

언어지시에 의한 지능형 조타기 제어 시스템

Intelligent Ship's Steering Gear Control System Using Linguistic Instruction

박계각 · 서기열*

Gyei-Kark Park and Ki-Yeol Seo*

목포해양대학교 해상운송시스템학부

* 목포해양대학교 대학원 해상정보계측전공

요 약

본 논문에서는 자연언어를 이용하는 인간의 학습방법에 기초한 LIBL방법을 선박의 조타 시스템에 적용하여, 항해사의 조타명령과 같은 언어적 지시가 조타수를 경유하여 수행되는 과정을 대체하는 지능형 조타 제어 시스템을 제안하고자 한다. 구체적인 연구방법으로는 조타수의 적절한 조타조작모형을 퍼지추론규칙을 이용하여 구현하고, 적절한 의미소 및 평가규칙을 제시한 언어지시 기반 학습방법을 선박의 조타시스템에 적용하여, 항해사의 언어지시에 보다 효율적으로 응답하는 지능형 조타기 제어 시스템을 구현한다. 퍼지추론을 이용하여 조타수의 경험을 바탕으로 한 타 조작 모형을 구축하였고, 지능형 조타 시스템을 위한 타각, 방위도달시간, 정상상태의 의미소를 제안하여, 조타수 조작 모델 규칙을 수정하기 위한 평가규칙을 제시하였다. 또한, 구축된 선박조종 시뮬레이터에 제안된 시스템을 적용하여 그 유효성을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose intelligent steering control system that apply LIBL(Linguistic Instruction Based Learning) method to steering system of ship and take the place of process that linguistic instruction such as officer's steering instruction is achieved via ableman. We embody ableman's suitable steering manufacturing model using fuzzy inference rule by specific method of study, and apply LIBL method to present suitable meaning element and evaluation rule to steering system of ship, embody intelligent steering gear control system that respond more efficiently on officer's linguistic instruction. We presented evaluation rule to constructed steering manufacturing model based on ableman's experience, and propose rudder angle for steering system, compass bearing arrival time, meaning element of stationary state, and correct ableman manufacturing model rule using fuzzy inference. Also, we apply LIBL method to ship control simulator and confirmed the effectiveness.

Key Words : Linguistic Instruction Based Learning, Intelligent steering, Meaning element, Fuzzy inference

1. 서 론

일반적으로 선박운항은 대양 및 연안에서의 항해와 협수로에서의 항해로 나누어 생각할 수 있다. 대양이나 연안과 같은 비교적 항해수역이 넓고, 위험요소가 적은 수역에서는 운항의 경제성이 중요시되어 과도한 타의 사용을 억제하는 방향의 항로 추종이 바람직하다. 그러나 위험요소가 많은 협수로에서의 항해는 경제성보다 안전성이 우선하므로 설정된 항로를 가급적 충실히 추종하는 것이 바람직하다. 현재 선박조종 분야도 많은 발전을 이루어 적응형 자동 조타 제어시스템이 주류를 이루고 있고 관련된 연구도 활발하게 진행되고 있다[1]. 나아가 3D산업으로 인식되어 승선기피현상이 심한 소형선박이나 어선의 부족인력을 대체할 목적으로 음성인식

기술을 이용한 조타기 시스템의 제어 방식도 연구되었으나, 소수의 어휘에 의한 단순제어방식이고, 인식률의 부족등으로 효율적이지 않다는 문제점이 있다[2]. 또한 현대 선박에서 주로 이용되는 자동 조타 시스템의 경우 대양이나 연안과 같은 비교적 항해수역이 넓고, 위험이 적은 수역에서의 선박조종에는 효율적이지만 복잡한 연안수로나 항만인접 수역을 항해하는 경우는 안전성이 우선하므로 좋은 성과를 기대할 수 없는 실정이다.

본 논문에서는 자연 언어를 사용한 인간의 학습 방법에 기초한 LIBL(Linguistic Instruction Based Learning) 방법을 선박의 조타 시스템에 적용하고자 한다[3]. 특히, 선박에서는 항해사의 조타명령이 내려지면 조타수가 항해사의 지시에 따라 타를 제어하는 방식이므로 항해사의 조타명령과 같은 언어적 지시가 인간을 경유하여 수행되는 시스템에 LIBL이 적용될 경우 인원절감등의 경제적 효과도 기대될 수 있는 장점이 있다.

접수일자 : 2002년 7월 1일
완료일자 : 2002년 9월 30일

구체적인 연구방법으로는 선체운동의 동특성을 고려하여 조타수의 적절한 조타조작모델을 구현하고, 언어지시 해석을 위해 필요한 적절한 의미소 및 평가규칙을 제시한 언어지시 기반 학습방법을 선박의 조타시스템에 적용하여, 항해사의 언어지시에 보다 효율적으로 응답하는 지능형 조타기 제어 시스템을 구현하고 이를 위해 구축된 선박 조종 시뮬레이터를 이용하여 그 효율성을 확인하고자 한다.

2. 언어지시 기반 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 수정한다. 언어지시 학습법은 Truck Backer-Upper Control System, Helicopter Flight Control System, Dynamic System 그리고 제어규칙 조정법과 Fuzzy Classifier System에 적용하여 그 유효성이 검증된 기법으로 LIBL에 기반한 조타 제어 시스템의 기본 구성은 그림 1과 같다[3-8].

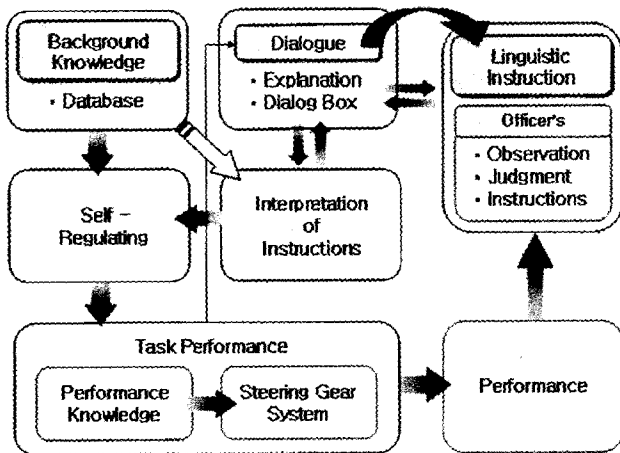


그림 1. 조타 제어 시스템을 위한 LIBL
Fig. 1 LIBL for ship's steering control system

항해사(Officer)가 언어지시부(Linguistic Input)를 통하여 해당 언어지시를 내리면 시스템은 대화부(Dialogue)를 통하여 배경지식부(Background Knowledge)의 데이터베이스내에 해당 지시의 유무를 확인하여 언어지시가 존재하면, 지시 해석부(Interpretation of Instructions)에서 해당 언어지시의 해석에 의하여 이미 생성된 원시 제어 규칙 수정용의 평가규칙을 이용하고, 언어지시가 존재하지 않으면 입력된 언어지시가 어떤 의미인가를 배경지식부 데이터베이스의 의미소(Meaning Element)를 이용하여 해석하고, 선택된 의미소에 의하여 생성된 평가규칙을 이용하여 실행부(Task Performance)의 원시규칙을 자기조정화부(Self Regulating)를 이용하여 자기조정하여 조타기 시스템(Steering Gear System)을 구동시킨다.

다음 절에서는 본 논문에서 구축하고자 하는 언어지시 기반 조타 제어 시스템의 각각의 기능요소에 대해 기술하고자 한다.

3. 언어지시 조타 제어 시스템의 기능요소

3.1 언어지시부(LI)와 대화부(Dialogue)

항해사(Officer)가 시스템의 대화부 설명을 바탕으로 성능을 관찰하고 판단하여 대화상자(Dialog Box)를 통해서 해당 언어지시를 입력한다. 이 때, 언어지시의 형식은 다음과 같다.

$$L_i = [LH][AW][HA][AP]$$

여기에서, LH는 언어해지(Linguistic Hedge), AW는 부사(Adverb Words), HA는 방위각(Heading Angle), AP(Auxiliary Phrases)를 각각 의미한다. 조타기 제어 시스템의 경우를 예를 들면 다음과 같은 언어지시의 형태로 대화부의 대화상자를 통해 입력된다.

$$L_i = [\text{좀더}(LH)][\text{빠르게}(AW)][180\text{도로}(HA)][\text{추종하라}(AP)]$$

3.2 배경 지식부(Background Knowledge)

배경지식부는 일반데이터베이스와 지식데이터베이스로 구분하여 구축한다. 일반데이터베이스는 실제 선상에서 일반적으로 사용하는 조타관련 명령을 데이터베이스화하여 일반조타명령이 입력될 경우 해당 조타각을 조정하도록 설정하고, 지식데이터베이스는 언어지시명령과 해당 언어지시에 따른 의미소 평가 결과값을 저장하여 타각을 제어하도록 한다.

3.3 지시언어 해석부와 자기 조정화부

3.3.1 의미소 선정

지능형 조타기 제어 시스템의 경우 시스템의 응답결과를 판단할 수 있는 타각(ΔmR_θ), 도달시간(ΔmT_s), 안정상태(ΔmS_θ)로 의미소를 설정한다. 각각의 의미소는 (+), (0), (-) 세 가지의 경향을 가진다.

예를 들어, 『좀더 빠르게 180°로 정침하십시오.』라는 언어지시(L)가 내려지면 데이터베이스를 검색하여 해당 언어지시가 있는지를 살펴보고 해당 언어지시가 데이터베이스 내에 존재하면 각 변수에 따른 제어를 행하고, 해당 언어지시가 데이터베이스 내에 존재하지 않으면 시뮬레이터는 대화상자를 출력하여 사용자에게 의미소를 설정하기 위한 질의를 시작한다.

- 타각 증가인가? if YES, $\Delta mR_\theta(+)$
- 설정침로 도달시간 감소인가? if YES, $\Delta mT_s(-)$
- 안정상태 개선인가? if NO, $\Delta mS_\theta(+)$

시스템의 질문에 대한 답변 여부에 따라 각각의 의미소를 선택하고 제어규칙을 결정하게 된다. 이렇게 선택된 의미소에 『좀더』라는 언어해지(Linguistic Hedge)를 설정하여 제어규칙을 수정하여 최종적으로 조타기에 의한 타각을 변경 제어한다. 위의 언어지시에 의한 의미소 선택 결과는 다음과 같다.

$$L_i = (LH_i)(\Delta mR_{\theta}(+) \text{ and } \Delta mT_s(-)) \quad (1)$$

그림 2는 지시자의 언어지시를 평가하기 위한 의미소의 경향을 선택하는 과정을 나타낸다. 그림 2에서 n은 의미소의 개수로서 본 조타제어시스템에서 n=3이고, LHM은 미리 준비해둔 언어해지의 모듈이다. 먼저, 항해사의 언어지시가 대화상자를 통하여 입력되면 해당 언어지시가 데이터베이스 내에 존재하는지를 검색하고, 언어지시가 존재하지 않으면 의미소 설정을 위한 대화상자(Dialog Box)를 출력한다. 의미소의 해당여부를 판단하여 의미소(Meaning Element)의 선택 여부를 각각 결정한 후 데이터베이스 내에 추가한다. 이렇게 각각의 의미소가 결정되면, 입력된 언어지시에 언어해지(Linguistic Hedge)가 있는지를 검색하여 언어해지가 존재하면 해당 언어해지에 따른 가중치를 부가한다. 만약, 해당 언어지시가 데이터베이스 내에 존재하면 언어지시 검색을 중지하고, 언어해지를 검색하여 해당 언어해지에 따른 가중치를 부가한다. 이렇게 항해사의 언어지시에 따른 의미소와 그 경향이 탐색되면 평가규칙을 작성한다.

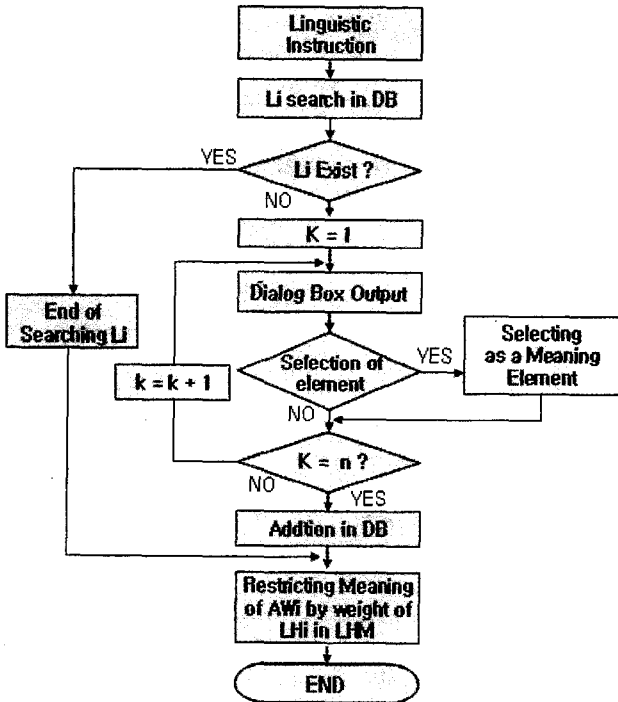


그림 2. 의미소 선택 과정

Fig. 2 Selection process of meaning element

3.3.2 평가규칙 작성

언어지시에 대해서 각 의미소와 그 경향이 탐색되면, 배경 지식을 이용해 그 요소와 경향별로 평가 규칙을 작성한다. 각 요소별로 이용하는 전건부의 멤버십 함수는 *SMALL*, *MED*, *BIG*이고, 후건부는 각각의 전건부에 대응하는 경향별 세 가지씩의 멤버십 함수를 준비해둔다. 그림 3은 의미소 $\Delta mR_{\theta}(+)$ 가 선택되었을 경우의 평가 규칙의 예를 나타낸다.

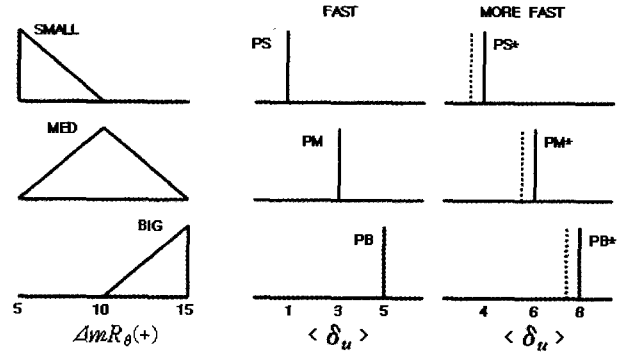


그림 3. 평가 규칙 구성

Fig. 3 Composition of estimation rule

언어 해지에 의한 의미의 한정은, W_{LH} 의 값을 평가 규칙에 반영하는 형태로 행해진다. 아래의 식으로부터 후건부의 파라미터의 이동량 ΔH 를 구해서 언어 해지에 의해 한정된 평가 규칙을 작성한다.

$$\Delta H = W_{LH} \cdot \Delta R \quad (2)$$

R : 언어 해지에 의한 후건부의 최대 이동량 (R=5.0)

언어 해지[*MORE*] ($W_{LH} = 0.6$)에 의한 후건부의 이동량은 $\Delta H = 0.6 \cdot \Delta R$ 이고, [*좀더 빠르게*]의 평가 룰이 작성된다. 그림 3과 같이 언어해지의 효과가 반영되어 평가규칙의 최종적인 후건부는, PS^* , PM^* , PB^* 가 된다. 언어 해지에 가중치를 달아서 미리 준비해둔 결과는 다음과 같다.

[[없음, 0.0), (약간, 0.2), (다소, 0.4), (좀더, 0.6), (더욱, 0.8), (매우, 1.0)]

언어 해지에 의한 평가 규칙의 후건부의 최대이동량 $\Delta R = 5.0$ 으로 설정하였다[3].

의미소의 평가규칙은 단일 입출력 퍼지 추론기관으로 구성된다. 예를 들어, 타각 증가 $\Delta mR_{\theta}(+)$ 다음과 같은 규칙을 갖는다.

If $\Delta mR_{\theta}(+)$ is small, then δ_u is PS

If $\Delta mR_{\theta}(+)$ is medium, then δ_u is PM

If $\Delta mR_{\theta}(+)$ is big, then δ_u is PB

3.3.3 자기 조정화부

평가규칙에 의하여 구해진 언어지시를 반영한 추가타각 δ_u 가 구해지면, 조타수 조작모델의 원시제어규칙에 의하여 구해진 조타각 δ 와 δ_u 를 합성하는 형식으로 자기조정화가 이루어진다. 언어지시가 내려졌을 경우에 최종적인 타각 δ^* 는 식(3)과 같이 구해진다.

$$\delta^* = \delta + \delta_u \quad (3)$$

3.4 작업 수행부(Task Performance)

작업수행부는 실제 작업을 수행하는 부분으로 본 논문에서는 조타수의 조타방식을 조타수의 경험에 의하여 작성된 퍼지제어규칙(제어모델)이 그림 1의 Performance Knowledge에 해당되며, 실질적으로 조타기를 제어하는 기능을 수행한다. 다음은 조타수의 퍼지제어모델과 조타 시스템의 구성, 그리고 조타관련 다이내믹스에 대하여 구체적으로 설명하고자 한다.

3.4.1 일반적인 선박의 조타 시스템 구성

일반적인 선박의 조타 시스템 구성은 그림 4와 같다. 항해사의 설정방위(Ψ_I) 지시가 있으면 조타수는 현재방위(Ψ)와 설정방위를 비교하여 오차가 발생하면 타수를 조절하여 타각을 결정해 선박을 이동시켜 설정방위를 추종한다.

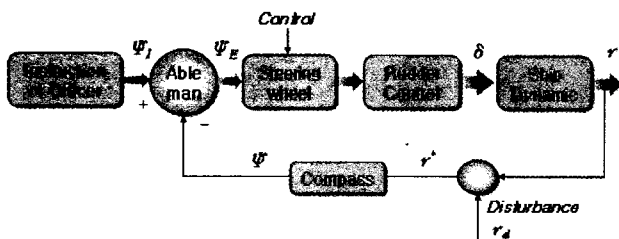


그림 4. 일반적인 조타 시스템의 구성
Fig. 4 Configuration of general steering system

여기에서, Ψ_I 는 설정방위, Ψ_E 는 방위오차, δ 는 타각, r 은 타굴절에 의한 선회율, r_d 는 바람/파도 방해로 인한 편요율, 그리고 Ψ 는 실제 선수 방위각을 나타낸다.

3.4.2 언어지시 기반 조타 시스템 구성

LIBL 기반 조타 시스템의 구성은 그림 5와 같다. 항해사의 언어지시 명령이 입력되면 언어지시기반시스템에서 항해사의 언어지시 의미를 파악해 타각을 적절하게 제어하는 방식이다. 먼저, 일반적으로 조타수가 타각을 제어하는 경험을 바탕으로 퍼지추론을 이용하여 조타수의 타각 제어 모델을 구성한다.

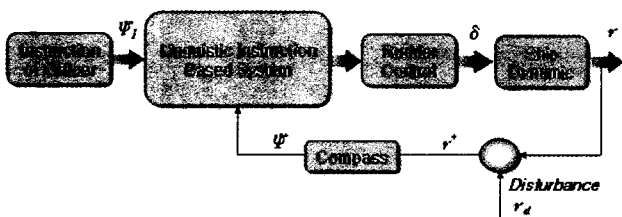


그림 5. LIBL 조타 시스템의 구성
Fig. 5 Configuration of LIBL steering system

본 시뮬레이터에서 적용한 선박의 방위 계산식은 다음과 같다. 식(3),(4),(5)에서처럼 타각(Rudder angle) δ 에 언어지시에 의한 퍼지추론 결과를 더하여 선회율(r)을 구해 방위를 구하는 형식이다.

$$r = R\sqrt{v_i} \cdot \delta^* \quad (4)$$

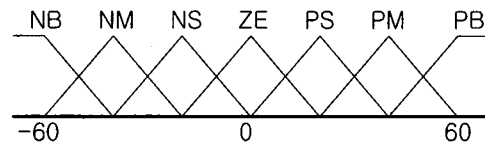
$$\Psi = \int_0^t r^* dt, \quad r^* = r + r_d \quad (5)$$

여기에서, r 은 타굴절에 의한 선회율, R 은 보정상수(0.01), v_i 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[1]. 본 연구에서는 바람이나 파도 등의 환경에 의한 편요율은 적용하지 않았기 때문에 $r_d = 0$ 으로 하였다.

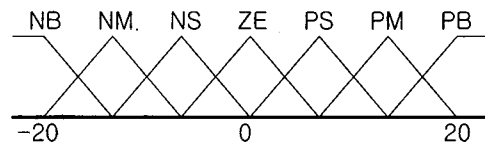
3.4.3 조타수의 조작 모델

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 멤버십 함수와 제어규칙은 다음과 같다.

1) $\Psi_E, \Delta\Psi_E$ 의 멤버십 함수

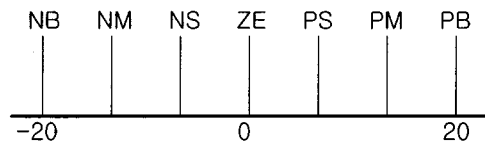


(a) Membership function of Ψ_E [deg]



(b) Membership function of $\Delta\Psi_E$ [deg]

2) 타각 δ 의 멤버십 함수



Membership function of δ [deg]

3) 제어규칙 예

조타수 조작 모델에 적용된 제어규칙의 예를 들면 아래와 같다.

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 채택하였다[10].

4. 시뮬레이션

시뮬레이터를 구현하기 위해 목포해양대학교의 실습선인 새유달호를 모델로 하였다. 새유달호의 특성은 표 2와 같다.

표 2. 새유달호 특성

Table 2. Principal Particulars of M/V SAEYUDAL

Dimension	
- L.O.A	102.70M
- L.B.P	93.00M
- B(MLD)	14.50M
- D(MID) shelte/main	9.50/7.00M
- Draft Design/Assigned	5.20M
Main Engine	
- Model	SSHL B&W 8S26MC
- M.C.R	3970PS × 250RPM
- N.C.R	3374.5PS × 236.8RPM
Propeller	
- Diameter	3.060M
- Pitch	2.379M
- Number of Blades	4EA
- Expanded Area Ratio	0.63

4.1 시뮬레이터 구성

구현된 시뮬레이터의 메인화면은 그림 6과 같다. 왼쪽메뉴에 선체를 제어하기 위한 컨트롤을 설정하였고, 오른쪽화면은 실시간 3D 그래픽스를 구현하기 위해 OpenGL을 이용하여 실제 선체의 움직임 알 수 있도록 하였고[11], 또한 선속, 타각, 방위등의 계기판을 구성하여 사용자와 현재 선박의 움직임 상태를 파악할 수 있도록 설정하였다.

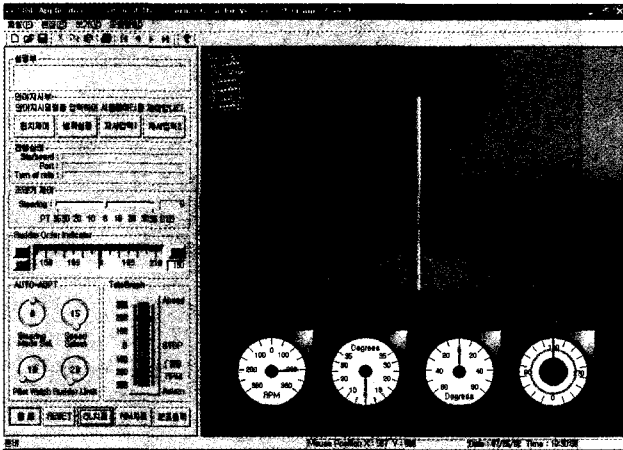


그림 6. 시뮬레이터의 메인 화면
Fig. 6 Main view for simulator

그림 6에 보이는 것 처럼 시뮬레이터 메인 화면에서 명령 입력 버튼을 클릭하면 그림 7과 같은 언어지시 명령을 입력 받기 위한 대화상자가 출력된다. 지시명령을 그림과 같이 입력하고, 확인버튼을 클릭하면 의미소 설정을 위한 첫 번째 단계로 지시자와의 대화를 시작한다.

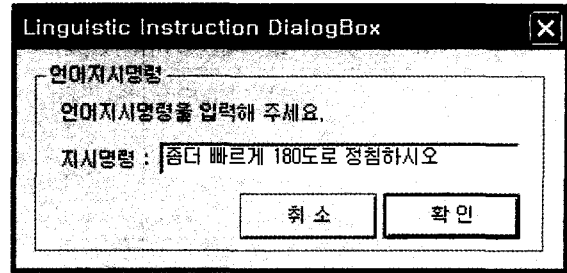


그림 7. 언어지시 입력용 대화상자
Fig. 7 Dialog box for L_i input

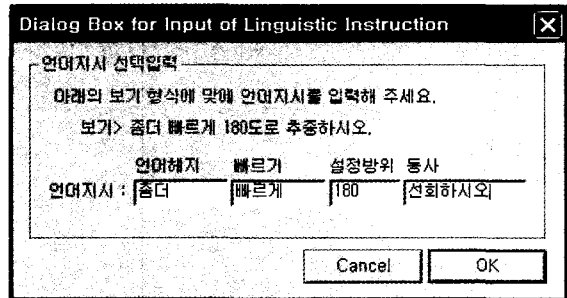


그림 8. 선택적 언어지시 입력용 대화상자
Fig. 8 Dialog box for selective L_i input

의미소 설정에서 "지시명령이 타각 증가인가?"에 대한 응답에 [예],[아니오],[취소]를 선택하게 된다. [예]는 타각 증가를 의미하고, [아니오]는 타각 감소를, [취소]는 의미소로 해당되지 않음을 나타낸다. 그 결과는 아래 그림과 같다.

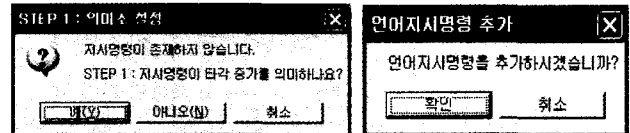


그림 9. 의미소 선택을 위한 대화상자
Fig. 9 Dialog box for selection of meaning element

해당 언어지시에 따른 의미요소가 설정되면 언어 해지를 검색하여 검색된 언어 해지에 따른 보정 값을 계산하여 그림 9와 같이 언어지시명령을 데이터베이스에 추가하도록 설정하였다. 여기에서 [확인]버튼을 클릭하면 해당 언어지시와 결과 값이 데이터베이스에 추가된다.

4.2 언어지시모드 설정

일반적인 조타수의 조타모델일 경우를 Normal Mode, 언어지시명령일 경우를 L(Linguistic Instruction) Mode, 그리고 언어해지(Linguistic Hedge)가 있을 경우를 Lh (Linguistic Instruction with LH) Mode로 각각 설정하여 결과를 출력하도록 하였다.Normal Mode는 일반적인 조타수의 조타조작모델에 의한 설정 방위각을 추종하는 것이다. L Mode는 일반적인 조타수의 조타조작모델에 언어지시에 의한 추론결과를 부가하여 타각을 제어하고, Lh Mode는 언어지시 명령을 검색하여 언어해지가 있을 경우의 해당 언어해지를 부가하여 타각을 제어하도록 하였다. 각각의 모드에 대한 언어지시의 예를 들면 표 3과 같다.

표 3. 언어지시의 예
Table 3. Example of Linguistic Instruction

Mode	언어지시(Linguistic Instruction)
Normal Mode	"180° 로 추종하시오"
L Mode	"빠르게 180° 로 추종하시오"
Lh Mode	"좀더 빠르게 180° 로 추종하시오"

4.3 시뮬레이션 결과

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 언어해지를 포함한 언어지시모드(Lh Mode)로 구분하여 각각 시뮬레이션하였고, 그 결과를 방위 추종형태에 따라 나타내었다. 현재 방위 0° 에서 90° 로 추종할 경우의 출력결과를 그림 10에 나타내었고, 0° 에서 180° 방위 추종의 경우 출력 결과는 그림 11에 나타내었다. 180° 에서 270° 방위 추종 결과는 그림 12, 현재 방위 180° 에서 60° 까지의 방위 추종 결과는 그림 13에 각각 나타내었다.

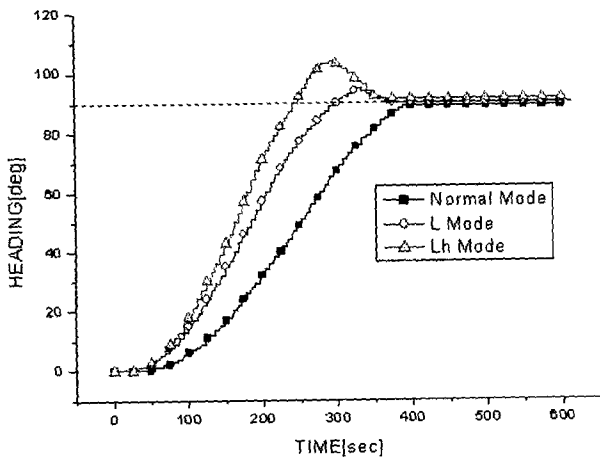


그림 10. 0° 에서 90° 로 선회하는 경우
Fig. 10 Case of tuning to 90 degree

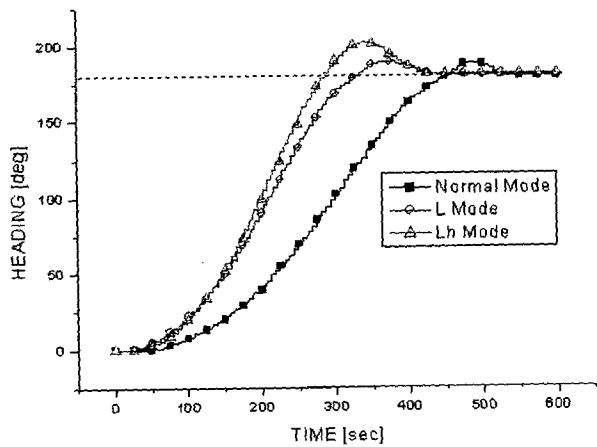


그림 11. 0° 에 180° 로 선회하는 경우
Fig. 11 Case of tuning to 180 degree

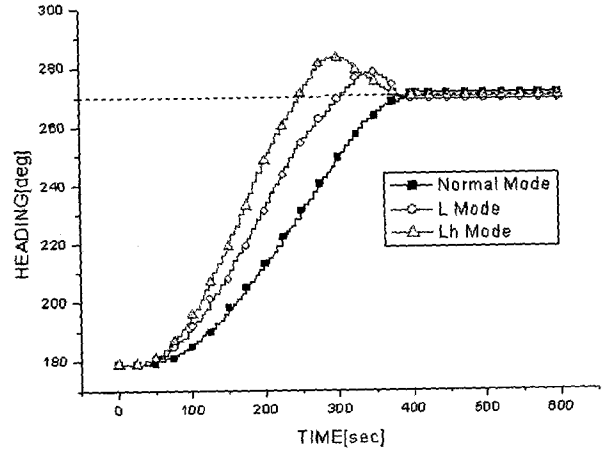


그림 12. 180° 에서 270° 로 선회하는 경우
Fig. 12 Case of tuning from 180 to 270 degree

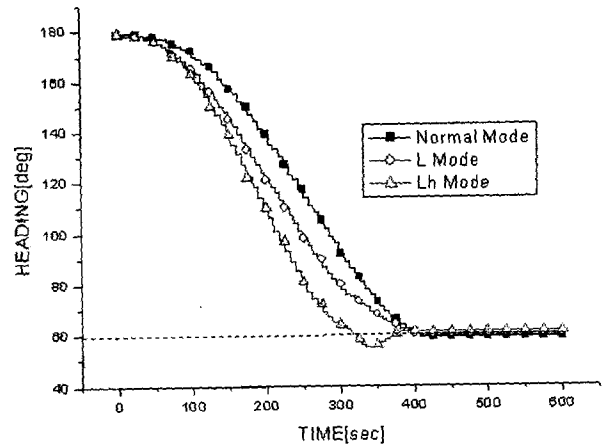


그림 13. 180° 에서 60° 로 선회하는 경우
Fig. 13 Case of tuning from 180 to 60 degree

그림 10과 그림 11은 현재방위 0° 에서 90° 방위로 선회하는 경우와 180° 로 선회하는 경우의 결과이다. 일반모드, 언어지시모드, 언어해지모드의 각각의 응답특성을 살펴보면 각 설정방위까지의 도달시간은 언어해지모드가 가장 빠른 응답을 보이지만 안정상태 추종까지는 언어해지가 포함된 언어지시모드가 좋은 추종결과를 보임을 확인하였다. 그림 12와 그림 13은 현재방위 180° 에서 270° 도 선회하는 경우와 60° 로 선회하는 경우의 결과를 나타낸다. 역시, 일반모드, 언어지시모드, 언어해지모드의 응답특성을 살펴보면 설정방위까지의 도달시간은 언어해지가 포함된 언어지시모드가 빠른 응답을 나타내고 안정상태의 추종시간도 개선됨을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 자연언어를 사용한 인간의 학습방법에 기초한 언어지시 기반 학습(LIBL) 방법을 선박의 조타시스템에 적용하여 조타수를 대신할 지능형 조타기 제어 시스템을 제안하였다. 구체적인 연구방법으로는 일반적인 조타수의 경험을 바탕으로한 조타 조작 모델을 퍼지추론을 바탕으로 구

축하였고, 지능형 조타시스템을 위한 타각, 방위도달시간, 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 언어지시 모드(L Mode)와 언어해지가 포함된 언어지시모드(Lh Mode)로 구분하여 각각의 추종결과를 도시하였다. 또한, OpenGL을 이용한 실시간 선박 조종 시뮬레이터를 구축하여 본 시스템의 효율적인 응답결과를 확인하였다.

그러나 본 연구에서는 선박 조타에 영향을 미치는 요인인 바람, 파도, 기상조건등의 영향을 고려하지 않았기 때문에 앞으로 조타에 영향을 미치는 요인까지 고려하여 보다 정확한 언어지시기반 지능형 조타기 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.H.Sohn, G.W.Lee, G.Lim, J.C. Bae, "A Study on the Prediction of Propulsive Energy Loss Related to Automatic Steering of Ships", *International Symposium on VTS & IBS '95*, November 2-3, 1995.

[2] J. Fukuto, M. Numano, N. Shimono and K. Matsuda, "Countermeasures against Malfunctions of a One Person Bridge Operation Support system by Using Speech Communication", *Journal of Japan Navigation*, vol. 102, pp. 63-70, 1995.

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

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

[5] 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.

[6] 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.

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

[10] 채 석, 오영석, *퍼지이론과 제어*, 청문각, 2001.

[11] Wright & Sweet, *OpenGL Super Bible Second Edition*, Waite Group Press, 2002.

저 자 소 개



박계각(Gyei-Kark Park)

1982년 한국해양대학교 항해학과 졸업
 1986년 동 대학원 해사수송과학 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



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