

음성인식모듈을 이용한 선박조타용 임베디드 시스템 개발

Development of an Embedded System for Ship's Steering Gear using Voice Recognition Module

박계각* · 서기열* · 홍태호**

Gyei-Kark Park*, Ki-Yeol Seo* and Tae-Ho Hong**

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부

** 목포해양대학교 대학원 해사정보계측 전공

요 약

최근 국내외적으로 소형선박의 효율적인 운용을 위해서 많은 자동화 기술의 발전을 이루었으나, 이에 따른 선박 운용은 더욱 복잡해져 각종 계기와 선박 기기를 조작해야하는 번거로움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 휴먼 인터페이스 기술의 하나인 음성정보처리기술을 선박 운용시스템에 적용한 연구 사례가 있으나 아직까지 구체적인 시스템 구현이 미비하다고 할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 선박운항자의 및 부담경감 및 효율적인 선박운용을 위하여 음성인식 모듈을 이용한 선박조타용 임베디드 시스템을 구현하고자 한다. 구체적인 연구방법으로는, 화자독립방식의 음성인식 모듈(VR-33R)을 이용하여 선박의 조타기를 제어할 수 있는 임베디드 시스템을 설계 및 구현하고, 실제 선박시스템을 축소한 모형선박의 조타시스템에 적용하여 그 효용성을 확인하고, 실용화를 위한 방안을 모색하고자 한다.

Abstract

Recently, various studies had been made for automatic control system of small ships, in order to improve maneuvering and to reduce labor and working on board. To achieve efficient operation of small ships, it had been accomplished to rapid development of automatic technique, but the ship operation had been more complicated because of the need to handle various gauges and instruments. To solve these problems, there are examples to be applied to the speech information processing technologies which is one of the human interface methods in the system operation of ship, but the implementation of definite system is still incomplete. Therefore, the purpose of this paper is to implement the control system for ship steering using the voice recognition module.

Key words : 음성인식모듈, 선박 조타시스템, 임베디드 시스템, 모형선박

1. 서 론

최근 선내 노동력의 경감과 조업조선의 안전성 향상을 위하여 선박의 자동화 시스템에 관한 연구가 대두되고 있다. 또한, 선박의 효율적인 운용을 위해서 급격한 자동화 기술의 발전을 이루었으나, 이에 따른 선박 운용은 더욱 복잡해져 각종 계기와 선박 기기를 조작해야하는 번거로움이 있다[1]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 휴먼 인터페이스 기술의 하나인 음성정보처리기술을 선박 운용시스템에 적용한 연구 사례가 있으나 아직까지 구체적인 시스템 구현이 미비하다고 할 수 있다[2].

음성인식기술을 항해시스템에 적용한 기존 연구로는, 음성 입출력에 의한 안전운항지원시스템에 관한 연구와 소형선박 및 어선을 대상으로 음성입출력에 의한 조업조선 지원시스템에 관한 연구, 그리고 음성지시에 의한 선박조종 및 원치제어 시스템에 관한 연구가 있다[3-6]. 그러나 기존 연구는 단순 시뮬레이션에 그쳐 구체적인 시스템 구현과 실용화에 한계가 있다. 따라서, 본 논문에서는 선박운항자의 및 부담경감 및 효율적인 선박운용을 위하여 음성인식 모듈을 이용한 선

박 조타제어시스템을 구현하고자 한다. 구체적인 연구방법으로는, 화자독립방식의 음성인식 모듈(VR-33R)을 이용하여 선박의 조타기를 제어할 수 있는 시스템을 설계하여 구현하고, 실제 선박시스템을 축소한 모형선박의 조타시스템에 적용하여 그 효용성을 확인하고 실용화를 위한 방안을 모색하고자 한다.

2. 조타기 제어 시스템 구성

조타기 제어시스템은 그림 1과 같이 음성인식을 위한 음성인식모듈(VR-33R), 인식결과를 처리하기 위한 조타기 제어시스템, 그리고 실제 선박의 조타 시스템을 축소한 모형선박시스템으로 구성된다. 사용자가 마이크에 해당 조타명령을 내리면 음성인식모듈(VR-33R)에서 음성을 인식하고, 음성인식이 완료되면 PB-3B 프로세서에서 해당 명령을 해석하여 적절한 타각(Rudder Angle)을 터미널 단자(Terminal block)를 통해 모형선박의 유압 밸브를 제어하여 선박을 움직인다.

접수일자 : 2004년 3월 31일

완료일자 : 2004년 5월 31일

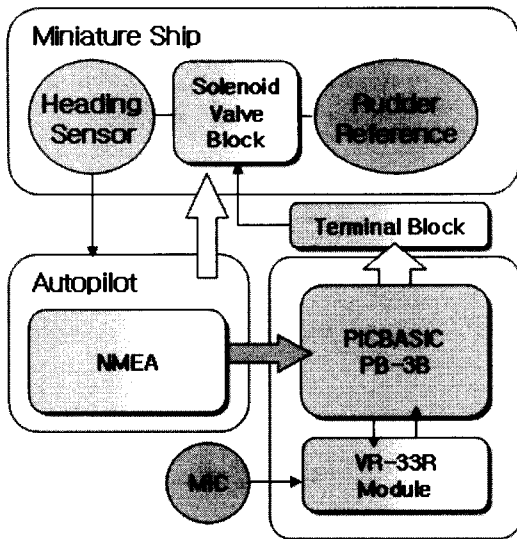


그림 1. 전체 시스템 구성도
Fig. 1. The block diagram of total system.

2.1 음성인식모듈

화자독립방식의 음성인식모듈(VR-33R)의 세부 특성은 다음과 같고 각 부의 기능별 다이어그램은 그림 2와 같다[7].

- Low-power, low-cost high performance DSP 기반
- 화자독립, 가변어휘 인식엔진을 탑재
- DSP, CODEC, Data ROM으로 구성
- Programmable DSP의 장점을 이용하여 Customizing이 가능
- 인식단어의 수는 인식명령어의 길이에 따라 다소 가변적임
- 메모리의 추가로 인식명령어 확장 가능
- 거부 기능 지원
- Micro controller와 용이한 인터페이스 지원
- 인식 시간 : 400msec 내외
- 인식률 : 98% 내외
- 전류소비량 : 32mA(대기모드 시 2mA)
- 크기 : 29mm×48mm
- 전원 : 3.3V 단일전원

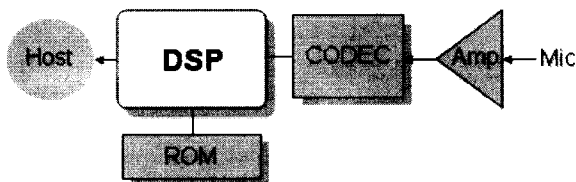


그림 2. VR-33R 블록 다이어그램
Fig. 2. The block diagram for VR-33R.

2.2 조타기 제어 시스템

조타기 제어 시스템은 그림 3과 같은 PICBASIC의 PB-3B모형을 채택하여 음성인식모듈기반 조타기 제어시스템을 구현하였다[8].

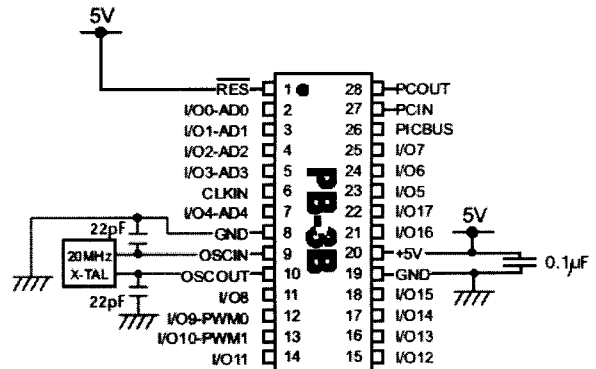


그림 3. PB-3B 연결도
Fig. 3. The connection of PB-3B.

모형선박의 조타시스템은 24V로 구동하는 유압밸브를 사용하고 있다. 따라서 유압밸브를 제어하기 위해서는 그림 4와 같이 PICBASIC의 출력신호(5V)를 기반으로 릴레이(Relay)를 구동시켜야 한다[8].

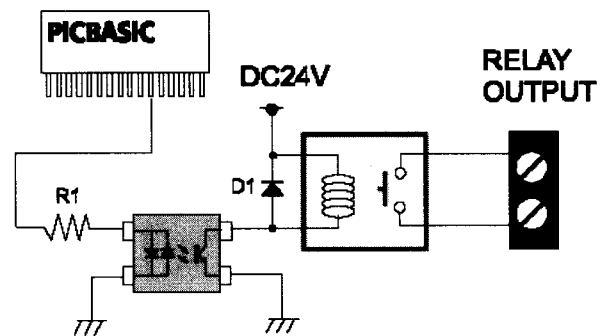


그림 4. 릴레이 제어 회로
Fig. 4 The control circuit for relay unit.

2.3 NMEA 인터페이스

NMEA(National Marine Electronics Association)는 해양관련 장비의 인터페이스 프로토콜의 표준으로 사용되고 있다. GPS장치에 있어서도 이 NMEA 0183 프로토콜이 국제 표준으로 되어있어, 대다수의 GPS장치들이 NMEA 0183 인터페이스를 지원하고 있다[9]. 본 연구에서는 FURUNO사의 FAP-330 자동조타기 모델에서 출력되는 NMEA 신호의 방위와 타각을 선택하여 제어하도록 구성하였다. 데이터 전송은 비동기식 직렬전송 방식으로 Port COM 1, Baud rate 4800, Data bit 8 (D7=0), Parity none, Stop bit 1로 설정하였다. 본 연구에서 사용한 FURUNO FAP-330 자동조타기의 NMEA Sentence의 구조 예를 들면 다음과 같다. 여기에서, "324"는 방위각, "S05"는 조타각을 각각 의미한다.

\$PFEC,AGFPA,B,324,S05.0,324,N,OT0

3. 조타제어시스템 프로그래밍

3.1 입력 데이터를 VR-33R로 전송

HST2DSP(Host to DSP Interrupt)를 HIGH에서 LOW

(5 μ sec 이상 유지), 다시 HIGH(5 μ sec 이상 유지)로 변화시킨 후 SCL(Serial Clock)과 SDA(Serial Data)를 이용하여 8bit의 입력데이터를 다음과 같은 방법으로 VR-33R로 전송한다. SDA에 1bit를 출력한 후 SCL을 HIGH에서 LOW(5 μ sec 이상 유지)로 다시 HIGH(5 μ sec 이상 유지)로 변화시킨다. 이를 8번 반복하여 8bit 입력 데이터를 전송한다 (MSB First).

3.2 음성인식 결과 데이터 읽어오기

SDA와 SCL을 이용하여 인식 결과인 출력 데이터를 읽어온다. SDA에 연결된 PB-3B의 I/O Pin을 입력으로 전환한다. SCL을 HIGH에서 LOW(5 μ sec 이상 유지)로 다시 HIGH(5 μ sec 이상 유지)로 변화시킨 후 SDA를 읽어 1bit를 가져온다.

SDA는 다시 SCL을 인가하기 전까지 상태를 유지한다. 이를 8번 반복하여 8bit 결과 값을 읽는다(LSB First). 8번째 bit를 모두 읽어온 후, STATUS Pin에 연결된 마이컴의 I/O Pin을 출력으로 전환하여 LOW를 5 μ sec 이상 인가한 후 STATUS Pin에 연결된 PB-3B의 I/O Pin을 다시 입력으로 전환한다.

3.3 모듈(VR-33R) 프로그래밍

모듈 프로그래밍 과정은 그림 5와 같이 HST2DSP와 SDA는 HIGH로 설정하고, STATUS에 연결된 PB-3B의 I/O Pin을 입력으로 설정한 후, SCL은 LOW로 설정한 상태에서 RESET에 1 μ sec 이상 LOW를 인가한 후 HIGH로 설정하여 VR-33R에 Reset을 인가한다. VR-33R에 Reset을 인가한 후 STATUS가 LOW 상태인가를 확인 후(LOW가 아닌 경우 LOW까지 기다림) SCL을 HIGH로 설정한다. SDA를 5 μ sec 이상 LOW 상태를 유지시킨 후 HIGH((5 μ sec 이상 유지)로 설정한다.

모듈의 초기화를 완료하기 위해서는 두 가지 대기모드 중에 하나를 설정하여야 한다. Power Down 모드 의 경우 입력 데이터를 바이너리 10000000b로 설정하고, Stand By 모드의 경우 입력 데이터를 바이너리 00vvv000b로 설정한다. 여기에서, vvv는 3bit의 마이크 입력 볼륨 설정 값이다. 입력 데이터를 VR-33R로 전송하고 전송이 끝나면 SDA를 5 μ sec 이상 LOW 상태를 유지시킨 다음 HIGH((5 μ sec 이상 유지)로 설정한다. 이러한 과정이 수행되면 VR-33R은 대기 모드로 들어간다.

인식을 시작하기 위해서는 그림 6과 같이 STATUS가 HIGH임을 확인한 후(HIGH가 아닌 경우 HIGH일 때까지 기다림) 8bit의 입력 데이터를 VR-33R로 전송하고, 전송이 끝나면 VR-33R은 음성입력을 기다린다(LED bit를 0으로 설정하였으면 음성을 기다리고 있는 동안 LED OUT이 약 0.25sec 간격으로 LOW, HIGH의 Toggle 출력을 내보냄).

인식을 기다리고 있는 동안 다시 한번 HST2DSP를 HIGH에서 LOW, 다시 HIGH로 변화시킨 후 SDA를 5 μ sec 이상 LOW 상태를 유지시킨 후 HIGH(5 μ sec 이상 유지)로 설정하면 VR-33R은 인식을 중지하고 다시 대기 모드로 들어간다. 이때 대기모드는 이전의 입력 데이터에서 설정한 대기 모드이다.

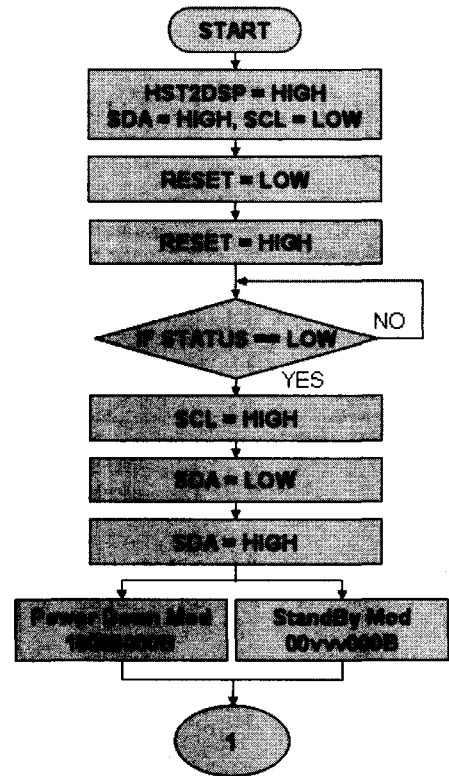


그림 5. VR-33R 프로그래밍 과정 1
Fig. 5. The process of VR-33R programming 1.

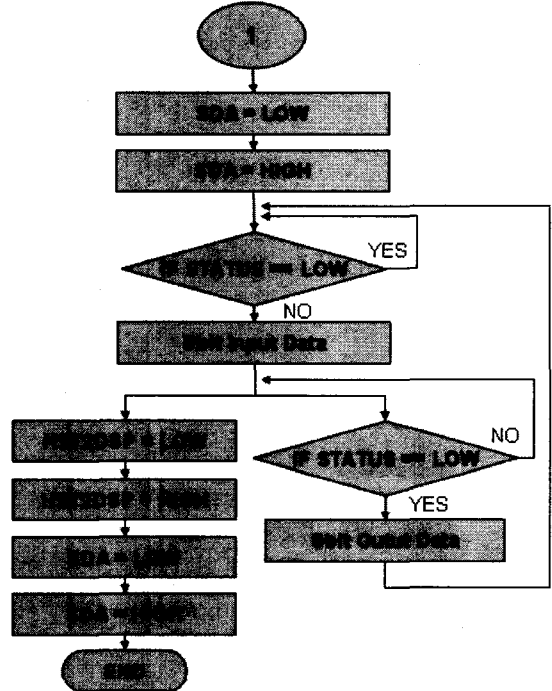


그림 6. VR-33R 프로그래밍 과정 2
Fig. 6. The process of VR-33R programming 2.

PB-3B는 STATUS가 HIGH에서 LOW로 변화되는 것을 확인한 후 8bit의 출력 데이터를 읽어온다. 인식된 결과 값은 조타 명령표에 해당하는 값이다. VR-33R은 인식을 완료한 후 결과를 출력한 다음 자동으로 대기모드로 들어간다. 이때 대기 모드는 이전의 입력 데이터에서 설정한 대기모드이다. 다시 인식을 재개하기 위해서는 위의 과정을 반복하면 된다 [7].

음성인식모듈(VR-33R)에서 조타명령의 인식이 완료되면 모형선박의 조타시스템을 제어하기 위한 처리를 그림 7과 같은 순서로 수행한다. 조타제어 보드에 전원을 ON하면 보드의 초기화 과정을 거친 다음 시작 스위치(SW1) 입력을 기다린다. SW1이 눌리면 시리얼 입력(SERIN)이 시작된다. 여기에서 입력되는 값은 자동조타기에서 출력되는 NMEA 신호이다. 입력된 신호 중에서 현재 방위각과 조타각 만을 추출하여 LCD에 각각 디스플레이 한다.

음성입력 스위치(SW2/SW3)를 누르면 음성이 입력되기를 기다린다. 조타명령이 입력되면 음성인식모듈(VR-33R)에서 인식된 설정 타각과 현재 타각의 오차를 계산하여 오차가 제로(Zero)가 될 때까지 조타시스템의 유압 밸브를 제어한다.

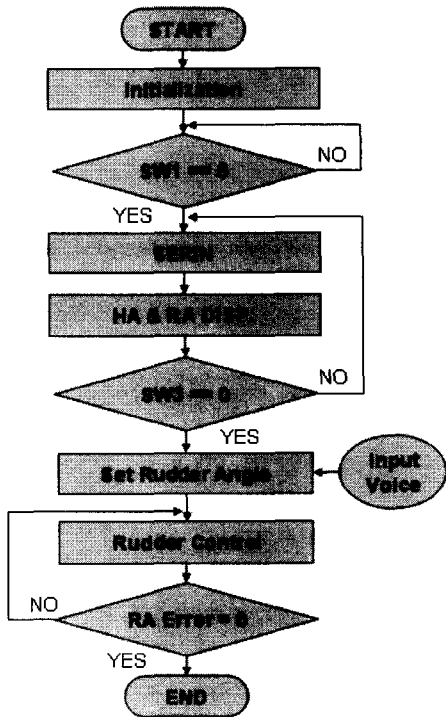


그림 7. 조타제어 프로그래밍 흐름도
Fig. 7. The flow chart for steering control.

4. 모형선박 시스템 구성

4.1 자동 조타 장치

그림 8은 원격 조타제어시스템의 자동조타장치와 시스템 제어 장치 구성을 각각 나타낸다. 자동조타장치의 구성을 살펴보면, 현재 선박의 방위를 프로세서에 전달하는 방위센서(Heading Sensor)와 타각(Rudder Angle)을 프로세서에 전달하는 러더 레퍼런스 장치(Rudder Reference Unit), 그리고

방위센서, 러더 레퍼런스 장치, 제어 장치에서 입력되는 각각의 데이터를 연산하여 최종 출력인 솔레노이드 밸브 블록(Solenoid Valve Block)에 신호를 전달하는 역할을 하는 프로세서 장치(Processor Unit)가 있다. 제어 장치(Control Unit)는 선수 방위와 타각 데이터 등의 표시부가 포함되어 있으며 자동 조타기 항해시 방위 데이터 등을 설정할 수 있는 기능이 있는 자동 조타기의 조작부이다.

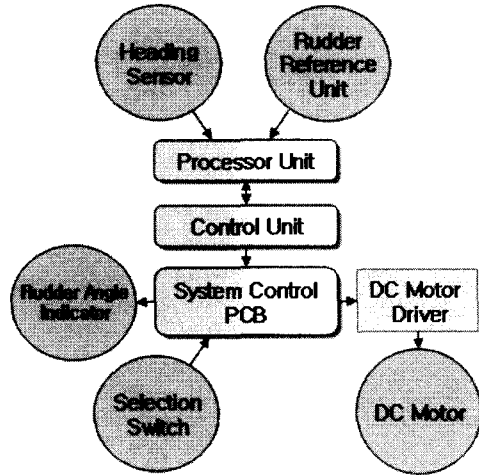


그림 8. 자동조타 및 시스템 제어 장치 구성
Fig. 8. The block diagram of system control units.

4.2 모형선박의 조타 시스템

모형선박의 조타 시스템 구성은 그림 9와 같이 유압탱크(Hydraulic Tank), 유압을 형성하는 유압펌프(Hydraulic Pump), 전기적인 신호를 받아서 유압 실린더를 작동하는 솔레노이드 밸브 블록(Solenoid Valve Block), 솔레노이드 밸브에서 유압을 받아서 타기(Rudder)를 움직이는 유압실린더(Hydraulic Cylinder) 그리고 선체의 회전을 유도하는 타기(Rudder)로 각각 구성되어 있다.

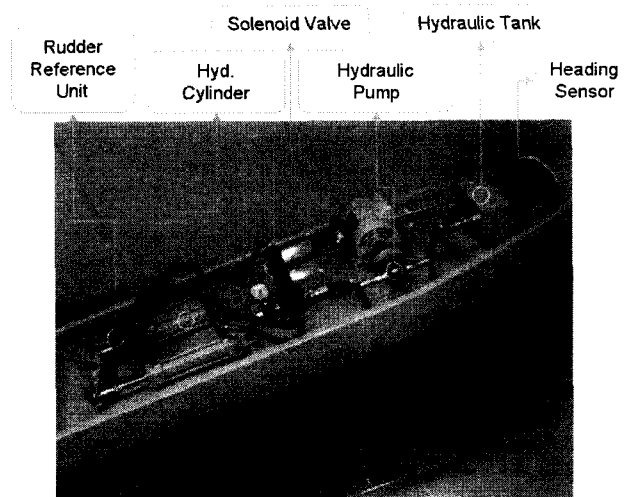


그림 9. 모형선박의 조타시스템 구성
Fig. 9 The configuration of steering system for the miniature ship.

5. 실험 및 결과고찰

5.1 시스템 구성

음성조타명령에 의한 선박 조타용 임베디드 시스템은 그림 10과 같이 VR-33R 음성인식 모듈, PB-3B 컨트롤러, NMEA 인터페이스, 그리고 모형선박시스템으로 구성하였다.

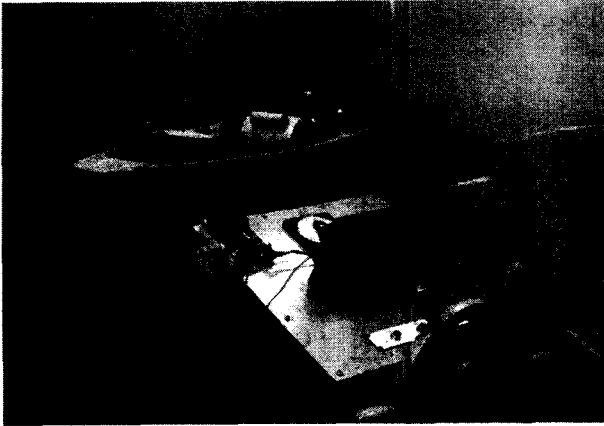


그림 10. 하드웨어 시스템 구성
Fig. 10. The configuration of hardware.

5.2 조타 제어 명령

선박의 조타시스템을 제어하기 위한 조타명령은 표 1과 같다. 본 논문에서는 조타기를 제어하는 것에 한정되므로 실질적인 선박의 조타기를 제어하기 위한 명령어로 13가지의 조타 명령을 이용하였다.

표 1. 조타 명령표

Table 1. The instruction list for steering.

조타명령	설명
Midships	타 중앙
Port five	좌현 5도
Port ten	좌현 10도
Port fifteen	좌현 15도
Port twenty	좌현 20도
Port twenty five	좌현 25도
Hard a port	좌현 전타
Starboard five	우현 5도
Starboard ten	우현 10도
Starboard fifteen	우현 15도
Starboard twenty	우현 20도
Starboard twenty five	우현 25도
Hard a starboard	우현 전타

5.3 메인 컨트롤러 구성

모형선박의 조타시스템을 제어하기 위한 메인 컨트롤러의 구성은 그림 11과 같다. 음성인식을 위한 VR-33R 모듈, PB-3B 컨트롤러, 시리얼 인터페이스를 위한 RS-232C, 데이터 출력을 위한 LCD 모듈, 입력을 위한 버튼, 릴레이 제어를 위한 포토커플러, 전원부 등으로 구성되어 있다.

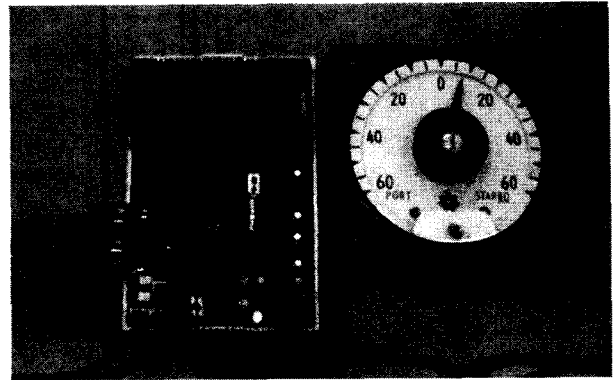


그림 11. 메인 컨트롤러 구성
Fig. 11. The configuration of the main controller.

5.4 실험결과

음성 조타기 제어 시스템을 구동시키면 현재 자동조타기에서 출력하는 방위 및 조타각을 LCD 화면에 디스플레이 한다. 사용자가 자동조타기에 부착되어 있는 마이크에 해당 조타명령을 지시하면 시스템은 조타명령을 인식하여 인식된 명령과 현재방위, 그리고 조타각을 비교하여 릴레이를 적절하게 ON/OFF 시킨다. 따라서 릴레이의 ON/OFF으로 모형선박의 유압밸브를 제어하게 되므로 타(Rudder)를 움직여 선체를 회전시키는 것이다.

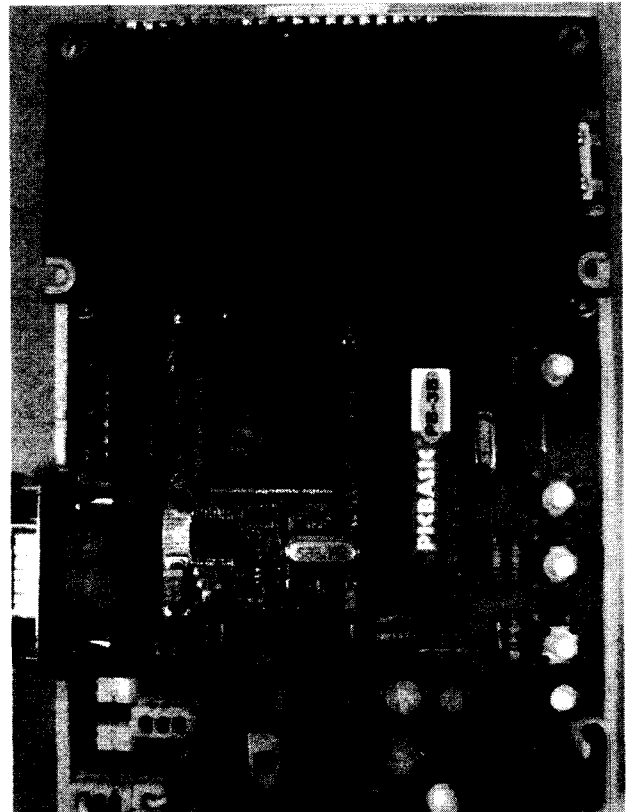


그림 12. 조타명령 인식 결과
Fig. 12. The recognized result of instruction.

6. 결론 및 향후과제

휴먼 인터페이스 기술의 하나인 음성정보처리기술을 선박 운항자의 부담경감 및 효율적인 선박운용을 위하여 선박 운용시스템에 적용한 연구 사례가 있으나 아직까지 구체적인 시스템 구현이 미비하다고 할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 음성조타명령으로 선박의 조타시스템을 제어할 수 있는 선박 조타용 임베디드 시스템을 구축하였다.

구체적인 연구결과로는, 화자독립방식의 음성인식 모듈(VR-33R)을 이용하여 선박의 조타기를 제어할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하였다. 또한, 구현된 시스템을 실제 선박시스템을 축소한 모형선박의 조타시스템에 적용하여 그 용성을 확인하였다.

그러나 본 논문에서는 다음과 같은 문제점을 개선하기 위한 연구가 필요하다.

첫째, 실제 선박의 작업 환경에서는 선박 외부 및 내부적인 소음문제로 인하여 음성 조타명령의 인식률이 상당히 저조하다. 따라서 음성인식률을 개선하기 위한 노력의 하나로 성대의 떨림을 감지하는 성대마이크를 이용하여 음성 데이터 베이스를 구축하고 그에 따른 인식을 수행한다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

둘째, 음성 조타명령을 잘못 인식했을 경우의 대비 또한 필요하다. 본 시스템에서는 음성 인식이 거부될 경우 다시 입력하게 되어 있고, 인식 결과를 LCD에 디스플레이 하도록 하여 잘못된 명령 인식에 대처하도록 하였다. 하지만 선박과 같은 다이내믹 시스템의 경우 한번의 인식 오류가 큰 사고를 불러일으킬 수 있으므로 이에 대한 인터럽트 설정이 매우 중요하다.

셋째, 음성 조타 시스템에서 발생하는 인식에 따른 시간 지연과 NMEA 데이터를 읽어들이는 시간지연, 유압 밸브를 제어하기 위한 릴레이 구동 지연 등의 문제가 발생하므로 이런 지연을 해결하기 위한 방안이 모색되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 임용곤, 박종원, 최영철, "디지털 선박의 구현방안 연구", 선박해양기술, vol.33, pp.15-20, 2002.
- [2] 임운천, 국내 음성정보처리산업 현황조사 및 비즈니스 모델 개발에 관한 연구보고서, 한국음향학회, 2002.
- [3] K. KARASUNO, H. ODA, K. IGARASHI and T. NITTA, "Support System Voice Recognition for Maneuvering and Working on Fishing Boat", Journal of Japan Navigation, vol 92, pp. 57-64, 1995.
- [4] 손남선, 김선영, "음성입출력에 의한 안전운항지원 시스템 개발", 선박해양기술, vol. 33, pp. 117-125, 2002.
- [5] 박계각, 서기열, "언어지시에 의한 지능형 조타기 제어 시스템", 퍼지 및 지능시스템학회, vol. 12, no. 5, pp. 417-423, 2002.
- [6] 서기열, 박계각, "음성지시에 의한 선박조종 및 원치 제어 시스템", 퍼지 및 지능시스템학회, vol. 12, no. 6, pp. 517-523, 2002.

- [7] D&M Tech, VR-33R Evaluation Kit Manual Rev. 1.3e, D&M Technology, 2003.
- [8] COMFILE Technology, PICBASIC User's Manual Vol. 10, COMFILE Technology, 2003.
- [9] CENELEC, Maritime navigation and radio communication equipment and systems - Digital interfaces Part I, CENELEC, 2000.

저 자 소 개



박계각(Gyei-Kark Park)

1982년 : 한국해양대학교 항해학과 졸업
 1986년 : 동 대학원 해사수송과학 석사
 1993년 : 일본 동경공업대학교 박사
 1995-현재 : 목포해양대학교 부교수
 2001년 : University of Cincinnati 방문교수

관심분야 : 퍼지제어, 지능제어, DB지식처리, 지능항해시스템
 Phone : 061-240-7128
 Fax : 061-240-7281
 e-mail : gkpark@mmu.ac.kr



서기열(Ki-Yeol Seo)

1995년 : 동신대 전자공학과 졸업
 1998년 : 동 대학원 제어계측 전공 석사
 2003년 : 목포해양대학교 해사정보계측공학 전공 박사

관심분야 : 퍼지응용, 지능제어, 음성인식, DB지식처리

Phone : 061-240-7128
 Fax : 061-240-7281
 e-mail : vito@hanmir.com



홍태호(Tae-Ho Hong)

1999년 : 목포해양대학교 해상운송시스템 졸업
 1999-2002년 : 현대상선 항해사
 2003년-현재 : 목포해양대학교 해사정보계측 전공 석사과정

관심분야 : 퍼지응용, 지능제어, 지능항해시스템
 Phone : 061-244-7128
 Fax : 061-240-7281
 e-mail : ds1pnp@mmu.ac.kr