

최적 해양물류시스템 구축을 위한 전자해도 활용에 관한 연구

김계현¹⁾ · 최훈성²⁾ · 원대희³⁾*

1) 인하대학교 지리정보공학과 부교수 · kyehyun@inha.ac.kr

2) 인하대학교 지리정보공학과 석사과정 · iconchs@netian.com

3) 인하대학교 지리정보공학과 석사과정 · g2011313@inhavision.inha.ac.kr

A study on utilizing electronic nautical charts for building a optimum marine transportation system

Kyehyun Kim* · Hoonsung Choi** · Deahee Won**

*Associate Professor, Dept. of Geoinformatic Engineering, Inha University

**Graduate student, Dept. of Geoinformatic Engineering, Inha University

요 약

우리나라의 연간 물동량 중 선박에 의한 물동량이 약 90% 이상을 차지하고 있으나 이러한 선박에 의한 막대한 물동량을 효율적으로 처리하기 위한 해양물류시스템의 구축이 미진한 상태이다. 이를 위해 국가에서는 항만의 물류시설을 확충하는 등 물리적인 대안을 가지고 시설 부족에 대한 대비를 하고 있다. 그러나 해양물류시스템에 있어서 또 다른 중요한 문제점은 각 선사별, 물류회사별로 공통업무에 대해 각기 다른 시스템과 데이터베이스를 운영함에 있다는 것이다. 이와 같은 독립적 시스템의 운영은 동일 업무에 대한 중복투자를 유발하게 되어 많은 시간 및 비용을 소요하게 되며, 원활한 정보교환에 걸림돌이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 국제적인 표준안이 마련되어 있는 전자해도(ENC, Electronic Nautical Chart)를 이용하여 클라이언트-서버 방식의 관리자용 선박 및 화물 위치검색시스템을 구현하였으며, 추후 다른 항만에서도 사용이 가능하여 독립적 시스템의 운영으로 인한 중복투자를 방지할 수 있는 방안을 제시하였다. 아울러 전자해도의 새로운 활용 방안이 없는 현 시점에서 전자해도를 선박 및 화물 위치검색시스템의 위치 표시를 위한 도형 데이터베이스로 사용하여 전자해도 본연의 목적 이외에도 활용될 수 있는 실례를 제시함으로써 전자해도의 새로운 활용 가능성을 제시하였다.

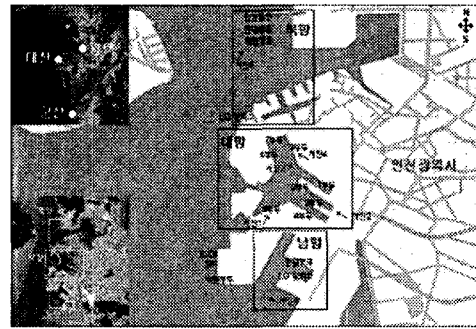
1. 연구의 배경 및 필요성

우리나라의 연간 물류비는 '98년 기준으로 66조 7,000억원에 달하며, 이는 국내 총생산(GDP)의 12.8%를 차지하고 있다. 국내 총생산에 대한 물류비의 비중은 선진국인 미국의 10.1%, 일본의 9.5%에 비해 높은 수준으로 이는 국가 경제 발전을 저해하는 요소 중의 하나이다. 물류비 증가의 주요 원인으로는 물류시설의 공급부족, 비효율적 운영, 복잡한 유통구조, 폐쇄적 정보이용 등을 들 수 있다. 이와 같은 과도한 물류비를 절감하기 위하여 육상물류의 경우에는 전자문서교환(EDI, Electronic Data Interchange)과 첨단화물운송정보시스템(CVO, Commercial Vehicle Operation) 등을 운영하고 있다(건설교통부, 1995). 반면 전체 수출입 물량의 약 90% 이상을 담당하는 해양물류의 경우, 물류시스템 운용에 대한 연구 개발이 육상물류에 비해 활발하지 못한 실정이다.

이러한 요구사항을 충족시키기 위해서는 GIS와 인터넷을 이용한 선박 및 화물의 위치 정보시스템 개발이 필요시 된다. GIS는 수치화된 도형자료와 속성자료를 바탕으로 실시간 데이터 통신과 결합되어 매우 많은 분야에서 활용되고 있다. 단적인 예로서 육상물류 시스템의 경우 GIS를 기반으로 수치지도를 이용하여 GPS와 연계한 화물의 배송계획 및 최적 경로 분석을 통하여 운송시간을 단축하는 등 육상물류의 핵심분야에서 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 GIS와 인터넷을 연계하여 실시간으로 선박 및 화물의 위치를 기반으로 다양한 해양물류 관련 정보를 제공할 수 있는 시스템을 개발하였다.

2. 연구대상지역

본 연구의 대상지역은 인천항 내항지역과 인천항 전지역이다. 인천항은 우리나라 최고의 해양물류 중심지역이라 할 수 있기 때문에, 전자해도의 활용과 시범 데이터베이스의 적용지역으로 적합한 것으로 사료되었다. 인천항의 지리적인 항만구성은 북항, 내항, 남항의 3개 항만으로 이루어져 있다. 그림 1은 시범대상지역에 대한 전자해도자료를 나타내고 있다.



<그림 1> 연구대상지역

3. 연구내용

국내의 물류시스템의 구성요소를 파악하였으며, 정부의 해양관련 정책을 파악하여 이를 통한 해양물류와의 연계방안을 모색하였다. 아울러 국립해양조사원에 의해 구축되어 보급중인 전자해도의 전자해도표시시스템 이외의 활용을 위한 활용방안을 모색하였으며, 전자해도를 물류시스템에 적용하기 위한 기술적인 문제점을 파악하였다. 또한, 기존 해양물류시스템에 대한 분석을 수행하였다. 이를 바탕으로 선박의 위치 표시에 필요한 전자해도 데이터베이스, 화물 데이터베이스, 항만시설물 데이터베이스를 설계하였으며, 아울러 선박자동식별장치와 연계를 위한 선박위치 데이터베이스를 설계하였다. 이와 같은 데이터베이스 설계를 바탕으로 클라이언

<표 1> 도형 데이터베이스 설계

Type	레이어 명	축척	원시 데이터	레이어 설명	비고
Area	UNSARE_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	미측량 지역	전자해도 변환 레이어
	TWRTPT_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	해상 교통	전자해도 변환 레이어
	CTNARE_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	주의 지역	전자해도 변환 레이어
	DEPARE_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	심해 지역	전자해도 변환 레이어
	RIVERS_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	강	전자해도 변환 레이어
	COALNE_L	1/15,000	KP5309A0 KP530900	해안선	전자해도 변환 레이어
	FAIRWY_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	안전한 뱃길	전자해도 변환 레이어
	LNDARE_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	육지	전자해도 변환 레이어
	LOKBSN_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	웅덩이	전자해도 변환 레이어
	RESARE_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	제한 지역	전자해도 변환 레이어
	SBDARE_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	해저 지역	전자해도 변환 레이어
	SLCONS_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	인조해안선지역	전자해도 변환 레이어
	FLODOC_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	부두 선창	전자해도 변환 레이어
	GATCON_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	수문 지역	전자해도 변환 레이어
PONTON_A	1/15,000	KP5309A0 KP530900	부교 지역	전자해도 변환 레이어	

트-서버 방식의 관리자용 선박 및 화물 위치검색시스템을 설계하였다.

아울러 선박 및 화물 위치검색시스템의 구축을 위한 표준 데이터베이스를 설계하였으며, 설계를 바탕으로 표준 데이터베이스를 시범 구축하였다. 최종적으로 선박 및 화물 위치검색시스템을 구현하였다.

3.1 사용자 요구분석

본 시스템을 사용할 선주와 화주 같은 일반 사용자와 항만 관리자, 해양 정책 결정자의 3단계로 서비스 수준을 나누었다. 설문조사를 실시한 결과, 선주나 화주와 같은 일반 사용자는 자신의 화물이나 선박의 위치에 대한 즉각적인 정보를 요구

하였다. 항만 관리자 등의 경우 자신의 항만내의 모든 선박에 대한 현황 및 선적 정보, 항만 시설 사용 현황 등에 대한 정보를 요구하였다. 마지막으로 해양 정책 결정자의 경우 각 항만들 내의 모든 선박 및 화물에 대한 현황 파악을 요구 사항으로 제시하였다.

3.2 도형 데이터베이스 설계

본 연구의 대상지역에 대한 도형데이터는 전자해도파일로부터 구축하였다. 그러나, 전자해도파일 자체로는 레이어별 구분이 불가능하므로 파일의 변환과정을 거쳐 레이어별 도형데이터를 구축하였다. 구체적인 도형데이터 구축방법은 3.1 절에서

<표 2> 선박 데이터베이스 설계

테이블명	테이블의미	필드명
VDPART	선박 출항 보고서	청 코드 (PK)
		호출부호
		입항년도
		입항횟수
		입내항구분
		입항전송구분 (1:최초 2:변경 3:최종)
		선명
		선박국적
		국제총톤수
		총톤수
		징수결정톤
		선박종류
		업체코드
		업체명
		입항목적
		항해구분
		입항일시
		출항예정일시
		최초출항지코드1
		최초출항지코드2
		차항지코드1
		차항지코드2
		계선장소코드1
		계선장소코드2
전출항지코드1		
전출항지코드2		

명시하기로 한다. 구축한 데이터베이스의 목록은 표 1과 같고, 총 49개의 레이어를 구축하였다.

3.3 속성 데이터베이스 설계

본 연구에서 사용된 도형과 연계된 속성데이터를 제외한 별도의 DBMS에 저장되는 속성데이터는 데이터베이스 세부 설계에서 설계된 바와 같이 세 개의 큰 대상으로 분류된다. 각 대상에 대한 세부적인 테이블의 목록과 정의 필드의 내용은 다음과 같다.

3.3.1 선박 데이터베이스

<표 3> 화물 데이터베이스 설계

테이블명	테이블의미	필드명
FCRGOT	화물 반출입 현황	청 코드 (PK)
		반출입부두
		반출입선석
		업체코드
		항차
		품목코드
		포장종류
		용적톤단위
		적하항
		양하항
		국내od
		국외od
		수송방법코드
		하역방법코드
		하역회사
		중량톤
		용적톤
		운임톤
		신고일자
		입출항료
		위험물코드
국내화주코드		
수정인		
수정일시		
입출항일자		

선박 데이터베이스는 10개의 하위 테이블을 가지고 있다. 10가지 테이블 종류는 선박 입항 보고서, 선박 출항 보고서, 선박 종류 통계 코드, 선박 검사, 관리 대상 선박, 선박 종류 코드, 항해 구분 코드, 승무원 승객 명부, 입항 목적 코드, 선박 재원 코드이다. 이중 선박 데이터베이스에서 가장 핵심이 되는 테이블은 선박 입항 보고서와 선박 출항 보고서 테이블이다. 선박 입출항 보고서 테이블을 제외한 나머지 테이블들은 보통 코드 테이블 혹은 입출항 보고서에 들어가는 자료 테이블이 대부분이다. DBMS에서 선박에 관련하여 저장되는 테이블 명과 정의는 표 2와 같으며, 표 2는 선박 출항 보고서 테이블을 나타낸다.

<표 4> 시설물 데이터베이스 설계

테이블 명	테이블 의미	필드 명
FFACDQ	항내항만 시설 사용 신고	청 코드 (PK)
		호출 부호
		입항 년도
		입항 횟수
		이용 목적
		대리점 코드
		하역 구분
		운임톤 / 갯수
		기 본 료
		사 용 료
		접안 일시
		이안 일시
		허가 일자
		신고 일자
		부두 시설 코드
		투자비 보전 유무
		수 정 인
수정 일시		

설 사용료 면제 코드, 요금 종류 코드, 항내 항만 시설 사용 신고, 수납, 항내 운항선 시설 사용 신청 허가, 선석 기록 테이블이다. 시설물 데이터베이스에서 주요한 테이블은 수납과 항내 항만 시설 사용 신고 테이블이다. 표 4는 항내 항만 시설 사용 신고 테이블을 보여준다. 항내의 항만 시설을 사용하기에 앞서 관리청에 신고하는 보고서에 필요한 데이터를 필드로 갖는다.

본 연구에서 시범 구축한 도형 및 속성 데이터베이스는 국가적으로 통합하여 운영하고 있는 PORT-MIS에서 제공하고 있는 데이터베이스에 준하여 데이터베이스를 설계하여 구축함으로써 추후에 다른 항만에서의 사용에 있어 보다 수월하게 적용이 가능하다.

3.3.2 화물 데이터베이스

화물 데이터베이스는 9개의 하위 테이블을 가지고 있다. 9개의 테이블의 종류는 화물 반출입 현황, 화주 코드, 화물 품목 코드, 내·외항 화물 반출입 현황, 화물 품목 통계 코드, 위험물 코드, 대중 품목 코드, 포장 종류 코드, 컨테이너 반출입 현황 테이블이다. 화물 데이터베이스에서 주요한 테이블은 화물 반출입 현황과 컨테이너 반출입 현황 테이블이다. 표 3은 화물 반출입 현황 테이블을 보여준다. 관리하는 해당 청의 청코드 번호를 주 키로 사용하고, 화물 반출입의 전반적인 내용을 필드로 갖는다.

3.3.3 시설물 데이터베이스

시설물 데이터베이스는 8개의 하위 테이블을 가지고 있다. 8개 테이블의 종류는 시설물 재원 코드, 보세 장치장 코드, 시

3.4 데이터베이스 구축 방법

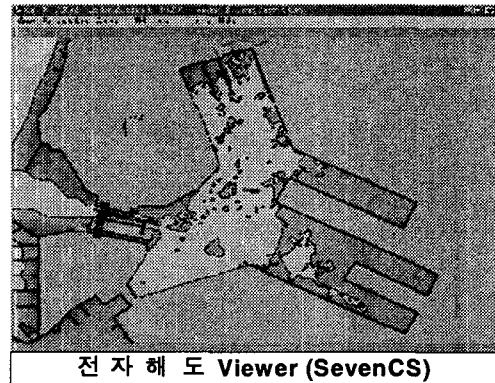
전자해도는 전자해도표시시스템에 사용되기 위한 것으로 kp110100.000과 같은 형태의 파일명을 갖는다. 즉, 처음 알파벳 두 자리는 전자해도의 제작 국가별 코드를 나타내며, 우리나라는 kp를 사용한다. 다음의 숫자 한자리는 항해 목적별 코드 번호이며, 마지막 다섯 자리 숫자는 각 국가가 정한 셀 코드번호로서 우리나라는 종이해도의 해도번호를 사용한다. 확장자 000은 초판을 의미하며, 갱신이 될 때마다 숫자가 하나씩 증가하게 된다(국립해양조사원 홈페이지). 파일명에서 보는 바와 같이 전자해도의 확장자 000은 숫자로서 기존에 제공되어 있는 GIS 소프트웨어에서는 사용할 수 없는 포맷이다. 따라서, 전자해도를 상용 GIS 소프트웨어에서 사용하기 위해서는 파일 변환이 필요하다. 그림 2는 인천항 주변의 1:10,000 축척의 전자해도 kp110100.000 파일을 시범적으로

변환한 과정을 도시한 것이다. 변환을 위해서는 하나의 레이어로 되어 있는 전자해도를 GIS에서 사용할 수 있는 레이어별로 분류하는 과정을 수행하였다. 변환 결과 전자해도가 가지고 있던 선과 면, 점의 형태별로 변환되었다. 이중 선박의 위치표현에 필요한 연안지형, 연안시설물, 항로 및 관련시설물, 항로표지 등의 레이어만을 추출하였다. 이와 같이 파일 변환이 될 경우 각 레이어들이 가지고 있던 색상 및 심볼이 달라지므로 이를 전자해도에서 제공하는 색상과 심볼에 맞도록 처리를 수행하였다. 변환된 파일은 시스템 구축을 위해 사용 소프트웨어에 맞도록 포맷 변환을 수행하였으며, 수행 결과 실제 전자해도와는 다른 형태로 다양한 심볼이 나타나게 되었다. 이와 같은 왜곡된 심볼 형태를 심볼 에디터를 이용하여 전자해도의 S-52 규격에 맞는 심볼로 변환하였다. 표 1에서 제시된 레이어 목록은 변환과정에서 분류된 파일의 목록을 의미한다.

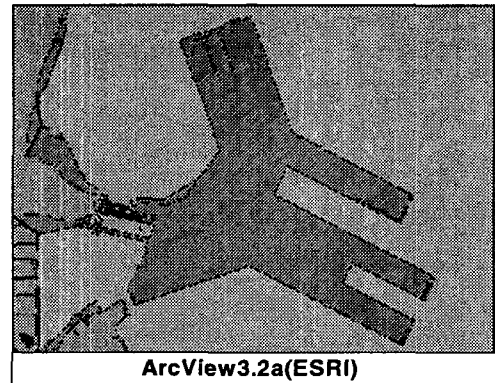
각 레이어들은 시스템 상에서 모두 레이어명을 따라 파일명을 명명하였다. 이 레이어들은 두번의 변환과정을 통해 변질되었던 전자해도 심볼 속성을 시스템내의 심볼 매핑 모듈을 거치면서 전자해도 고유 심볼 정보에 거의 근접한 형태로 매핑이 가능하다.

3.5 시스템 구성도

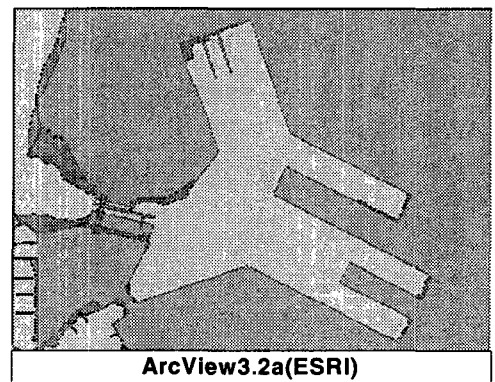
본 연구에서는 그림 3에서 보여주는 바와 같이 클라이언트-서버 방식의 관리자 시스템은 크게 선박 및 화물위치 검색시스템, 데이터서버와 데이터베이스로 이루어진다. 데이터베이스는 선박정보, 화물정보, 항만시설물정보를 가지고 있는 속성데이터베이스와 선박위치 정보, 전자해도를 가지고 있는 도형데이터베이스로 나뉜다.



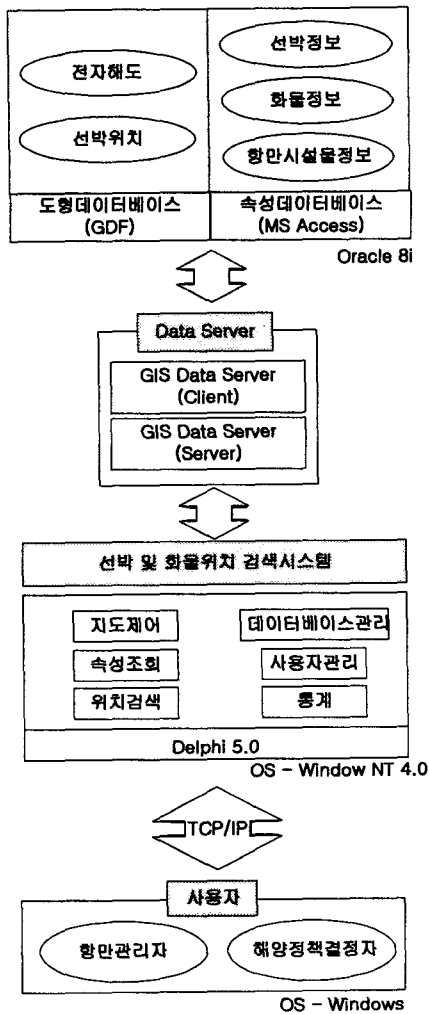
Shape 파일로 변환



전자해도 포맷으로 변환



<그림 2> 전자해도의 shape 파일로의 변환과정



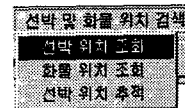
<그림 3> 시스템 구성도

사용자는 네트워크를 통해 어플리케이션 서버로 접속하고, 선박 및 화물위치 검색시스템은 각 사용자마다 고유한 권한을 주게 된다. 이와 같이 각 사용자마다 고유한 권한을 줌으로써 데이터베이스의 안정성을 높일 수 있다.

3.6 선박 및 화물 위치검색시스템의 기능

본 시스템의 선박 및 화물 위치 검색 기능은 데이터베이스 관리 기능과 마찬가지로

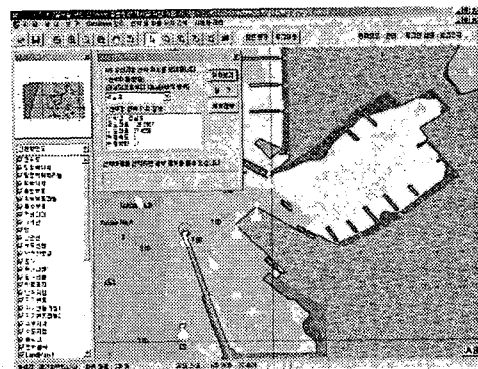
관리자 권한으로만 사용할 수 있는 기능이다. 관리자 권한으로 로그인한 상태에서 선박 및 화물 위치 검색 메뉴는 선박 위치 검색, 화물 위치 검색, 선박 위치 추적으로 구성된다. 각 세부 메뉴는 데이터베이스로부터 관련 데이터를 수신 받고 해당 데이터를 이용해 위치 검색 및 추적 기능을 제공한다. 선박 및 화물 위치 검색의 선박위치 검색과 화물위치 검색 메뉴는 서버가 실시간으로 정보를 업데이트한다는 가정 아래서 수행되는 기능이다. 또한, 위치 좌표는 경위도 좌표를 사용하였고, 선박위치 추적 메뉴의 수신 데이터는 NMEA0183 포맷을 사용하였다. 그림 4는 선박 및 화물 위치 검색 메뉴의 구성을 나타낸다.



<그림 4> 선박 및 화물 위치 검색 메뉴

3.6.1 선박위치 조회

선박위치 조회기능은 데이터베이스로부터 선박 이름을 얻어온 후 해당 이름으로 세부 데이터를 텍스트로 조회하는 기능과

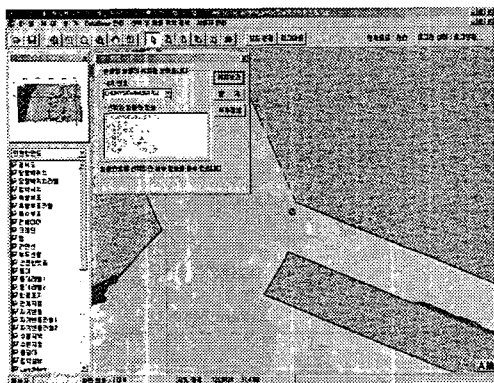


<그림 5> 선박위치 조회 실행 결과

지도상에서 위치를 시각적으로 조회하는 기능이다. 그림 5는 선박 위치 조회 메뉴 실행 후 특정 선박에 대한 간단한 위치정보를 문자형태로 확인하고, 또한 화면의 지도상에서 위치정보를 확인하는 그림이다.

3.6.2 화물위치 검색

화물위치 조회 기능은 데이터베이스로부터 화물 번호를 얻어온 후 해당 이름으로 세부 데이터를 텍스트로 조회하는 기능과 지도상에서 위치를 시각적으로 조회하는 기능이다. 그림 6은 화물 위치 조회 메뉴 실행 후 특정 화물 번호로 간단한



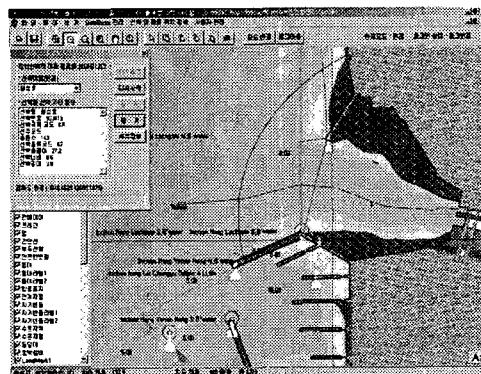
<그림 6> 화물위치 조회 실행 결과

위치정보와 화물정보를 문자형태로 확인하고 또한 화면의 지도상에서 위치정보를 확인하는 그림이다.

3.6.3 선박위치 추적

선박위치 추적 기능은 데이터베이스로부터 선박 이름을 얻어온 후 해당 이름으로 그에 해당되는 NMEA0183 파일을 읽어, 텍스트로 위치 정보를 표시하는 기능과 지도상에서 위치를 도식화하여 추적하

는 기능이다. 그림 7은 선박위치 추적 메뉴 실행 후 선박 이름으로 파일을 읽은 후 간단한 위치정보와 속성정보를 텍스트로 얻고, 또한 화면의 지도상에서 위치 정보를 추적하는 그림이다.



<그림 7> 선박위치 추적 실행 결과

4. 결론

본 연구에서는 전자해도의 새로운 활용 방안이 없는 현 시점에서 전자해도를 선박 및 화물 위치검색시스템의 위치 표시를 위한 도형 데이터베이스로 사용하였다. 이를 통해 현재 전자해도표시시스템의 활성화가 이루어지지 못한 현 시점에서 전자해도 본연의 목적 이외에도 활용될 수 있는 실례를 제시함으로써 전자해도의 새로운 활용 가능성을 제시하였다. 본 연구는 크게 국내외 해양물류시스템 구축 현황 및 전자해도 구축현황 분석, 선박 및 화물 위치검색시스템 구축을 위한 데이터베이스와 시스템의 설계 및 구현으로 구분된다. 특히 도형 데이터베이스인 전자해도 데이터베이스 구축에 있어서는 전자해도가 국제적인 표준을 따르고 있지만, 주 사용 목적이 선박의 안전한 항해를 위한 선박자동식별장치의 베이스맵으로 사용하는데 있으므로 GIS에서 사용할 수 있는

레이어기반의 데이터가 아니었다. 따라서, 이를 GIS에서 사용하기 위해 레이어별로 추출하는 작업을 수행하였다. 이를 통해 다양한 레이어를 추출하여 시스템을 구현하였다.

본 연구에서는 기존에는 전화나 팩스 등으로 제공하던 선박 및 화물의 위치정보를 그래픽 기반의 위치정보로 제공할 수 있는 선박 및 화물 위치검색시스템을 구축하였다. 아울러 전자해도의 활용에 있어서도 하나의 레이어로 구축되어 있는 전자해도를 분리하여 데이터베이스 형태로 구축함으로써 GIS를 이용한 다양한 해양 분야에서 활용을 가능하게 하였다. 반면, 국내의 전자해도 제작방식은 수치지도를 기반으로 제작하였으나 국제수로기구의 S-57의 표준에 적합하도록 하기 위해 상당한 양의 데이터를 삭제하여 전자해도를 구축하였다. 따라서 향후 보다 다양한 분야에서 전자해도를 활용하기 위해서는 기존의 전자해도와 더불어 다양한 레이어를 추가한 관련 주제도의 제작이 필요시 된다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, "국가경쟁력 강화를 위한 종합물류대책", 1995
2. 건설교통부, "종합물류정보통신망 기본계획", 1996
3. 서상현외, 한국기계연구원 선박해양공학연구센터, 건설교통부, "전자해도 제작 및 관련 기술 개발", 1996
4. 서상현외, 한국기계연구원/선박·해양공학연구센터, "전자해도 DB 구축 및 공급 기술 개발", 1998
5. 심우성, 서상현, 한국기계연구원/선박·해양공학연구센터, "국내 AIS서비스 실시를 위한 요구사항 분석", 2000

6. 최훈성, 김계현, "최적 해양물류 시스템 구축을 위한 전자해도 활용에 관한 연구", 한국GIS학회 춘계학술대회 논문집, 2001
7. <http://www.gpskorea.go.kr>, GPS Korea
8. <http://www.klnet.co.kr>, 한국물류정보통신(주)
9. <http://www.kordi.re.kr>, 한국해양연구원
10. <http://www.ktnet.co.kr>, 한국무역정보통신(주)
11. <http://www.momaf.go.kr>, 해양수산부
12. <http://www.nori.go.kr>, 국립해양조사원
13. <http://www.port.co.kr>, 인천항 부두관리공사