

음성지시에 의한 선박 조종 및 윈치 제어 시스템

Ship's Maneuvering and Winch Control System with Voice Instruction Based Learning

서기열 · 박계각*

Ki-Yeol Seo and Gyei-Kark Park*

목포해양대학교 대학원 해사정보계측전공

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부

요 약

본 논문에서는 자연언어를 이용하는 인간의 학습방법에 기초한 LIBL방법의 실용화를 위하여 음성지시기반학습(VIBL : Voice Instruction Based Learning)을 선박의 조타 시스템, 주기원격제어시스템(MERCS), 윈치기기에 적용하여 항해사의 조타명령과 같은 언어적 지시가 조타수를 경유하여 수행되는 과정을 대체하는 VIBL법을 이용한 조타기, 주기 원격 조종장치, 윈치 기기를 제어하는 시스템을 제안하고자 한다. 구체적인 연구방법으로는 조타수의 적절한 조타조작모델을 퍼지추론 규칙을 이용하여 구현하고, 적절한 의미소 및 평가규칙을 제시한 언어지시 기반 학습방법을 선박의 조타시스템에 적용하여 지시자의 음성언어지시에 보다 효율적으로 응답하는 지능형 조타기 제어 시스템을 구현하고, 지시자의 음성지시를 인식하여 주기 원격 조종 장치와 윈치 기기를 제어하는 시스템을 구현한다. 음성언어지시를 인식하여 텍스트로 변환하기 위한 기법과 퍼지추론을 이용하여 조타수의 경험을 바탕으로 한 조타 조작 모델을 구축하였고, 지능형 조타 시스템을 위한 타각, 방위도달시간, 정상상태의 의미소를 제안하여, 조타수 조작 모델 규칙을 수정하기 위한 평가규칙을 제시하였다. 또한, 구현된 음성인식 선박조종 시뮬레이터에 적용하여 그 유효성을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose system that apply VIBL method to add speech recognition to LIBL method based on human's studying method to use natural language to steering system of ship, MERCS and winch appliances and use VIBL method to alternate process that linguistic instruction such as officer's steering instruction is achieved via ableman and control steering gear, MERCS and winch appliances. By specific method of study, ableman's suitable steering manufacturing model embodies intelligent steering gear controlling system that embody and language direction base studying method to present proper meaning element and evaluation rule to steering system of ship apply and respond more efficiently on voice instruction of commander using fuzzy inference rule. Also we embody system that recognize voice direction of commander and control MERCS and winch appliances. We embodied steering manufacturing model based on ableman's experience and presented rudder angle for intelligent steering system, compass bearing arrival time, evaluation rule to propose meaning element of stationary state and correct steerman manufacturing model rule using technique to recognize voice instruction of commander and change to text and fuzzy inference. Also we apply VIBL method to speech recognition ship control simulator and confirmed the effectiveness.

Key Words : Voice recognition, VIBL, LIBL, Intelligent steering, Meaning element, Fuzzy inference, MERCS

1. 서 론

현대의 선박운항에 있어서 선박운항의 고효율성과 편리성 확보를 위하여 지능형 선박 자동화 기술의 요구가 증가하고 있다. 특히, 위험 지형이나 통항 선박이 근접하여 충돌의 위험이 있는 비상상황이 발생하면 항해사의 업무는 급격히 증가하게 되고, 자선 및 타선의 상태의 변화에 대하여 끊임없이 주시하면서 자선의 조선 방법에 대한 판단과 결정을 신속히 수행하여야 한다. 즉, 외부의 상황을 눈으로 관찰하면서

수많은 항해 장비의 정보들을 읽어야 하는 상황에서 음성의 입출력에 의한 선박의 조종 및 작업제어를 행할 수 있다면 업무의 부담을 크게 줄일 수 있을 것이다. 특히, 승선기피현상이 심한 소형선박이나 어선의 부족인력을 대체할 목적으로 음성인식기술을 이용한 조업과 조선을 지원하는 시스템과 음성입출력에 의한 안전운항지원 시스템이 연구되었으나 소수의 어휘에 의한 단순 명령제어 방식이라 할 수 있다[1]. 또한, 지능형 시스템을 구현하기 위한 학습기법으로 G.K. Park 및 M. Sugeno가 제안한 LIBL 시스템은 부여된 언어지시를 지금까지 가지고 있는 지식과 결부시켜서 지식을 새롭게 획득하는 방법으로 Truck Backer-Upper Control System, Helicopter Flight Control System, Dynamic System 그리고 제어규칙 조정법과 Fuzzy Classifier System, 조타기 제

접수일자 : 2002년 11월 1일
완료일자 : 2002년 12월 1일

어 시스템에 적용하여 그 효용성이 검증된 기법이지만 텍스트적인 언어지시라는 문제점이 있다[2-8].

본 논문에서는 기존의 LIBL(Linguistic Instruction Based Learning)에 음성인식(Voice Recognition) 기법을 추가하여 음성지시기반학습(VIBL : Voice Instruction Based Learning)을 제안하고, VIBL을 선박의 조타시스템과 주기원격제어시스템(MERCS : Main Engine Remote Control System)에 적용하고자 한다. 특히, 선박에서는 항해사의 조타명령이 내려지면 조타수가 항해사의 지시에 따라 타를 제어하는 방식이므로 항해사의 조타명령과 같은 언어적 지시가 인간을 경유하여 수행되는 시스템에 VIBL이 적용될 경우 인원절감등의 경제적 효과도 기대될 수 있는 장점이 있다.

구체적인 연구방법으로는 주기(Main Engine)와 윈치를 제어하기 위한 음성언어지시와 조타기를 제어하기 위한 음성언어지시방법을 제시하고, 지시자의 음성언어지시를 인식하여 텍스트로 변환하기 위한 기법과 선체의 동특성을 고려한 조타수의 적절한 조타조작모델 구현, 그리고 음성언어지시 해석을 위해 필요한 적절한 의미소 및 평가규칙을 제시하여 지시자의 음성언어지시에 보다 효율적으로 응답하는 지능형 제어 시스템을 구현하고, 음성인식 선박조종 시뮬레이터를 이용하여 그 효용성을 확인하고자 한다.

2. 음성지시기반 시스템

음성지시기반 시스템은 그림 1에 보이는 것처럼 음성인식 시스템과 언어지시기반 시스템으로 구성된다. 항해사가 시스템의 상태를 관찰하면서 조타명령과 같은 음성지시를 내리면 시스템은 음성인식부(Voice Recognition)의 음성인식을 통해 해당 지시음성을 텍스트로 변환(Text Conversion)한다. 이렇게 변환된 텍스트는 언어지시기부(Linguistic Instruction Based System)의 언어지시로 입력되어 의미소 선택에 따른 적절한 해석을 행한 후에 실행부(Task Performance)의 윈시규칙을 조정하여 해당 시스템을 구동시킨다.

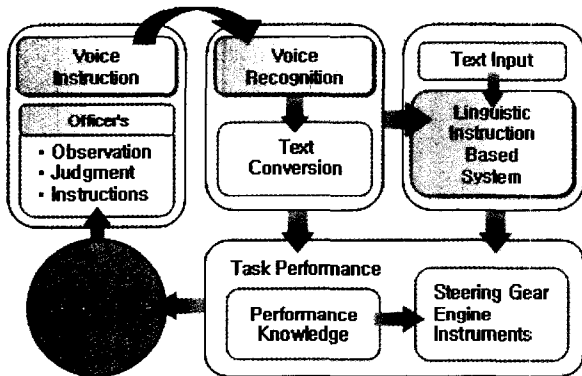


그림 1. 음성지시기반 시스템의 개요
Fig. 1 Configuration of VIBL System

2.1 음성인식 시스템

음성인식 시스템은 크게 전처리부와 인식부로 나눌 수 있다. 전처리부에서는 사용자가 발성한 음성으로부터 인식에 필요한 특징을 추출하고, 인식부에서 음성 데이터베이스로부터 훈련된 기준 패턴과의 비교를 통해서 인식결과를 얻는다.

그림 2는 음성인식 시스템의 기본 구성을 나타낸다. 지시자의 음성지시가 입력되면 음성신호의 끝점(End Point)을 검출하고, MFCC(Mel Frequency Cepstral Coefficients) 추출법을 이용하여 음성으로부터 의미 정보를 나타내는 특징을 추출한다[9].

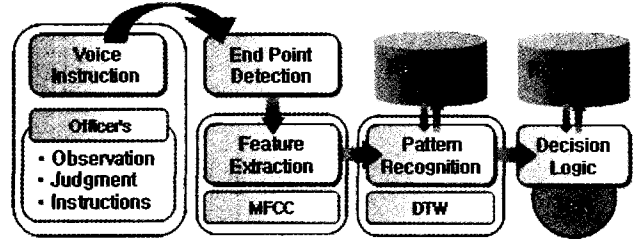


그림 2. 음성인식 시스템 구성
Fig. 2 Configuration of VR System

패턴인식을 위해 템플릿 기반의 패턴 매칭 방법을 이용하는 DTW(Dynamic Time Warping) 알고리즘을 이용하여 결정논리규칙에 의해 해당 텍스트를 선택한다. 이렇게 선택된 텍스트는 언어지시기반 시스템에 입력되기 위해 “좀더 빠르게 180도로 선회하십시오”와 같은 언어지시를 형성한다. 지시자의 음성지시가 텍스트 형태로 변환되는 과정을 그림 3에 나타낸다.

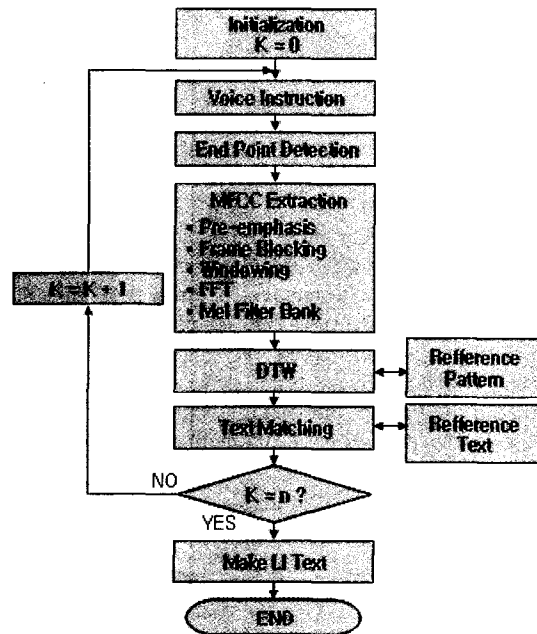


그림 3. 음성지시 인식 과정
Fig. 3 Process of Voice Recognition

조타기 제어시스템의 경우 항해사가 “좀더”라는 음성지시를 입력하면 해당 음성신호의 끝점(End Point)을 검출하고, 음성과 잡음의 구분을 뚜렷하게 하기 위해 고주파 성분을 강조하기 위한 고역강조(Pre-emphasis)를 수행하고, 프레임이 시스된 음성 신호를 N개의 샘플로 블럭을 나눈다. 프레임의 처음과 끝에서의 불연속을 최소화하기 위해 해밍윈도우를 사용한다.

창(Windowing) 함수를 사용하여 음성신호를 짧은 구간으로 나누어 분석하여 푸리에 변환(FFT)을 하여 스펙트럼을 구한다. 멜 스케일(Mel Scale)에 맞춘 필터뱅크(Filter Bank)를 대응시켜 각 밴드(Band)에서의 크기와 합을 취한 뒤 필터뱅크 출력값을 변환하여 최종 MFCC를 추출한다. 다음으로 DTW를 알고리즘을 이용하여 기준음성신호의 특징벡터와 입력신호의 특징벡터와의 벡터연산으로 유사도를 측정하여 가장 가까운 프레임을 선택한다. 시작점이 (1,1)이고 끝점이 (T_x, T_y) 일 때 최적경로를 찾는 방법은 다음과 같다[10].

1. Initialization : $D_A(1,1) = d(1,1)m(1)$
2. Recursion : $1 \leq i_x \leq T_x, 1 \leq i_y \leq T_y$ 이면,

$$D_A(i_x, i_y) = \min_{i'_x, i'_y} [D_A(i'_x, i'_y) + \zeta((i'_x, i'_y), (i_x, i_y))]$$
3. Termination : $d(x, y) = \frac{D_A(T_x, T_y)}{M_\varphi}$

인식 시에는 입력된 음성을 분석해 특징 벡터를 추출한 후 이들 기준 모델 집합의 구성원과 개별적으로 DTW해 가장 적은 누적 거리를 주는 구성원을 찾아 그에 대응하는 텍스트를 선택한다. 위와 같은 과정을 n값(n=3)과 일치할 때까지 반복 수행한다. 반복 수행이 완료되면 해당 음성지시에 대응하는 텍스트를 조합하여 “좀더 빠르게 180도로 선회하십시오”와 같은 형식의 언어지시를 구성하게 된다.

2.2 언어지시기반 시스템

자연언어를 이용하는 인간의 학습방법에 기초한 퍼지학습 방법인 LIBL은 G. K. Park 및 M. Sugeno가 제안한 시스템으로서 부여된 언어지시를 지금까지 가지고 있는 지식과 결부시켜서 지식을 새롭게 획득하는 것이다. 지시자의 언어지시에 의해서 컨트롤러를 수정하고, 지시의 의도를 만족해 가는 언어 레벨의 학습으로서, 학습 대상 모델을 의미소로 분류하고, 의미소간의 인과 네트워크를 이용해서 평가요소의 탐색과 그 경향에 의해 언어지시를 이해한다. 그리고 배경지식에 기초해서 평가 규칙을 생성하고, 제어규칙의 후건부를 수정하여 시스템을 제어한다. LIBL에 기반한 조타 제어 시스템의 기본 구성은 그림 4과 같다[2-6].

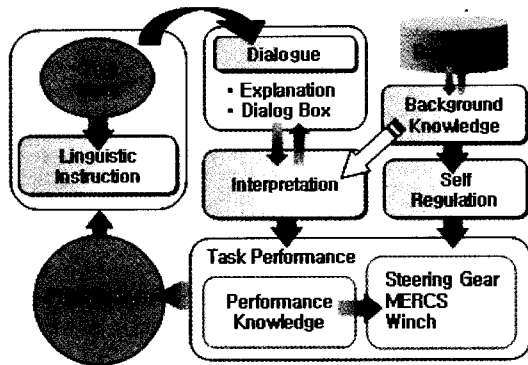


그림 4. 언어지시기반 시스템의 구성
Fig. 4 Configuration of LIBL System

3. 작업 수행부(Task Performance)

작업수행부는 실제 작업을 수행하는 부분으로 선상 경험에 의하여 작성된 퍼지제어규칙이 그림 1의 수행지식(Performance Knowledge)에 해당되며, 실질적으로 조타기와 주기원격조종기를 제어하는 기능을 수행한다.

3.1 조타기 제어 시스템

VIBL 조타 시스템의 구성은 그림 5와 같다. 항해사의 음성지시 명령이 입력되면 음성인식을 행한 후에 텍스트적인 언어지시로 변환하여 언어지시기반시스템에서 항해사의 언어지시 의미를 파악해 타각을 적절하게 제어하는 방식이다 [6].

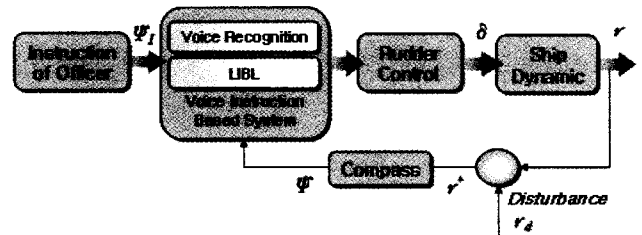


그림 5. VIBL 조타 시스템의 구성
Fig. 5 Configuration of VIBL steering system

여기에서, ψ_I 는 설정방위, ψ_E 는 방위오차, δ 는 타각, r 은 타각절에 의한 선회율, r_d 는 바람/파도 방해로 인한 편요율, 그리고 ψ 는 실제 선수 방위각을 나타낸다. 본 시뮬레이터에서 적용한 선박의 방위 계산식은 다음과 같다. 식(1),(2)에서 처럼 타각(Rudder angle) δ 에 언어지시에 의한 퍼지추론 결과를 더하여 선회율(r)을 구해 방위를 구하는 형식이다.

$$r = R\sqrt{v_t} \cdot \delta^* \tag{1}$$

$$\psi = \int_0^t r^* dt, \quad r^* = r + r_d \tag{2}$$

여기에서, r 은 타각절에 의한 선회율, R 은 보정상수(0.01), v_t 는 선속, δ 는 조타수 모델에 의한 추론 조타각, δ_u 는 언어지시에 의한 타각, δ^* 는 δ 와 δ_u 의 타각 합계, r_d 는 바람/파도 방해로 인한 편요율, 그리고 ψ 는 실제 선수 방위각을 나타낸다. 본 연구에서는 바람이나 파도 등의 환경에 의한 편요율은 적용하지 않았기 때문에 $r_d = 0$ 으로 하였다.

3.1.1 조타수의 조작 모델

일반적인 조타수의 조작 모델은 승선 경력이 있는 조타수의 경험을 조사 및 분석하여 그 결과를 바탕으로 퍼지추론에 의해 타각 제어를 위한 제어 모델을 구성하였다. 설정방위(ψ_I)와 현재방위(ψ) 사이의 오차(ψ_E)를 전건부의 입력값으로 하고, 후건부의 타각(δ)을 추론하는 방식이다. 시뮬레이션을 위해 사용된 전건부와 후건부의 멤버쉽 함수는 그림 6과 같다.

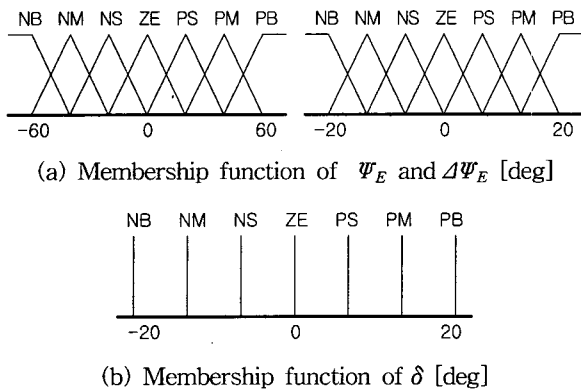


그림 6. Ψ_E , $\Delta\Psi_E$ 그리고 타각 δ 의 멤버십 함수
Fig. 6 Membership function of Ψ_E , $\Delta\Psi_E$ and δ

조타수의 경험을 바탕으로 한 조타수 조작모델은 다음과 같은 형태의 13개 제어규칙을 이용하였다.

- If Ψ_E is PB and $\Delta\Psi_E$ is ZO then δ is PB
- If Ψ_E is ZO and $\Delta\Psi_E$ is NB then δ is NB
- If Ψ_E is NB and $\Delta\Psi_E$ is ZO then δ is NB

제어규칙의 후건부는 퍼지싱글턴을 채택하고, 추론법으로는 Mamdani의 추론법을, 비퍼지화방법으로는 무게중심법을 이용하였다.

3.2 주기 원격 제어 시스템

주기원격조종(Main Engine Remote Control System)장치는 기관사가 기관 옆에서 수동 조작하던 것을 선교 또는 기관제어실 등의 멀리 떨어진 장소로부터 기관을 자동으로 제어하기 위한 장치이다. 일반적으로 주기원격조종은 선교의 텔레그래프(Telegraph) 발신기의 조작에 의해 주기가 자동적으로 기동 및 역전된다. 선박의 입출항의 경우 텔레그래프에서의 선속지령은 전진(ahead)과 후진(astern)으로 나누어서 표 1과 같은 설정모드(Setting Mode)의 주기 구동 조건이 사용된다[11].

표 1. 주기 구동 조건

구분	Setting Mode	RPM
최대	Max. ahead/astern	250/238
전속	Full ahead/astern	207/207
반속	Half ahead/astern	167/167
미속	Slow ahead/astern	124/124
극미속	Dead slow ahead/astern	99/99

그러나 대항에서는 대항속도(sea speed)에 의해 선속을 결정하는데 주로 선박의 rpm을 기준으로 지시를 내린다. 음성언어지시의 예를 들면 다음과 같다.

$$L_i = [250rpm으로(SR)][맞추시오(AP)]$$

여기에서, SR(Setting RPM)은 rpm설정, AP(Auxiliary Phrases)를 각각 의미한다. "250rpm으로 맞추라"와 같은 선장의 지시명령을 항해사가 텔레그래프를 조작하여 250rpm으로

로 설정한다. 그림 7은 VIBL에 의한 주기원격제어 시스템의 기본 구성을 나타낸다. 선장의 음성지시를 음성인식기로 해석하고 텍스트적인 언어지시로 변환하여 언어지시에 의해 텔레그래프를 제어하는 형태이다.

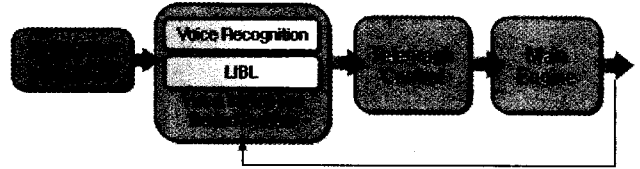


그림 7. VIBL 주기 원격 제어 시스템의 구성
Fig. 7 Configuration of MERCS using VIBL

이렇게 언어지시로 변환된 음성지시는 LIBL에 입력되어 셋팅 모드의 언어지시 입력이면 즉, 일반적인 주기 명령이면 해당 rpm으로 설정하고 주기 회전수 미세 조정이면 입력된 언어지시의 rpm값을 추출하여 지시한 rpm값으로 텔레그래프를 조종한다. 주기 회전수(rpm)와 선속(knots)의 추이 관계는 그림 8과 같이 목포해양대학교 새유달호를 모델로 하였다.

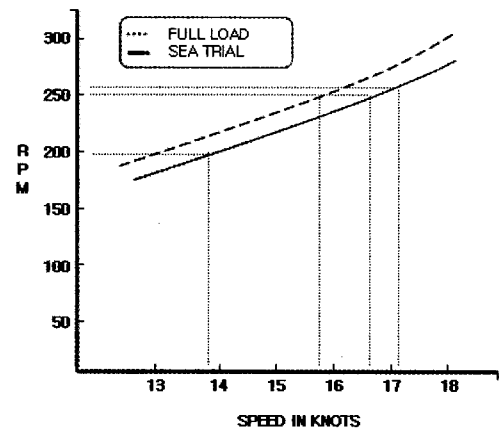


그림 8. 주기 회전수와 선속의 추이곡선
Fig. 8 Speed curve of r.p.m and knots

텔레그래프 조작에 의한 선박의 속도, 이동거리, 가속도는 식(3),(4),(5)와 같다[13].

$$v_2 = (T/C) - e^{-(C/m)t}(T/C - v_1) \tag{3}$$

$$s_2 = s_1 + (T/C)t + [T/C - v_1](m/C)e^{-(C/m)t} - (T/C - v_1)(m/C) \tag{4}$$

$$a = [T - (Cv)]/m \tag{5}$$

여기에서, v_1 은 이전속도, v_2 는 t구간 속도, T 는 추력, C 는 항력계수, m 은 질량, s 는 변위, a 는 가속도를 의미한다.

3.3 윈치 제어 시스템

선박용 윈치(Winch)기기는 선박 및 해상 상태에 따라 외력 변화가 매우 크기 때문에 일반적으로 기어를 이용한 동력 전달 장치보다 토크비가 큰 유압 트랜스미션을 사용한다. 전기 모터에 의해 유압 펌프를 구동하였을 때 발생한 압력은 작동유를 매개체로 하여 유압 모터와 직결된 부하를 구동시킨다.

그림 9는 VIBL에 의한 원치제어 시스템의 구성을 나타낸다[12].

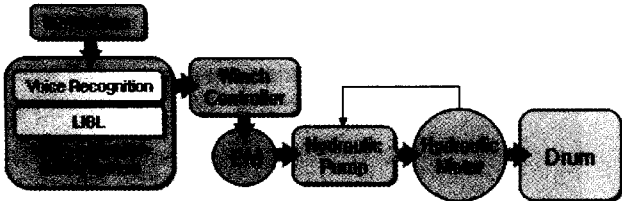


그림 9. VIBL 원치 제어 시스템
Fig. 9 Winch control system using VIBL

음성언어지시를 테스트적인 언어지시로 변환하여 해당 지시에 따라 설정된 원치 제어 밸브를 조작한다. 원치조작의 경우에는 원치제어를 위한 단순지시명령을 이용한다. 원치제어를 위한 음성지시의 예를 들면 다음과 같다.

L_i = "Heave in" or "감아들여라"

원치의 감는 속도(v)는 식(7)을 이용해 구한다.

$$v = \pi D \cdot MR \cdot i \quad (6)$$

여기에서, v 는 감는속도, D 는 직경, MR 은 motor rpm, i 는 기어비를 의미한다.

4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

시뮬레이터를 구현하기 위해 목포해양대학교의 실습선인 새유달호를 모델로 하였다.

4.1 시뮬레이터 구성

구현된 시뮬레이터의 구성은 그림 10과 같다. 선체를 제어하기 위한 컨트롤을 각각 설정하여 현재 선박의 움직임 상태를 파악할 수 있도록 설정하였고, 음성지시 메뉴를 설정하여 음성인식과 학습이 가능하도록 설정하였다.

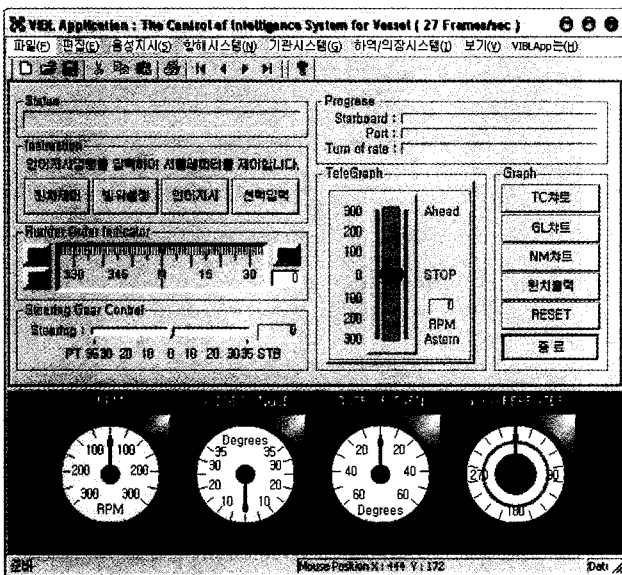


그림 10. 시뮬레이터의 메인 화면
Fig. 10 Main view of simulator

그림 11은 음성지시 입력을 위한 대화상자를 나타낸다. 음성지시 입력을 위한 대화상자에 해당 음성지시를 미리 준비된 마이크를 통해서 입력하면 인식된 언어지시를 메시지박스에 텍스트로 출력한다.

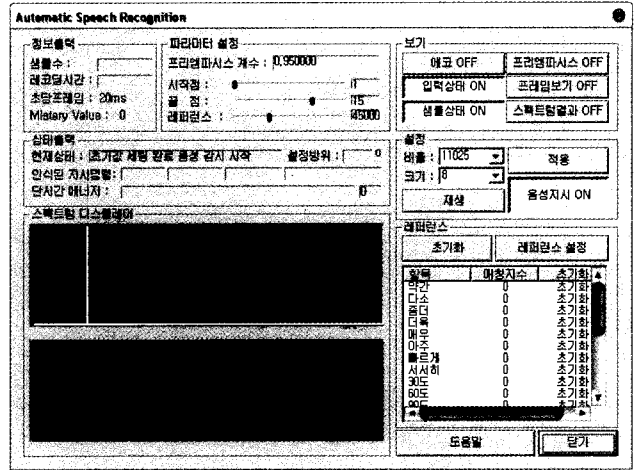


그림 11. 음성지시 입력을 위한 대화상자
Fig. 11 Dialog box for Voice Instruction (L_i)

4.2 조타기 제어

항해사의 음성지시가 입력되면 인식된 결과는 언어지시로 변환되어 그림 12와 같이 메시지박스에 해당 언어지시를 출력하고 [확인]버튼을 클릭하면 데이터베이스를 검색하여 해당 언어지시가 존재하는지를 검사하고, 만약 해당 언어지시가 존재하지 않으면, 의미소를 설정하기위해 의미소 선택 대화상자를 출력한다. 의미소 설정에서 "지시명령이 타각 증가인가?"에 대한 응답에 [예],[아니오],[취소]를 선택하게 된다. [예]는 타각 증가를 의미하고, [아니오]는 타각 감소, [취소]는 의미소로 해당되지 않음을 나타낸다. 해당 언어지시에 따른 의미요소가 설정되면 언어 해지를 검색하여 검색된 언어 해지에 따른 보정 값을 계산하여 언어지시명령을 데이터베이스에 추가하도록 설정하였다.

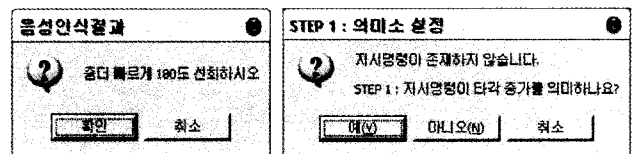


그림 12. 인식된 언어지시 출력과 의미소 설정
Fig. 12 Result of VR and selection of meaning element

항해사의 음성지시에 대해 세가지의 언어지시모드를 설정하여 시뮬레이션 하였다. 각각의 모드에 대한 음성지시의 예를 들면 표 2와 같다.

표 2. 음성지시의 예
Table 2. Example of Voice Instruction

Mode	지시명령
Normal Mode	"180° 로 선회하시오"
L Mode	"빠르게 180° 로 선회하시오"
Lh Mode	"좀더 빠르게 180° 로 선회하시오"

일반적인 조타수의 조타 조작 모델일 경우 Normal Mode, 언어지시 명령일 경우를 L(Linguistic Instruction) Mode, 언어헤지(Linguistic Hedge)가 있을 경우를 Lh (Linguistic Instruction with LH) Mode로 각각 설정하여 결과를 출력하도록 하였다.

4.3 주기 원격 조정 장치 제어

주기원격조종기(MERCS)를 제어하기 위해 마이크를 통해 선장의 음성지시가 입력되면 음성인식결과를 텍스트적인 언어지시로 변환하여 그림 13과 같이 메시지 박스를 출력한다. 변환된 결과가 정확하면 문자열 내의 rpm값을 추출하여 텔레그래프를 조작한다.

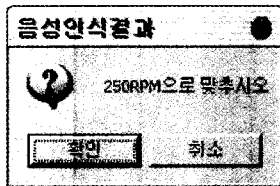


그림 13. 주기명령 인식결과
Fig. 13 Result of VR for Main Engine

위의 표 1과 같이 주기(Main Engine)구동조건이 설정모드의 음성지시가 입력되면 설정된 rpm으로 추종한다. 즉, 선장의 음성지시가 “전속 전진(Full Ahead)”이라면 RPM을 207rpm으로 주기를 추종한다.

4.4 윈치 제어

윈치제어를 위한 음성지시를 테스트적인 언어지시로 변환하여 해당 지시에 따라 설정된 윈치 제어 밸브를 조작한다. 윈치조작의 경우에는 표 3과 같이 윈치제어를 위한 단순지시 명령을 이용하였다.

표 3. 윈치제어 음성지시 예
Table 3. Voice Instruction for winch control

지시명령	설명
Heave in	“감아들여라”
Slack	“풀어라”
Hold on	“고정해라”

마이크를 통해 음성지시명령을 “Heave in”이라고 입력하면 음성인식과 텍스트 매칭을 통해 “감아들여라”라는 텍스트적인 언어지시로 변환된다. 그림 14는 해당 윈치명령의 인식결과 출력을 나타낸다. 인식결과가 정확하다면 해당 언어지시에 따라 설정된 윈치제어 밸브를 조작하여 윈치 드럼을 회전시킨다.

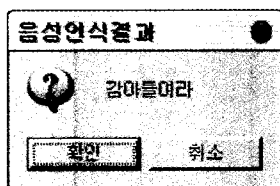


그림 14. 윈치명령 인식결과
Fig. 14 Result of VR for Winch

4.5 시뮬레이션 결과

음성지시기반시스템(VIBL)을 선박의 조타기 제어, 주기원격조종기 제어, 윈치 제어에 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 먼저, 조타기 제어 시뮬레이션을 위해 선속은 200rpm으로 일정한 것으로 가정하였고, 바람이나 파도 등의 영향은 고려되지 않았다. 조타수의 조작모델에 의한 일반모드(Normal Mode), 단순 언어지시에 의한 언어지시모드(L Mode), 그리고 언어헤지를 포함한 언어지시모드(Lh Mode)로 구분하여 각각 시뮬레이션하였다.

그림 15는 현재방위 0° 에서 180° 방위로 선회하는 경우의 결과이다. 일반모드, 언어지시모드, 언어헤지모드의 각각의 응답특성을 살펴보면 각 설정방위까지의 도달시간은 언어헤지모드가 가장 빠른 응답을 보이지만 안정상태 추종까지는 언어헤지가 포함된 언어지시모드가 좋은 추종결과를 보임을 확인할 수 있다.

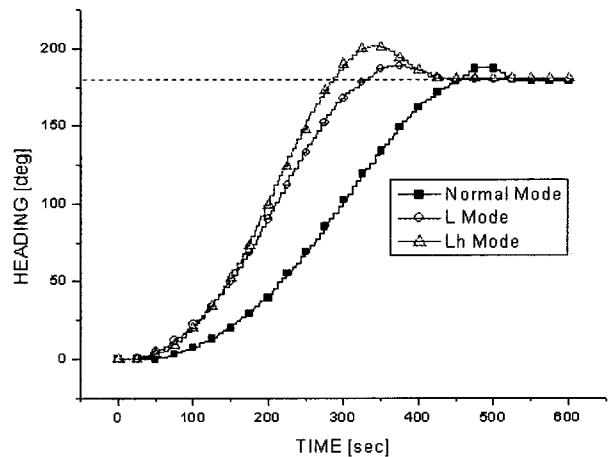


그림 15. 0° 에 180° 로 선회하는 경우
Fig. 15 Case of tuning to 180 degree

그림 16은 음성지시가 “250rpm으로 맞추시오”라는 지시에 따른 추종결과를 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

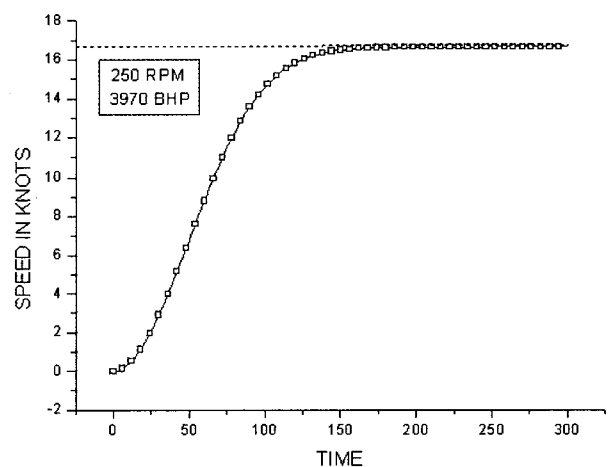


그림 16. 속도추이 결과
Fig. 16 Result of speed curve

원치제어의 경우에는 지시자의 음성지시를 인식하여 해당 지시명령에 대한 단순 조작 방식이므로 인식된 명령에 따라 설정된 원치제어 밸브를 조작하여 원치드림의 회전과 정지를 시물레이션하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 자연언어를 사용한 인간의 학습방법에 기초한 언어지시기반학습(LIBL)에 음성인식기법을 추가한 음성지시기반학습(VIBL)을 제안하였고, 선박의 조타 시스템과 주기 원격 제어 시스템(MERCs)에 적용하여 그 효용성을 살펴보았다. 구체적인 연구 결과로는 주기(Main Engine)를 원격 제어하기 위한 음성언어지시와 조타기를 제어하기 위한 음성언어지시방법을 제시하였고, 음성 지시자의 음성언어지시를 인식하여 텍스트로 변환하기 위한 방법과 일반적인 조타수의 경험을 바탕으로한 조타 조작 모델을 퍼지추론을 바탕으로 구축하였고, 지능형 조타시스템을 위한 타각, 방위도 달시간, 정상상태의 의미소를 제안하여, 조타수의 조작 모델 규칙을 수정하기 위한 평가규칙을 제시하였다. 퍼지 추론에 의한 조타수의 조작 모델을 바탕으로한 일반적인 추종을 일반모드(Normal Mode)로 설정하여 일반모드를 기준으로 언어지시모드(L Mode)와 언어헤지가 포함된 언어지시모드(Lh Mode)로 구분하여 각각의 추종결과를 도시하였다. 또한, 음성인식 선박조종 시물레이터를 구축하여 시스템의 효율적인 응답결과를 확인하였다.

본 연구에서는 음성인식에서 가장 중요시 되는 인식률의 개선이 필요하고, 선박 조타에 영향을 미치는 요인인 바람, 파도, 기상조건등의 외부 환경적인 영향을 고려하지 않았기 때문에 앞으로 조타에 영향을 미치는 요인까지 고려하여 보다 정확한 음성지시기반 지능형 제어 시스템을 구축할 필요가 있으며, 실용화를 위해서는 음성인식 및 제안된 알고리즘을 구현할 수 있는 하드웨어를 구성하여 실제 선박에서 테스트를 하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 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.

[2] G.K.Park, "Learning Based on Interpretation of Linguistic Instructions Using Fuzzy Theory", *Tokyo Institute of Technology, Doctor Thesis*, 1993.

[3] 조중선, 박계각, 정경욱, 박래석, "LIBL을 이용한 다이나믹 시스템의 퍼지제어", *퍼지 및 지능시스템학회 추계학술대회 발표논문집*, pp.139-144, 1995.

[4] G.K. Park and M. Sugeno, "Learning Based on Linguistic Instruction using Fuzzy Theory", *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems*, vol. 4, No. 6 pp. 1164-1181, 1992.

[5] G.K. Park and M. Sugeno, "An Approach to Linguistic Instruction Based Learning, International J. of Uncertainty", *Fuzzyiness and Knowledge Based Systems*, vol. 1, No. 2, pp. 1956, 1993.

[6] 박계각, 서기열, "언어지시에 의한 지능형 조타기 제어 시스템", *퍼지 및 지능시스템학회*, vol. 12, no. 5, pp. 417-423, 2002.

[7] A. Miyamoto, K. Goto, O. Itoh, H. Migita, M. Sugeno, "Adjusting Method of Rules by Linguistic Instructions", *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems*, vol. 8, No. 5, pp. 928-935, 1996.

[8] M. Fujii, T. Furuhashi, "A Proposal of Extraction of Intentions in Linguistic Instructions Using Fuzzy Classifier System", *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems*, vol. 11, No. 1, pp.92-98, 1999.

[9] 임운천, *국내 음성정보처리산업 현황조사 및 비즈니스 모델 개발에 관한 연구보고서*, 한국음향학회, 2002.

[10] 오영환, *음성언어정보처리*, 홍릉과학출판사, 1998.

[11] 윤명오, *선박 자동화 시스템*, 지구출판사, 1996.

[12] 우성우, 박래석, 이종길, "유압트랜스미션의 본드선도 모델링 및 시물레이션", *한국정밀공학회지*, vol. 13, no. 12, pp. 54-62, 1996.

[13] David M. Bourg, *Physics for Game Developers*, O'Reilly, 2002.

저 자 소 개



서기열(Ki-Yeol Seo)

1995년 동신대 전자공학과 졸업
 1998년 동 대학원 제어계측 전공 석사
 2000~현재 목포해양대학교 해사정보계측 공학 전공 박사과정

관심분야 : 퍼지응용, 지능제어, 음성인식 DB지식처리

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



박계각(Gyei-Kark Park)

1982년 한국해양대학교 항해학과 졸업
 1986년 동 대학원 해사수송공학과 석사
 1993년 일본 동경공업대학교 박사
 1993년~1994년 국제퍼지공학연구소 주임연구원
 1994년~1995년 (주)일산 기술고문
 2001년~2002년 University of Cincinnati 방문교수

1995년~현재 목포해양대학교 교수

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