Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700

http://www.kkits.or.kr

Research of Wave Height Simulation and Calibration System based on Three-Axis Motor

Sanghyun Park[1], Jongsu Park[1], Dongjin Bae[1], Jinsul Kim[2], Yongpal Park[*1]

[1]*Oceaneng(Ltd.), 201, Songpa-daero, Songpa-gu, Seoul, Republic of Korea*
[2]*School of Electronics & Computer Engineering, Chonnam National University*

ABSTRACT

We propose a calibration system for ocean wave simulation that can accurately measure oceanic waves. There are calibrating devices that measure the height of various waves in overseas, but we recognized that no standard model had been not formed yet. Besides, existing systems cannot calibrate various ocean waves and can only measure ocean wave height. Therefore, it is not possible to verify that the current ocean wave measuring device is measuring the correct data. To solve this problem, we propose a system that can measure ocean wave by simulating and calibrating. The system uses three motors to achieve wave height and direction. Besides, we can also implement various waves using our developed software. To do that, we first analyze the types of waves that occur in the ocean and can reproduce them in the experiment. We measured the height of the waves that can be compared and analyzed and verified through experiments that the data are similar. We can also confirm that a similar oceanography is drawn using the output data. Our system includes a calibration function that allows the instrument to measure wavelength with accurate data. Ocean wave measurement equipment provides a variety of simulation functions to measure ocean waves. Our system is the first product in Korea, and we hope to use this system for ocean wave investigation and various fields.

ⓒ 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Calibration, Ocean wave, Wave meter, Wave direction, Simulation, Wave height

ARTICLE INFO: Received 30 November 2017, Revised 5 December 2017, Accepted 8 December 2017.

[*]Corresponding author is with the Oceaneng(Co., Ltd.), 201, Songpa-daero, Songpa-gu, Seoul, Republic of Korea

E-mail address: oeng.pyp@gmail.com

www.kci.go.kr

1. 서 론

수치 및 측정 장비들은 정확한 값을 나타내고 있는지 검증 또는 인증 유·무에 따라 그 측정값에 대하여 신뢰하고 공식적으로 사용한다. 하지만 그 측정 장치가 객관적인 자료가 아니라면 측정한 값에 대하여 신뢰할 수 없으며, 그 값이 정확하게 측정된 값이라고 볼 수 없다. 최근에는 아날로그 장비들보다 측정값이 표시되는 디지털방식에 측정 장치들을 많이 사용한다. 하지만 디지털 장치를 구성하는 하드웨어 소자들은 반영구적이지 않고 노후화되기 때문에 주기적으로 검교정 과정을 통해 정밀도와 성능을 항상 유지해야 한다. 일반적으로 기상과 관련해서 기온, 기압, 풍향, 풍속, 수온 등은 한국기상산업기술원에서[1] 검교정을 하고 있다. 검교정[2]은 기준이 되는 데이터 값과 비교를 통해 교정 및 확인과정을 거쳐 검교정을 실시하며, 기준이 되는 값과 비슷한 성능을 가지고 있으면 검교정과정이 끝나고 실험 결과에 따른 결과와 인증서를 발급받는다. 하지만 해양에서 중요한 해양파고 측정 기술에 대하여 국외에는 있지만 국내에는 이와 같은 검교정 장치가 없어 정확한 데이터 기준을 세우지 못하고 있는 상황이다. 또한 해양에서 중요한 파도를 측정하는 방법에 있어서 많은 기술들이 국내에서는 이뤄지지가 않고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 해양 파랑의 검교정[3] 및 시뮬레이션을 할 수 있는 장치를 연구하며, 해양에 파고 높낮이를 정확하게 측정할 수 있는 기술을 제안하고자 한다.

2. 관련연구

해양파도 높이를 측정하는 장치는 많이 개발되고 있다. 하지만 이러한 측정 장치가 정확한 값을 나타내는지 검증을 할 수 없다. 또한 해양파도를 측정하기 위해서 바다에 직접 나가서 측정을 해야 하지만 개발을 하는 동안에는 이와 유사한 환경을 만들어주는 기구가 필요하다. <그림 1>은 해양파도와 유사한 조건을 만들어주는 장치로써 파고 측정뿐만 아니라 파고에 대하여 검교정을 할 수 있도록 개발된 장치다. 해양파도와 유사한 조건을 만들어주는 기구물로 발표된 논문[4]으로는 “The Calibration of wave buoys”가 있으며, 그림과 같이 부이가 시계방향으로 돌아가면서 해양의 파고와 유사한 환경을 만들어 낸다. 이 장치는 파고가 1.8m로 고정이 되어 있으며, 파주기는 3초~수분대까지 구현이 가능한 장치이다.

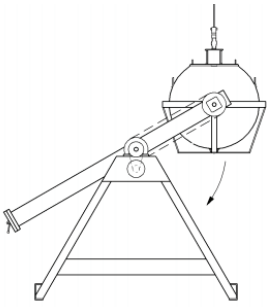


그림 1. 파고 검교정 장치
Figure 1. Wave Height Calibration Device

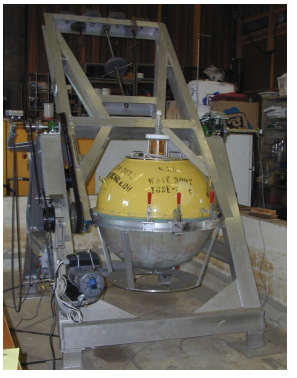


그림 2. CDIP의 파고 검교정 장치
Figure 2. Wave Height Calibration Device of CDIP

위 논문의 내용과 관련하여 미국의 CDIP(Coastal Data Information Program)는[5] 파고 검교정 장치

www.kci.go.kr

를 실제 제작하였으며 파고측정 부이를 바다에 설치하기 전에 자체적으로 검교정을 실시하여 정확한 데이터 값이 나오면 바다에 설치를 한다.

<그림 3>은 미국의 특허로써[6] 무게 추와 도르래를 이용한 파고 검교정 장치이다. 가운데 자를 이용하여 몇 cm정도 움직였는지를 파악할 수 있으며 위, 아래로 움직여 해양 파도높이를 검교정할 수 있는 장치이다.

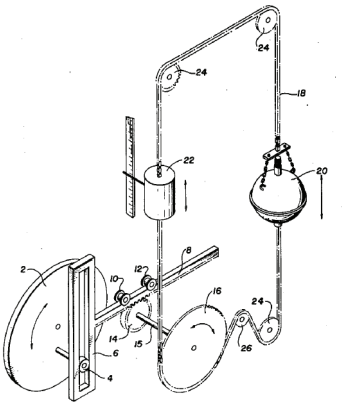


그림 3. 파고 검교정 장치 설계
Figure 3. Wave Height Calibration

위와 같이 해외에서는 파도의 높낮이를 측정 할 수 있는 검교정 장치에 대하여 다양한 설계 및 개발이 진행 중인 상황이다. 하지만 아직까지 표준이라는 명확한 기준은 없다. 현재 우리나라는 파도 높낮이와 관련하여 검교정할 수 있는 기관이 없으며 그에 따른 장치도 개발되어 있지 않다. 또한 위 그림과 같이 검교정 장치들은 파고에 대하여 높낮이를 표현을 할 수 있지만 파향[7, 8], 진폭, 쓰나미[9, 10]와 같은 현상을 재현 할 수 없으며 측정할 수도 없다. 일부 파향과 유사한 환경을 만들 수 있지만 파향을 표현하기 위해서는 방향을 변경할 수 있는 구조 및 시스템이 포함되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 검교정 뿐만 아니라 다양한 해양파[11]에 대하여 실험을 할 수 있는 장치를 제안하고자 한다.

3. 파랑관측을 위한 검교정 시스템

3.1 검교정 장치구조

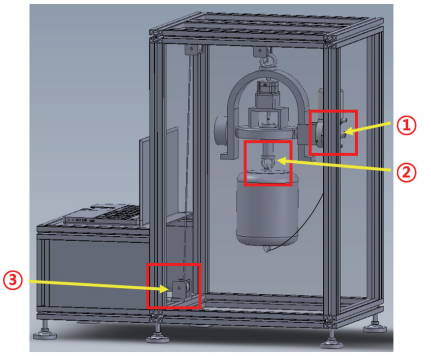
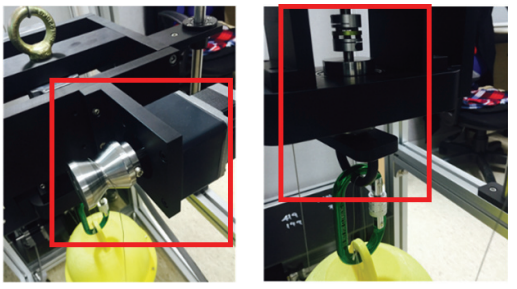
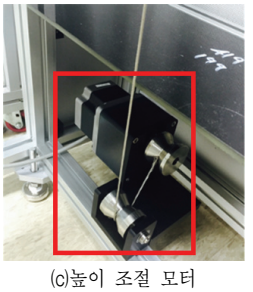


그림 4. 파랑 검교정 장치
Figure 4. Ocean Wave Calibration Device



(a)좌,우 조절 모터 (b)360° 회전 모터



(c)높이 조절 모터

그림 5. 파랑 검교정 장치 제작
Figure 5. Making of Ocean Wave Calibration Device

검교정 시스템은 3개의 스텝모터[12]로 구성되어 있으며, 파도의 높이(파고)와 파도의 방향(파향)[13], 진폭[14], 쓰나미 등을 표현할 수 있도록 설계되어

www.kci.go.kr

있다. <그림 4>는 개발을 위해 설계한 파랑 검교정 장치 설계이다. <그림 4-①>은 파도의 출렁거림을 표현할 수 있는 모터로써 부위를 좌, 우로 움직이는 역할을 하며, 실제 제작된 <그림 5-(a)>에 해당한다. 와이어를 이용하여 부이의 한쪽 부분을 올렸다 내렸다 함으로써 파도에 동작을 유사하게 구현한다. <그림 4-②>는 360° 방향으로 아래 설치되어 있는 부이의 방향을 제어하게 된다. <그림 5-(b)>는 실제 제작된 모습으로 360도 방향으로 오른쪽, 왼쪽으로 회전이 가능하다. 회전 각도는 0.5도 단위로 조정이 가능하며, 이 기능을 이용하여 방향에 따른 파향 측정 및 검교정을 한다. <그림 4-③>은 부이의 높이를 제어하는 모터로써 도르래를 이용하여 파도에 높낮이를 제어한다. <그림 5-(c)>는 개발된 모터가 무리가 가지 않도록 3개의 도르래를 이용하여 해당 장치를 위, 아래로 동작시킨다. 위와 같이 3개의 모터를 동시에 동작함으로써 파고, 파향, 쓰나미 등과 같은 다양한 해양파를 구현할 수 있으며, 시뮬레이션 및 검교정을 할 수 있다. 모터 각도는 0.1도 단위로 동작을 할 수 있으며, 소프트웨어를 이용하여 반복 동작을 제공한다.

3.2 파랑 검교정을 위한 모터제어

파랑검교정 장치를 위한 모터는 스텝모터를 이용한다. 제어는 Cortex 기반의 MCU(Micro Controller Unit)를 이용하며, 모터의 속도는 분당 0~100r/min이다. 제작된 검교정 장치는 파고 및 파향을 측정 할 수 있는 데이터로거를 부이 안에 넣은 다음 비교측정을 할 수 있다. 해외에서는 일반적으로 실제 바다에 띄울 부이 안에 데이터로거 장치를 넣어서 측정을 하지만 부이 안에 넣지 않고 측정하는 값과 데이터 값의 오차가 거의 없기 때문에 파고[15, 16], 파향 시뮬레이션 및 검교정은 데이터로거만을 이용한다.

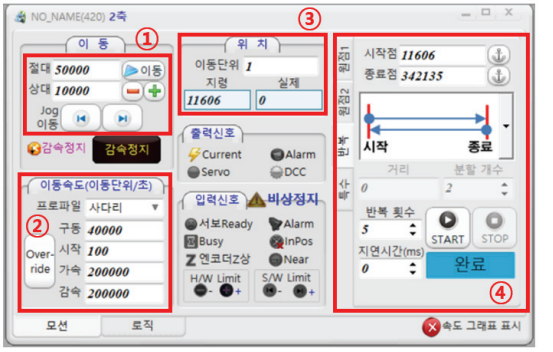


그림 6. 스텝모터 제어 소프트웨어
Figure 6. Software for Stepper Motor Control

<그림 6>과 같이 소프트웨어를 이용하여 3개의 스텝모터를 제어한다. 위와 같은 제어 소프트웨어 3개를 이용하여 각각 스텝모터를 제어하며, 스텝모터가 동작할 때 움직임에 따른 스텝모터 위치를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. <그림 6-①>은 수동모드일 때 모터를 동작하는 기능을 제공하며, 절대 값에 해당하는 위치이동을 하거나 현재 위치한 곳에서 움직일 수 있는 상대 위치 이동제어 기능을 제공한다. 1mm의 단위는 100이며, 1000의 숫자만큼 이동하는 것은 1cm이동하는 것과 같다. <그림 6-②>는 모터의 이동속도를 설정하는 부분으로 어느 정도에 단위로 동작 할지 설정할 수 있다. 동작 단위여부에 따라 구동과 처음 모터의 부하가 가해지는 시작, 그리고 현재 속도에서 구동까지 가는 시간에 대하여 몇 단계로 값을 나눠서 동작할지 가속과 감속 부분을 설정할 수 있다. <그림 6-③>은 실제 모터가 움직이는 단위를 모니터링 해주는 부분으로써 최소 단위 값을 지정하면 그에 따라 값이 변경되어 지령 부분에 표시가 된다. <그림 6-④>는 주기적으로 같은 위치 값을 반복적으로 구동할 때 사용하는 기능이다. 여러 개의 모터를 동시에 움직일 때 주로 사용하며, <그림 6-③>에서 출력되는 값을 이용하여 시작점과 종료점을 입력하면,

www.kci.go.kr

설정한 위치만큼 모터가 동작한다. 또한 시작지점에서 종료지점까지 몇 번을 반복할지 여부를 설정할 수 있다. 설정한 이후에는 START 버튼을 눌러 실행한다.

표 1. 출력데이터 형식
Table 1. Output Data Format

1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7
ID	측정일	측정시간	유의파고	최대파고	파고	파주기
#test	171125	083000	15	17	15	91

1-8	1-9	1-10	1-11
높이 모터위치	회전 모터위치	x축 모터위치	상태코드
001000	001000	001000	FFFF

<표 1>은 파고 검교정을 진행 하면서 실시간으로 출력되는 데이터 형식이다. 1-1는 검교정을 진행하면서 구분하기 위한 ID이다. 영문기준으로 최대 10글자까지 표시가 가능하다. 1-2와 1-3은 측정일자와 시간을 나타낸다. 측정일은 2개의 숫자순으로 년, 월, 일을 나타낸다. 측정시간은 2개 숫자순으로 시, 분, 초를 나타낸다. 1-4는 유의파고를 나타내며, 15는 3.5m를 뜻한다. 1-5는 최대파고를 뜻하며, 검교정을 진행하면서 제일 높게 나온 데이터를 출력한다. 1-7의 측정범위는 0~60sec이며, 파주기가 91이라면 9.1sec를 나타낸다. 마지막으로 1-11은 검교정 진행도중 발생되는 에러에 대하여 상태값을 나타낸다.

3.3 파고 검교정을 위한 알고리즘

검교정을 진행하기 위해서는 비교 데이터가 필요하다. 일반적인 기온, 기압, 습도 등과 같은 검교정은 단일 데이터만 가지고 검교정을 진행할 수 있지만 해양파와 관련해서는 몇 가지 알고리즘을 처리해야지만 비교데이터를 추출할 수 있다. 본 연구에서는 파고데이터를 비교할 수 있도록 5분 간격의 파고 데이터를 추출하는 알고리즘을 적용하여 검교정을 진행한다. 단순 높낮이 대해서는 별도의 알고리즘이 필요하지 않지만 유의파고, 최대파고, 파주기에 대해서는 데이터 처리 과정이 필요하다.

알고리즘 1. 파고 데이터 분석 알고리즘
Algorithm 1. Ocean Wave Data analysis algorithm

WHILE T_r *Real Time Operation* *THEN*
IF (K_{flag} == 0) *THEN* //①
K_{flag} = 1;
K_p = 1; //②
K_q = 0.0001; //③
K_r = 0.0001; //④
K_x = 0.0;
END IF
IF (K_{flag} == 1) *THEN* //⑤
$K_n x = K_x$; //⑥
$K_n p = Kp + K_q$; //⑦
$K_k = \frac{K_n p}{(K_n p + K_R)}$; //⑧
$K_z = hex$; //⑨
$K_x = K_n x + Kk \times (K_z - K_n x)$; //⑩
$Kp = (1 - K_f) \times K_n p$; //⑪
END IF
$hex = K_x$; //⑫

위 알고리즘을 이용하여 파고 관련 데이터를 분석하며 기본적으로 칼만 필터를[17, 18] 이용하여 데이터를 처리한다. ① ~ ④는 알고리즘을 시작하기 전에 초기 값을 설정하는 부분으로 ①은 칼만 필터 적용을 위한 초기 값, ②는 오차 공분산 행렬을 위한 초기 값, ③은 시스템 노이즈의 공분산 행렬을 위한 초기 값, ④는 측정되는 노이즈의 공분한 행렬을 위한 초기 값이다.

www.kci.go.kr

표 2. 예측방정식
Table 1. Prediction Equation

$\overline{x_k} = A\overline{x}_{k-1}$: ***추정 값 예측***
$\overline{P}_k = A\overline{P}_{k-1}A^T + Q$: ***공분산 예측***
$\overline{x}_k$: 시스템 예측 상태 값
A : 상태 행렬
$\overline{x}_{k-1}$: 이전의 시스템 예측 상태
A^T : A행렬의 직교 행렬 ($AA^T = I$를 만족함)
$\overline{P}_k$: 오차 공분산 예측 값
$\overline{P}_{k-1}$:이전의 오차 공분산 예측 값
q : 시스템 노이즈 공분산

표 3. 측정방정식
Table 3. Measurement Equation

$K_k = \overline{P}_k H^T (H\overline{P}_k H^T + R)^{-1}$: ***칼만 이득 계산***
$x_k = \overline{x}_k + k_k(x_k - H\overline{x}_k)$: ***추정 값 계산***
$P_k = \overline{P}_k - k_k H\overline{P}_k$: ***오차 공분산 계산***
K_k : 칼만 이득
R : 측정 잡음 공분산 행렬
H : 상태 행렬
P_k : 오차 공분산 행렬

알고리즘 1의 ⑥, ⑦식은 <표 2>의 예측방정식을 이용한다. 시스템 상태가 1일 경우 LTI(Linear Time-Invariant)시스템을 A=1로 적용하여 $\overline{x_k} = A\overline{x}_{k-1}$ 식을 알고리즘 형태로 $K_n x = K_x$ 로 변환하고 $\overline{P}_k = A\overline{P}_{k-1}A^T + Q$ 는 $K_n p = Kp + K_q$ 로 변환한다. 알고리즘 1의 ⑧ ~ ⑪식은 <표 3>의 측정방정식을 이용하며, 시스템 상태가 1일 경우 LTI 시스템을 H=1로 적용하여 $K_k = \overline{P}_k H^T (H\overline{P}_k H^T + R)^{-1}$식을 알고리즘 형태의 $K_k = \dfrac{K_n p}{(K_n p + K_R)}$ 식으로 변환한다. 알고리즘의 $K_{z=}hex$ 에서 hex는 z축의 값을 나타내며, $x_k = \overline{x}_k + k_k(x_k - H\overline{x}_k)$는 알고리즘 ⑩의 식 $K_x = K_n x + Kk \times (K_z - K_n x)$로 변환하고 측정방정식의 $P_k = \overline{P}_k - k_k H\overline{P}_k$는 알고리즘 ⑪의 식 $Kp = (1 - K_f) \times K_n p$ 로 매칭하여 변환한다. 따라서 예측방정식과 측정방정식 2개를 알고리즘에 적용하여 파고의 데이터 값을 추출한다. 검교정 장치에서 모터가 움직였을 때 출력되는 위치 값들을 알고리즘을 통해 실시간으로 분석하여 데이터 비교를 할 수 있게 전송 및 SD카드에 저장을 한다.

4. 파고 검교정 비교실험

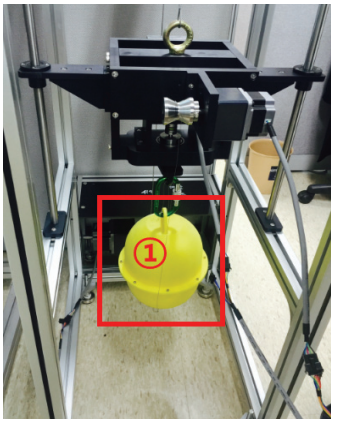


그림 7. 비교실험
Figure 7. Comparative Experiment

그림 8. 파고관측 데이터로거
Figure 8. Data Logger for Ocean Wave Observation

본 논문에서는 파고와 관련하여 검교정 장치에서 출력되는 파고 데이터와 데이터로거에서 출력되는 파고 데이터를 이용하여 비교 실험을 진행하였다. 비교 실험에서 사용되는 데이터로거는 기상

www.kci.go.kr

청에서 실제 사용되고 있는 데이터로거로써 파고에 대하여 정확한 값을 출력한다. 본 논문에서는 <그림 7>과 같이 비교실험을 진행하였으며, <그림 7-①> 안에 파고측정이 가능한 데이터로거를 넣고 검교정 장치와 동시에 파고 측정을 진행하였다. <그림 8>은 파고관측 데이터로거로써 <그림 7-①> 모형 부이 안에 부착이 되어 실험을 진행한다.

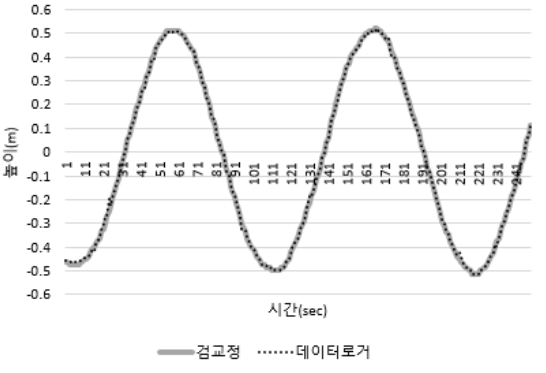


그림 9. 파고 데이터 비교결과
Figure 9. Ocean Wave Data Comparison Result

<그림 9>는 검교정 장치에서 추출한 파고 데이터와 데이터로거 장치에서 추출한 파고 데이터를 비교한 그래프이다. 검교정 장치에서 동작하는 파고의 높이는 1m이며 위, 아래로 반복적으로 동작한다. 검교정 장치의 파고 데이터와 데이터로거의 파고 데이터 간에 오차는 ±2mm이다. <그림 9>와 같이 비교실험을 통해 나온 데이터 수치는 전반적으로 거의 동일 하였으며, 중심점 0을 기준으로 최대 50cm, 최소 -50cm의 동일한 데이터가 나왔다는 것을 실험을 통하여 결과를 도출할 수 있다. 또한 위, 아래로 움직이는 범위는 1m이며, 검교정 장치와 데이터로거가 ±50cm에 파고 값을 출력하고 있기 때문에 본 논문에서 개발된 검교정 장치가 정확한 데이터를 출력하고 있다는 것을 실험을 통하여 증명하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 3축 모터 기반의 파고 시뮬레이션 및 검교정 시스템을 연구하였다. 검교정 시스템은 3개의 모터를 이용하여, 파고, 파향, 진폭, 쓰나미 등 다양한 바다환경의 패턴을 구현할 수 있으며 이를 이용하여 다양한 해양환경을 측정할 수 있는 개발환경을 제공한다. 본 논문에서는 파고에 대하여 검교정 장치와 기존 기상청에서 사용하고 있는 파고관측 데이터로거를 비교실험을 하였으며, 비교실험을 통하여 동일한 데이터가 출력이 되는 것을 확인하였다. 현재 개발된 검교정 장치는 파향, 쓰나미 등 다양한 해양파 구현이 가능하다. 하지만 객관적인 자료로 검증을 위한 자료가 필요한 상황이며, 향후 다양한 해양파에 대하여 검증을 할 수 있도록 명확한 데이터 수집과 이를 적용할 수 있도록 지속적인 연구를 할 예정이다. 본 논문의 해양파에 대한 검교정은 파고에 대하여 검증을 진행하였으며, 정확한 데이터 출력이 되는 것을 확인할 수 있다.

References

[1] Korea Meteorological Industrial, http://www.kmiti.or.kr, 2017.

[2] M. V. Amnon, and F. Vadasz, *Waverider buoy accelerometer calibration testing device*, U.S. Patent No. 4,158,956. 26 Jun. 1979.

[3] K. Steele, J. Lau, and Y-H. Hsu, *Theory and application of calibration techniques for an NDBC directional wave measurements buoy,* IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. 10, No. 4, pp. 382-396, 1985.

[4] P. Gerritzen, *The calibration of wave buoys*,

www.kci.go.kr

Datawell BV, Haarlem, The Netherlands, Tech. Rep, pp. 1-5, 2004.

[5] CDIP, http://cdip.ucsd.edu, 2017

[6] M. V. Amnon, and F. Vadasz, *Waverider buoy accelerometer calibration testing device*, U.S. Patent No. 4158956, 1979.

[7] K. E. Steele, C-C. Teng, and D. W. C. Wang, *Wave direction measurements using pitch-roll buoys,* Ocean Engineering, Vol. 19, No. 4, pp. 349-375, 1992.

[8] R. S. Arthur, *Variability in direction of wave travel,* Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 51, No. 1, pp. 511-522, 1949.

[9] I-J. Moon, I. Ginis, T. Hara, H. L. Tolman, C. W. Wright, and E. J. Walsh, *Numerical simulation of sea surface directional wave spectra under hurricane wind forcing,* Journal of physical oceanography, Vol. 33, No. 8, pp. 1680-1706, 2003.

[10] E. A. Okal, and C. E. Synolakis, *Sequencing of tsunami waves: why the first wave is not always the largest,* Geophysical Journal International, Vol. 204, No. 2, pp. 719-735, 2015.

[11] M. E. McCormick, *Ocean wave energy conversion,* Courier Corporation, 2013.

[12] H. N. Thirumaleshwar, S. M. Sundaram, and A. Vaz, *Modeling stepper motor control system with micro-stepping excitation mode,* International Journal of Engineering Trends and Technology, Vol. 2, No. 1, pp. 136-143, 2016.

[13] W. Zhao, G. Zhou, and T. Yue, *Retrieval of ocean wavelength and wave direction from sar image based on radon transform,* Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2013 IEEE International. IEEE, pp. 1513-1516, 2013.

[14] N. Tom, and R. W. Yeung, *Nonlinear model predictive control applied to a generic ocean-wave energy extractor,* Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Vol. 136, No. 4, pp. 1-13, 2014.

[15] I. R. Young, S. Zieger, and A. V. Babanin, *Global trends in wind speed and wave height,* Science, Vol. 332, No. 6028 , pp. 451-455, 2011.

[16] H. T. Benbouzid, and M. Benbouzid, *Ocean wave energy extraction: Up-to-date technologies review and evaluation,* Power Electronics and Application Conference and Exposition (PEAC), 2014 International. IEEE, pp. 338-342, 2014.

[17] S. Sepasi, R. Ghorbani, and B. Y. Liaw, *A novel on-board state-of-charge estimation method for aged Li-ion batteries based on model adaptive extended Kalman filter*, Journal of Power Sources, Vol. 245, pp. 337-344, 2014.

[18] G. Ligorio, and A. M. Sabatini, *A novel Kalman filter for human motion tracking with an inertial-based dynamic inclinometer*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 62, No. 8, pp. 2033-2043, 2015.

3축 모터 기반의 파고 시뮬레이션 및 검교정 시스템 연구

박상현[1], 박종수[1], 배동진[1], 김진술[2], 박용팔[1]

[1]*(주)오션이엔지*

[2]*전남대학교 전자컴퓨터공학부*

www.kci.go.kr

요 약

본 논문에서는 해양의 파랑을 정밀하게 측정할 수 있는 해양 파랑 시뮬레이션을 위한 검교정 시스템을 제안한다. 해외에는 다양한 파도의 높이를 측정하는 검교정 장치가 개발되었지만 표준 데이터는 없다. 또한 기존 시스템은 다양한 해양파를 검교정 할 수 없으며 해양의 파도 높이만 측정 가능하다. 따라서 현재 해양의 파랑을 측정하는 장치가 정확한 데이터를 측정하고 있는지 확인을 할 수 없다. 이 문제점을 해결하기 위해서 해양 파랑 시뮬레이션 및 검교정이 가능한 시스템을 제안하고자 한다. 이 시스템은 3개의 모터를 이용하여, 파도의 높이, 방향을 구현할 수 있다. 또한 개발한 소프트웨어를 이용하여 다양한 파도를 구현할 수 있다. 본 논문에서는 해양에서 발생되는 파도의 유형을 파악하고 재현할 수 있도록 연구를 하였다. 또한 비교분석 할 수 있는 파도의 높이를 측정하였으며, 데이터가 유사하게 나오는 것을 실험을 통하여 증명하였다. 본 논문에서 출력되는 데이터를 이용하여 유사한 해양파 그래프가 그려지는 것을 확인 할 수 있다. 시스템은 파랑을 측정하는 장비가 정확한 데이터를 측정할 수 있도록 검교정 기능을 포함한다. 그리고 해양의 파랑을 측정하는 장비가 해양파를 측정할 수 있도록 다양한 시뮬레이션 기능을 제공한다. 본 논문의 검교정 시스템은 국내에서 첫 시도이며 이 시스템을 이용하여 해양파 조사 및 다양한 분야에 사용되었으면 한다.

감사의 글

이 연구는 기상청 「기상·지진See-At기술개발연구」(KMIPA 2017-1010)의 자원으로 수행되었습니다.

Sanghyun Park received his B.S. Degree in Computer and Information from the University of Korea Nazarene in 2010, and the M.S. degree in School of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University, South Korea. He worked as an engineer in System Development Team of Media Flow Company from 2010 to 2012. He is now studying Ph.D. Degree in School of Electronics & Computer Engineering, Chonnam National University. also, Research Engineer in OCEANENG Ltd. His research interests are Interactive Media, Systems Development, Embedded systems, Digital Media, Cloud computing and Marine weather observation.

E-mail address: sanghyun079@gmail.com

Jongsu Park received the bachelor's degree in the Department of Energy Resources Engineering from the Pukyong University in 1992. He worked in the GIS business department of Samsung SDS From 1992 to 1995. From 1995 to 1997, He worked in the Otronix asia. He was Co-founded Ocean-Tech from 1997 to 2001. He founded Sunjin Marine Technology Company from 2002 to 2003. Currently, he is a CEO in OCEANENG Ltd. His current research interests are ocean weather observations.

E-mail address: oceaneng@hotmail.com

Dong Jin Bae received the bachelor's degree in the Department of Industrial Management Engineering from the Kongju University in 2016. From 2011 to now, He has been working at the Ocean Engineering Division of OCEANENG. He is interrested in OCENA and technology trading. In 2017, He acquired a certificate of Technology transfer agent(TTA) license.

E-mail address: gda2222@paran.com

www.kci.go.kr

Jinsul Kim received the B.S. Degree in computer science from University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA, in 2001, and the M.S. and Ph.D degrees in digital media engineering, department of information and communications from Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon, South Korea, in 2005 and 2008. He worked as a researcher in IPTV Infrastructure Technology Research Laboratory, Broadcasting/ Telecommunications Convergence Research Division, Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Daejeon, Korea from 2005 to 2008. He worked as a professor in Korea Nazarene University, Chon-an, Korea from 2009 to 2011. Currently, he is a professor in Chonnam National University, Gwangju, Korea. He has been invited reviewer for IEEE Trans. Multimedia since 2008. He has been invited for TPC(Technical Program Committee), IWITMA2009/2010, and PC(Program Chair), ICCCT2011 His research interests include QoS/QoE, Measurement/ Management, IPTV, Mobile IPTV, Smart TV, Multimedia Communication and Digital Media Arts.

E-mail address: jsworld@jnu.ac.kr

Yong Pal Park received the bachelor's degree in the Department of Electronics Engineering(Computer Engineering) from the Kumoh National Institute of Technology in 1989. He received the M.S. degree in the Department of Information Technology from POSTECH, Graduate school for information technology in 1995. He was awarded the degree of Master of Science with a thesis entitled "Design and FPGA implementation of a 16-bit microprocessor using the VHDL" He worked at SK Hynix Semiconductor Co., Ltd. and Magnachip Semiconductor Ltd. as a senior researcher engineer from 1995 to 2008. Currently, he is a CTO in OCEANENG Ltd.

His research interests include System IC, Embedded System, SoC system, LCD Display systems, and Ocean Environment Observation system.

E-mail address: oeng.pyp@gmail.com

www.kci.go.kr