때문에 영화를 보듯이 위험한 정도를 가시화할 수 있다.

3.2 GUI기반 해양사고 예보 시스템 작동결과

Fig.2와 Fig.3은 GUI 기반 예보 시스템 작동결과이다. 우측의 컬러 막대는 이 시기의 최대 사고건수를 적색으로부터 최소 값을 청색으로 구분하여 나타낸 지표이다. GUI 기반 예보 시스템은 WCD-LIP 모델을 적용한 것으로서, 사용자가 연도(Year), 월(Month), 일(Day), 시간(Time), 사고종류(Accident), 선박종류(Ship Type) 등으로 구분된 여백에 수치를 입력하면, 즉시 그 결과가 나타난다. 또한, 자동으로 일자가 변경되면서 각 사고유형별 예측도 가능하다.

Fig.2의 결과는 2003년 1월 6일 9시의 '충돌사고'에 대한 '어선/어획물 운반선'의 예측결과에 대한 예를 나타낸다. 이 프로그램의 경우, 주(Week)는 사용자가 입력한 월, 일을 자동으로 인식하여 해당 주를 계산하기 때문에 별도로 입력할 필요가 없다. 경도 126-20(126도 20분을 의미)에서 126-40 사이와, 위도 33-10에서 33-20 사이의 해양사고 발생가능건수가 높게 나타나고 있는데, 이 값은 우측 막대 지표에 나타난 바와 같이 0.022건/년으로 나타나 있다. 이 지역은 중요 해상교통로이며 어선과 상선이 혼재된 지역으로 년중 가장 해양사고 발생이 많은 곳이다.

Fig.3는 일자를 변경하여 2003년 5월 15일 9시의 '좌초사고'에 대한 '어선/어획물 운반선'의 예측결과의 예를 나타낸다. Fig.2 보다 사고발생 가능지역이 보다 광범위하게 분포되어 있고, 사고가능성이 가장 높은 지역은 같으며, 그 값은 0.02건/년으로 나타나 있다.

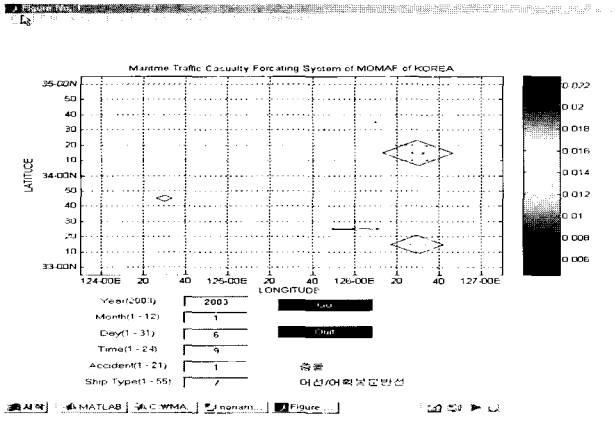


Fig. 2 Operating result of GUI system (year=2003, month=1, day=6, time=9, accident=1, concerned ship=7)

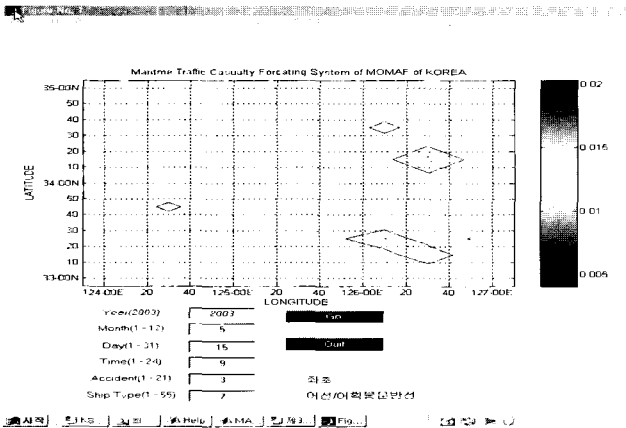


Fig. 3 Operating result of GUI system (year=2003, month=5, day=15, time=9, accident=3, concerned ship=7)

위의 Fig.3과 Fig.4의 결과에 대한 유효성을 살펴보기 위해 1999년도와 2000년도의 실제 사고건수를 Fig.5에 나타냈다. 1999년도의 경우 동일한 지역에서 최고 약 2.7건/년 정도, 2000년의 경우는 0.9건/년 정도로 감소하고 있음을 나타내고 있다.

선행연구 결과, 이 연구대상지역의 해양사고가 1996년부터 2000년까지 지수함수적으로 감소하고 있음을 상기하면, Fig.3과 Fig.4의 2003년도 예측결과는 2000년의 0.9건/년 보다 대폭 감소될 것임을 알 수 있다. 따라서, Fig.3의 0.02건과 Fig.4의 0.22건은 의미 있다고 사료된다.

그리고, Fig.3과 Fig.4에 나타난 최대사고 발생 가능건수 0.02와 0.22값의 의미는 시간에 의존한 단위연도 당 사고발생

가능건수로서 1년간 발생 가능한 해양사고 건수와는 의미가 다르다. 즉, Fig.3과 Fig.4의 경우 0.02나 0.22를 1년간의 시간 8760(365일×24시간)으로 나누어 표시해야하는데, 이러한 경우 단위가 복잡하게 나타나서 일반 사용자들이 쉽게 인지할 수 없기 때문에 이 연구에서는 8760시간으로 나누지 않고 표시하였다. 따라서, 단위는 '건수/시간의존단위연도'가 된다.

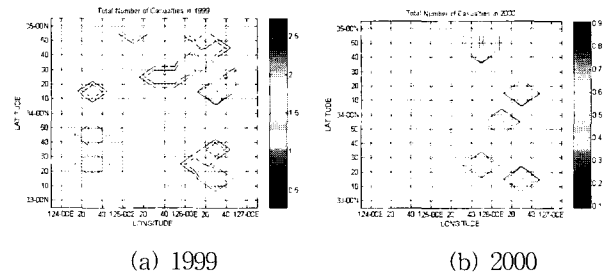


Fig. 4 Total number of casualties in 1999 and 2000

3.3 GUI기반 해양사고 경보시스템

Fig.5는 GUI 기반 해양사고 경보 시스템을 작동했을 때 모니터에 나타난 결과이다. 이 결과는 2003년 6월 10일 1시부터 24시간까지의 IF를 나타낸 것으로, 막대 그래프 제일 위의 적색 횡선은 위험수준 R을 나타내고, 그 아래 녹색 횡선은 IF 평균을 나타낸다. Fig.6은 2003년 9월 1일의 결과를 나타낸다.

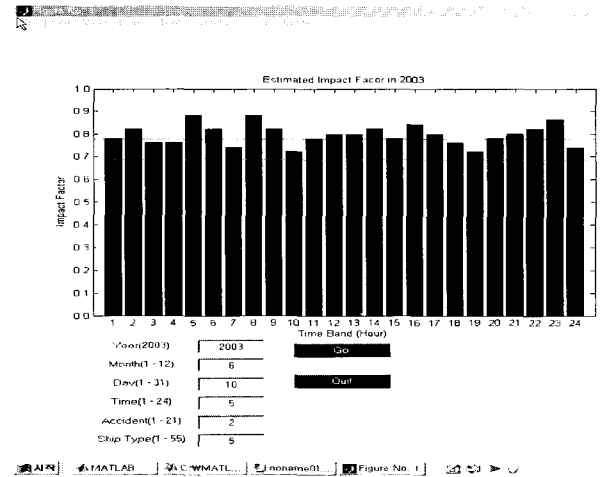


Fig. 5 Operating result of GUI based risk warning system(year=2003, month=6, day=10)

Fig.5의 IF는 5~6시, 8~9시, 11~17시, 20~23시 등이 위험수준을 넘고 있다. 이 결과는, 연구대상지역의 경우 6월에 어업활동이 활발하기 때문에 해양사고가 증가한다는 점과 비교해 볼 때 타당한 결과라 평가된다. 그리고, 시간대의 경우, 연구대상지역에서는 5~9시, 11~17시, 20~23시 등에서 조업활동이 가장 활발하게 진행되기 때문에 위험수준 역시

상승하는 것으로 평가할 수 있다. Fig.6의 경우에는 위험수준을 상회하는 시간대가 존재하지 않는데, 9월의 경우 해양사고 발생건수가 감소하는 현상으로 비추어 볼 때 타당한 결과로 보여진다.

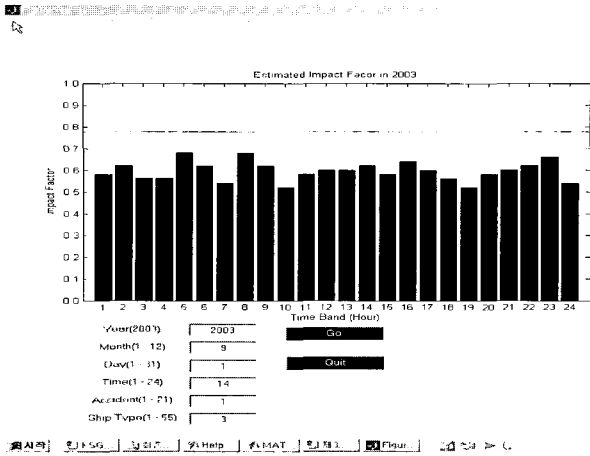


Fig. 6 Operating result of GUI based risk warning system(year=2003, month=9, day=1)

3.4 GUI기반 예보·경보 혼합시스템

Fig.7은 위의 예보와 경보 시스템을 하나로 결합한 시스템 작동 결과이다. 동시에 예보와 경보 결과를 볼 수 있다. 이 연구에서 개발한 시스템들은 모두 동기화 되어 있기 때문에 시스템의 분리·혼합이 자유스럽다. 즉, 사용자가 입력하는 공간에 한번 데이터를 입력하면 예보 시스템과 경보 시스템이 동시에 데이터를 공유하여 계산하게 된다.

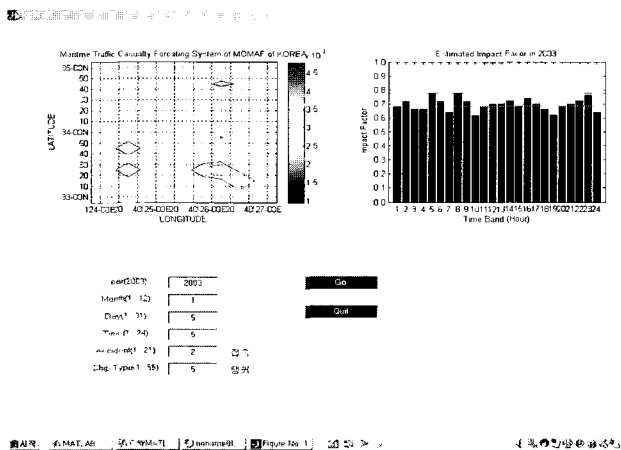


Fig. 7 Operating result of GUI based prediction and warning system

한편, 이러한 GUI 방식의 가시화 결과는 평면으로 나타나기 때문에 현실감이 없고, 통계지식이 없는 사용자의 경우 다소 이해하기 어려울 수 있다. 따라서, 다음과 같이 VR 기법을 적용하여 3차원 가상공간에 목포를 중심으로 하는 해상

환경을 구축한 후, 여기에 통계결과를 가시화하는 시스템을 제작하였다.

3.5 VR기반 해양사고 위험 가시화 시스템

Fig.8은 VR 기반 위험수준 가시화 시스템을 작동했을 때 화면에 나타난 결과이다. 목포를 중심으로 하는 가상의 도서 지역이 3차원으로 제작되어 있다. VR 기술을 이용한 가상공간 제작에 관한 연구는 Yim(2001a, 2001b)의 논문에서 상세히 기술되어 있다.

그리고, 108개로 구분한 각 셀의 바탕색을 6가지색으로 변화시켜서 위험정도를 나타냈다. 6가지 색 구분은, 청색과 적색을 위험정도에 따라 혼합하여 사용하였다. 청색은 안전함을 의미하고, 점차 적색으로 이동하면서 위험한 정도를 나타낸다. 이 시스템은 'GUI 기반 경보 시스템'에 적용한 위험수준 R 값을 6단계 위험수준으로 변환시킨 후 색으로 가시화한 것이다. 그리고, 사용자가 Fig.8 화면 아래에 있는 공간이동 화살표를 이용하여 원하는 위치에서 공간을 볼 수 있다.

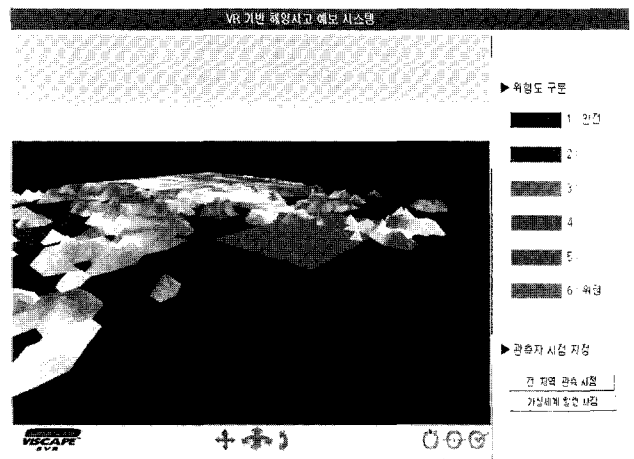


Fig. 8 Operating result of VR based risk level visualization system

3.6 결과의 검토

1년간 승선실습 경험이 있는 해양계 4학년 대학생 5명을 대상으로 이 연구에서 개발한 4가지 시스템을 제시하여 평가한 결과, Fig.8의 VR 시스템이 가장 쉽게 해양사고 위험정도를 가시화할 수 있음을 나타냈다. 따라서, 향후 방송용으로 해양사고 예보 시스템을 개발하는 경우, Fig.8의 위험수준 가시화 시스템이 최적일 것으로 평가된다. 그러나, 방송용으로 시스템을 개발하기 위해서는 보다 오랜 기간의 검증과 다양한 평가가 필요할 것으로 보여진다.

4. 결 론

해양사고 수량화 D/B와 시간기반 WCD-LIP 예측모델 및

시간기반 위험수준 예측 모델을 이용하여 GUI 방식과 VR 기술을 적용한 가시화 시스템을 개발하였다. 연구결과는 다음과 같다.

(1) CD-LIP 모델을 변형한 WCD-LIP 모델을 개발하여 매시간 각 지역별 해양사고 건수를 예측할 수 있고, 위험수준을 계산할 수 있는 시간기반 예측 모델을 개발하였다.

(2) 통계결과를 시각적으로 가시화 할 수 있는 새로운 VR 기반 가시화 기법을 개발하였다.

(3) 사용자가 원하는 일자를 입력하면 그 당시의 해양사고 건수와 위험수준을 가시화할 수 있는 GUI 방식 해양사고 가시화 시스템과, VR을 적용한 3차원 가상공간에 통계결과를 가시화함으로써 통계지식이 없는 사용자가 쉽게 알 수 있는 VR 기반 가시화 시스템을 개발했다.

앞으로, 이 연구에서 개발한 시스템에 대한 정밀도와 유효성을 실제 해양사고 발생현황과 비교 분석하여 정밀도를 향상시켜 나갈 예정이다. 또한, 방송용으로 활용할 수 있도록 대한민국 EEZ 전체 해역에 대한 수량화 D/B와, 정밀도 높은 예측 모델을 지속적으로 개발할 예정이다.

후 기

이 논문은 2002년도 해양수산부 해양한국발전 프로그램에 의하여 지원되었음. (MOMAF-2002-100-00000)

참 고 문 헌

[1] 김창식, 이종찬, 이수현, 임학수(2002), "가상현실 기법을 이용한 해양수중 탐지기술", 제4회 해상무기체계발전 세미나 (Electric Version)

[2] 구자영, 임정빈(2001), "해상안전용 위기관리 시스템 구축을 위한 기초 연구", 한국항해학회 춘계해양관련학회 공동학술 발표회지, pp.80-86

[3] 임정빈, 구자영(2000), "해양경찰청의 위기상황 가시화 시스템 구축", 한국항해학회 추계학술발표회 논문지, pp.45-49

[4] 임정빈(2002), "가상현실 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보시스템 개발에 관한 연구(1) : 개발개념", 해양환경안전학회 추계학술발표회, pp.161-175

[5] 임정빈, 공길영, 구자영, 김창경(2003), "해양사고 예보시스템 개발(Ⅲ):3차원 통계 가시화 시스템", 한국항해학만학회 2003 춘계공동학술대회논문집, 제27권, 제1호, pp.66-72

[6] 양승윤, 김정훈, 김병준, 김경섭(2002), "3차원 해저지형 수치 모델에 관한 연구", 한국군사과학기술학회지, 제5권(제2호), pp.50-61

[7] 해양수산부(2002), *해양사고 분석 및 평가*, 해양수산부 정책자료

[8] 해양안전심판원(2003), *2002년 해양사고 발생건수*

[9] Bajura, M., Fuchs, H., and Ohbuchi, R. (1992), "Merging Virtual Objects with the Real World: Seeing Ultrasound Imaginary within the Patient," *Computer Graphics*, Vol.26(No.2), pp.203-210

[10] Batagelj, V. and Mrvar, A. (1997), "Visualization of Multivariate Data Using 3D and VR Presentation," Indo-French Workshop on Symbolic Data Analysis and its Applications, Paris XI-Dauphine, Vol.1, pp.66-76

[11] Lipchak, B. (1997), "*Detection and Visualization of Cyclic Multivariate Data*", www.cs.wpi.edu

[12] Reveaux, T. (1993), "Virtual Reality gets Real," *NEWMEDIA*, pp.32-41

[13] The Virtual Reality Modeling Language ISO/IEC 14772-1:1997(1997), www.web3d.org/technicalinf/specifications/vrml97

[14] The Virtual Reality Modeling Language ISO/IEC 14772-2:2001(2001), www.web3d.org/technicalinf/specifications/eai_fdis

[15] Yim, J. B. (2001a), "VR-Based Navigation Simulator Using VRML", Proc. of the KIN-CIN Joint Symposium 2001 on Satellite Navigation/AIS, Korea, pp.121-140

[16] Yim, J. B. (2001b), "Implementing the Training Simulator of IALA Buoyage System Based on the Virtual Reality", Proc. of the Korea-Japan Joint Symposium 2001 on Marine Science & Engineering, Korea, pp.32-43

원고접수일 : 2003년 5월 26일

원고채택일 : 2003년 7월 29일