

선형 설계용 에이전트 기반 퍼지 추론 시스템 기초 연구

An Agent-based Fuzzy Inference System for Hull Form Design

이규열* · 김수영** · 신성철*** · 조윤제*** · 김민정***

K. Y. Lee*, S. Y. Kim**, S. C. Shin***, Y. J. Joe*** and M. J. Kim***

*서울대학교 조선해양공학과
**부산대학교 조선해양공학과, 부산대학교 생산기술연구소
***부산대학교 조선해양공학과

요 약

에이전트는 독립적인 모듈로서 설계에 필요한 정보를 특성별로 분리하여 합의된 규약, 즉 에이전트 통신 언어에 따라 정보를 교환하는 것이며, 퍼지 추론 시스템은 경험 지식을 언어적 제어 규칙으로 표현하고 퍼지 추론을 이용해서 컴퓨터에 실행할 수 있도록 한 것이다. 본 연구에서는 퍼지 추론 시스템과 에이전트 기반 시스템의 결합을 시도하고, 이를 주요치수와 선형 계수의 추론에 적용하여 선박설계에서의 응용 가능성을 검토하였다.

ABSTRACT

Agent, as a independent module, exchanges knowledge & information which are classified to their characteristics according to shared protocol, i.e. Agent Communication Language(ACL). Fuzzy inference system represents the experiential knowledge as linguistic control rule and enables us to execute the knowledge using fuzzy inference. This study tries connecting fuzzy inference system with agent-based system and inspects applicability to hull form design through inferring principle dimension and hull form coefficients.

1. 서 론

조선 산업은 대규모 개별 수주 생산형의 산업으로 수주시 요구되는 설계 및 생산에 관한 정보는 방대하며 수주 후에는 이러한 정보를 바탕으로 납기에 맞도록 설계와 생산 각 부문이 여러 가지 업무를 공동으로 진행해 간다. 이때 다수 인력이 초기 설계 단계부터 상호 관련을 가지면서 동시 병행적으로 작업을 수행하므로 방대한 정보의 생성, 전달, 조정, 변경의 효율적 관리가 필요하다[1].

최근에는 정보 처리를 포함한 설계 및 생산 시스템의 전산화/자동화를 위한 컴퓨터 통합 생산 시스템(Computer Integrated Manufacturing: CIM)이 연구되고, CALS(Commerce At Light Speed)와 동시공학(Concurrent Engineering)이 선박의 설계와 생산에 적용될 수 있도록 연구되고 있다[1]. CALS 지향 연구 방법 중의 하나가 에이전트 기반 통합 시스템(Agent-based integrated system)의 구현으로 에이전트란 새로

운 개념의 지식기반 시스템의 통합 방안이다.

한편, 선박 설계는 비선형 특성을 가지는 한정된 설계 조건들로부터 원하는 설계 결과를 도출하는 작업이다. 따라서 설계 과정에서 처리하는 내용은 전문가의 지식과 경험에 대한 의존도가 높다.

퍼지 추론 시스템은 지식과 경험에 기초한 인간의 경험 지식을 언어적 제어 규칙으로 표현하고 퍼지 추론을 이용해서 컴퓨터에 실행할 수 있도록 한 것으로, 주어진 입출력 데이터간의 상관관계로부터 내부 지식으로 정의하여 전문가의 경험 지식에 의한 설계 작업에 근접하는 결과를 도출하거나 유용한 설계 정보를 신속하고 효율적으로 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 연구에서는 간단한 에이전트 기반 선박 설계 시스템을 구성하고, 이를 퍼지 추론 시스템과 연결하여 초기 선형 설계 단계에서 주요치수와 선형 계수 생성 예를 통해 이의 개발 및 그 응용 가능성을 검토하였다.

2. 에이전트 시스템

※본 연구는 한국 과학 재단의 목적 기초 연구 과제(과제번호: 96-0200-02-3) 지원에 의한 연구의 일부 발제본입니다.

정보 처리와 컴퓨팅 환경은 인터넷과 CALS의 발달과 더불어 지역적인 벽을 넘어 글로벌(global)화 되었고, 이에 따라 기업간의 협동적인 업무 처리나 분산 설계가 필요해짐에 따라 이를 가능케 하는 기술의 지원과 개발이 요청되지만 여기에는 이에 앞서 해결해야 할 몇가지 문제점들이 있다.

첫째, 정보 자체의 다양성 처리 문제이다. 세분화되고 전문화된 범위에서 독립적으로 만들어지는 정보들은 그 구조와 형식상의 모델이 대단히 다양하다. 실제로 같은 CAD 시스템에서도 Vendor가 달라지면 호환에 문제가 발생한다. 따라서 각각의 정보 모델을 표현하고 상호작용할 수 있도록 하는 새로운 방법이 필요해진다.

둘째, 정보 운영상의 어려움이다. 각 분야의 전문가들이 공통의 정보를 이용할 수 있다 하더라도 그 정보가 무엇을 의미하고, 어떻게 자신이 원하는 형식으로 변환할 것인가를 이해하는 것은 어렵다.

셋째, 소프트웨어 도구(tool)의 이질성이다. 실제로 조선 산업에만도 응용 프로그램이나 데이터 베이스 그리고 지식 베이스 시스템들이 다양하게 있다. 따라서 이질적 소프트웨어간 통신이라는 어려움이 있다.

이러한 문제점의 해결책으로 최근 대두되고 있는 것이 에이전트에 의한 시스템 통합이다. 이는 각각의 사용자와 그들이 사용하는 도구의 능력(capabilities)을 캡슐화(encapsulation)하여 상호 작용하는 에이전트를 사용하여 협동적인 문제 해결이 가능하도록 하는 것이다.

Fig. 1은 에이전트의 상호작용에 의한 협동을 개념적으로 나타낸 것이다.

이러한 에이전트 시스템의 주요 특징으로는 새로

운 에이전트의 추가와 기존 에이전트의 제거가 용이한 유연성, 정보의 효과적인 분산성, 그리고 시스템 능력의 명시화로 그 시스템 기능에 대한 사전 예측이 가능해진다는 점을 들 수 있다.

2.1 에이전트의 정의

에이전트란 독립적인 모듈로서 설계에 필요한 정보를 특성별로 분리하여 관리하며, 외부 환경에 대한 대응이 스스로의 계획(planning)에 따라 이루어지는 자율성(autonomy)과 에이전트 시스템 내에서 상호간 정보나 지식의 교환을 가능하게 하고, 에이전트간의 충돌시 적절한 타협점을 찾아내는 사회성(cooperation)을 가진다[2].

이때 에이전트는 설계의 과정 속에 일정한 위치를 점하여 각자 나름대로의 고유한 업무를 처리하고 합의된 규약-에이전트 통신 언어(Agent communication language, ACL)-에 따라 정보를 교환한다.

2.2 에이전트 통신 언어(ACL)

에이전트 기반 시스템에서는 다양한 소프트웨어 개체들간의 상호 작용을 지원할 수 있도록 일반화된 통신 수단이 필요하며, 이를 위해 개발된 것이 ACL (Agent Communication Language)이다.

본 연구에서 사용한 ACL은 외부층(Outer layer)과 내부층(Inner layer)으로 구성되어 있는 다층 ACL (Multi-layered ACL)이며, 외부층은 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)을, 내부층은 KIF (Knowledge Interchange Format)을 사용한다.

KQML은 에이전트 상호 작용에 관한 규약으로서 에이전트간 정보 교환을 지원하는 메시지의 형식이

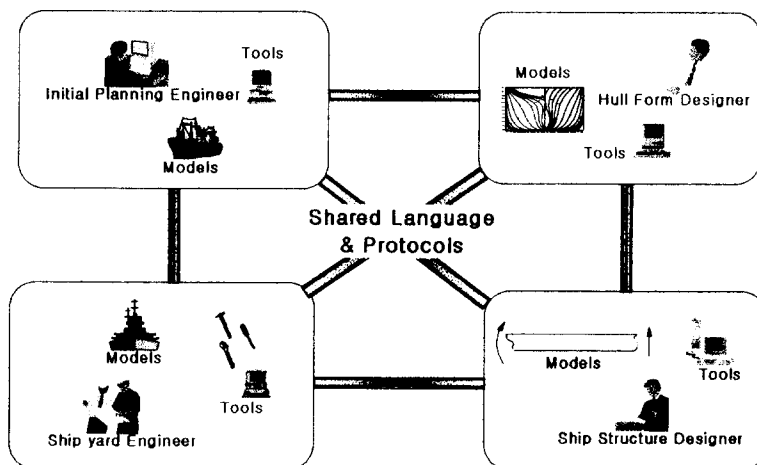


Fig. 1. Collaboration as agent interaction.

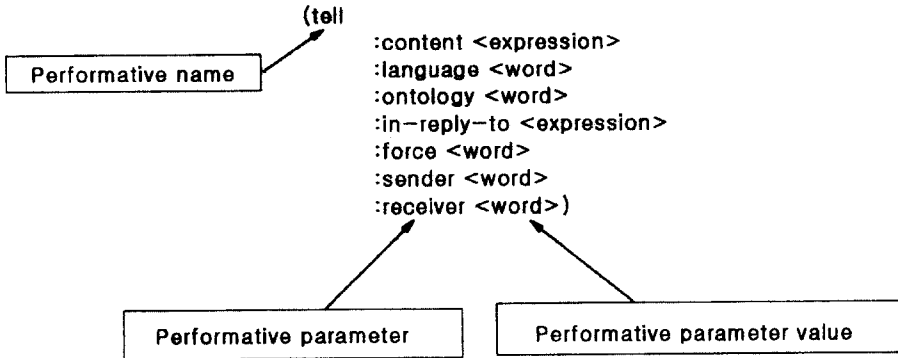


Fig. 2. Typical example of KQML message.

자 메시지를 다루는 규약이다. 이것은 에이전트의 정보에 대한 태도를 나타내는 수행어(performatives)와 여러 가지 매개변수(parameters)로 이루어져 있다. 기본적인 수행어로는 tell, deny, untell, evaluate, reply, ask-if 등이 있고, 매개변수로는 :content, :language, :ontology, :in-reply-to, :force, :sender, :receiver 등이 있다. Fig. 2는 KQML 메시지의 예를 나타낸다. KQML 메시지에서 수행어와 일정한 수의 매개변수 및 그 값은 정보의 통신을 위한 골격을 형성하고, 실제 정보의 내용이 포장되어 전달된다[2,3].

KIF은 KQML 메시지의 :content의 값이 될 수 있는 하나의 언어 형식으로서 이종의 컴퓨터 프로그램들 간의 지식 교환을 목적으로 개발된 것으로, 실제적인 지식을 표현하는 방법을 규정한다[2,4].

어떤 응용 프로그램이 KIF으로 표현된 지식 베이스에서 지식을 읽어들이 때는 프로그램의 내부적인 형식, 즉 특정한 포인터 구조, 배열 등의 자료로 변환하여 사용하게 된다. 또한 그 프로그램이 다른 프로그램과 통신할 필요가 있을 때는 내부적인 자료 구조를 KIF으로 사상(mapping)시켜 교환하게 된다[4].

KIF은 다음과 같은 특징을 가진다. :

① KIF은 서술적 의미론(declarative semantics)을 가지고 있다. 이것은 특정한 해석기(Interpreter)가 필요한 다른 언어와는 달리 모든 지식을 공유된 서술 방식에 의해 표현하고 있다.

② LISP과 같이 1차 술어 논리(first order predicate logic)에 의해 임의의 문장을 표현할 수 있도록 해줌으로써 논리적으로 쉬운 언어이다.

③ 지식의 지식(meta-knowledge)을 표현할 수 있다. 따라서 모든 지식 표현을 명시화할 수 있고, 언어를 변경하지 않고 새로운 지식 표현 구조를 사용할 수 있게 된다[4].

2.3 에이전트의 구조

설계과정을 이루는 각 단계를 독립적인 모듈로 재구성하고, 각각을 에이전트화하는 방법은 Fig. 3과 같이 크게 3가지가 있다.

본 연구에서는 변환기를 이용하는 "Transducer" 방법을 채용했다. 변환기는 외부와의 메시지를 주고받고, 기존의 프로그램 코드는 각 에이전트 고유의 업무

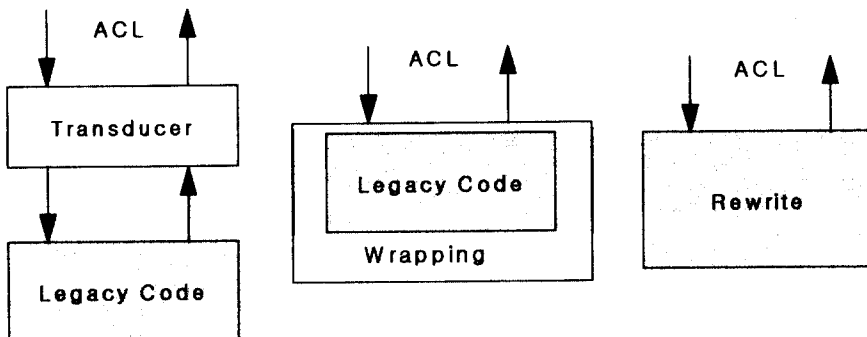


Fig. 3. Three approaches for agentification.

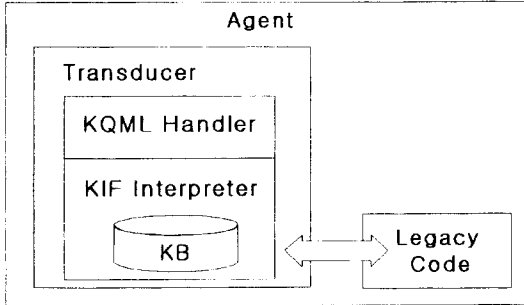


Fig. 4. The structure of agent using transducer.

를 처리한다. 메시지 자체가 내·외부 2층(KQML, KIF)으로 구성되어 있으므로 이것을 운용하려면 각각을 담당하는 처리가 필요하다. KQML의 처리는 JATLite(Java Agent Template, Lite)[5]를 사용하고, KIF는 서울대학교에서 시험용으로 개발한 KIF interpreter[6]를 사용하였다.

Fig. 4는 에이전트의 개념적 구성도를 나타내고 있다.

3. 퍼지 추론 시스템

퍼지 추론 시스템은 지식과 경험에 기초한 인간 판단 등의 애매성을 포함하는 경험 지식을 언어적 제어 규칙으로 표현하고 퍼지 추론을 이용해서 컴퓨터에 실행할 수 있도록 한 것이다[7,8].

일반적으로 퍼지 추론 시스템은 사용 방식에 따라 2가지로 분류할 수 있다.

① 제어 분야에서 주로 사용되는 퍼지 모델링 방법으로, 자동차 거동 제어, 플랜트 모델링, 기타 공학적 제어 분야에서 사용되며, 퍼지 제어 규칙과 퍼지 추론 실행을 위한 장치로 구성된다.

② 시스템의 입력과 출력간의 관계를 파악하여 비

선형 동적 거동을 표현한다. 표본 입출력 데이터, 퍼지 제어 규칙 그리고 퍼지 추론으로 구성된다.

기본적으로 퍼지 추론 시스템은 4개의 구성요소로 이루어져 있고, 그 기능은 Fig. 5에 나타낸 것과 같다.

선형설계에 유용한 퍼지 추론 시스템의 유형은 퍼지 if-then 규칙에서 후진부의 형식에 따라 크게 3가지로 분류할 수 있다.

① 유형 1 : Tsukamoto 퍼지 모델

이 유형은 Fig. 6의 Type 1과 같이 각 퍼지 if-then 규칙의 후진부가 단조 비감소(Monotonic non-decreasing) 소속 함수를 가지는 퍼지 집합으로 표현된다. 따라서 각 규칙에서 추론된 출력은 규칙의 활성화 강도에 의해 유도된 실수 값으로 정의된다. 전체 출력은 각 규칙의 실수 출력에 대한 가중 평균(Weighted average)에 의해 도출된다.

② 유형 2 : Mamdani 퍼지 모델

이 유형은 스팀 퍼지 제어 대상으로 스팀 엔진 실험 장치로서 보일러의 출구 압력과 엔진 속도를 일정하게 제어하도록 1974년 Mamdani에 의해 제안되었다.

T-norm과 T-conorm으로 각각 "최소(Min)"와 "최대(Max)" 연산자를 선택하고 최대-최소 합성을 사용하면 전체 퍼지 추론 과정은 Fig. 6의 Type 2와 같다. 각 규칙의 추론된 출력은 활성화 강도와 출력 소속 함수의 최소값과 같다. 다양한 T-norm과 T-conorm의 개념이 전체 퍼지 출력에 바탕을 둔 최종 실수 출력을 선택하기 위해 제안되어 왔다.

③ 유형 3 : Sugeno 퍼지 모델

Sugeno 퍼지 모델은 표본 공간을 구성하는 일련의 입출력 데이터로부터 그들 간의 상호 연관성을 수학적 모델로 나타내려는 것이다. 이 방법은 표본 공간 내의 입출력 데이터가 비선형적인 관계에 있을 경우

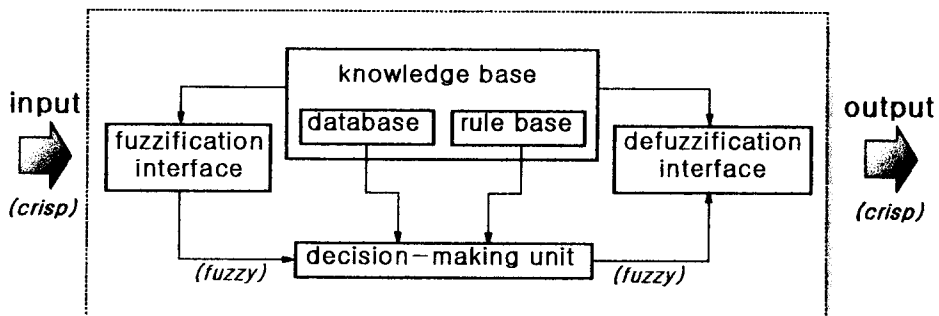


Fig. 5. Block diagram for a fuzzy inference system.

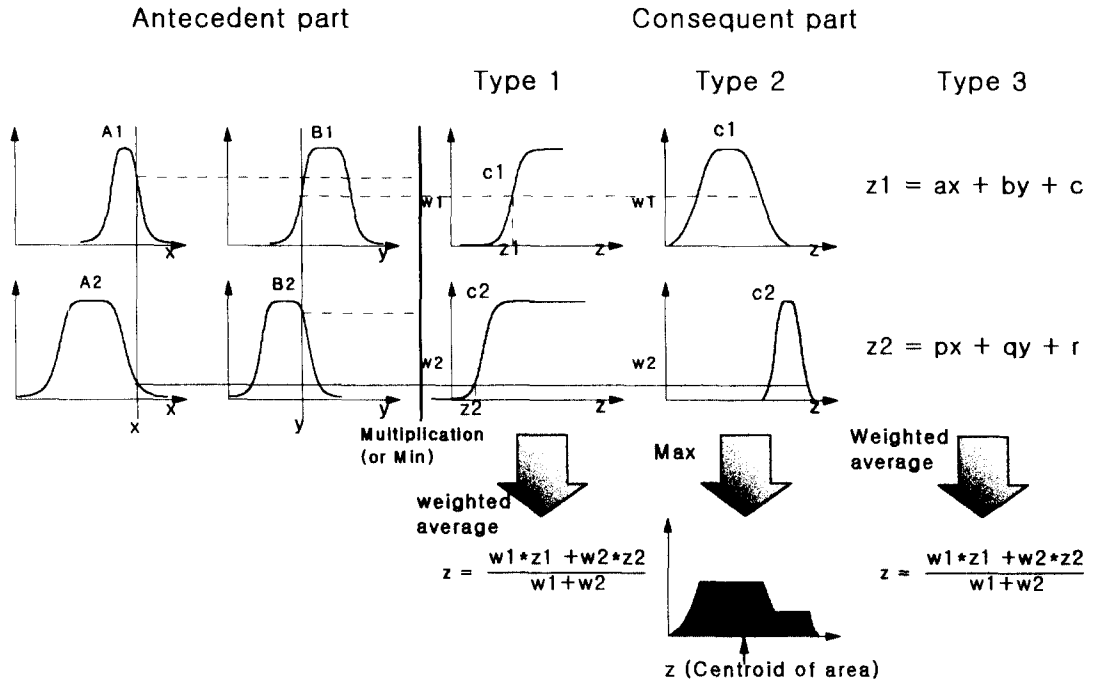


Fig. 6. Commonly used fuzzy if-then rules and fuzzy reasoning mechanisms.

에 매우 효율적으로 적용할 수 있다. 즉, 표본 공간내의 비선형적인 데이터의 관계를 선형적인 다항식의 합으로 조합하여, 데이터들 간의 상호 연관성 (Correlation)을 찾아 표본 공간 내의 데이터 구성과 근사한 여러 개의 다항식으로 수식화하여 표현하는 방법이다

Sugeno 퍼지 모델의 전형적인 퍼지 규칙은 아래와 같다.

$$\text{if } x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ then } z = f(x, y)$$

여기서 A 와 B 는 전건부에서의 퍼지 집합이고, $z=f(x, y)$ 는 후건부의 함수식이다.

일반적으로 $f(x, y)$ 는 입력변수 x, y 를 가지는 다항식(Polynomial)이지만, 규칙의 전건부에 의해 정의되는 퍼지 영역 내의 모델 출력을 근사적으로 표현할 수 있는 임의의 함수가 될 수도 있다.

$f(x, y)$ 가 1차 다항식이면 1차 Sugeno 퍼지 모델이라 하고, f 가 상수이면 0차 Sugeno 퍼지 모델이라 한다. 0차 Sugeno 퍼지 모델은 각 퍼지 규칙의 후건부가 퍼지 Singleton에 의해 규정되는 Mamdani 퍼지 모델의 특수한 경우이고, 각 퍼지 규칙의 후건부가 상수 항을 중심으로 하는 계단함수(Step function)인 소속 함수를 가지는 Tsukamoto 퍼지 모델의 특수한 경우이다.

Fig. 6의 Type 3은 1차 Sugeno 퍼지 모델에 대한 퍼지 추론 과정을 나타낸다. 각 규칙은 실수 출력을 가지기 때문에 전체 출력은 가중 평균에 의해 구한다.

계산 시간을 줄이기 위해 가중 평균을 가중합 (Weighted sum)으로 대체하기도 하지만, 활성 강도의 합이 "1"이 아니면 소속 함수의 언어적 의미를 일부 손실할 수 있다. Segeno 퍼지 모델의 퍼지 부분은 전건부에만 있기 때문에 퍼지 규칙과 비퍼지 규칙 사이의 구별이 쉽다.

이들의 적용 예로서는 "Fuzzy 모델을 이용한 초기 선형 생성" [9], "퍼지모델링을 이용한 고속연안어선의 선형요소 결정" [10], "퍼지모델링을 이용한 저속비대선의 선미형상 주요치수 결정" [11], "Hull form generation by using TSK fuzzy modeling" [12], "Initial hull form design using fuzzy modeling" [13] 등이 있다.

4. 선형 설계용 에이전트 기반 퍼지 추론 시스템의 구성

선박의 초기 설계 단계에서 설계자가 초기 선형을 결정할 때 먼저 설계선의 주요목을 도출해야 하는데, 이때 선형 설계 모듈과 퍼지 추론을 이용한 주요목 도출 모듈을 각각 에이전트화하고, 에이전트간의 효

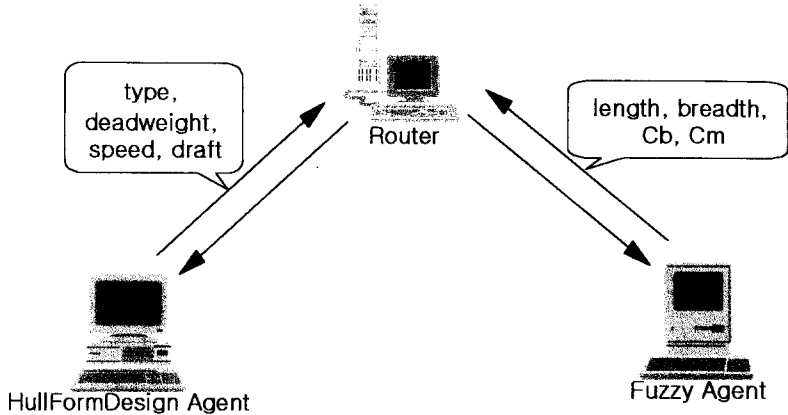


Fig. 7. Agent-based fuzzy inference system.

과적인 통신을 돕는 라우터(router)를 두어 Fig. 7과 같이 구성하였다.

HullFormDesign 에이전트는 선박의 주요목을 도출하기 위한 정보인 선주의 요구 조건들을 제공하고, Fuzzy 에이전트는 선주의 요구조건을 입력으로 하여 적절한 주요목(길이, 폭, 방형 계수, 중앙 면적 계수)을 도출한다. 이때 주어진 요구 조건은 구현된 퍼지 추론 시스템에 의해 적절한 주요목을 결정하여 HullFormDesign 에이전트로 전달된다.

라우터는 두 에이전트간의 KQML 메시지를 중계해 준다. 각 에이전트는 라우터에 자신의 이름과 IP

주소 및 패스워드(Password) 등을 등록하여 연결함으로써 각 에이전트의 이름만으로 통신이 가능해진다.

5. 적용 예 및 결과 비교

Table 1. Design condition from ship owner

항 목	내 용
Type	Bulk carrier (BC)
Dead weight	130,000(t)
Speed(froude No.)	0.2
Draft	11(m)

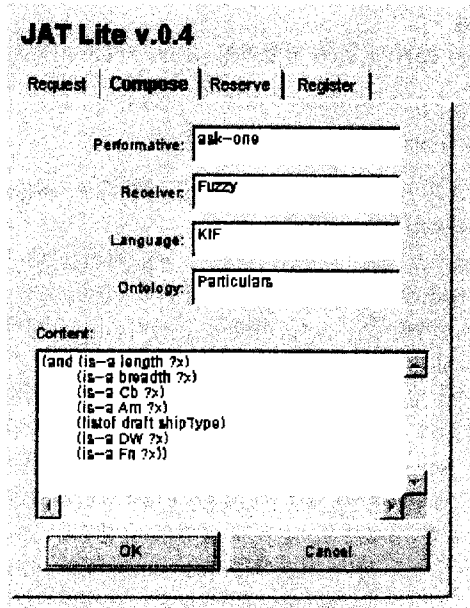
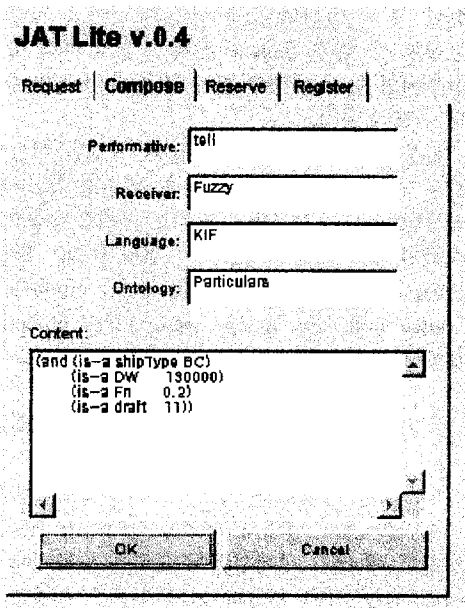


Fig. 8. Tell & ask-one message of HullFormDesign agent.

본 연구에서 구성한 선형 설계용 에이전트 기반 퍼지 추론 시스템의 적용 예로써 Table 1과 같이 주어진 설계 조건 아래 살물선의 주요목 도출을 시도하였다. 도출 과정은 HullFormDesign 에이전트의 문의와 Fuzzy 에이전트의 응답으로 요약된다.

5.1 HullFormDesign 에이전트의 문의

선형설계를 하는 HullFormDesign 에이전트는 첫 단계로 주요 요목을 문의하기 위해 선주의 요구조건과 자신의 문의 사항을 Fuzzy 에이전트에게 라우터를 통해 전달한다. 문의 사항은 선박의 주요치수(L, B)와 방형계수(Cb), 중앙면적계수(Cm) 및 tell로 전달해준 사항을 묻고 있다.

Fig. 8은 HullFormDesign 에이전트가 Fuzzy 에이전트에게 문의하는 과정을 나타내는 JATLite의 GUI 화면이다.

5.2 Fuzzy 에이전트의 응답

Fuzzy 에이전트는 tell과 ask-one 메시지로부터 사실(fact)과 질문(query)을 구분하여 각각 사실베이스(fact base)와 질문베이스(query base)에 저장하고, 질문들 중에서 현재의 사실베이스로부터 결과가 나오는 것은 응답 메시지로 HullFormDesign 에이전트에게 보낸다. 응용 프로그램을 실행해야 할 필요가 있는 질문이 있는 경우에 이에 필요한 입력 데이터를 가진

입력 파일을 생성한 후 프로그램을 실행하여 Table 2와 같은 결과를 얻어, 이것을 응답 메시지로 보낸다.

Fig. 9는 Fuzzy 에이전트가 tell과 ask-one 메시지를 처리하기 위해 인터프리터를 실행하는 화면이고, Fig. 10은 사실베이스로부터 나온 결과를, Fig. 11은

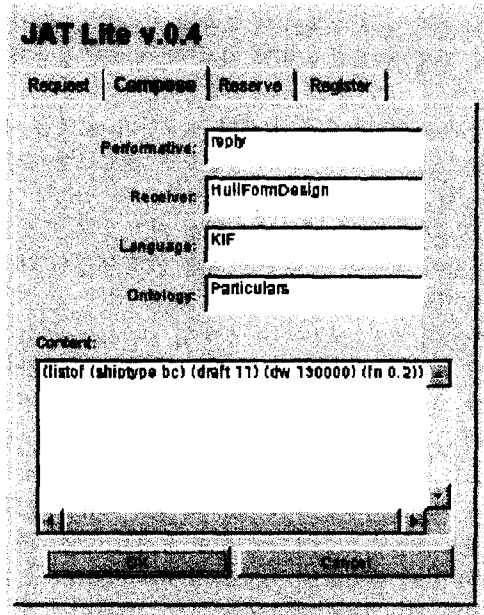


Fig. 10. Reply of Fuzzy agent (1).

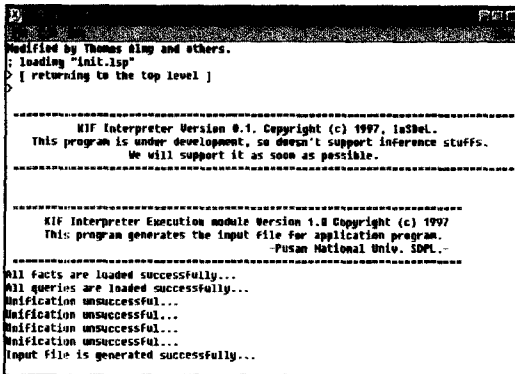


Fig. 9. Execution of KIF Interpreter.

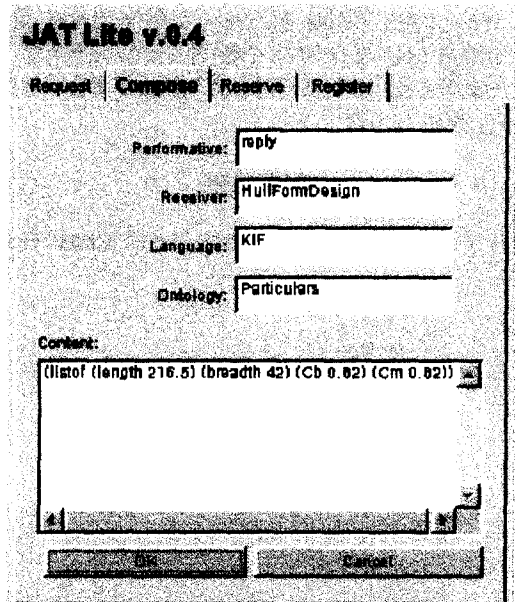


Fig. 11. Reply of Fuzzy agent (2).

Table 2. The result of Fuzzy inference system

항 목	내 용
Length	216.5(m)
Breadth	42(m)
Cb	0.82
Cm	0.89

Fuzzy 추론 시스템을 실행시킨 후 결과를 질문자에게 보내는 것이다.

결론

선형 설계를 위한 에이전트 기반 시스템 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 선형 설계 모듈과 퍼지 추론 시스템의 에이전트화를 통해 ACL을 이용한 지식 및 정보의 공유가 가능하다.

각각 독립적으로 존재하던 모듈들이 ACL을 통해 직접적으로 정보를 주고 받음으로 프로그램 수준에서의 협동 및 상호작용이 가능하다.

(2) 선형 설계용 에이전트 기반 퍼지 추론 시스템은 유연성이 뛰어나고, 협동에 의한 문제 해결이 가능하므로 선형 설계에 이용 가치가 높다.

통신 언어인 ACL이 특정 운영 시스템에 독립적이라서 규약에 따라 내부지식을 표현하고 통신하면 어떠한 시스템이나 프로그램도 전체 에이전트 시스템에 추가할 수가 있으므로 여러 가지 독립적인 프로그램들과 전문가들이 복잡한 관계를 가지면서 순차적으로 진행되어가는 선형 설계 분야에 이를 이용할 때 설계공수나 시간 및 비용절감의 효과가 기대된다.

(3) 전문가의 경험 지식을 필요로 하는 선박 설계 작업에 퍼지 추론 시스템을 에이전트화하여 주요목 결정에 적용함으로써 효율적인 지능형 선형 설계 시스템의 가능성을 확인하였다.

선형 설계의 특성상 설계자의 경험과 직관이 많이 포함되어 있는 것을 퍼지 추론 시스템을 도입하여 시스템화함으로써 보다 효과적으로 선형 설계를 지원할 수 있게 될 것이다.

참고문헌

[1] 일본 Ship and Ocean 재단, "조선 CIMS Frame

Model 개발 연구 보고서," 1993.

[2] Michael R. Genesereth and Steven P. Ketchpel, "Software Agents," *Communication of ACM*, **37**(7), 1994.

[3] Tim Finin, and Jay Weber, Gio Wiederhold, Michael Genesereth, "Specification of the KQML Agent Communication Language," University of Toronto, 1994.

[4] Michael R. Genesereth and Richard E. Fikes, "Knowledge Interchange Format Version 3.0 Reference Manual," Computer Science Department, Stanford University, 1994.

[5] <http://java.stanford.edu/>, JATLite homepage.

[6] 이규열, 연윤석, 김수영, 윤덕영, "Standard Interchange Format(SIF)을 토대로 한 선박설계 에이전트 시스템 사양개발 및 그 구현 예에 관한 연구," 대한조선학회 춘계연구발표회, 1997.

[7] S. Y. Kim, H. C. Kim, "Initial Hull Form Design using Fuzzy Modeling," *Ship Technology Research/Schiffstechnik*, 1996.

[8] T. Takagi and M. Sugeno, "Fuzzy Implication of Systems and Its Applications to Modeling and Control," *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics*, **smc-15**(1), pp.116-132, 1985.

[9] 김수영, 이연승, "Fuzzy 모델을 이용한 초기선형 생성," 대한조선학회 논문집, **29**(4), pp.36-44, 1992.

[10] 김수영, 김현철, 이길홍, 김주남, 손영대, "퍼지모델링을 이용한 고속연안어선의 선형요소 결정," 대한조선학회 논문집, **32**(4), pp.1-8, 1995.

[11] 김수영, 김현철, 정성재, 하문근, 안당, 신수철, "퍼지모델링을 이용한 저속비대선의 선미형상 주요치수 결정," 대한조선학회 논문집, **33**(1), pp.153-160, 1996.

[12] Y. S. Lee, S. J. Jeong, S. Y. Kim and G. Kang, "Hull form generation by using TSK fuzzy model," *Fuzzy Logic and its Applications, Information Sciences, and Intelligent Systems*, pp.207-214, 1995.

[13] S. Y. Kim, H. C. Kim, and Y. S. Lee, "Initial hull form design using fuzzy modeling," *Schiffstechnik*, **43**(4), pp.175-178, 1996.



이규열(K.Y. Lee)

1982년 : 독일 하노버공대 졸업(박사)
1994년 : 이후 서울대학교 조선해양공
학과
주관심분야 : 전산선박설계, 형상모델
링, CALS



조윤제(Y.J. Joe)

1998년 : 부산대학교 조선해양공학과
졸업(학사)
1998년~현재 : 부산대학교 조선해양공
학과 석사과정
주관심분야 : 에이전트 시스템



김수영(S.Y. Kim)

1974년 : 부산대학교 조선공학과 졸업
(학사)
1977년 : 부산대학교 조선공학과 졸업
(석사)
1987년 : 독일 Technische Universitaet
Berlin, Institut fuer Schiffs
und Meerestechnik 졸업(박사)

1982년~87년 : Technische Universitaet Berlin, Institut fuer
Schiffs und Meerestechnik 연구원

1997년~현재 : 부산대학교 조선해양공학과 교수

주관심분야 : 인공지능, CALS 에이전트 시스템, 선형생성



김민정(M.J. Kim)

1993년 : 부산대학교 조선해양공학과
졸업(학사)
1997년~현재 : 부산대학교 조선해양공
학과 석사과정
관심분야 : 에이전트 시스템, 경제성 평가



신성철(S.C. Shin)

1997년 : 부산대학교 조선해양공학과
졸업(학사)
1997년~현재 : 부산대학교 조선해양공
학과 석사과정
주관심분야 : 에이전트 시스템, 인공지능