

DGPS를 이용한 선박 및 해양작업선의 위치제어장치 개발

홍충유* 나국환* 이동신* 조철희** 박병옥*** 최학선**** 박제웅***** 김주남*****

*㈜메카정보통신, **인하대학교, ***목포조선공업(주)

****한국해양연구소, *****조선대학교, *****선박검사 기술협회

Development of Positioning Control System for Ship and Offshore using the DGPS

Chung You Hong*, Guk Hwan Na*, Dong Shin Lee*, Chul Hee Cho**, Byung Ok Park***,

Hak Sun Choi****, Je Woong Park*****, Ju Nam Kim*****

*MECA Co. Ltd, Seoul 138-220, Korea, **INHA University, ***MOKPO Ship yard,

****Korea Ocean Research and Development Institute, *****CHOSUN University,

*****Korean Society of Ship Inspection & Technology

KEYWORDS :

DGPS, BEHAVIOR ANALYSIS, OPTIMIZED SEQUENTIAL METHOD, SYSTEM NETWORK, POSITIONING CONTROL UNIT, MODEL TEST, FIELD TEST

ABSTRACT :

Recently there are operating the Floating Vessel with the positioning control unit in ocean. This technology is not open to industrial society as exclusive one. In order to improve technical competition for its domestic product. It is required to develop the relevant product like above subject. This system consist of DGPS System, Unique Analysis, System Network, and Mooring System and so on. Accordingly Model / Field test were carried out to verify its Function / Performance for application of practical product.

In this development, we have prepared the successful result to operate the speedy / accurate / stable unit as shown on this subject "Development of Positioning Control System for Ship and Offshore using the DGPS". And also it is expected to install this product for ship and offshore unit.

을 원활하게 수행할 수 있도록 하여 해양사고를 미연에 방지할 수 있다.

1.서론

해양 개발에 사용되는 선박 및 각종 해양 작업선들은 수심과 해양환경에 따라 계류시스템에 의한 위치제어장치가 필수적이다. 특히, 해양자원채취선이나 설치작업선의 경우 해양외력인 파도, 조류, 바람에 의해 작업범위를 벗어나게 되면 작업수행이 불가능해 진다. 이러한 문제들을 해결하고 원활한 작업을 수행하기 위해서는 항상 작업범위 내에 존재할 수 있도록 위치를 제어해 주는 위치제어장치가 필수적이다.

DGPS의 위치정보를 토대로 선박 및 해양작업선의 위치를 파악하고 변위를 분석하기위한 방법으로 VECTOR ANALYSIS를 이용하였으며 해양조건 변수에 적응할 수 있는 부유체의 거동해석 정보를 토대로 최적의 원하는 위치에 부유물체를 이동 및 유지하기 위해 최적의 SEQUENTIAL PROCESS 및 DGPS를 이용한 위치제어 장치를 개발하기 위한 것이다.

2.본론

2.1 개발

개발되어질 시스템의 대략적인 사양과 특징은 다음과 같다.

- ① 각종 선박 및 해양작업선의 excursion 및 복

이에 대하여 현재 까지 여러 방향의 연구가 진행되어 왔다. 본 개발을 통해 개발되어질 위치제어장치는 DGPS를 사용하여 선박 및 해양작업선의 정확한 위치와 변위를 해석하고 계류시스템을 이용하여 허용범위 이내의 이동성을 갖도록 위치를 제어하는 시스템으로, 각종 해양작업

원 시 정확한 위치를 제시 하여주는 DGPS의 해석 및 제어 시스템

- ② 해양 환경 외력에 대한 excursion의 예측 및 복원을 위한 선박 및 해양 작업선의 위치 제어 해석 소프트웨어
- ③ 위치제어 해석소프트웨어와 winch 제어를 연계하는 네트워크 시스템
- ④ 위치해석을 위한 DGPS와 해석 소프트웨어를 연결하여주는 인터페이스시스템

2.2 Target 및 결과

본 위치제어 장치를 개발하여 그 성능을 입증하기 위한 Target을 Table 1과 같다.

평가 항목	단위	비중	세계최고수준, 보유국/보유기업 성능수준 (3/5)	연구개발전 국내 성능수준	개발 목표치		개발 결과	평가 방법	
					1차 년도	2차 년도			
위치 측정 모듈	위치좌표편차	M	20	1	2	0.7	0.3	0.26	수행편위 오차 기준
	위치 측정 모듈	Cm	30	10	0	8	6	5	변위 측정치 오차 비교
	데이터 I/F 속도	Mhz	10	50	40	50	55	←	데이터 수집 속도
위치 제어 장치	보정 속도	Sec	20	60	0	60	50	43	실제 보정 속도
	계측 텐션	%	10	10	15	10	8	←	계측값의 정확도
	모듈 I/F	Mhz	10	50	40	50	55	←	모듈의 속도

Table 1 Target

보정속도 : S/W구동 8초 + H/W구동 35초

Target을 검증하기 위하여 위치좌표 편차는 선박의 위치 변이 허용 범위를 측정과 위치 측정 모듈은 선박의 위치 측정치의 허용 오차를 측정하여 판단한다. 또한 보정속도는 선박의 위치 변이를 위치좌표 편차 이내로 보정하는 시간을 의미하며 계측텐션이란 텐션게이지의 허용 오차를 의미한다. 데이터 I/F속도와 모듈 I/F속도는 각 장치의 속도를 측정함으로써 알 수 있다.

2.3 Logic

2.3.1 System Layout

본 위치제어 장치는 Fig1를 기반으로 크게 4개의 PART (DGPS, COMPUTER, NETWORK, MOORING SYSTEM) 등으로 구성되며 Fig 1에서와 같이 Main Process와 Option으로 구성된다.

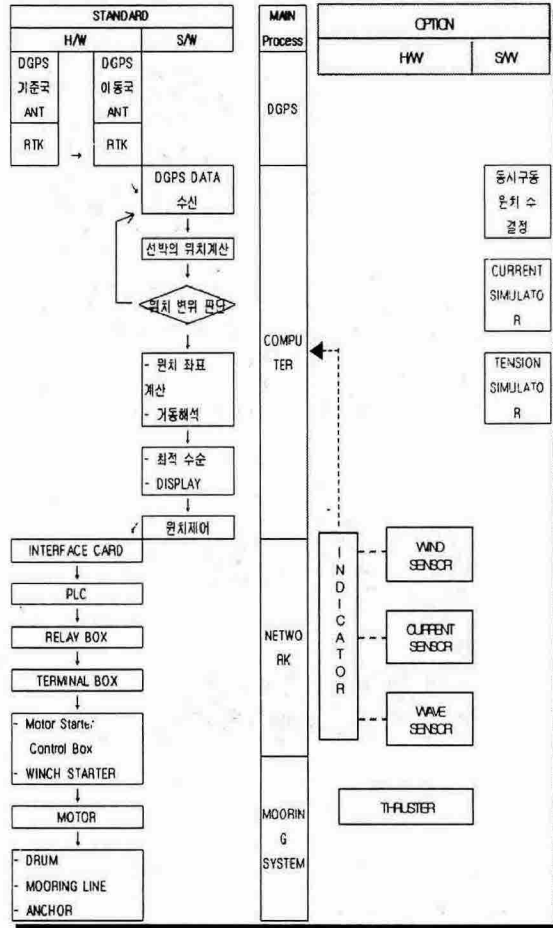


Fig.1 System Layout

2.3.2 Program

프로그램은 DGPS DATA를 이용하여 선박의 위치를 판단하고 오차범위를 넘었을 경우 거동해석과 원치제어를 수행한다. Fig2 에서와 같이 구성된다.

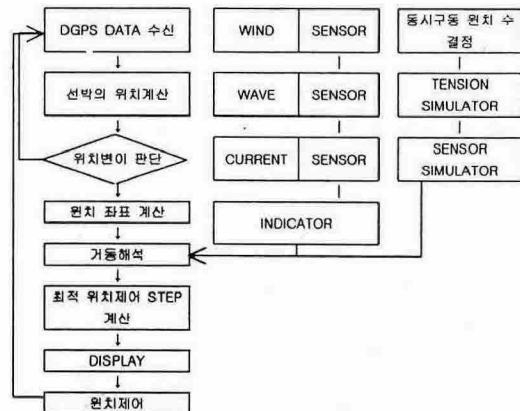
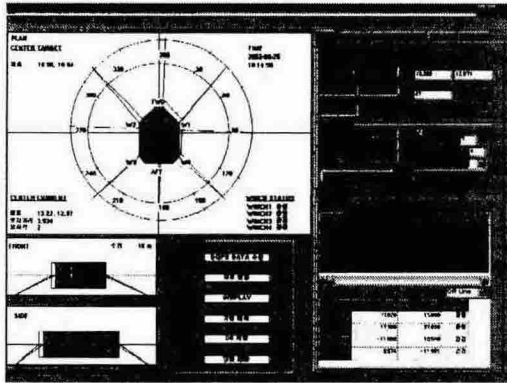


Fig.2 Program Flow Chart

이런 위치제어 STEP을 계산 과정은 Fig3과 같이

Window로 구성되어 사용자에게 보여진다.



Main Window

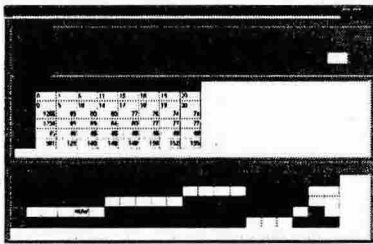


Fig.3 Program Window

프로그램은 다음 모듈로 이루어져 있다.

- ① Data Receive & Monitoring : DGPS수신기를 비롯한 Sensor에서 측정된 data를 프로그램으로 입력하고 Monitoring하는 모듈
- ② Analysis : 입력된 DGPS를 Data를 토대로 선박의 위치 변이를 계산하고 거동해석 및 최적 Sequence를 찾는 모듈
- ③ Display : 선박의 위치와 Mooring System의 제어 상태를 Monitoring하는 모듈로 이때 최적의 위치제어 STEP을 계산하기 위하여 Sequential and Back Tracking Method를 이용하였다.

* Sequential and Back Tracking Method

STEP 생성을 위한 기본적 착상은 STEP 생성이 순차적인 진행방식이라는 점에서 발생한다. 본 개발에서는 각각의 Condition들을 Node로 분포하여 Tree 구조화시키고, 해당 Tree 내에서 STEP을 찾고자 하였다.

그러나 위치제어 STEP 생성을 위해서 MOORING SYSTEM의 구동과 MOORING LINE의 TENSION의 관계를 고려해 수행하므로 최적의 Sequence를 구하기 위해서는 Fig.4의 순차Tree를 통한 검

색만으로는 원하는 결과를 얻어낼 수 없다. 이를 보완하기 위해서는 이전 스텝으로의 Feedback이 필요하게 되었고 Fig.5와 같은 BackTracking Method를 접합시키게 되었다.

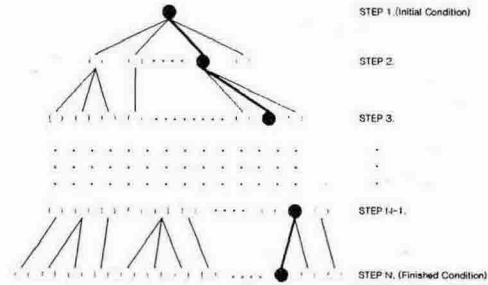


Fig.4 Sequential Tree Diagram

Fig.5은 Sequential Tree에 BackTracking을 접합시킨 모형을 보여주고 있다. 이 모형의 경우, 모든 Node를 대상으로 삼고 있으며 최상의 경우는 STEP 수 만큼의 검색을, 최악의 경우에는 모든 Node 수 만큼의 검색을 수행하게 될 것이다.

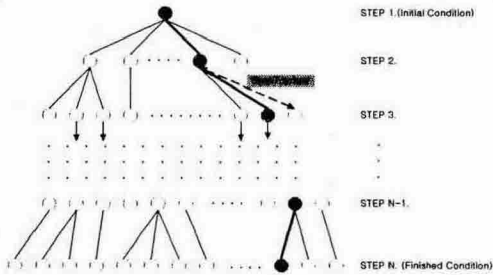


Fig.5 Sequential Tree + BackTracking Diagram

검색 수행면에서 효율성을 증대시키기 위해서 본 개발에서는 다음 같은 조건을 기반으로 위치제어 STEP을 생성하도록 하였다.

- Node 고려시, 현재 대상이 되는 STEP Condition으로부터의 파생만 고려하도록 한다.
 - 선박의 안전성 과 위치제어의 효율성을 최대한으로 만족시키는 컨디션을 우선적으로 고려하도록 한다.
- ④ Control : 계산된 Sequece Signal을 각 Mooring System에 보내 Winch를 구동하는 모듈
 - ⑤ Database : 선박의 위치 변화상태와 Mooring System의 구동상태를 Database에 기록하여 활용할 수 있도록 한다.

2.3.3 H/W 구성

2.3.3.1 DGPS

DGPS수신기는 Fig5에서와 같이 기준국과 이동국으로 나뉘며 기준국은 오차 보정치를 계산하여 이동국으로 전송하고 이동국은 위성의 SIGNAL과 기준국의 오차 보정치로 보정하여 위치 DATA를 계산한다.

본 위치제어 장치에서는 선박의 위치를 실시간으로 알기 위하여 DGPS수신기를 사용한다. 이동국의 DGPS Data는 Computer로 입력되어 Program으로 전송 및 Monitoring 되고 선박 위치제어의 자료로 쓰인다.

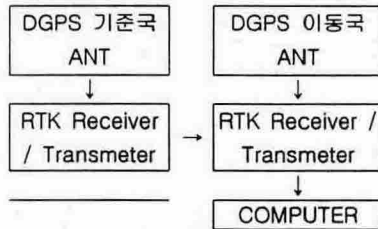


Fig.6 DGPS Configuration

2.3.3.2 COMPUTER

Computer는 S/W와 H/W를 연결하는 역할을 한다. DGPS Data를 받아들이고 이를 프로그램에 입력하며 프로그램에서 나온 Mooring System 구동 Sequence를 Network를 통하여 Mooring System에 전송한다.

2.3.3.3 NETWORK

PROGRAM에서 나온 Mooring System 구동 SIGNAL을 WINCH STARTER까지 전달하기 위한 NETWORK가 구성되며 이는 Fig7과 같이 작동한다. Computer를 거쳐 나오는 Mooring System구동 Signal은 PLC를 거쳐 전기신호로 변환되며 이는 Relay Box에서 다시 점접신호로 변경되어 WINCH MOTOR STARTER로 전송된다.

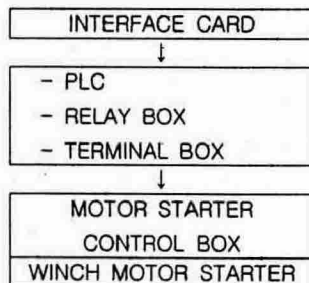


Fig.7 Network Configuration

2.3.3.4 WINCH

선박을 계류 시키기 위한 MOORING SYSTEM은 Computer의 Signal을 받아 선박의 위치를 보정하는 데 이용된다. 이는 Fig8 와 같이 구성된다.

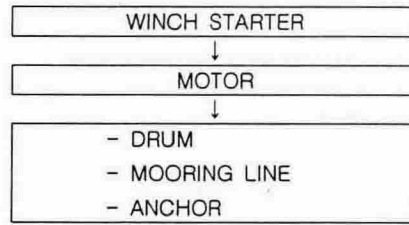


Fig.8 Mooring System Configuration

2.4 MODEL TEST 수행 및 평가

본 위치제어 장치의 성능을 검증하기 위하여 MODEL TEST를 수행하였다. MODEL TEST에서는 FIELD TEST에 사용될 선박 및 기자재를 상사법칙에 의거하여 SCALE DOWN하여 제작하고 이를 토대로 수행한다. MODEL TEST 구성 장치의 동작 순서는 다음과 같다.

- ① DGPS수신기의 DATA 수신
- ② COMPUTER(PROGRAM)로의 DATA 전송
- ③ 거동해석과 TENSION검증을 통하여 원치구동 정보 계산
- ④ INTERFACE CARD로 원치 구동 정보 전달
- ⑤ 구동 정보를 바탕으로 MODEL WINCH 작동
- ⑥ MODEL DRUM 회전
- ⑦ ANCHOR에 묶여있는 WIRE 인장력으로 해양 부유물체 제어

다음은 MODEL TEST 구성도이다.

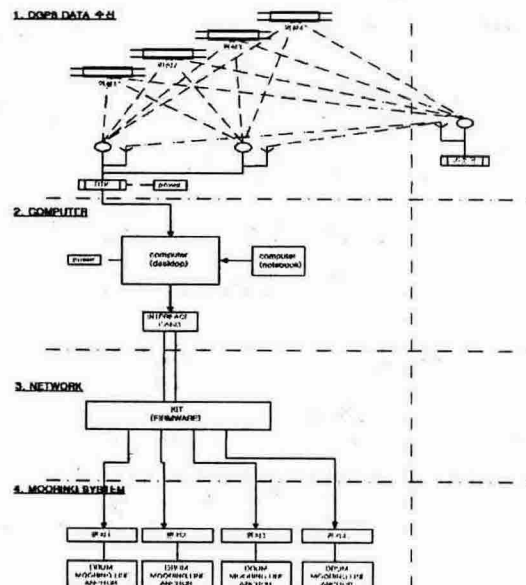


Fig.9 MODEL TEST Configuration

TEST는 4가지 STAGE에 대하여 각각 5회씩 수행 하였으며 다음과 같은 결과를 나타내었다. 이를 통하여 설계와 시험과의 보완점을 발견하여 추후 FIELD TEST 반영안을 마련하였다.

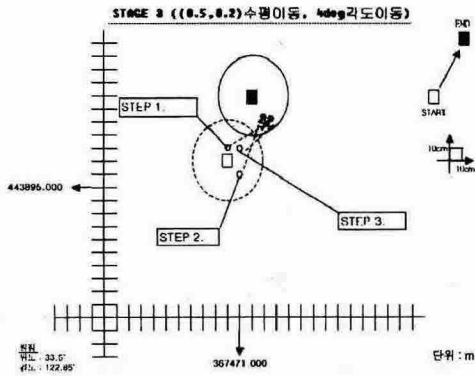


Fig.10 Model Test Result

2.5 FIELD TEST 수행 및 평가

MODEL TEST수행 결과를 토대로 장치를 보완 하여 실선(FLOATING DOCK)에 시스템을 장치 하고 FIELD TEST를 수행하였다. MOORING SYSTEM에 구동신호를 전송하기 위하여 NETWORK장치를 변경하였다.

FIELD TEST 구성 장치의 동작 순서는 ①~③, ⑤~⑦는 MODEL TEST와 동일하며 ④는 "INTERFACE CARD(RS232C 4PORT CARD)로 원치구동정보 전달 -> CONTROL PANEL에서 접점 신호 변환 및 원치구동정보 전달" 으로 상 이하다.

FIELD TEST의 구성은

1. DGPS DATA수신과 2. COMPUTER 부분은 MODEL TEST와 동일하여 3. NETWORK와 4. MOORING SYSTEM은 Fig11과 같다.

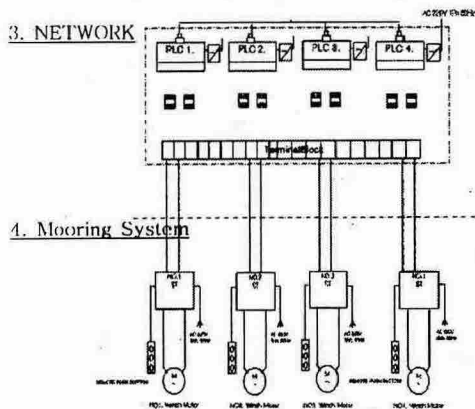


Fig.11 FIELD TEST Configuration

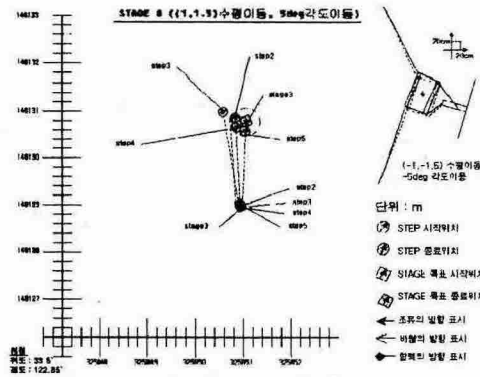


Fig.12 Field Test Result

FIELD TEST에서는 현장의 외력에 의하여 선박의 위치가 변함을 볼 수 있었으며 이런 외력을 분석 하여 보다 정확한 선박의 위치변이를 측정할 수 있었다. Fig 13는 선박에 작용한 외력의 경향과 그에 따른 위치변이 분석표이다.

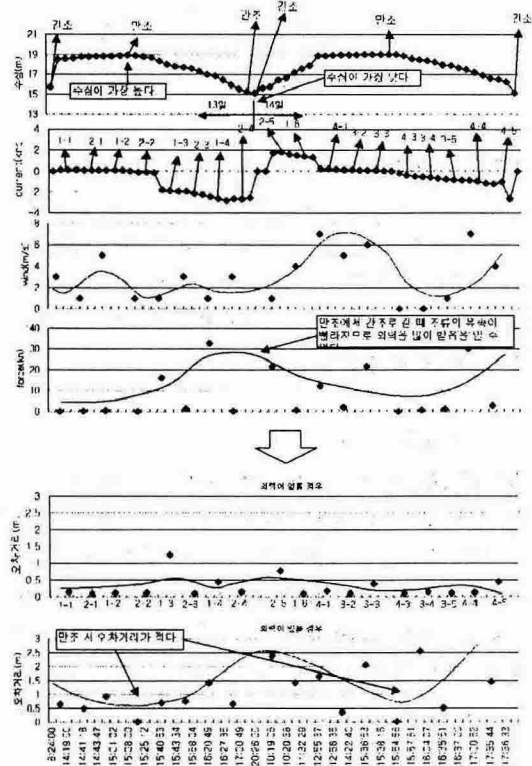


Fig.13 외력 분석

TEST는 4가지 STAGE에 대하여 각각 5회씩 수행 하였으며 Fig12와 같은 결과를 취득하여 평가 해 본 결과 프로그램과 장치의 성능을 입증할 수 있었다. FIELD TEST는 시험기간 중 조수 간만의 차가 심한 관계로 시험결과 재해석을 수행하여 검토한 결과 원래 개발하고자한 목적을 얻었다.

2.6 사용상 주의점

본 위치 제어 장치는 DGPS 안테나의 위치가 선박

및 작업선에 고정되어 있어야 하며 이에 대한 사용자의 주의를 요한다. 이를 통해 사용자는 선박의 위치변이에 주의하지 않고 안전하게 작업 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

3. 결론

3.1 Program 비교

본 장치의 S/W는 정확한 위치를 취득하기 위하여 DGPS수신기와 연동되고 있고 최적의 위치제어 STEP을 찾는 기능이 포함되어 있으므로 직접적으로 H/W제어가 가능하기 때문에 기존의 S/W와는 차별되는 기능을 가지고 있다. 또한 그 성능도 Table1에서 볼 수 있듯이 우수함을 알 수 있다.

3.2 System 요약

DGPS DATA를 해석하고 위치제어를 위한 최적의 STEP을 찾는 S/W는 DGPS 수신기와 Mooring System과 같은 H/W 사이에서 DATA의 해석과 H/W제어를 담당한다. 또한 Mooring System을 제어하기 위한 Network가 구성되었다. DGPS수신기 - Program - Network - Mooring System의 S/W + H/W구성이 본 위치제어 장치의 최종 구성이며 그 성능을 검증하기 위하여 MODEL / FIELD TEST를 수행하여 과정 및 결과들을 평가해 본 결과 기대 했던 결론을 얻을 수 있었다. 또한 해양 환경 외력에 의해 부유 구조물이 허용 excursion 범위를 벗어나면 선박 및 해양작업선의 안정성 및 운용에 큰 피해와 손실을 초래한다. 본 위치제어 장치의 사용으로 해양에서의 작업을 원활하게 수행하게 하며 각종 해양 사고를 미연에 방지할 수 있다.

3.3 적용계획

본 위치제어 장치의 적용방안은 다음과 같다.

- ① TOTAL APPLICATION : 본 과제 개발 항목을 전 선박 및 해양작업선에 설치하여 사용할 수 있으며 추가설치 Sensor들의 응용도 가능하다.
- ② PARTIAL APPLICATION : Program과 위치제어 장치의 일부분을 해양부유물체에 장치하여 사용 가능하다.
- ③ HYBRID APPLICATION : 다른 기능의 프로그램과 연동하여 본 과제에 합성 개발하여 보다 나은 기능을 보유할 수 있는 장치로 재구성할 수 있다.

따라서 본 과제의 최초의 제품화는 상기 ②, ③

의 개념으로 실물에 장착 운영토록 추진 중이다.

★ 결론 ★

본 DGPS를 이용한 선박 및 해양작업선의 위치제어 장치의 개발은 산업자원부 과제로써 정부의 적극적인 지원 결과 개발부터 시험 및 평가를 성공적으로 수행할 수 있었음을 감사드리며 해양에서의 H/W CONTROL, MONITORING의 기술을 성공적으로 개발할 수 있었다. 본 과제 개발을 통하여 국내기술 향상은 물론 해외기술 의존 대체효과를 볼 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 산업자원부 최종보고서, 선박의 동적 위치제어 시스템의 개발, 삼성중공업, 2000.12
- [2] 산업자원부 최종보고서, 계류시스템(SPM)의 동적 해석 S/W 및 자동감시용 모니터링 개발, 인하대학교, 2000.11
- [3] Special Data, BeeLine GPS Card User Manual
- [4] 장찬수, 좌표변환 Sub들의 사용법 설명서
- [5] <http://geo.skku.ac.kr/igis/> : 성균관대학교, 좌표변환 On-line service 실시
- [5] <http://www.ngi.go.kr/6.htm> : 국립지리원, 측량자료실, 좌표변환방식, 측량작업규정
- [6] <http://www.gpskorea.co.kr/GPS/Gps.htm> : GPS Korea사, 좌표변환 program gkdtcc122 제공
- [7] <http://spins.snu.ac.kr/> : 서울대 공간정보연구실, 좌표변환방법
- [8] <http://ns.taeilspace.co.kr/kr/Home.asp?pagename=home> : Core Technology Competence Inc, 좌표변환방법
- [9] <http://www.nima.mil> : MADTRAN 좌표변환 program source 제공
- [10] <http://www.trimble.com> : GPS 장비회사 Home Page
- [11] 천리안 공간정보 연구회 자료실 - 좌표변환 program, ptrans 제공
- [12] 조선설계편람, 해문당, 1976
- [13] Special Data, 원치의 구조와 원리
- [14] Special Data, 모형 설계 및 제작
- [15] Special Data, 해양환경 및 하중 - 파이론
- [16] 최종보고서(1차년도), 해양구조물의 위치유지 시스템 연구, 한국해양연구소, 2000.06
- [17] 오완근, 존슬라이딩모드 제어를 이용한 무인 수중운동체의 심도제어, 부산대 지능기계공학과 석사학위논문, 2002
- [18] 천승호, 어선 자동운항용 제어알고리즘 및 시스템 소프트웨어 개발, 한국해양대 운항시스템공학과 석사학위논문, 2001
- [19] 권배준, 소형어선의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 연구, 부산대 조선해양공학과 석사학위논문, 2002
- [20] 정광식, 정박된 선박의 계류 운동 분석, 인하대 조선공학과 석사학위논문, 2002