

해양사고 예보 시스템 개발(Ⅲ): 3차원 통계 가시화 시스템

임정빈* · 공길영** · 구자영*** · 김창경****

*목포해양대학교 해상운송시스템학부, **한국해양대학교 운항시스템공학부, ***해양경찰청 정보화계, ****목포해양대학교 대학원 박사과정

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

Jeong-Bin Yim · Gil-Young Kong** · Ja-Yeong KU***, Chang-Kyung Kim*****

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

***College of Maritime Science, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

****Intelligence Division, National Maritime Police Agency of Korea, Incheon, Korea*

*****Graduate School of Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea*

ABSTRACT : The paper describes on the implementation of three-dimensional visualization system that is to visualize meaning of the statistical prediction results of marine casualty with easy of understanding. Graphical User Interface (GUI) and Web based Virtual Reality (VR) technology are mainly introduced in the system development. In addition, the time based prediction models of the marine casualty and the risk level are developed to display daily situation. As operating test results of the system, it is known that complicated statistical results can be shown as simple colour in the three-dimensional virtual space.

KEY WORDS : three-dimensional visualization system, GUI, VR, time based prediction model, colour display of statistical result

요 약 : 이 논문에서는 해양사고 통계예측 결과의 의미를 쉽게 알 수 있도록 가시화하기 위한 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 나타내기 위하여 해양사고와 위험수준의 시간기반 예측 모델을 개발하였다. 시스템 작동실험 결과, 3차원 가상공간에 단순한 색으로 복잡한 통계결과를 나타낼 수 있었다.

핵심용어 : 3차원 가시화 시스템, 그래픽 사용자 인터페이스, 가상현실, 시간기반 예측 모델, 통계결과의 색 표시

1. 서 론

이 연구에서는 선행연구인 '해양사고 예보 시스템 개발(Ⅰ)'과 '해양사고 예보 시스템 개발(Ⅱ)'에서 도출된 수량화 D/B와 CD-LIP 예측 모델을 이용하여 시간기반으로 예측결과를 쉽게 나타낼 수 있는 해양사고 가시화 시스템을 개발하였다.

현재 국내외적으로 대부분 발행되고 있는 해양사고 백서나 통계결과 등(해양수산부, 2002: 해양안전심판원, 2003)의 가시화

방법을 살펴보면, 대부분 단순한 막대 그래프나 파이 그래프 등을 이용하는 수준에 머물고 있다.

국내의 경우, 김 등(2002)이 VR을 이용한 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 의해서 다양한 분야에서 연구 개발되고 있다. 그 예로서, 임 등(2000)은 VR을 이용하여 해양경찰청의 위기상황 가시화 시스템 구축에 관한 연구결과를 발표하였고, 구 등(2001)은 해상안전용 위기관리 시스템 구축을 위한 연구를 발표하여 해양사고 가시화 기법에 관한 연구개발이 본격적으로 추진되었다. 그리고, 근년 임(2002)은 VR 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보시스템 개발에 관한 기초연구

* 종신회원, jbyim@mmu.ac.kr 061)240-7051

** 정회원, gykong@hhu.ac.kr 051)410-4273

*** 정회원, kgy1136@nmpa.go.kr 011)9889-0556

**** 정회원, chang_kyung_kim@hotmail.com 017)684-4261

를 발표한 바 있다

최근 유럽에서는 다차원 데이터(multi-dimensional data)의 가시화 연구가 새로운 학문분야로 개발되고 있으며, 특히 가상 현실(Virtual Reality: VR) 기술을 적용한 연구가 활발하다. 대표적 연구는 1997년 Vladimir Batagelj *et al*(1997)이 보고한 3차원 VR을 이용한 다차원 데이터의 가시화 기법 개발이 있다. 이 연구는 인도와 프랑스의 공동 워크샵에서 발표한 것으로 복잡한 다차원 데이터를 3차원이나 VR 기법으로 가시화하기 위한 것이다. 그리고, 1997년 Benj Lipchak(1997)은 주기적인 다차원 데이터를 보다 쉽게 나타낼 수 있는 아이디어를 발표한 바 있다. 그 후, VR 기술의 급속한 발전으로 가시화 기술은 2차원 평면에서 3차원 가상공간으로 전환하는 계기가 되었다.

VR 분야에서는, Michael Bajura *et al*(1992)은 컴퓨터 그래픽에 의도된 초음파 신호를 가상공간에 표시하면서 환자의 고통을 가시화시키는 획기적인 방법을 보고하였으며, Tony Reveaux(1993)은 가상현실이 실제상황을 연출할 수 있음을 보고한 바 있다. VRML97 워킹 그룹에서는 ISO/IEC 14772-1:1997 프로토콜(1997)과, ISO/IEC 14772-2:2001 프로토콜(2001)을 발표하여 누구든지 무료로 VRML을 이용해서 가상공간을 창출할 수 있도록 하였다. 이러한 계기가 되어 국내외적으로 가상현실 산업이 활성화되고 있다.

이 연구에서도 주로 VR 기술을 이용하여 통계에 관한 지식이 없는 사용자가 쉽게 통계의 의미를 알 수 있는 가시화 시스템을 개발하고자 한다.

2. 시간기반 예측 모델 개발

2.1 시간기반 해양사고 예측 모델

선행연구에서 개발한 CD-LIP(Cell Distributed Linear-In-the-Parameter)의 변형 모델로서, WCD-LIP(Weighted CD-LIP) 모델을 개발하였다. WCD-LIP 모델은 i, j 셀에 대해서 월별, 일별, 주별, 시간별, 사고종류별, 대상선박별 등에 대한 데이터를 이용하여 각각의 가중무게를 구한 후 이를 CD-LIP 모델에 적용한 것이다.

따라서, 각 지역에서의 해양사고 예측결과를 시간대별로 보다 정확하게 나타낼 수 있다. 다음 식(1)은 WCD-LIP 모델에 대한 예측방정식이다.

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

여기서,

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

그리고,

$$W_{Month(i, j, km)} = \frac{N_{Month(i, j, km)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{12} N_{Month(i, j, l)}}$$

$$0.0 < W_{Month(i, j, km)} \leq 1.0, \quad km = 1, 2, \dots, 12,$$

$$W_{Day(i, j, kd)} = \frac{N_{Day(i, j, kd)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{31} N_{Day(i, j, l)}}$$

$$0.0 < W_{Day(i, j, kd)} \leq 1.0, \quad kd = 1, 2, \dots, 31,$$

$$W_{Week(i, j, kw)} = \frac{N_{Week(i, j, kw)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^7 N_{Week(i, j, l)}}$$

$$0.0 < W_{Week(i, j, kw)} \leq 1.0, \quad kw = 1, 2, \dots, 7,$$

$$W_{Time(i, j, kt)} = \frac{N_{Time(i, j, kt)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{24} N_{Time(i, j, l)}}$$

$$0.0 < W_{Time(i, j, kt)} \leq 1.0, \quad kt = 1, 2, \dots, 24,$$

$$W_{Accident(i, j, ka)} = \frac{N_{Accident(i, j, ka)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{21} N_{Accident(i, j, l)}}$$

$$0.0 < W_{Accident(i, j, ka)} \leq 1.0, \quad ka = 1, 2, \dots, 21,$$

$$W_{Ship(i, j, ks)} = \frac{N_{Ship(i, j, ks)}}{\sum_{i=1}^{C_{Lat}} \sum_{j=1}^{C_{Long}} \sum_{l=1}^{55} N_{Ship(i, j, l)}}$$

$$0.0 < W_{Ship(i, j, ks)} \leq 1.0, \quad ks = 1, 2, \dots, 55,$$

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.

이미 선행연구 결과에서 CD-LIP 모델을 Baltic 모델 및 LIP 모델과 비교 평가하여 유효성을 입증한 바 있기 때문에 WCD-LIP 모델에 대한 검증은 CD-LIP 모델로 대체한다.

2.2 시간기반 위험수준 예측 모델

시간기반 해양사고 예측모델과 함께 해양사고 위험수준을 경보하기 위한 위험수준 예측 모델도 개발하였다. 이 모델은 연구대상지역의 해양사고를 초동 대응하기 위한 목적으로 개발하였다.

다음 식(2)의 임팩트 팩터(Impact Factor: IF)를 고려한다.

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

여기서,

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

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

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

$$0.0 < IF_{Day(kd)} \leq 1.0,$$

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

$$0.0 < IF_{Week(kw)} \leq 1.0,$$

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

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

$IF_{(km, kd, kw, kt)}$ 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.

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

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

R 값은 매시간 계산이 가능하기 때문에 어떠한 특정지역에서의 해양사고 위험수준을 경보하기 위한 수단으로 이용하였다. 해양사고 수량화 D/B를 이용하여 1996년부터 2000년까지의 5년간 데이터로부터 2003년 1년간에 대해서 계산한 IF 를 Fig.1에 나타냈다.

Fig.1은 2003년 1월 1일 1시부터 2003년 12월 31일 24시까지에 대한 시간(1시부터 8760시)으로 나타낸 것이다. x-축은 연속된 시간을 나타내고, y-축은 IF 를 나타낸다. 녹색으로 나타낸 것이 1년 평균치를 나타내고, 적색 'CRITERIA'로 나타낸 가로선은 식(3)으로 계산한 위험수준 R 을 나타낸다.

2003년의 경우 2, 3, 7, 9월 등에서 위험수준을 상회하는 값이 나타나고 있다. 이 시기는 계절적으로 목포를 중심으로 하는 서남권의 경우 겨울과 여름에 태풍 피해가 심하고, 관광지인 점을

감안하여 겨울과 여름 휴가철에 생선회 소비가 많다는 점 등으로 미루어 볼 때 어선사고가 급증하고 있는 현상과 일치하는 결과이다. 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, 조업 방법, 시기 등과 잘 일치하는 것으로 평가할 수 있다.

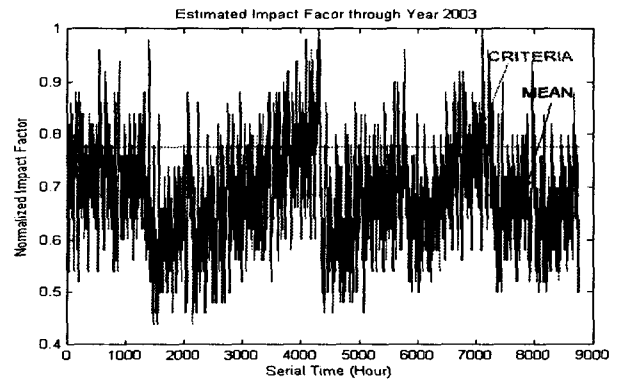


Fig.1 IF in 2003

3. 해양사고 예측 가시화 시스템

3.1 시스템 개발 개요

이 연구에서 개발한 해양사고 예측 가시화 시스템은 Stand-alone 형태로 독자적으로 운용될 수 있고, 일부 시스템은 여러 기능을 하나로 통합할 수 있으며, Web 상에서 통합 운용될 수 있는 특징이 있어 방송용으로 사용 가능하다.

시스템 작동 실험을 위하여 예측한 연도는 2003년도로 제한하였는데, 그 이유는 1996~2000년까지의 5년간 해양사고 데이터만을 이용하여 예측한 결과의 신뢰성은 실측 데이터의 연도로부터 멀어질수록 당연히 저하될 수 밖에 없기 때문이다. 그리고, 이 연구에서는 2001년과 2002년 데이터를 획득하지 못한 상태였기 때문에 가능한 실측 데이터로부터 최근인 2003년도를 예측 대상기간으로 정하였다. 물론, 2005년 또는 2010년 등에 대해서도 예측결과를 획득할 수 있으나, 실측 데이터로부터 장기간을 예측하는 것은 보다 많은 정보를 이용하는 것이 타당할 것으로 보여진다. 이러한 문제점은 추후 해양안전심판원에서 과거 40년간의 우리나라 전체 해양사고 데이터를 수량화 D/B로 구축한 후 고려하는 것이 타당할 것이다. 또한, 해양안전심판원의 재결서 중에서 다수의 정보가 누락된 점도 보완해야 할 것으로 보여진다.

이 연구에서 개발한 시스템 개요는 다음과 같다.

① GUI기반 해양사고 예보 시스템 : WCD-LIP 모델을 적용하여 예측한 해양사고 건수를 컬러 콘토-맵 방식으로 지역별

가시화하는 시스템이다. 각 지역의 시간별 해양사고 발생 가능 건수를 등고선과 색으로 나타냈기 때문에 정밀한 예측결과를 볼 수 있다. 그리고, GUI(Graphical User Interface) 방식이기 때문에 사용자가 원하는 시간의 예측 결과를 즉시 가시화할 수 있다.

② GUI기반 해양사고 경보시스템 : 해당 일자 24시간동안의 해양사고 발생 위험정도와 위험수준을 막대그래프 형식으로 가시화하여 시간대별 해양사고발생 위험정도를 경보하는 시스템이다.

③ GUI기반 예보경보 혼합시스템 : 이 시스템은 위의 ①항 시스템과 ②항 시스템을 하나로 결합하여 동시에 2가지 결과를 볼 수 있는 GUI 기반 시스템이다.

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

3.2 GUI기반 해양사고 예보 시스템

Fig.2와 Fig.3은 GUI 기반 예보 시스템을 작동시켰을 때 모니터에 나타난 결과를 나타낸다. 우측의 컬러 막대는 이 시기의 최대 사고건수를 적색으로부터 최소 값은 청색으로 구분하여 나타낸 사고건수 지표 막대이다. 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.

Fig.2의 결과는 2003년 1월 6일 9시의 '충돌사고'에 대한 '어선/어획물 운반선'의 예측결과를 예시 나타낸다. 이 프로그램의 경우, 주(Week)는 월과 일에 대한 사용자 숫자를 자동으로 인식하여 해당 주를 계산한다. 경도 126-20에서 40분 사이와 위도 33도 10분에서 20분 사이 및 위도 34도 10분에서 20분 사이의 해양사고 발생가능건수가 높게 나타나고 있다. 이 지역은 중요한 해상교통로로서 어선과 상선이 혼재된 지역으로 년중 가장 해양사고 발생이 많은 곳이다. 그리고, 경도 126-20에서 40분 사이와 위도 34도 10분에서 20분 사이가 가장 최고 값으로 나타나고 있는데, 이 값은 우측의 막대 지표에 나타난 바와 같이 0.022건/년으로 나타나 있다.

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

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

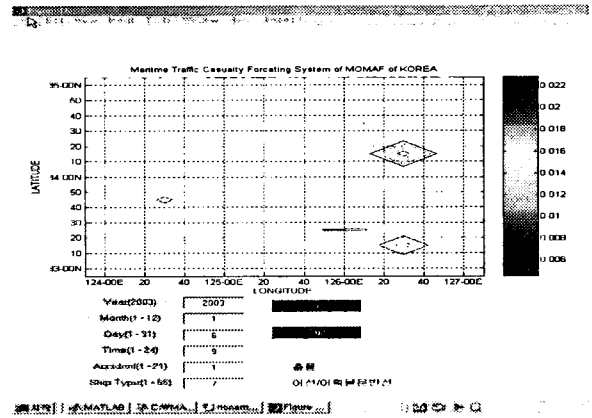


Fig.2 Operating result of GUI system (year=2003, month=1, day=6, time=9, accident=1, concerned ship=7)

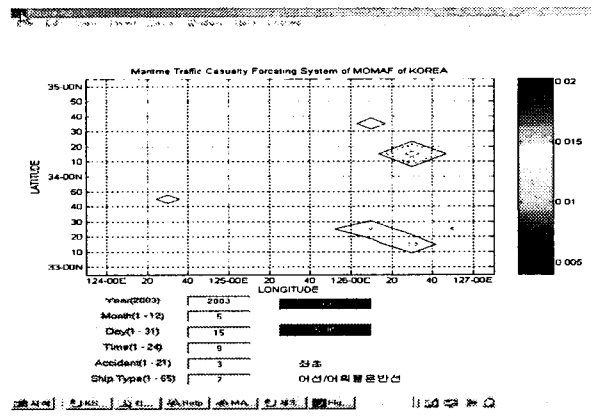


Fig.3 Operating result of GUI system (year=2003, month=5, day=15, time=9, accident=3, concerned ship=7)

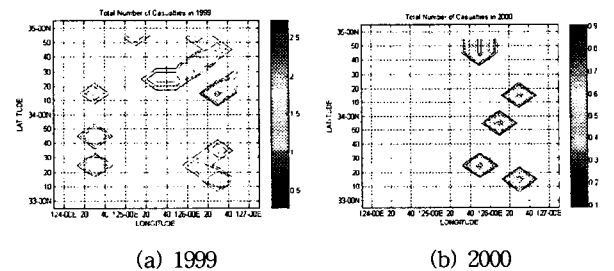


Fig.4 Number of casualties in 1999 and 2000

선행연구 결과, 이 연구대상지역의 해양사고가 1996년부터 2000년까지 지수함수적으로 감소하고 있음을 상기하면, Fig.3과 Fig.4에 예측한 2003년도에는 2000년의 0.9건/년 보다 대폭 감소될 것임을 알 수 있다. 따라서, Fig.3과 Fig.4의 결과는 의미 있다고 사료된다.

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

건수를 의미한다(시간에 따라서 사고건수가 변함을 의미함). 원래는 시간에 따른 사고가능건수를 나타내야 하는데, 0.02나 0.022라는 값을 1년간의 시간 8760(365일×24시간)으로 나눈 경우 단위가 복잡하게 나타나서 사용자들이 쉽게 위험가능정도를 인지할 수 없다. 그래서 이 연구에서는 8760시간으로 나누지 않고 표시하였기 때문에 단위는 '건수/시간의존단위년도'가 된다.

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, 녹색선은 IF 평균, 적색선은 위험수준 R을 나타낸다. Fig.6은 2003년 9월 1일의 결과를 나타낸다.

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 결과라 보여진다.

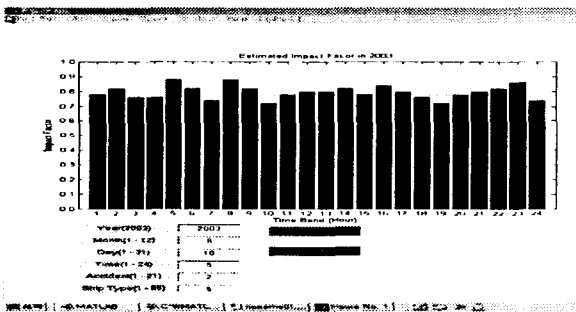


Fig.5 Operating result of GUI based risk warning system(year=2003, month=6, day=10)

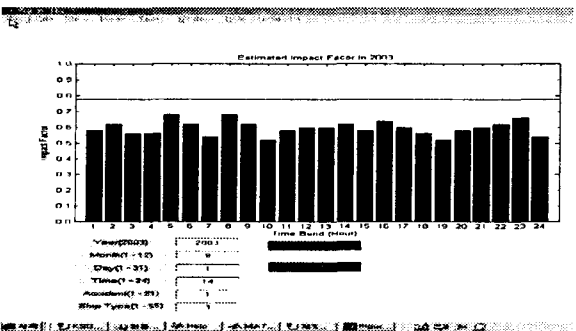


Fig.6 Operating result of GUI based risk warning system(year=2003, month=9, day=1)

3.4 GUI기반 예보·경보 혼합시스템

Fig.7은 위의 예보 시스템과 경보 시스템을 하나로 결합한 GUI기반 예보·경보 혼합 시스템 작동 결과이다. 모니터에 예보와 경보결과를 동시에 표시하기 때문에 해양사고 발생가능건수와 지역 및 시간대별 위험수준 등을 한 눈에 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.

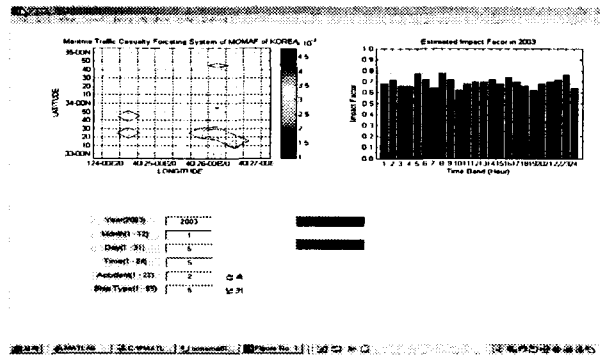


Fig.7 Operating result of GUI based prediction and warning system

이러한 GUI 방식의 가시화 결과는 평면상으로 나타나기 때문에 현실감이 없고, 통계에 관한 지식이 없는 사용자의 경우 다소 이해하기 어려울 수 있다. 다음과 같이 VR 기법을 적용하여 3차원 가상공간에 목포를 중심으로 하는 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 도서지역이 3차원으로 제작되어 있다. VR 기술을 이용한 가상공간 제작에 관한 연구는 J. B. Yim(2001a, 2001b)의 논문에서 상세히 기술되어 있다. 그리고, 108개로 구분한 각 셀의 바탕색을 6가지색으로 변화시켜서 위험 정도를 나타냈다. 6가지 색 구분은, 청색과 적색을 위험정도에 따라 혼합하여 사용하였다. 청색은 안전함을 의미하고, 점차 적색으로 이동하면서 위험한 정도를 나타낸다.

이 시스템은 GUI 기반 경보 시스템에 적용한 위험수준 R 값을 데이터로 입력하여 6단계 위험수준으로 변환시킨 후 색으로 가시화한 것이다. 그리고, 이 시스템은 GUI 기반 경보 시스템과 독자적으로 사용할 수 있거나 연동하여 사용할 수 있고, Web 상에 구현하였기 때문에 전국 어디서나 공동으로 활용할 수 있다. 또한, 가상공간에 가시화한 것이기 때문에 해양사고 통계 지식이 없는 사용자들에게 통계결과를 쉽게 나타낼 수 있다. 아울러 사용자가 화면 하단의 공간이동 화살표를 이용하여

원하는 위치에서 이 공간을 볼 수 있다.



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

3.6 검토

1년간 승선실습 경험이 있는 해양계 4학년 대학생 5명을 대상으로 이 연구에서 개발한 4가지 시스템을 제시하여 평가한 결과, Fig.8의 시스템이 통계에 관한 지식이 없는 사용자들에게 가장 쉽게 해양사고 위험정도를 가시화할 수 있었다. 따라서, 향후 방송용으로 해양사고 예보 시스템을 개발하는 경우, Fig.8의 위험수준 가시화 시스템이 최적일 것으로 평가된다.

그리고, 일반사용자를 대상으로 하는 주관평가를 장기간 실시하여 개발한 시스템들의 장단점과 보완해야 할 사항을 분석할 필요가 있다.

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 해양사고를 예측할 수 있는 모델을 개발하였다.

(2) 사용자가 원하는 일자를 입력하면 그 당시의 해양사고 건수와 위험수준을 가시화하는 GUI 방식 해양사고 가시화 시스템을 개발하였다.

(3) VR을 적용한 3차원 가상공간에 통계결과를 가시화함으로써 통계에 관한 지식이 없는 사용자가 쉽게 알 수 있는 VR 기반 가시화 시스템을 개발했다.

(4) 개발한 시스템은 Web 상에서 작동하기 때문에 원격지에서 사용이 가능하고 방송용으로 사용할 수 있다.

앞으로, 이 연구에서 개발한 해양사고 예보 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/B 와 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," 해양환경 안전학회 추계학술발표회, pp.161-175
- [5] 임정빈(2003), 가상현실 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보 시스템 개발, 2003년도 해양한국발전프로그램 (KSGP) 연구개발사업 연구보고서
- [6] 양승윤, 김정훈, 김병준, 김경섭(2002), "3차원 해저지형 수치지 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] Benj Lipchak(1997), *Detection and Visualization of Cyclic Multivariate Data*, www.cs.wpi.edu
- [10] Jeong-Bin Yim(2001), "VR-Based Navigation Simulator Using VRML," Proc. of the KIN-CIN Joint Symposium 2001 on Satellite Navigation/AIS, Korea, pp.121-140
- [11] Jeong-Bin Yim(2001), "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
- [12] Jed Hartman and Josei Wernecke(1996), *The VRML 2.0 Handbook*, Addison Wesley Developers Press, USA
- [13] Michael Bajura, Henry Fuchs, and Ryutarou Ohbuchi(1992), "Merging Virtual Objects with the Real World: Seeing Ultrasound Imaginary within the Patient," *Computer Graphics*, Vol.26(No.2), pp.203-210

- [14] Tony Reveaux(1993), "Virtual Reality gets Real,"
NEWMEDIA, pp.32-41
- [15] The Virtual Reality Modeling Language ISO/IEC
14772-1:1997(1997), www.web3d.org/technicalinfo/specifications/vrml97
- [16] The Virtual Reality Modeling Language ISO/IEC
14772-2:2001(2001), www.web3d.org/technicalinfo/specifications/eai_fdis
- [17] Vladimir Batagelj and Andrei Mrvar(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

원고접수일 : 2003년 월 일

원고채택일 : 2003년 월 일