

도킹용 무인잠수정 항법 시험치구 개발에 관한 연구

이한솔^{1*}, 김호성², 이필엽³
한화시스템^{1,2,3}

A Study on the Development of Navigation Test System of Unmanned Underwater Vehicles

Hansol Lee^{1*}, Hosung Kim², Phil Yeop Lee³

Abstract : This paper focuses on the design of the NTS(Navigation Test System) to verify the performance of the navigation system prior to mounting the navigation system, which is a key technology in the operation of UUV(Unmanned Underwater Vehicles), to UUV. The developed NTS consists of 5 kinds of navigation sensors mounted on the UUV, a navigation system part with interface board and processor, a support part, parts installed on the test ship, and parts to control the height of the support. The developed NTS was installed on the test ship and the sensor data logging test was performed. The overall contents of this experiment are also included in this paper.

Key Words : UUV, AUV, ROV, Docking Station, Underwater, Navigation, Sensor

1. 개 요

무인잠수정은 수중환경 탐색과 기뢰 제거 혹은 다양한 목적으로 연구 및 개발이 활발히 진행 중이다.

수중에서 무인잠수정이 각각의 임무를 가지고 운용될 때, 전원 충전을 위해서, 또 수중 탐색 결과 데이터 취득을 위해서는 무인잠수정의 진수 및 인양의 과정이 필요하다. 이는 시간·인력·비용이 낭비된다

는 문제점을 가지고 있고, 이 문제점을 해결하기 위한 연구 개발이 필요하다. [1-3]

[Fig 1]은 이러한 문제점을 해결하기 위해 수중에서 자율적으로 도킹스테이션에 도킹되어 전원을 충전하고 임무 도중 취득한 센서 데이터를 육상 콘솔로 자율적으로 전송시킴으로 시간·인력·비용의 낭비없이 효율적으로 임무를 수행하기 위해 개발 중인 도킹용 무인잠수정과 도킹스테이션을 나타낸다. [4-5]



Fig. 1. UUV for Docking

본 논문에서는 도킹용 무인잠수정의 제어와 수중 도킹을 위해 필요한 핵심 기술인 수중항법시스템을 사전에 개발하고 검증하기 위하여 개발된 항법 시험치구의 설계 내용에 초점을 맞추어 내용을 기술하였다.

2. 항법 시험치구 시스템 구조

항법 시험치구와 무인잠수정의 항법시스템에서 센서와 연동되는 하드웨어 및 소프트웨어 구조가 상이하게 되면, 두 시스템 간의 항법시스템 성능 차이가 발생하게 되고, 이는 항법 시험치구로 무인잠수정의 항법시스템의 성능을 검증할 수 없는 것으로 연결된다.



Fig. 2. Design concept of NTS(Navigation Test System)

그렇기에, 무인잠수정의 항법시스템 성능을 사전에 검증하기 위해서 개발된 항법 시험치구는 [Fig 2]에 나

타난 설계 개념도와 같이 항법 시험치구는 도킹용 무인 잠수정에 탑재되는 항법 센서 및 연동되는 전장부의 하드웨어 및 소프트웨어 구조를 동일하게 설계하였다.

2.1. 항법 시험치구의 하드웨어 구조

[Fig 3]은 항법 시험치구의 전체 하드웨어 구조를 나타낸다. 항법 시험치구는 크게 항법시스템부, 항법시스템부 지지대, 지지대 높낮이 조절부, 시험선 설치부로 구분된다.

이 중 항법시스템부 내부 구조는 [Fig 4]에 나타나 있으며, 항법시스템부는 도킹용 무인잠수정에 탑재되는 5종의 항법 센서, 연동보드, 프로세서부로 구성되어 있다. [Table 1]은 항법시스템부 내부 구조에 나타난 각 장치의 역할에 대해 나타낸다.

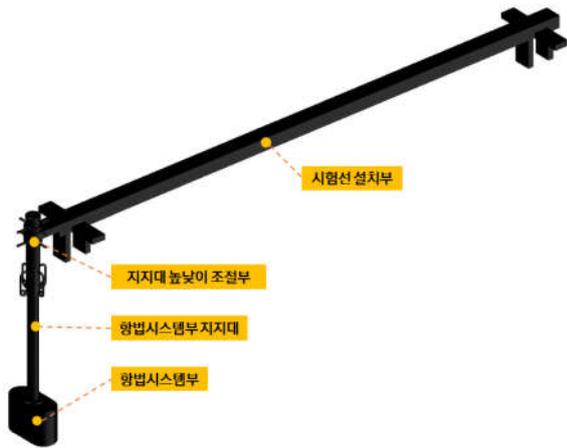


Fig. 3. Overall hardware structure of NTS

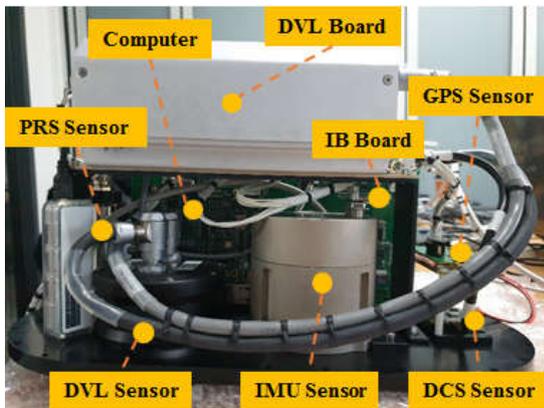


Fig. 4. Internal structure of Navigation system part of NTS

Table 1. Role of each device in internal structure of Navigation system part

장치	역할
IMU	가속도, 각속도 데이터(동체좌표계)
DVL	속도 데이터(동체좌표계)
GPS	위도, 경도 데이터(항법좌표계)
DCS	자세 데이터(항법좌표계)
PRS	심도(압력) 데이터(항법좌표계)
Processor	센서 데이터 로깅 및 항법 연산
Interface board	센서 데이터 연동

도킹용 무인잠수정 항법 시험치구 개발에 관한 연구

2.2. 항법 시험치구의 데이터 연동 구조

항법 시험치구의 데이터 연동 구조는 [Fig 5]에 나타난 것과 같이 센서부, 연동보드, 프로세서부로 나뉜다.

5종의 항법센서 데이터의 실시간성을 보장할 수 있도록 연동보드를 설계하였으며, 프로세서는 하나의 프로세서에 ARM 코어와 DSP 코어가 내장된 모델로 선정하여 센서 데이터 연동은 ARM 코어에서 담당하고, DSP 코어에서는 항법 연산을 수행하도록 프로세서부의 소프트웨어 구조를 설계하였다.

[Table 2]는 [Fig 5]에 나타난 프로세서부의 소프트웨어 구조에 대한 자세한 설명을 나타낸다.

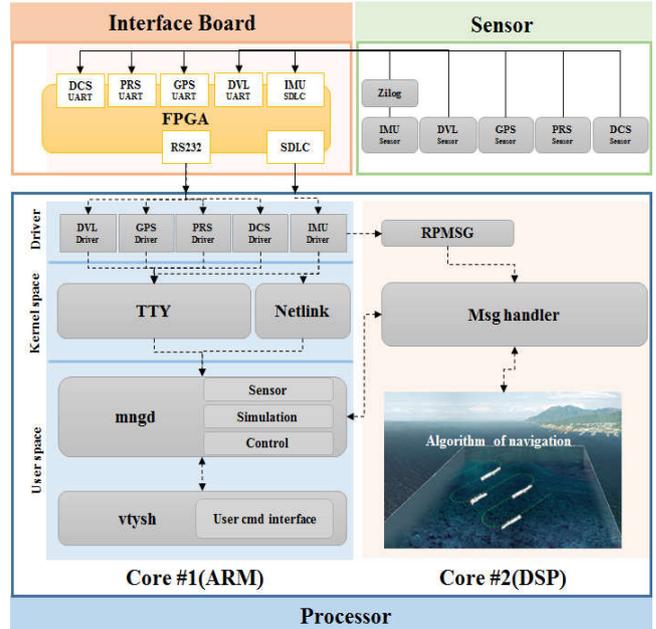


Fig. 5. Data linkage structure of NTS

Table 2. Description of the software structure of the processor

프로그램	설명
Driver	ARM코어에서 각 센서의 데이터 연동을 위한 소프트웨어 드라이버
tty, Netlink	ARM코어의 드라이버 레벨에서 연동된 센서 데이터를 프로그램 레벨로 올리기 위해 사용되는 미들웨어
mngd	ARM 코어에서 센서 데이터 관리·저장·전송·시뮬레이션 기능 수행 프로그램
vttysh	ARM 코어에서 사용자 명령 환경을 제공해 주는 프로그램
RPMSG	ARM코어의 드라이버 레벨에서 DSP 코어의 메시지 전달 프로그램
Msg handler	ARM코어로부터 수신되는 센서 데이터 및 DSP코어에서 연산되는 항법 결과 데이터를 관리해주는 프로그램
Algorithm of navigation	DSP코어에서 연산되는 항법 알고리즘

3. 항법 시험치구 데이터 로깅 시험

3.1. 항법 시험치구 데이터 로깅 시험 환경

항법 시험치구 데이터 로깅 시험은 부산 해양대학교 앞바다에서 진행하였으며, [Fig 6]에 나타난 것과 같이 시험선에 항법 시험치구를 설치하였다.

본 실험은 실시간성이 보장된 5종의 항법센서 데이터 로깅 성능에 집중하여 실험을 수행하였다.



Fig. 6. Environment of data logging test

3.2. 항법 시험치구 시험 로깅 데이터

3.1절에서 설명한 실험 환경에서 [Fig 7]과 같이 총 5가지 시나리오에 대해 시험하였다.

[Fig 7]은 로깅된 GPS 센서 데이터를 출력한 것으로 각 실험의 이동 경로를 나타낸다. 세로축과 가로축은 각각 GPS 센서의 위도와 경도를 degree 단위로 나타낸다.

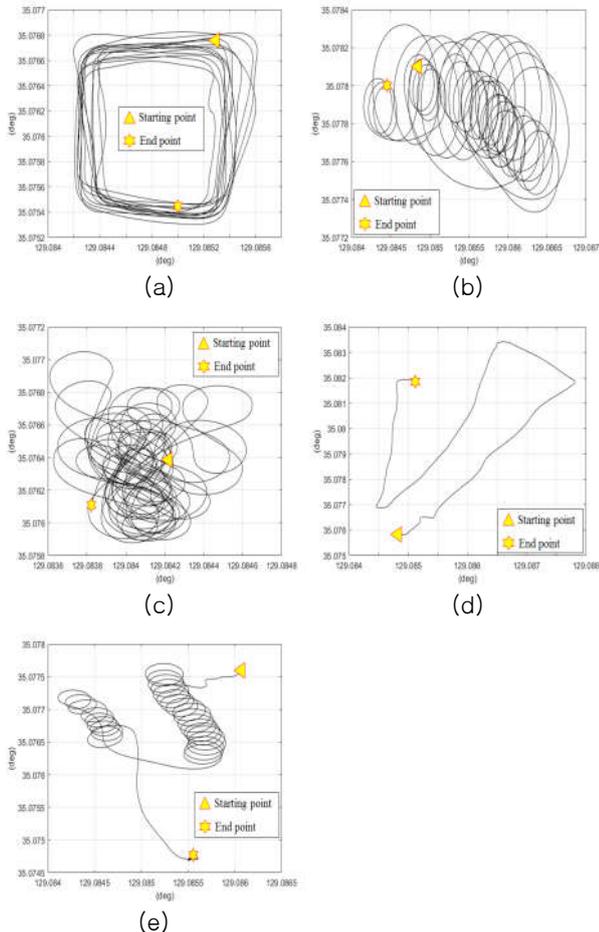


Fig. 7. Route of data logging test

도킹용 무인잠수정 항법 시험치구 개발에 관한 연구

[Table 3]은 [Fig 7]에 나타난 각 실험의 시간, 이동거리, 평균 운항 속도에 대해 GPS 데이터 기반으로 분석한 정보를 나타낸다. GPS 데이터 기반의 이동거리를 m 단위로 나타내기 위해 UTM 좌표계로 변환하여 거리를 산출하였다.

Table 3. Experimental information by route

구분	시간(s)	이동거리(m)	평균 운항 속도(m/s)
(a)	3617	6117.4437	1.6913
(b)	3591	5476.2623	1.5250
(c)	3547	4886.5010	1.3776
(d)	1636	2311.1718	1.4127
(e)	3140	3411.2541	1.0864

4. 결론 및 향후 계획

시간·인력·비용 측면에서 효율적인 수중탐색을 위해 개발 중인 도킹용 무인잠수정 개발에 있어 도킹스테이션에 무인잠수정이 도킹되기 위해 필요한 항법 시스템 개발은 핵심적인 기술이다.

본 논문에서는 항법시스템을 무인잠수정에 탑재하기에 앞서 항법시스템의 사전 성능 검증을 위해 개발된 항법 시험치구의 설계 내용과 본 장비를 시험선에 설치하여 수행한 데이터 로깅 시험의 환경과 5가지 시나리오의 전반적인 실험에 대한 정보를 담았다.

추후 연구에서는 5가지 항법 센서 기반으로 구성된 항법 알고리즘 개발 내용과 개발된 항법 알고리즘의 성능을 항법 시험치구 시험을 통해 로깅된 데이터 기반으로 검증할 계획이다. 로깅 데이터 기반의 항법 알고리즘 성능 검증 후에는 항법 시험치구와 무인잠수정에 개발된 항법 알고리즘을 탑재하여 실시간으로 실 장비에서도 항법 알고리즘의 성능이 보장되는지에 대해 순차적으로 시험해볼 계획이다.

후기

이 논문은 2018년 방위사업청 및 산업통상자원부 재원으로 국방과학연구소 민군협력진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (다중센서를 이용한 무인잠수정의 종단 유도 및 도킹 기술 개발)

참고문헌

- 1) 이필엽 외, “광학식 종단 유도 장치를 이용한 무인 잠수정 ‘이심이’의 수중 도킹 실험”, 한국수중로봇기술연구회, 2006. 11
- 2) ALLEN, Ben, et al. Autonomous docking demonstrations with enhanced REMUS technology. In: OCEANS 2006. IEEE, 2006. p. 1-6.
- 3) Hobson, B. W., McEwen, R. S., Erickson, J., Hoover, T., McBride, L., Shane, F., & Bellingham, J. G. (2007, September). The development and ocean testing of an AUV docking station for a 21" AUV. In OCEANS 2007 (pp. 1-6). IEEE.
- 4) 김호성 외, “도킹스테이션 도킹을 위한 무인

잠수정 플랫폼 설계 및 수중항법시스템 연구”, 한국군사과학기술학회, 2018. 11

5) 김호성 외, “도킹스테이션 도킹을 위한 무인잠수정 개념 연구”, 한국수중·수상로봇기술연구회, 2018.04