

정밀 GPS 좌표해석기반의 선박항법시스템 개발을 통한 인터넷 해양지리정보체계의 구축

Construction of Internet Marine GIS through Development of Ship-Navigation System Based Precise Coordinate Analysis of GPS

강호윤 · 장용구 · 강인준

Kang, Ho Yun · Chang Yong Ku · Kang In Joon

要 地

우리나라의 GIS 구축을 육상과 해상으로 나누어 볼 때 육상부분은 국가지리정보체계 사업에 의해 대도시 중심적으로 거의 구축이 완료된 상태이다. 그러나, 해상부분에 있어서의 GIS 구축은 해양수산부가 중심이 되어 구축중이나 아직 지리정보와 속성정보의 정의와 초기구축단계에 있는 실정이다. 지리정보체계는 보다 효율적인 활용방안을 위해 GPS와 연결되어 항법 및 위치추적시스템과 연결되어 그 파급효과를 극대화시키는 연구가 많이 이루어지고 있다. GPS는 정확도면을 기준으로 볼 때 항법용과 정밀측량용으로 나누어진다. 현재는 GPS 기술이 상당히 발전하여 저가격의 정밀측량용 GPS 장비가 소개되고 있지만, 아직은 그 비용면에서 사용자가 원하는 정도의 저가격은 되지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 자동차나 선박항해를 위해 사용되는 GPS 장비는 저가격의 항법용 GPS 장비가 현재 많이 사용되고 있다.

본 연구는 항법용의 저가격의 GPS 장비를 이용하여 해양부분에 있어서 정밀 선박항법 및 위치추적시스템으로 활용하기 위해 측지학적인 좌표해석을 기본으로 한 선박항법시스템을 구축하는 것이다. 또한, 본 연구를 통하여 각각의 선박항법과 더불어 관리국에서 많은 선박을 관리하기 위한 인터넷 GIS 구축에 대한 필요성을 제시하고자 한다.

1. 서론

현재 육상에서의 GPS는 자동차 항법체계(Car Navigation System)와 개인 휴대용 단말기를 이용한 위치정보체계 등이 실제로 활용되고 있으며 또한 계속 연구되고 있는 추세에 있지만 해양에서는 그렇지 못한 실정으로 원래, GPS는 선박의 항해용 목적으로 개발된 것이지만, 해상에서 선박의 운항에 정확도는 크게 어려움을 주지 않는다는 이유로 선박의 항로확인을 위한 근사적인 위치의 표현만을 수행해왔다. 최근 항만이 복잡해지고 선박의 증가로 해양에서도 선박의 정밀한 유도가 필요하게 되었다.

GPS의 좌표계는 WGS84타원체상의 좌표자료를 취득한다. 그러나 기존 우리나라의 지형도나 해도는 WGS84의 좌표계에서 Bessel타원체의 좌표계로 변환한 후 지형도에서는 TM, 해도에서는 UTM의 투영법에 의하여 지도제작이 이루어지고 있기 때문에 같은 지역에서도 국가지리정보시스템과 해양지리정보시스템으로 2개의 자료가 중복적으로 조사되고 관리되어지고 있으며, 두 자료는 위치 정보에서도 다른 투영법을 사용하기 때문에 동일한 지점에서 위치정보를 따로 관리되고 있어서, 위치정보 획득에 대해서도 혼란을 야기시키며 정확한 항법의 장애를 유발시키고 있다.

1.1 연구배경 및 필요성

GPS는 1970년대 미국방성(DoD)에 의하여 군사적 목적과 항법을 위해 개발되었고, 1980년대 후반에 국내에 처음 도입되면서 현재까지 기초연구들이 꾸준히 진행되어 초기 몇 백 m에서 수십 m에 이르던 오차가 현재는 mm 정도의 오차범위까지 측정 가능하게 되었으며, 기준점 측량에서, 차량자동항법장치, 개인 휴대용 단말기를 이용한 위치정보 체계 뿐만 아니라 레저 분야에 이르기까지 다양하고 광범위하게 활용되어지고 있다.

초기의 선박이나 비행기의 항법은 그 정도가 정확하지 않아도 가능하였으며, 현재도 그 효용성이 묵과되고 있다. 그러나 대량 화물의 운송 수단으로서의 선박은 안전운항이 무엇보다 중요한 상황에서 연근해 또는 항내에서 증가하는 해상교통 및 항만의 복잡화됨에 따라 선박 또한 정밀한 운항이 필요하게 되었으며, 선박의 대형화와 기본의 항로상에 퇴적되는 부유물과 해수면의 수위변화로 인하여 해저면의 정보의 중요성이 높아지고 있다. 이에 변화하는 해수면에서 기존의 2차원의 수치지도는 평균해수면에서의 위치 정보만을 제공해주기 때문에 수위변화나 부유물의 퇴적에 따른 데이터의 확인은 어렵다. 이에 해상의 심도 또한 위치와 속성의 정보화가 필요하게 되었다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구의 연구방법은 다음의 4단계로 나누어 이루어진다. 1단계에서는 GPS의 절대 위치결정방법에 의한 선박항로자료를 실시간으로 획득하였고, 2단계에서는 실시간 선박항법용 수치지도제작 및 해양지리정보체계의 지리정보구축을 위해서 수치해도를 기본으로 한 지리정보 및 속성정보 구축하였다. 또한, 3단계에서는 3-parameter를 이용한 GPS의 타원체상의 좌표변환 알고리즘을 제작하고, WGS84타원체와 Bessel 타원체의 경위도 좌표를 UTM투영에 의한 평면직교좌표로 변환해주는 지도투영알고리즘을 제작하였다. 마지막의 4단계에서 GPS 선박항법시스템의 구축 및 활용성을 제시하였고, 다수의 선박관리를 위한 무선인터넷기반의 해양지리정보체계구축의 필요성을 제시하였다.

그리고, 부산광역시의 부산항이 포함된 1:25,000의 해도영역을 모델지역으로 하여 GPS 측위방법 중 저가장비의 활용측면에서 절대위치결정방법에 의한 항법시스템의 개발까지를 연구범위로 설정하였다. 따라서, 본 연구에서 다루지 못했던 상대위치결정방법에 의한 항법시스템의 개발은 지속적인 연구를 수행할 것이며, 무선통신영역을 포함한 효율성 방안에 대한 연구까지 그 연구범위를 넓혀갈 예정이다.

2. 기본이론

2.1. 해양지리정보체계(MGIS : Marine Geographic Information System)

해양지리정보체계(MGIS)는 연안과 해양의 기초자료를 활용하여 공간정보 및 속성정보를 다루는 기술로 이 공간적 범위에서 일어나는 모든 현상을 도식화하며, 데이터베이스로 표현하고, GIS를 이용하여 다양한 의사결정을 지원할 수 있는 시스템으로 국가기본지리정보의 해양분야에서 국가차원으로 활용되는 가장 기본이 되는 해양지리정보를 말하며 그 활용은 어업수산분야와 해양자원, 해양물류 등 다양한 분야에서 활용이 가능하다.

해양지리정보체계를 구축하기 위해서는 기본지리정보의 기초자료 구축이 필수적이다. 이에 따르는 기본자료는 조석의 관측 및 기준점, 해안선조사측량 및 DB구축, 연안해역조사측량, 해양기본지리정보구축 및 전자해도 갱신, 해양공간정보시스템, 연안관리정보시스템, 항만지하시설물 DB구축, 해저지질정보시스템 등을 들 수 있다. 이러한 기본 자료는 공간 정보와 속성 정보로 분류하여 해양지리정보체계 구축의 근간이 된다.

2.2. 인공위성 항로추적시스템 제작

본 연구는 해양지리정보체계(MGIS : Marine Geographic Information System)의 일환 중 선박의 자동항법시스템 및 항로추적시스템 제작을 위하여 이루어졌다. 본 연구를 통하여 제작된 인공위성 항로추적시스템은 크게 3개의 모듈로 이루어져 있다. 첫 번째 모듈은 실시간 항로추적모듈로 현재 항해중인 선박에서 자신의 위치를 문자, 음성, 그래픽으로 확인하고 주위의 지형지물과의 정밀위치관계분석으로 거리와 방향을 알 수 있도록 제작된 모듈이다. 두 번째 모듈은 후처리 항로추적모듈로 실시간으로 획득된 선박의 항로 및 통계처리를 위하여 제작된 모듈로서 AutoCAD의 Script 파일형식으로 자동 변환되어 AutoCAD상에서 항해한 자료를 재현할 수 있고 반복 항해된 자료는 통계처리 되어 표준편차 및 오차율을 파악할 수 있도록 제작된 모듈이다. 세 번째 모듈은 GPS 인공위성으로부터 획득된 WGS84타원체의 경위도좌표를 지심좌표, Bessel 경위도좌표, TM 투영, UTM 투영으로 정밀변환하여 개별적인 GPS 수신자료를 사용자가 원하는 형태의 자료로 변환할 수 있도록 제작된 모듈이다. 본 연구에서 개발된 항로추적시스템의 전체구조는 그림2.1과 같다.

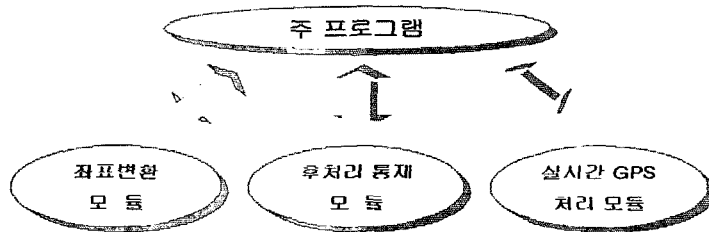


그림 2.1 인공위성 항로추적시스템의 전체구조

표 2.1은 인공위성 항로추적시스템의 각 모듈들이 수행하는 작업을 자세히 소개한 표이다.

표 2.1 항로추적시스템의 각 모듈들이 수행하는 작업

Main Module	Sub Module	수행작업
Realtime Processing Module	Text Module	실시간 좌표와 주위 시설물과의 위상관계를 제공
	Voice Module	운행정보를 음성으로 지원
	Graphic Module	실시간의 경로를 도면에 표시
Post Processing Module	CAD Converting Module	운행경로를 CAD에 표시
	Statistics Module	정정측량의 통계치를 계산
WGS84 Converting Module	GeoCenter Coordinate Calulation Module	WGS84좌표를 지심지표로 변환
	Bessel Converting Module	WGS84좌표를 Bessel좌표로 변환
	TM Converting Module	WGS84좌표를 TM좌표로 변환
	UTM Converting Module	WGS84좌표를 UTM좌표로 변환

본 연구에서 개발된 프로그램은 Microsoft사에서 개발된 Visual C++ version6.0 Compiler를 이용하여 제작되었다. 프로그램은 단일 창 모드방식(SDI : Single Document Interface)

으로 제작되었으며, 각각의 모듈들은 대화상자방식(Dialog Based)으로 제작하였다.

GPS수신자료는 WGS84타원체의 경위도좌표로 수신된다. 우리나라의 해도는 BESSEL 타원체의 경위도좌표를 사용하고 있기 때문에 타원체상의 좌표변환을 실시해야한다. 본 연구에서는 국립해양조사원에서 제공하고 있는 3-parameter를 이용하여 좌표변환을 실시하였다. 또한, 수치해도상에 GPS 관측자료를 표현하기 위해서는 UTM의 평면직교좌표로 지도투영을 실시해야하며 본 연구에서는 미국방성지도국(DMA : Defense Mapping Agency)에서 제안하고 있는 수식을 활용하였다. 표 2.2는 국립해양조사원에서 제공하고 있는 타원체간의 원점 이격량인 3-parameter를 나타낸 표이다.

표 2.2 국립해양조사원에서 제공하는 Tokyo Datum의 3-parameter

(단위 : m)

WGS84 ⇔ BESSEL	ΔX	ΔY	ΔZ
	-147±2	506±2	687±2

그림2.2, 그림2.3, 그림2.4는 본 연구에서 개발한 실시간 처리모듈, 후처리모듈, 좌표변환 모듈의 실행모습과 원본소스의 일부를 보여주는 그림이다.

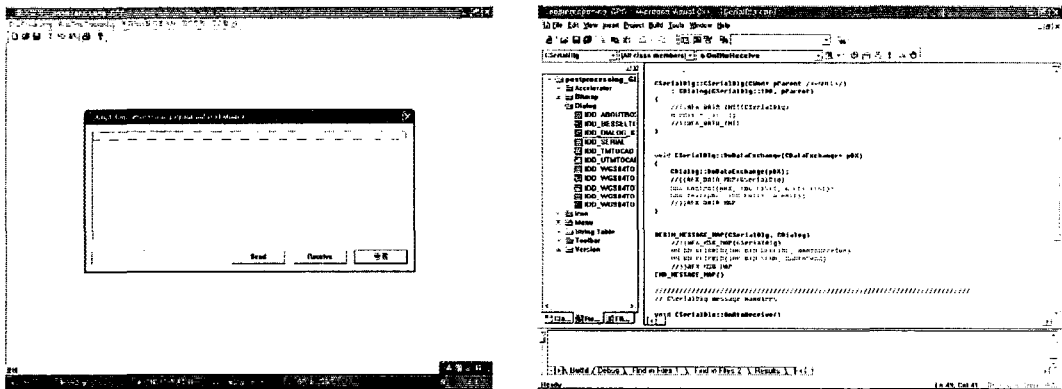
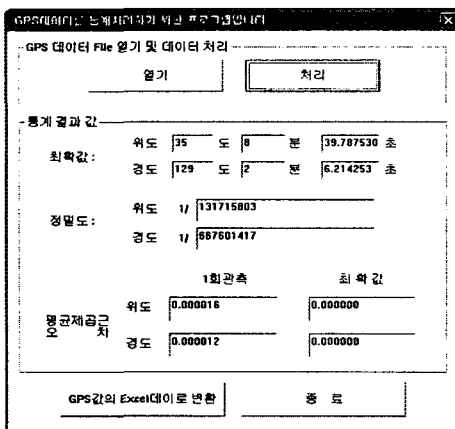


그림 2.2 실시간처리 모듈의 실행모습과 원본소스의 일부



```

for(i=0;i<nCount;i++)
{
    wgs84_wido_degree[i] = lat_deg[i] + lat_min[i] / 60.0;
    wgs84_kyungdo_degree[i] = lon_deg[i] + lon_min[i] / 60.0;
}

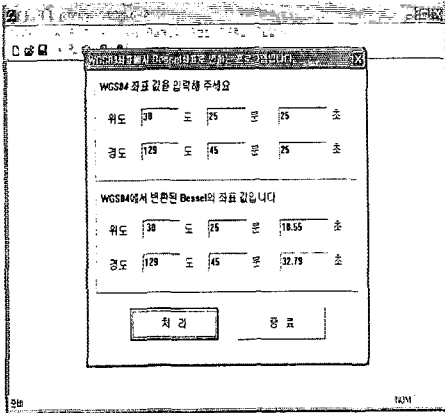
for(j=0;j<nCount;j++)
{
    sum_wido += wgs84_wido_degree[j];
    sum_kyungdo += wgs84_kyungdo_degree[j];
}
ave_wido = sum_wido / nCount;
ave_kyungdo = sum_kyungdo / nCount;

wido_deg = int(ave_wido);
wido_min = int((ave_wido - wido_deg) * 60.0);
wido_sec = ((ave_wido - wido_deg) * 60.0 - wido_min) * 60.0;

for(k=0;k<nCount;k++)
{
    uv_wido[k] = wgs84_wido_degree[k] - ave_wido;
    uv_wido[k] = pow(uv_wido[k],2);
    sum_uv_wido += uv_wido[k];
}

rmse_wido_1 = sqrt(sum_uv_wido/(nCount-1));
rmse_wido_n = rmse_wido_1 / sqrt(nCount);
presion_wido = int(ave_wido / rmse_wido_n);
    
```

그림 2.3 후처리모듈의 실행모습과 원본소스의 일부



```
// 1000: Add your control notification handler code here
UpdateData(TRUE);

double wgs84_wido_deg, wgs84_wido_min, wgs84_wido_sec;
double wgs84_kyungdo_deg, wgs84_kyungdo_min, wgs84_kyungdo_sec;
int bessel_wido_deg, bessel_wido_min, bessel_kyungdo_deg, bessel_kyungdo_min;
double bessel_wido_sec, bessel_kyungdo_sec;

CString temp1, temp2, temp3, temp4, temp5, temp6;

wgs84_wido_deg = atof(m_WGS84_Wido_Deg);
wgs84_wido_min = atof(m_WGS84_Wido_Min);
wgs84_wido_sec = atof(m_WGS84_Wido_Sec);
wgs84_kyungdo_deg = atof(m_WGS84_Kyungdo_Deg);
wgs84_kyungdo_min = atof(m_WGS84_Kyungdo_Min);
wgs84_kyungdo_sec = atof(m_WGS84_Kyungdo_Sec);

wgs84_wido_degree = wgs84_wido_deg + wgs84_wido_min / 60.0 + wgs84_wido_sec / 3600.0;
wgs84_kyungdo_degree = wgs84_kyungdo_deg + wgs84_kyungdo_min / 60.0 + wgs84_kyungdo_sec / 3600.0;

bessel_wido_degree = wgs84_to_bessel_wido(wgs84_wido_degree, wgs84_kyungdo_degree);
bessel_kyungdo_degree = wgs84_to_bessel_kyungdo(wgs84_wido_degree, wgs84_kyungdo_degree);

bessel_wido_deg = int(bessel_wido_degree);
bessel_wido_min = int((bessel_wido_degree - bessel_wido_deg)*60.0);
bessel_wido_sec = ((bessel_wido_degree - bessel_wido_deg)*60.0 - bessel_wido_min)*60.0;
bessel_kyungdo_deg = int(bessel_kyungdo_degree);
bessel_kyungdo_min = int((bessel_kyungdo_degree - bessel_kyungdo_deg)*60.0);
bessel_kyungdo_sec = ((bessel_kyungdo_degree - bessel_kyungdo_deg)*60.0 - bessel_kyungdo_min)
```

그림 2.4 좌표변환모듈의 실행모습과 원본소스의 일부

3. 적용예

3.1. 모델지역

본 연구의 모델지역으로는 부산항주변의 1:25,000 수치해도를 활용하였다. 그림3.1은 본 연구를 수행한 연구의 흐름도를 보여준다.

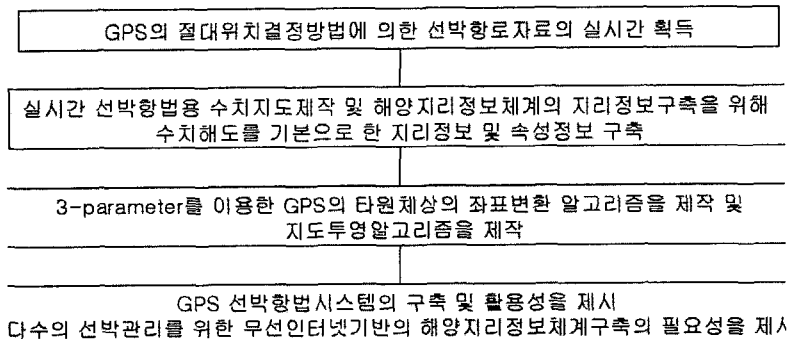


그림 3.1 본 연구수행의 흐름도

표3.1은 본 연구를 위해 사용한 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 특성을 기록한 표이다.

표 3.1 본 연구에 사용된 하드웨어 및 소프트웨어의 특성

종류	특성
GPS Sensor	Trimble, Svec six 6Channel Navigation GPS Sensor
Notebook Computer	Compaq, pentium III 1GHz
PDA	Compaq iPAQ H3630, 206MHz, 32MB
Battery	12V
Desktop Computer	Pentium IV 1.7 GHz 256MB

3.2. 지리정보 및 속성정보의 구축

본 연구에서 지리정보의 구축은 현재 해양수산부가 주관이 되어 수행하고 있는 해양지리정보체계의 지리정보를 기준으로 구축하였다. 기본 지리정보는 전자해도가 가지고 있는 도면

층을 기준으로 구축하였다. 표3.2는 본 연구에서 구축한 지리정보의 일부를 보여주는 표이다.

표 3.2 본 연구에서 구축한 지리정보

지형정보명	데이터베이스필드명	심볼	지형정보명	데이터베이스필드명	심볼
계곡선	LNDELV_TC	선	주곡선	LNDELV_TN	선
도로	ROADWY	선	철도	RAILWY_HV	선
해안선	COALNE_FL	선	등심선	DEPCNT	선
늪지	SLCONS_ISL	선	안벽	SLCONS_SW	선
부두	SLCONS_WH	선	항로	FAIRWY_M	선
교회	BUISGL_CH	점	절	BUISGL_TP	점

속성정보는 속성테이블에서 필드항목과 레코드항목을 추가하여 위치좌표와 주요지형지물의 정보를 추가하였다. 표3.3은 본 연구에서 구축한 속성정보의 일부를 보여주는 표이다. 표3.3에서 지형지물명, 위치좌표, 정보를 필드명으로 하였으며, 등대, 해양대학교, 선착장 등 주요지형지물요소들을 레코드명을 구축하였다.

표3.3 본 연구에서 구축한 속성정보

지형지물명	위치좌표		정보
	X	Y	
등대	508553.71	3877941.55	유람선 선착장
해양대학교	508144.32	3880423.82	방파제 끝
선착장	507821.93	3880251.69	선착장
태종대 끝 부분	508980.35	3878967.60	태종대 절벽

본 연구에서는 기초적인 지리정보로 구축되었으며, 해양수산에서 구축하고 있는 지리정보와의 연결을 위해 도면층을 연결기로 한 관계형데이터베이스로 구축하였다. 따라서, 해양수산부에서 구축하고자 하는 지리정보와 통합이 가능할 것으로 생각된다. 그림3.2에서는 ArcView GIS S/W로 지리정보와 속성정보를 구축한 것을 보여주고 있다.

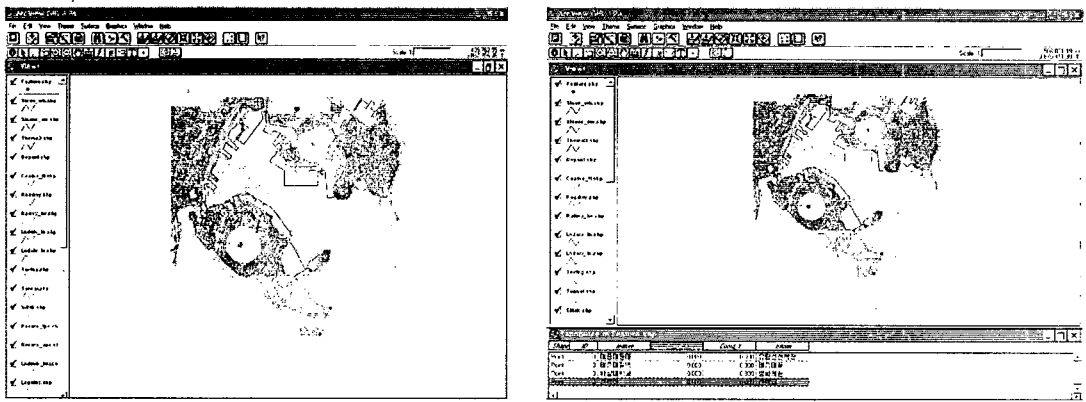


그림 3.2 전자해도와 GIS S/W로 구축한 해양지리정보

3.3 인공위성 항로추적시스템 개발

본 연구는 항해용 GPS를 이용하여 선박의 항해 및 항로를 추적 가능한 시스템을 개발하는 것이다. 본 연구를 통하여 제작한 인공위성 항로추적시스템은 하드웨어와 소프트웨어의 두 부분으로 나누어 개발되었다. 먼저, 하드웨어부분은 노트북 컴퓨터를 이용하여 실시간 항로추적 및 GPS 자료수신을 수행하였다. 그림3.3은 인공위성 항로추적시스템에 사용한 하드웨어를 보여주는 그림이다.



그림 3.3 인공위성 항로추적시스템의 하드웨어 구성

소프트웨어부분은 무엇보다도 GPS 자료수신 및 해석, 그리고, 실시간의 선박항해 정보를 제공할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한, 실시간으로 획득된 GPS 수신 자료의 정확도를 검토하기 위해 후처리의 통계처리에 의한 GPS 자료검증이 가능한 모듈을 개발하였다. 그리고, 현재 국내의 좌표계에 대한 상호변환을 할 수 있는 좌표 변환 모듈을 개발하였다.

본 연구에서 구축한 정보로는 지리정보, 속성정보, 음성정보, 문자정보이다. 이 중, 음성정보와 문자정보는 그 활용가능성을 제시하기 위해 현재 항해한 유람선주변의 지형지물을 음성정보로 구축하였다.

본 연구에서는 노트북컴퓨터를 이용한 선박항로추적시스템을 개발하였다. 현재, 개발이 가속화되고 있는 PDA의 생산으로 PDA를 활용한 항로추적시스템의 최적화의 필요성을 느끼고 있으며 차후 지속적인 연구를 통하여 PDA방식의 항로추적시스템을 개발할 것이다. 또한, 지리정보와 속성정보는 기초적인 자료를 이용하여 구축하였기 때문에 현재 구축중인 해양지리정보체계의 연계성 및 실용화를 위하여 보다 구체적이고 통일된 정보를 구축하여 보다 실용화가 가능한 시스템을 개발할 예정이다.

5. 결론

정밀 GPS 좌표해석기반의 선박항법시스템 개발을 통한 인터넷 해양지리정보체계의 구축에 관한 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 선박의 실시간 GPS 자료수신에 의한 WGS84타원체와 BESSEL 타원체상 3-parameter를 이용한 좌표변환 및 UTM 투영에 의한 우리나라의 UTM 정밀 평면위치

좌표를 결정할 수 있었다.

둘째, 선박항해를 통한 속성정보 주요 지형지물의 속성정보를 구축할 수 있었으며, 구축된 속성정보를 이용하여 항해중인 선박에서 문자정보, 음성정보 등을 정밀하게 출력할 수 있었다.

셋째, 현재 추진중인 해양지리정보체계의 기본 지리정보자료를 기준으로 하여 수치해도상의 지리정보추출이 가능하였다.

그리고, 본 연구에서는 아직 초보적인 단계에 있는 해양지리정보체계의 지리정보와 속성정보를 이용한 선박항법시스템을 개발하였다. 따라서, 지속적인 지리정보 및 속성정보의 추가를 통하여 보다 일반적인 항법시스템을 구축하도록 할 것이다. 또한, 육지와 해상 지형도를 통합을 통한 보다 광범위하고 통일된 지리정보체계 구축을 위한 육도와 해도의 연결에 대한 연구를 지속적으로 연구하도록 할 것이다.

6. 참고문헌

1. 장용구, "GPS를 이용한 동적 위치결정에 관한 정확도 향상" 부산대학교, 1999, pp26~39
2. 이영진, 차득기, 김상연, "GRS80타원체로의 지도변환도 좌표변화량분석", 한국측지학회, 1996, 제14권 2호, pp.249~253
3. 강호윤, "수치표고모형을 이용한 3차원 토지정보체계 구축" 부산대학교, 2002, pp.10~13
4. 해양수산부 정보화담당, "해양지리정보체계구축 사업계획 보고서", 해양수산부
5. 국립해양조사원, "수로기술연보", 국립해양조사원, 1996
6. Ivor Hortin, "Beginning Visual C++6", 정보문화사, 2000
7. 강인준, "측량지형정보공학(I)",문운당, 2002
8. Bruce E. Davis, "GIS : A Visual Approach" ONWORD, 1996, pp.89
9. Radio Technical Commission For the maritime Service, "RTCM Recommended Standards for Differential GNSS Service Version 2.2", 1998, pp.4~35
10. Alfred Ldick "GPS Satellite Surveying", John Wiley & Sons, Inc, 1998, pp.247~256
11. Frank southworth, Demin Xiong, David Middendorf, "Development of Analytic Intermodal Freight Networks for Use Within a GIS", Center for Transportation Analysis, 1997, pp.200~215
12. Hofmann-Wellenhof. B, Lichtenegger. H, and Collins. J, "GPS :Theory and Practies, 1997, pp.181~200
13. Vidal Ashkenazi and John Story, "The Coordinate Datum Problem and its Solution", Proceedings of ION GPS-91, 1991, pp387~392
14. 국립해양조사원 해도도식, <http://www.nori.go.kr/kr/index.html>, 국립해양조사원