

논문 2005-42SC-3-5

수중 탐측장비 회수용 원격 이탈제어 시스템의 개발

(A Retrieval system for the underwater surveying instrument)

김 영 진*, 정 한 철*, 허 경 무**, 조 영 준***

(Young Jin Kim, Han Cheol Jeong, Kyung Moo Huh, and Young June Cho)

요 약

심해저 자원의 확보를 위해서는 먼저 해양환경을 탐사하고 관측해야하며 이를 위해서 계측장비를 해저에 위치시키고 탐사가 끝난 후 회수하는 방법을 사용하는데 이 경우 계절변화에 따른 염분의 농도 및 온도 변화로 다양한 형태의 외란성 노이즈가 발생하여 제어 안정성과 수중통신에 대한 신뢰성이 떨어지고 있다. 그래서 기존의 제어방법은 수신된 제어정보를 하드웨어적인 방법으로 식별하고 기준 정보와 비교하며 이 과정을 수차례 반복하여 획득한 데이터를 제어정보로 활용하고 있다. 이는 제어의 신뢰성이 중요시 되는 시스템에서는 제어안정성 및 효율성이 떨어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 해양환경 변화에 대한 제어안정성 및 동작신뢰성을 향상시킨 수중 탐측장비 회수용 원격 이탈제어 시스템을 제안하고자 한다. 그리고 제어알고리즘 및 원격 이탈제어 시스템의 적합성을 실험을 통하여 확인하였다.

Abstract

In order to successfully exploit underwater resources, the first step would be a marine environmental research and exploration on the seafloor. Traditionally one sets up a long-term underwater experimental unit on the seafloor and retrieves the unit later after a certain period time. Essential to these applications is the reliable teleoperation and telemetering of the unit. This study presents ultrasonic-wave remote control system and an underwater sound recognition algorithm that can identify the sound signal without the influence of disturbances due to underwater environmental changes. The proposed method provides a means suitable for units which require low power dissipation and long-time underwater operation. We demonstrate its ability of securing stability and fast sound recognition through experimental methods.

Keywords : Acoustic release, ultrasonic-wave, underwater, remote control system.

I. 서 론

해저에서 장비를 이용하여 해양자원을 연구하고 탐사하기 위해서 수중초음파 통신기술은 매우 중요한 수단이 된다^{[1][2]}. 해저 탐사 및 관측을 위해서 계측 장비를 해저에 장시간 위치시키고 일정기간이 지난 후 이를 회수하는 방법이 사용되는데 이를 위하여 수중탐측장비

회수를 위한 원격이탈제어장치가 사용된다^[3]. 이러한 방법에 있어서 중요한 것은 계측장비의 회수를 위한 신뢰성이며 해저 환경변화 등 외란요소에 의한 영향을 받지 않고 수중 초음파 신호를 안정적으로 인식할 수 있으며 오동작에 대한 안정성이 확보되어야 한다. 그래서 수중 초음파 통신을 이용한 기존의 제어 방법^[4]은 초음파 신호와 기준 정보 신호를 하드웨어적인 방법으로 비교하며 이 과정을 수차례 반복하여 획득한 초음파 신호를 제어 정보로 활용하고 있다. 이는 탐사 및 관측 장비 회수를 위한 제어장치와 같은 신뢰성이 중요시되는 시스템에서는 제어안정성 및 효율성이 떨어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 해양환경 변화에 의한 영향 및 전파

* 학생회원, ** 정회원, 단국대학교 전자컴퓨터학부
(Dankook university. Dept. of electronic and computer eng.)

***정회원, 한국생산기술연구원
(Korea institute technology)

접수일자: 2005년2월4일, 수정완료일: 2005년5월4일

지연요소에 의한 노이즈 성분을 제거하여 필요주파수 성분을 추출하고 이를 제어정보로 활용하며, 응답에러 제어를 통하여 제어 신뢰성을 향상시킨 수중 탐측장비 회수용 원격 이탈제어 시스템을 제안하고자 한다. 그리고 수중 초음파 통신을 이용하여 외란요소에 영향을 받지 않고 안정적으로 음파 신호를 인식할 수 있는 수중 초음파 신호인식 알고리즘을 접목하였다^[6]. 제어 알고리즘 및 원격제어 시스템의 효율성을 실험을 통하여 확인하였다.

II. 수중 탐측장비 이탈 제어시스템

1. 제어시스템의 구성

제안하는 초음파 원격이탈 제어시스템은 그림 1과 같이 구성되어 있다. 먼저 해상에서 수중초음파 신호를 발생시켜 해저로 송신하는 송신부와, 탐사 및 계측장비 등과 함께 해저면에 고정시키는 수신부로 구성되어 있다. 송신장치에서는 필요한 제어정보를 생성하고, 파워 트랜지스터와 트로이달 코일을 통하여 증폭한 다음 전기적인 신호를 수중 음파로 변환하는 트랜스듀서를 이용하여 초음파 신호를 생성하고 전송한다. 수신장치에서는 송신장치의 트랜스듀서와 음파를 주고받을 수 있는 동일한 장치인 트랜스듀서를 통하여 초음파 신호를 수신한다. 수신된 신호는 트랜지스터와 op-amp를 통하여 증폭되고 LC 공진회로를 콘덴서 결합방식으로 구성된 대역통과 회로에 의하여 필터링 된 후 검파 회로를 통하여 상이한 주파수 별로 구분되어지며 비교기를 이용하여 디지털 신호로 변환되어 음파 해석 알고리즘이 내재되어 있는 마이컴으로 입력된다. 디지털 변환된 신호를 분석하여 마이컴 내부의 기준정보와 비교한 뒤 응답 신호를 생성하고 초음파 신호로 변환한다.

가. 송신부 통신 프로토콜

초음파 원격이탈시스템에서 사용하는 프로토콜은 8개의 블록으로 구성되어 있다. 첫 번째 블록인 sync 블록은 통신의 개시를 알리기 위한 신호이며, header 블록은 수신장치의 종류를 나타내는 식별번호이다. ID 신호는 4개의 블록으로 구성되며 각 블록은 8진수로 변환되어 사용되기 때문에 0000₍₈₎부터 7777₍₈₎사이의 숫자로 구성되어 총 4096개의 ID를 생성할 수 있으며 블록의 형태는 header 정보와 같다. action 신호는 표 1과

같은 초음파 원격제어장치가 수행하는 동작에 대한 신호이며 패리티 신호는 에러 체크 블록으로써 ID 4개자리 정보와 action 정보를 이용하여 식 (1)과 같은 방법으로 생성한다.

$$PARITY = ID(1) \oplus ID(2) \oplus ID(3) \oplus ID(4) \oplus ACTION \quad (1)$$

나. 송신정보 및 캐리어신호 생성

프로토콜은 2개의 주파수를 사용하고 있으며, 두 가지 형태의 블록으로 구분된다. 첫 번째 블록인 Sync 블록은 식 (2)와 같은 형태의 신호 $F_C(t)$ 이고 이 신호를 변조하기위한 캐리어 신호는 식 (3)과 같은 $F_S(t)$ 의 신호 형태로 생성된다.

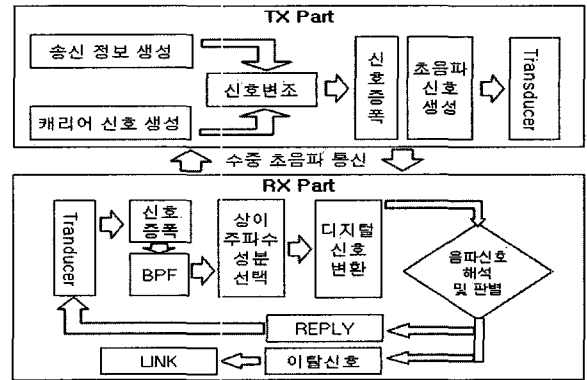


그림 1. 이탈 제어시스템의 구성
Fig. 1. Structure of retrieval system.

표 1. Action 신호 구성
Table 1. Structure of Action signal.

Octal	Item
0	Communication Check
1	Power Check
2	Depth Measure
3	Fast Check for Communication
4	Short Erosion
6	Release with Depth
7	Release with communication check

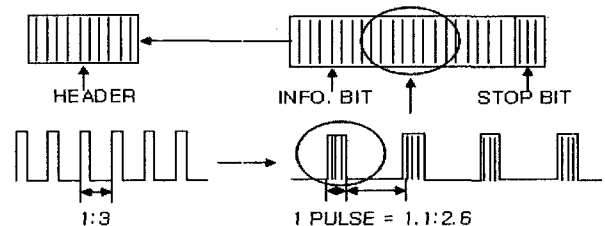


그림 2. 송신정보 신호의 형태
Fig. 2. Transmitting signal type.

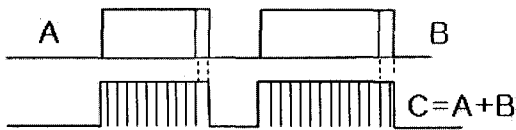


그림 3. 송신 정보 변조
Fig. 3. Modulation of transmitting information.

$$F_C(t) = \sum_n u[t-2nT_C] - u[t-(2n+0.5)T_C] \quad (2)$$

$$F_S(t) = \sum_n u[t-2nT_S] - u[t-(2n+0.6)T_S] \quad (3)$$

여기서 $2T_C$ 및 $2T_S$ 는 sync 신호 및 단속신호의 주기 이다. ID, action, 패리티 신호는 그림 2와 같은 형태($8\mu s$ (On) + $24\mu s$ (Off)) 주기를 갖는 구형파 펄스(On 1.1ms + Off 2.6ms)로 단속하고 stop 비트와 결합한 형태의 블록으로 구성된다^[6].

다. 송신 정보 변조

송신 정보의 변조는 그림 3에서 A의 송신정보와 B의 stop 비트를 결합하여, 마이컴에서 생성된 캐리어 신호에 변조시키는 방법으로 C와 같은 형태의 송신 신호 파형을 얻는다.

라. 초음파 신호 생성

변조된 신호는 파워트랜지스터 및 트로이달 코일을 통하여 증폭되고 트랜스듀서를 거쳐 50% duty의 초음파 신호로 변환된다^{[7][8]}. 또한 해저 환경 변화에 따른 외란의 영향으로 신호가 손실될 수 있는데 이를 방지하기 위하여 초음파 신호를 8진 변환하여 송출하는 방법으로 외란의 영향에 효과적으로 대응시켰다.

2. 수신부

가. 초음파 신호 검출 및 증폭

트랜스듀서를 통하여 입력된 초음파 신호는 수십 μV 정도의 미약한 신호이므로 2단 증폭을 통하여 약 1500 배 증폭한다^[9]. 또한 정확한 정보 전달을 위해서 3개의 주파수(송수신 동기, 제어정보, 응답신호)를 사용하는데, 각각의 주파수 성분은 LC 직렬 공진회로를 콘덴서 결합방식으로 구성한 대역통과 필터를 사용하여 필요한 신호 성분을 검출하고 노이즈 성분을 제거시켰다.

표 2. 음파 신호 판별 기준

Table 2. classification standards of ultrasonic wave.

Item	Time	Pulse	Octal
Communication Check	0.978	50	0
Power Check	1.268	80	1
Depth Measure	1.166	110	2
Fast Check for Communication	1.274	140	3
Short Erosion	1.32	170	4
Release with Depth	1.658	250	6
Release with communication check	1.81	300	7

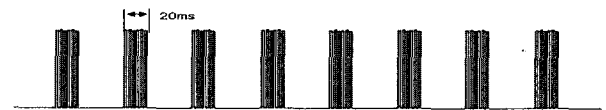


그림 4. 응답신호 기본 펄스
Fig. 4. Basic pulse of reply signal.

나. 상이 주파수 성분 선택

초음파 원격이탈시스템은 3개의 상이한 주파수를 사용하는데 주파수간 차이가 적어 필요한 주파수만을 선택하는 일이 무엇보다 중요하다. 그래서 RLC 병렬 공진회로를 사용하여 공진시 임피던스가 최대가 되는 특성을 트랜지스터의 바이어스로 사용하여 필요한 3개의 주파수 신호 성분을 추출하였다.

다. 디지털 신호 변환

추출된 주파수의 음파신호 성분을 비교기를 이용하여 입력신호와 기준 전압을 1차 비 반전 비교기와, 2차 반전 비교기로 나누어 비교하여 제어 신호 정보로 변환한다. 출력된 신호 성분은 RC 적분 회로를 통과시켜 파형을 정형하였다^[10].

라. 음파신호 해석 및 판별

(1) 음파신호 해석 및 반사파 영향 제거

제어 신호 정보로 변환되어 마이컴으로 입력된 초음파 신호를 해석하는 방법으로, 정보로 인식되는 high 구간의 시간을 마이컴의 타이머 기능을 이용하여 오버플로우되는 횟수를 카운트하는 방법을 사용하였다. 반사파를 고려하지 않고 알고리즘을 작성하면 이전 신호의 정지비트가 뒤이은 정보신호 구간에 수회 반복해서 영향을 주게 되는데 이는 정보신호의 선단부를 인식하고 난 후 반사파가 영향을 미치는 시간(약 0.5sec) 동안은 데이터 구간의 길이를 측정하지 않고 대기하며, 반사파의 영향이 없는 구간부터 재차 측정하는 방법으로 반사파의 영향을 제거하였다^[11].

(2) 음파 신호 판별

지연 요소와 반사파의 영향이 모두 제거되어 측정된 음파신호는 식 (4)를 이용하여 펄스의 개수로 환산되며 표 2의 판별 기준을 이용하여 펄스의 개수가 가장 인접한 항목으로 매핑 되어 신호 정보로 판별된다.

$$pulse = ((time - 300) - 3.4) + 0.5 \quad (4)$$

마. 응답 및 이탈신호 생성

출력신호는 트랜스듀서를 통해 응답신호만을 발생하는 형태와 이탈신호를 동시에 발생하는 형태로 구분되며, 해석된 결과를 바탕으로 출력신호의 형태가 선택되면 이에 따라 응답신호를 생성한다. 출력 신호의 형태가 표 2에 의하여 선택되면 그림 4와 같은 형태의 응답신호 펄스를 발생시켜 해석 및 판별된 정보에 따라 휴지시간의 길이, 펄스의 개수를 상이하게 하여 응답신호의 유형을 구분하였다.

바. 전력 제어

원격이탈시스템은 해저에서 장시간 운용되어야 하므로 연속적인 배터리 소모로 인해 탐사 및 관측장비의 회수가 불가능하게 되는 것을 방지하기 위하여 전력제어 알고리즘을 수행하여 식(5)과 같이 전력제어신호 $\{F_p(t)\}$ 를 단위 스텝 함수의 합의 형태로 생성한다.

$$F_p(t) = \sum_n u[t - 2nT_p] - u[t - (2n + 0.04)T_p] \quad (5)$$

여기서 $2T_p$ 는 전력제어 신호의 주기이다. 매 1초 간격으로 20ms 시간동안 수신부에 전원을 공급하여 sync 신호의 유무를 확인한다. sync 신호가 없을 경우는 sync 신호를 반복하여 검출하는 전력제어모드를 수행하고, sync 신호가 8ms 이상 지속되면 전력 제어 모드에서 탈출하여 정상적인 음파신호 해석모드로 전환된다.

III. 실험

1. 실험 조건 및 방법

본 수중 탐측장비 원격이탈 시스템을 테스트하기 위해 그림 5와 같이 해상에서와 유사한 형태의 외란요소가 작용하는 수조를 준비하였으며 송신기의 역할을 대행하고 송신 상태와 응답신호등을 시각적으로 확인할 수 있는 평선컨트롤러와 시스템에 전압을 공급하는

DC12V 배터리, 송수신 겸용 트랜스듀서를 이용하여 송신부를 구성하였고 수신부는 음파의 수신 상태 및 전압, 전류의 소모량을 시각적으로 확인할 수 있는 평선시물레이터, DC18V 전원을 공급하는 배터리, 각 단계별 음파 수신 상태를 수치적, 시각적으로 확인할 수 있는 평선 체커, 그리고 응답 신호를 초음파 신호로 변환하여 전송하는 트랜스듀서로 구성하였다. 평선 컨트롤러에서 모드 전환 스위치를 이용하여 제어정보를 입력하면 트랜스듀서에서 음파신호가 발생하고, 평선체커를 통하여 수신된 초음파 신호의 상태를 시각적이고 수치적인 데이터로 획득하는 방법으로 실험을 수행하였다.

가. 대역 통과 필터의 특성

제어 신호 정보로 활용하기 위한 주파수 신호 성분을 통과시키는 대역통과필터 특성을 확인하였다. 그림 6과 같이 3개의 주파수 성분을 사용하여 제어 신호 정보로 활용하고 있으므로 3개 주파수 성분이 포함된 사용주파수 대역인 20~50kHz 구간의 대역통과 필터의 특성을 확인하였다. 좌측 파형은 공진회로의 선택도가 우수하여 상대적으로 중간주파수 대역의 공진특성이 낮게 나타나는 특성곡선이며, 우측 파형은 증폭단을 통하여 신호전체를 증폭하고 중간 주파수 성분을 재차 필터링하여 선택하는 방법으로 중간 주파수 성분의 대역 통과 특성을 향상시킨 파형이다. 결과적으로 3개의 주파수 성분을 사용하여 제어 정보 신호로 조합할 수 있어 제어 정보의 보안성 및 외란에 대한 안정성을 확보할 수 있었다.

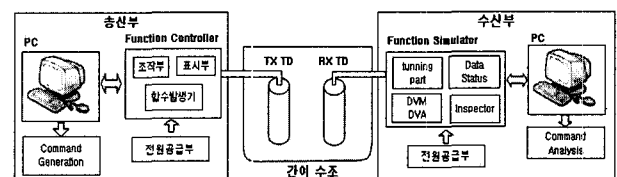


그림 5. 실험 장치 구성
Fig. 5. Structure of experiment equipments.

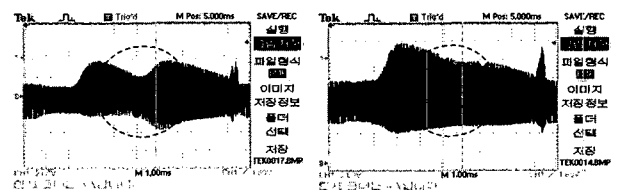


그림 6. 대역통과필터 특성
Fig. 6. Characteristics of band-pass filter.

나. 주파수 선택성 실험

필요한 주파수 성분만을 추출해 내는 특성을 평가하기 위하여 주파수 선택성 실험을 하였다. 그림 7은 제안하는 방법으로 필요한 주파수 성분을 추출한 결과로서 공진회로에서 공진시 임피던스가 최대가 되는 특성을 트랜지스터의 베이스 구동을 위한 바이어스로 사용하는 방법을 이용하였다. 진폭이 작은 파형은 공진회로의 충실도($Q=X_L/r$)특성이 낮아 주파수 선택성이 낮게 나타난 결과를 보여주고 있으며, 진폭이 큰 파형은 “Q” 값을 120에서 160으로 높여서 공진회로의 선택성이 향상된 결과를 보여주고 있다.

다. 외란성 노이즈에 의한 영향 제거

외란성 노이즈에 의한 영향을 제거하기 위하여 노이즈 저감특성을 평가하였다. 하드웨어적인 필터링으로 노이즈 성분을 저감시켰고 그림 8과 같이 임의 형태의

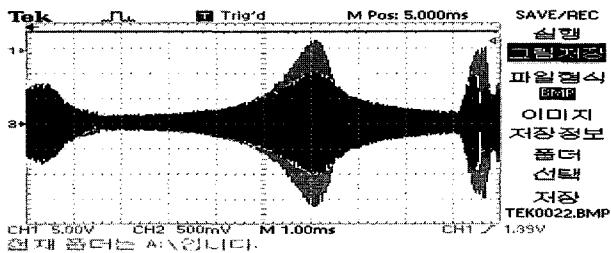


그림 7. 필요주파수 선택 실험
Fig. 7. Selection test of wanted frequency.

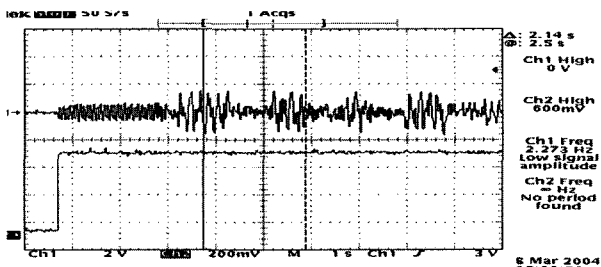


그림 8. 외란성 노이즈 영향 제거
Fig. 8. Removal of disturbance noise effect.

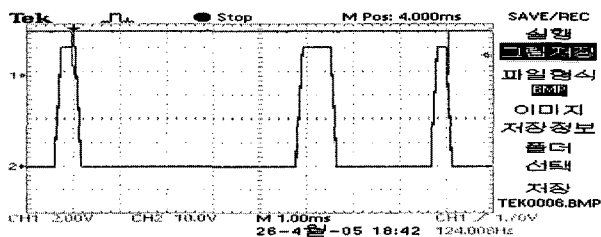


그림 9. 디지털 신호 정보 변환 특성
Fig. 9. Conversion characteristics of digital signal.

노이즈가 함유된 신호에 대해서 100ms 간격으로 초음파 신호 여부를 확인하며 연속적으로 초음파 신호가 검출된 경우에만 신호 정보로 활용하고 불규칙적이고 불연속적인 신호 성분에 대해서는 노이즈로 판단하여 제거하는 방법으로 노이즈에 의한 영향을 제거시켰다.

라. 디지털 신호 변환 특성

추출된 주파수를 입력으로 제어 신호 정보로 변환하는 특성을 확인하였다. 그림 9와 같이 입력된 제어신호 정보를 8진 변환하여 기준 정보와 매핑하는 방법으로 제어신호 정보를 생성하고, 변환과정에서 발생하는 노이즈에 의한 영향 및 제어정보의 손실은 보정알고리즘을 통하여 제어정보 신호로 생성되므로 비교기의 임계 특성에 의한 영향을 제거할 수 있어 보다 안정된 제어 신호 정보를 생성할 수 있었다.

마. 손실 정보 보정

해저 환경변화 등 외란에 의한 영향으로 손실된, 초음파 정보를 보정하는 알고리즘을 평가하기 위한 실험이다. 그림 10과 같이 제안된 손실 정보 보정 방법은 초음파 신호를 마이컴의 제어신호 정보로 입력하고, 이를 8진 변환하고 기준 정보에 매핑하여 손실된 초음파 정보를 보정한 후 재차 출력하는 방법으로 외란에 의해 손실된 정보를 보정하였다.

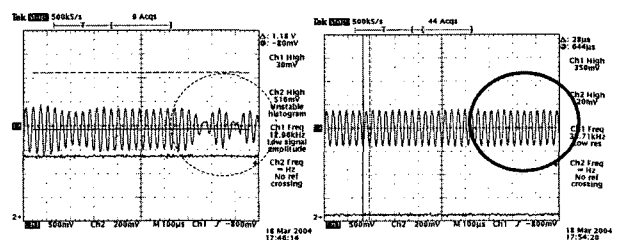


그림 10. 초음파 정보 손실 보정
Fig. 10. Compensation of ultrasonic wave information loss.

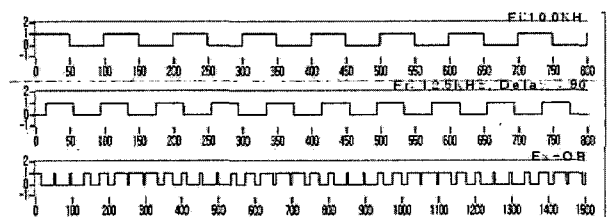


그림 11. Fi와 Fr의 주파수가 다른 경우의 배타적 논리합
Fig. 11. The result of Exclusive-OR at different frequency.

2. 기존 원격 이탈 제어시스템과의 비교

가. 거리에 따른 제어시스템의 동작특성 비교

수중환경에서 거리의 증가로 수중초음파 신호세력이 감쇠되면 외란에 의한 노이즈 성분이 제어시스템에 영향을 미치게 되는데 이의 영향을 평가하기 위하여 거리에 따른 제어시스템의 동작특성을 평가하였다^[12].

기존 제어시스템에서는 그림 11과 같이 입력신호 주기 (T_i)와 기준 신호 주기 (T_c)의 차이 ($T_c - T_i = \delta T$)가 기준신호 주기의 범위내 ($0 < \delta T < T_c$)인 경우에는 배타적 논리합의 주기가 $2T_c$ ($T_c / \delta T - 1$) 인 신호가 되어 펄스폭이 반복적으로 증가 및 감소하여 평균적으로 인가 전압의 절반(약 2.5V)에 수렴하는 성질을 가지고 있어 기준전압(3.0V) 이하로 되어 신호의 추출이 곤란하여 제어시스템의 동작효율이 낮아지는 요인으로 작용하고 있

표 3. 거리에 따른 제어시스템의 동작특성

Table 3. Action characteristics of control system by distance.

SPEC					결과				
거리 (×10)	수신 (mV)	중폭 (V)	함력 (비교기)	비교 기준	Noise 미포함	감쇄율 (%)	Noise 포함	감쇄율 (%)	
기 존	5	2.32	4.85	4.9	3.0V 이상	4.87	1	2.45	50
	10	1.64	4.59	4.6		4.53	8	2.48	49
	20	1.25	3.36	4.3		4.24	13	2.48	49
	30	0.81	2.27	4.0		3.96	19	2.46	50
	40	0.46	1.29	3.6		3.51	28	2.47	50
	50	0.08	0.22	3.2		3.12	36	2.40	51
제 안	5	2.32	4.87	1.70	160- 170 펄스	1.70	0	1.64	3.6
	10	1.64	3.44	1.69		1.68	1.2	1.63	4.2
	20	1.25	2.63	1.67		1.66	2.4	1.61	5.3
	30	0.81	1.70	1.66		1.65	2.9	1.60	5.9
	40	0.46	0.97	1.65		1.63	4.1	1.57	7.7
	50	0.08	0.17	1.63		1.62	4.7	1.54	9.5

표 4. 수중 초음파 통신 성공률

Table 4. Communication success rate of underwater ultrasonic wave.

거리 (×10)	수신 (mV)	중폭 (V)	비교 기준	결과										성공 률(%)	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
기 존	5	2.32	5.00	3.0V 이상	4.9	4.9	4.7	4.8	4.9	4.7	4.7	4.9	4.8	4.9	100
	10	1.64	4.59		4.6	4.5	4.4	4.6	4.5	4.7	4.5	4.4	4.7	4.6	100
	20	1.25	3.36		4.3	4.4	4.1	4.1	4.3	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	100
	30	0.81	2.27		4.0	4.0	3.9	3.8	3.9	4.1	4.0	2.9	3.8	3.9	90
	40	0.46	1.29		3.6	2.7	3.3	3.4	2.7	3.7	3.6	3.7	2.6	3.5	70
	50	0.08	0.22		3.2	3.3	2.6	3.2	3.2	3.3	2.6	2.7	3.2	2.6	60
제 안	5	2.32	4.87	160- 170 펄스	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	100
	10	1.64	3.44		1.69	1.70	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.70	1.70	100
	20	1.25	2.63		1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	100
	30	0.81	1.70		1.66	1.67	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	100
	40	0.46	0.97		1.65	1.64	1.65	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	90
	50	0.08	0.17		1.63	1.61	1.63	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	80

나 표3과 같이 제안하는 시스템에서는 미약한 신호성분을 증폭하고 이를 8진 변환된 기준신호정보와 비교 및 손실된 정보를 보정하여 신호성분을 추출하므로 필요주파수 선택 성능을 향상시켜 거리에 따른 특성 변화를 줄여 원격이탈 제어시스템의 동작효율이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

나. 수중초음파 통신 성공률 비교

해양환경의 변화로 매질 조건 등이 변화하여 수중초음파 통신에 미치는 영향을 평가하기위하여 통달거리 및 통신 성공률을 평가하였다. 기존의 시스템에서는 외란성 노이즈에 대한 영향을 하드웨어적인 필터링을 사용하여 제거되지 않은 노이즈성분이 신호입력에 영향을 주고 있다. 이는 EX-OR 수행 후 적분회로를 통과한 신호를 극한을 취하면 입력신호의 절반으로 수렴하여 기준전압보다 낮아지게 되고 이를 무신호입력조건으로 판단하여 통신에러를 발생하고 재차 신호인식 알고리즘을 수행하는 방법을 사용하므로 외란성 노이즈 발생시 통신성공률이 낮아지는 요인이 되고 있다. 제안하는 시스템에서는 초음파 정보손실보정 및 외란성 노이즈에 의한 영향 제거 알고리즘을 적용하여 표 4와 같이 통달거리 약 400m 정도까지 90% 정도의 높은 통신 성공률을 나타냈다. 결과적으로 외란환경에 의한 통신장애가 효과적으로 제거되어 통신 성공률이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 수중 초음파 통신을 이용하여 안정적인 해저운용장비 회수를 위한 원격이탈 시스템을 제안하였다. 해저 환경의 변화에 따른 외란 요소에 영향을 받지 않고 안정적으로 음파를 인식할 수 있는 수중 초음파 신호 인식 알고리즘을 접목하였다. 공진회로를 이용한 대역통과 필터와 주파수 추출 회로를 통하여 필요한 신호 성분만을 안정적이고 효과적으로 검출해 낼 수 있었으며, 8진 변환과 반사파 영향 제거 알고리즘으로 외란성 노이즈에 대하여 효율적으로 대처할 수 있었다. 그리고 전력제어를 통하여 해양환경에서 장시간 운영되어야 하는 시스템에 적합한 저 소비 전력형으로 설계되었다. 기적용중인 원격이탈시스템과 비교하여 거리증가에 따른 제어시스템의 동작특성 변화를 없게 하여 동작효율을 높일 수 있었으며, 수중 초음파 통신에 있어서

손실정보 보정 알고리즘을 이용하여 외란성 노이즈에 의한 영향을 효과적으로 제거할 수 있어 통신 성공률을 높일 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제안하는 해저용장비 원격이탈시스템은 기존에 적용중인 해저 탐사 및 관측 장비 회수를 위한 원격이탈시스템과 비교하여 보다 효율적인 시스템이라고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 진강옥, “수중통신과 지중통신”, 전자공학회지 제5권 제4호, 1978.
- [2] P. H Milne, "Underwater Acoustic positioning systems", Gulf publishing company, 1983.
- [3] 한국해양연구소, “Development for a domestic model of acoustic release system”, 1993.
- [4] 러시아 극동 해양연구소(IMTP), 대우중공업 주식회사, “초음파를 이용한 수중통신 시스템 개발”, 1999.
- [5] 김영진, 허경무, 우종식, 조영준, “Acoustic releaser 제어를 위한 강인한 수중음향신호 인식 알고리즘의 개발”, 전자공학회지 제41권 SC편 제3호 33~38 page, 2004.
- [6] 이종락, “초음파와 그 사용법”, 세화, 1997.
- [7] M. H. Rashid, "Power Electronics", Principle-Hall International, Inc., 1988.
- [8] Rodney F.W. Coates, "The Design of Tranducers and Arrays for Underwater Data Transmission", IEEE Journal on Oceanic Engineering, Vol. 16, No. 1, 1991.
- [9] 本茂, "OP Amp. 實戰技術", 圖書出版 세운
- [10] A. P. Malvino, "Electronic Principles", 보성문화사, 1990.
- [11] A. D. Waite. "Sonar for Practising Engineers", Ferranti Thomson sonar systems Ltd., UK 1996.
- [12] Robert J. Urick, "Principles of underwater sound", McGraw-Hill Book Company, 1975.

— 저 자 소 개 —



김 영 진(학생회원)
 2002년 단국대학교 전자컴퓨터
 공학과 석사졸업,
 2002년~현재 동 대학원
 박사과정 재학 중,
 2001년~한국생산기술연구원
 위촉연구원,
 <주관심분야 : 초음파센서 응용개발, 리니어 서보
 모터 제어, 잉크젯분사 응용개발>



정 한 철(학생회원)
 2001년 명지대학교 전기전자
 공학부 학사졸업.
 2002년~현재 단국대학원
 석사과정
 <주관심분야 : 초음파통신 응용분
 야, 서보모터 응용제어>



허 경 무(정회원)
 1979년 서울대학교
 전자공학과 졸업.
 1981년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 석사졸업.
 1989년 동대학원 박사졸업.
 2005년 현재 단국대학교 전자
 컴퓨터학부 교수.
 <주관심분야 : 3차원 디스플레이, 로봇트 제어,
 검사 자동화, 시스템 제어, 학습 제어, Servo
 Motor 제어, 디지털제어기 설계 및 시뮬레이션>



조 영 준(정회원)
 1979년 한양대학교
 기계공학과 졸업,
 1981년 한국과학기술원
 석사(기계공학) 졸업.
 1986년 한국과학기술원
 박사(기계공학) 졸업.
 1986년~1989년 대우조선(주).
 1989년~현재 한국생산기술연구원 근무 중.
 <주관심분야 : 자동제어, 광부품 응용>