

## M2M(Machine to Machine) 모델 표준화 개요 및 M2M 환경에서의 FIPA 기반 Agent 간 통신에 대한 연구

김동훈\*, 송준엽, 이승우, 임선종 (한국기계연구원 국가지정지식진화형지능제조설비연구실),

A Scheme of Standard M2M and FIPA based Agent Communication in M2M Environment

D.H. Kim, J.Y. Song, S.W. Lee, S.J. Lim (KMM)

### ABSTRACT

In the future, a machine-tool will be more improved in the form of a knowledge evolution based device. In order to develop the knowledge evolution based machine-tool, this paper proposes the structure of standard M2M(Machine To Machine) and the scheme of agent communication in environment. The communication agent such as dialogue agent has a role of interfacing with another machine for cooperation. To design of the communication agent module in M2M environment, FIPA(Foundation of Intelligent Physical Agent) and ping agent based on JADE(Java Agent Development Framework) or FIPA-OS(Open Source) are analyzed in this study. Through this, it is expected that the agent communication can be more efficiently designed and the knowledge evolution based machine-tool can be hereafter more easily implemented.

**Key Words** : machine-tool, Knowledge evolution, Communication agent, Cooperation, M2M, FIPA

### 1. 서론

유비쿼터스 시대를 도래하면서 2005 년 전세계 디바이스 네트워크에 연결된 디바이스는 350 억개에 이를 것이라 예상되고 있다. 대형범용 컴퓨터나 PC 뿐만 아니라 개방형 제어기, 휴대폰, PDA, 카 네비게이션, 디지털 TV, 정보가전, 웹카메라, 물체에 부착된 전자 태그 등 각종 정보기기나 스마트 센서 등 수많은 디바이스들이 M2M (Machine to Machine)의 대상이 된다. M2M(Machine to Machine)은 센서 I/O, 마이크로 프로세스가 장착된 모든 디바이스 및 RFID/USN, Field-bus, 화상, 음성 등에 대한 정보의 실시간 수집과 관리를 위한 시스템으로 유비쿼터스 시대의 자율적 시스템을 구축하기 위한 Front-end 시스템이다.

본 연구에서는 이러한 M2M 의 핵심이 되는 유무선 통신 및 차세대 인터넷과 디바이스와 통신을 위한 M2M Development 모델, M2M 비즈니스, 컨소시엄 및 서비스 표준 모델 개발에 대한 기술동향과 M2M 표준화 동향에 대해 소개하고자 한다. 또한, 최근의 생산시스템, 그 중에서도 특히 u-

Manufacturing 분야에서의 M2M 에 대해 언급하고 M2M 환경에서의 FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agent)라는 규격화된 플랫폼 상에서 지식진화형 지능기계 개발을 위한 Agent 간 통신 및 인터페이스에 대하여 소개하고자 한다.

앞으로의 생산시스템에서는 공작기계가 협력의 주체가 된다. 즉, 공작기계가 다양한 내외부적 요인들과 협력을 유지하면서 스스로 지식을 진화시킬 수 있는 M2M 환경을 만들어 갈수 있게 될 것이다[1,4]. 이러한 연구의 배경은 지식진화형 지능 공작기계를 개발하기 위해서는 인간 전문가를 대신할 다양한 지식과 이에 적합한 지식처리가 필요하다[2-6]. 그러기 위해서는 무엇보다 기계간 협력을 위한 에이전트의 요구가 필수적이다[4,6].

지식진화 기반의 지능공작기계의 통신 및 인터페이스를 위하여 대화 모듈 에이전트 설계를 대상으로 표준 플랫폼 관련 조사를 소개하며, Ping 에이전트 분석을 통하여 Dialogue Agent 모듈 설계에 대한 내용을 언급 한다. 먼저 M2M 이라는 모델과 이의 표준화에 대한 내용을 소개하며, M2M 환경에서 어플리케이션 레벨의 소프트웨어 표준을 위하여 FIPA 라는 표준 Framework 에 대한 개념을

소개한다. 그리고 이를 사용하는 Ping Agent 라는 간단한 에이전트에 대해 분석하고 이를 통하여 M2M 환경에서의 지식인화형 지능기계 개발을 위한 필수 요소인 대화 모듈적인 Dialogue Agent 의 구체적인 Scheme 와 M2M 에서의 Agent 간 인터페이스 방향을 제시한다.

### 2. M2M 환경

생산시스템에서 공작기계는 통합(Integration)의 대상이 되어왔으나 이러한 기술들이 개발된다면 협력(Cooperation)의 주체가 될 수 있을 것이다. 인간 전문가의 역할이 최소화되고 기계 전문가가 인간 전문가를 대신 할 M2M(Machine to Machine) 환경의 생산 시스템의 구조를 Fig. 1에 나타내었다. M2M 환경을 통해 교환될 수 있는 정보로는 기계 종속적 지식과 기계 독립적 지식이 있다. 이러한 정보들은 M2M에 연결되는 'e-machine' 뿐 아니라 CAM 업체, 공구생산 및 판매업체, 소재생산 및 판매업체, 원격 서비스 중계업체 등과 유기적으로 연결되어 실시간으로 정보를 교환하면서 지식을 진화시킬 수 있게 될 것이다.

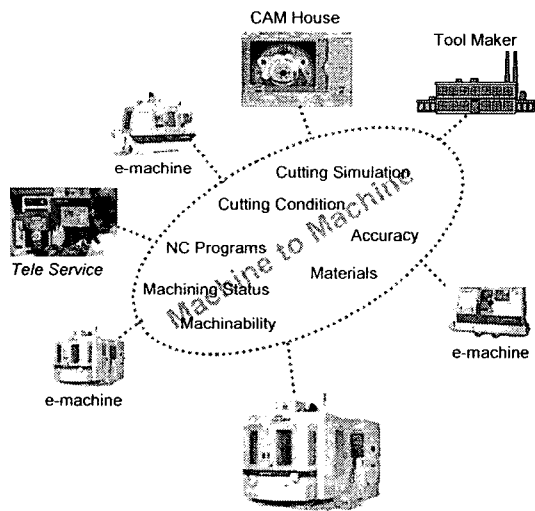


Fig. 1 M2M 생산 시스템의 구조

### 3. M2M 모델 표준화

본 장에서는 M2M 표준화를 위한 연구 목표 및 내용을 3 단계에 걸쳐 제시한다. 우선, 1 단계로 M2M의 핵심이 되는 유무선 통신 및 차세대

인터넷과 다양한 디바이스간의 통신 및 인터페이스를 위한 M2M 표준화 모델의 정의 및 이의 규격화 기반 연구를 통하여 국제규격 표준화 추진을 위한 Study Group 구성 및 이의 기반작업을 수행한다. 개발내용 및 범위는 유비쿼터스 기반의 M2M 표준화를 위한 Scheme 모델 분석 및 설정이다. 구체적인 항목은 아래와 같다.

○ 유비쿼터스 기반의 M2M 표준화를 위한 Scheme 모델 분석 및 설정

- New M2M Business Standard Model
- M2M Development & Consortium Standard Model
- M2M Service Standard Model

그리고 ISO TC 184/ SC5 의 WG에 참여 위한 스터디그룹 구성 및 표준화기반 기반작업이 있을 수 있다. 구체적인 항목은 아래와 같다.

○ ISO TC 184/ SC5 의 WG에 참여 위한 스터디그룹 구성 및 표준화기반 기반작업

- 인간의 개입없는 기계 대 기계 네트워크 구성방법 및 인터페이스 연구
- M2M 표준화 모델을 위한 국제 WG 참여를 위한 Study Group 결성 및 활동추진

Fig. 2에 ISO TC 184/ SC5: Diagnostics/Maintenance-Control Applications Integration에서의 M2M Device 표준화 모델 영역 Part 3에 제시하였다.

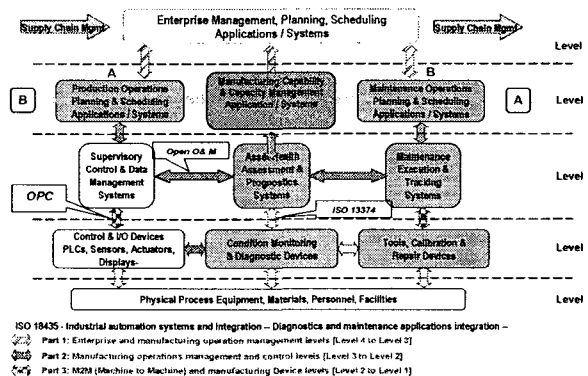


Fig. 2 ISO TC 184/ SC5: Diagnostics/Maintenance-Control Applications Integration에서의 M2M Device 표준화 모델 영역(Part3)

2 단계로, 1 단계의 표준화 활동 기반구축 작업 및 표준모델 규격제시를 활용하여 유무선 통신 및 디바이스와의 정량적인 인터페이스와 통신을 위한 구체적인 M2M 표준화 모델을 개발하고 이의 국제규격 표준화 추진을 위한 스타디그룹의 Working Group 수준으로의 업그레이드 및 관련 작업을 목표로 한다. 개발내용 및 범위는 다음과 같다.

○ 유비쿼터스 기반의 M2M 표준화를 위한 모델링 연구

- New M2M Business Standard Model

- Human to Device: How to connect, Seamless transition, Network gateway, Permanent IP, Bandwidth, Speed, Services, New product

- Device to Human: Communication network, Internet, PDN, Wireless, Mobile

- M2M Development & Consortium Standard Model

- Application Layer: vertical industry

- Enabling Layer: e-Enabling, m-Enabling, n-Enabling technologies

- Data Management Layer: Operational tools

- Data generation Layer: networked-devices

- M2M Service Standard Model

○ ISO TC184/ SC5 의 WG7 과 1 차년도 의 M2M 모델 표준화 스타디그룹의 연계

- 정량적인 기계 대 기계간 표준 네트워크 구성안 및 상호 인터페이스 체계확정

- M2M 표준 모델링 Study Group 을 발전시켜 SC5 의 WG7 과 연계추진

- M2M 비즈니스 프로세스 자동화모델 개발

3 단계로, 개발된 유무선 통신 및 디바이스와의 통신을 위한 M2M 표준화 모델을 테스트 및 검증한다. 즉, 센서 I/O, 마이크로 프로세스가 장착된 모든 디바이스 및 RFID/USN, Field-bus,

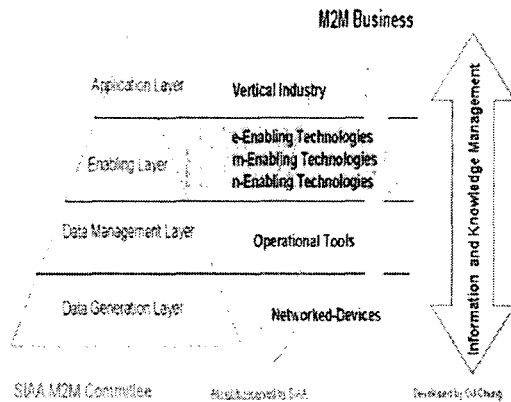


Fig. 3 M2M Development Model 예시

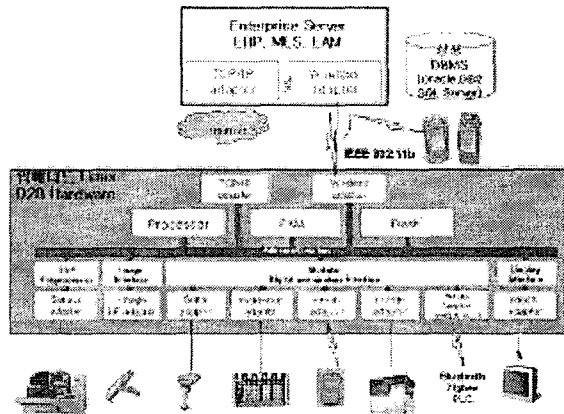


Fig. 4 u-Manufacturing 기반의 M2M 하드웨어 예

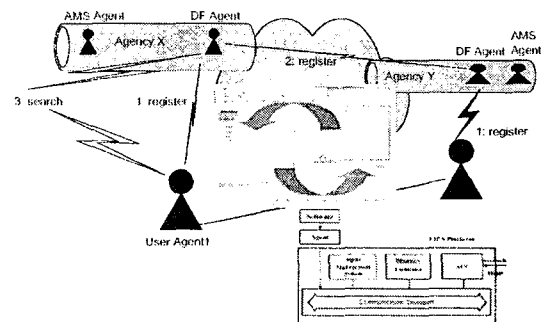


Fig. 5 M2M 환경하의 어플리케이션용 멀티에이전트 및 Platform 표준화 구성도

화상, 음성 등에 대한 정보의 실시간 수집과 관리를 위한 시스템으로 유비쿼터스 시대의 자율적

시스템을 구축하기 위한 Front-end 시스템이 되도록 적용하는 작업을 한다. 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 M2M 모델의 국제규격 표준화 확정을 위한 지속적인 국제 Working Group 활동 및 참여를 목표로 한다. 내용 및 범위는 다음과 같이 제시할 수 있다.

- M2M 표준화 모델링을 통한 인간 대 기계, 기계와 기계간 서비스 모델 적용, 테스트
- u-Manufacturing 기반의 M2M 서비스 모델 개발보완 및 테스트
- 인간 대 기계간 통신 모델 개발보완 및 테스트
- 기계와 기계간 통신을 위한 표준 계층 모델 개발보완 및 테스트
- M2M 비즈니스를 위한 표준 애플리케이션 모델 개발

- ISO TC184/ SC5 의 WG7 에 개발 M2M 모델의 표준화를 위한 정식 Working Group 등록을 위한 활동
- M2M 어플리케이션 및 실용화를 위한 에이전트 소프트웨어 Platform 표준화 연구

#### 4. FIPA 및 Platform 표준화

다른 기계와의 대화를 통해 간접적 경험지식을 습득하며, 창구를 맡는 역할을 하는 것이 dialogue agent 이다. 이러한 dialogue agent 와 agent 간의 communication 은 Fig. 6 에 제시된 FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agent) 에이전트 표준을 구현한 소프트웨어 에이전트 플랫폼인 FIPA-OS(Open Source)나 JADE(Java Agent Development framEwork)를 기반으로 구현될 것이다. 에이전트 표준을 지향하는 플랫폼은 이태리에서 제안된 JADE, 일본의 Comtec, 미국의 AAP 및 영국의 Notel Networks 에서 제안된 FIPA 등이 있다. [6-8]. FIPA 표준을 따르는 플랫폼은 에이전트의 소멸과 생성 및 ACL(Agent Communication Language) 메시지 통신을 제공하기 위하여 다음의 기본 에이전트 및 요소들을 포함하고 있다. DF(Directory Facilitator), 에이전트 관리시스템(Agent Management System), 에이전트 통신채널(Agent Communication System),

IPMT(Internal Platform Message Transport), 에이전트 셸(Agent Shell) 등이 있다. DF 는 특정형의 에이전트의 검색을 위한 서비스를 제공한다. 에이전트 관리시스템은 에이전트 등록 및 해지를 담당하며, 에이전트 통신채널(ACC: Agent Communication Channel)은 에이전트간의 메시지 통신을 지원한다. 에이전트 셸은 에이전트를 만드는 기본 틀을 제공한다. 에이전트 셸은 Java 기반 클래스 형태로 존재하며, 새로운 에이전트는 기반 클래스에서부터 상속된 형태로 제작된다. 이 밖에 에이전트 셸은 ACL 메시지 관리 및 메시지 프로토콜의 표준에 관한 클래스를 포함하고 있다. IPMT 는 특정 에이전트 셸을 기반으로 제작된 에이전트를 위해서 메시지 라우팅 서비스를 제공한다.

FIPA-OS 는 Fig. 7 처럼 논리적으로 3 layer 로 나눌 수 있다. 각각은 Plug-In 형태의 component 들로 구성된다. 이 중, Message Transport layer 가 본 장에서는 관심을 갖는 부분 중 하나이다.

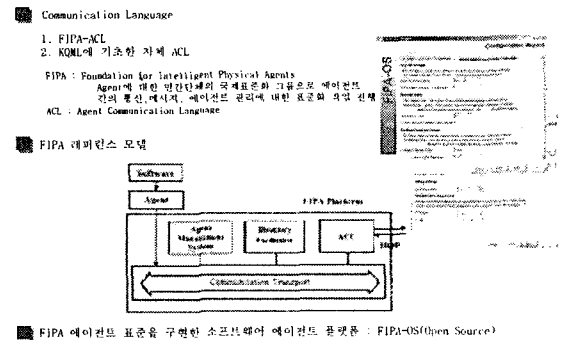
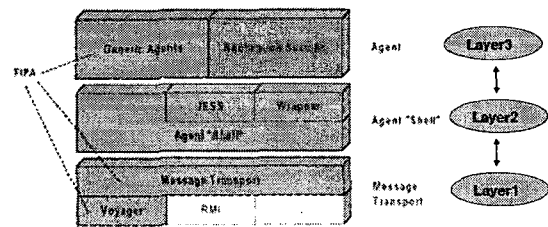


Fig. 6 FIPA-OS 분석

- FIPA-OS는 논리적으로 3 layer로 나눌 수 있다
- 각각은 Plug-In 형태의 component들로 구성된다



- RMI : Remote Method Invocation  
자바 프로그래밍 언어의 개발환경을 사용하여 서로 다른 컴퓨터를 상에 있는 객체들이 통신 내보낸 내에서 상호 작용하는 객체 지원형 프로그램을 작성할 수 있는 방식. RMI는 일반적으로 RPC라고 불리기도 하는 것이 지배 버전
- JESS : Java Expert System Shell  
4개의 Java Applet으로 구성되어 있으므로 재배기 지원되는 브라우저가 필요
- Wrapper :  
Software that accompanies resources of other software for the purposes of improving convenience

Fig. 7 FIPA-OS 의 Layered Model 분석

### 5. Agent 간의 통신

본 장에서는 Agent 의 구동 시에 스트림 송수신을 위한 데모 프로그램 구현을 위해서 필요한 프로그램과 무엇을 어떻게 이용할 것인가라는 문제에 대해 고찰하고자 한다. 우선 JVM, JDK 및 JADE 나 FIPA-OS 의 버전을 맞추어 구동해야 하며, Ping Agent 를 고치고 Agent Loader 를 분석해서 GUI Window 생성을 하고 메시지를 주고 받을 수 있도록 한다. 그리고, Ping Agent 를 분석해서 Agent Loader 에 등록하는 법을 정리한다. Agent Loader 의 GUI 와 form, dialog 파일을 분석해서 Text 송수신 프로그램에 사용할 dialog 를 만든다. Ping Agent 를 분석해서 대상에게 메시지를 보내고 받는 것을 적절히 수정한다. 이렇게 해서 만들어지게 될 에이전트의 모형은 다음과 같다. (Fig. 8 참조)

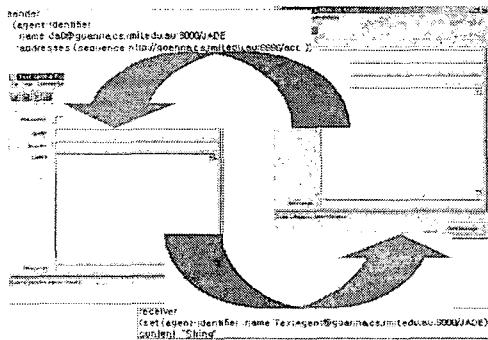


Fig. 8 데모 Agent 의 모형

FIPA 기반의 Agent 간의 통신을 살펴보면, FIPA 에서 ACL 이 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다. ACL 을 이용한 Agent Communication 및 FIPA 기반 메세징을 Fig. 9 에 나타내었다. 이를 기반으로 FIPA Agent 간 서비스 구성도를 제시하자면 Fig. 10 과 같다. 즉 DF 에서 Ping 을 이용한 Agent 를 검색하며, ACL Envelop 을 통한 Query 로 서비스 인터페이스가 이루어진다.

Internet/Agent 적용 기반연구를 위한 Agent 와 Component 간의 연관성 및 M2M Interface 연구를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. Fig. 11 은 Platform A 와 Platform B 간 ACC 를 통해 RMI(Remote Method Invocation)을 하며, Message 전송 서비스를 하는 구조를 제시한다. Fig. 12 는 FIPA-Agent 기반의 M2M 인터페이스 유형을 제시한다. 이러한 통신구조 설계 및 예시를 통하여 Multi-Agent 를 적용하는 기반연구를 수행하고 있다.

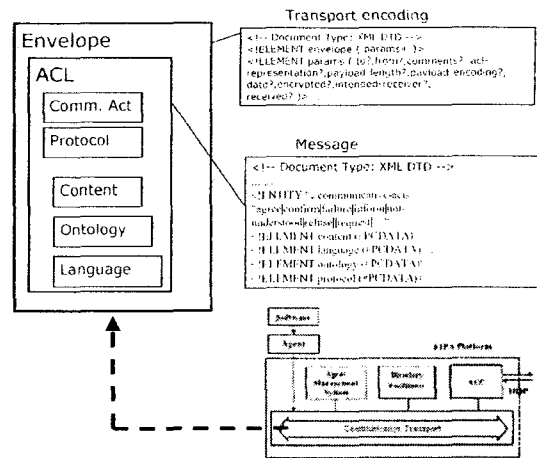


Fig. 9 ACL 을 이용한 Agent Communication 및 FIPA 기반 메세징 구조

### Specifying a FIPA agent service

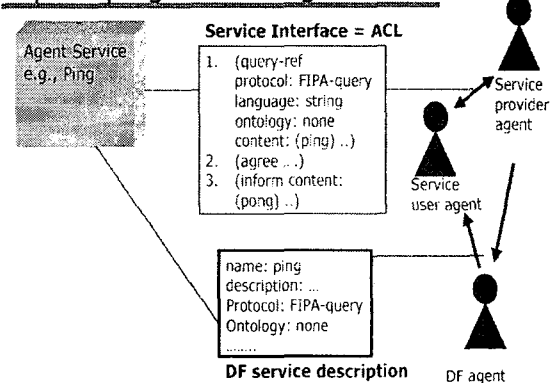
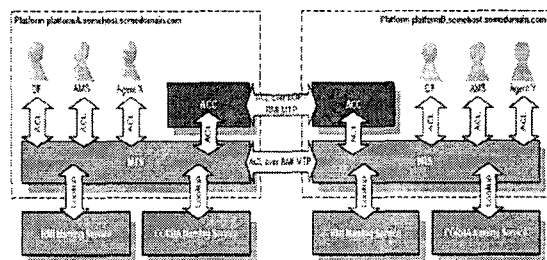


Fig. 10 FIPA Agent 간 서비스 구성도



- DF : Directory Facilitator
- AMS : Agent Management System
- ACL : Agent Communication Channel
- ACC : Agent Communication Language
- MIS : Message Transport Service
- RMI : Remote Method Invocation
- CORBA : Common ORB Architecture
- ORB : Object Request Broker

Fig. 11 Agent 와 Component 별 연관성 분석

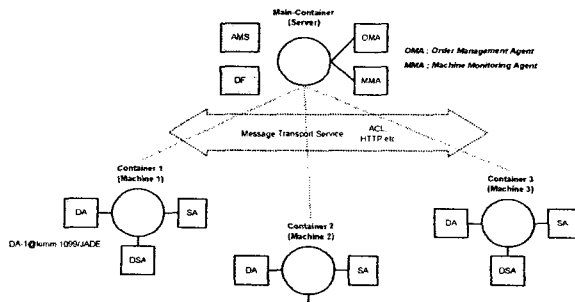


Fig. 12 FIPA-Agent 플랫폼에서의 M2M 인터페이스

이상과 같은 개념을 기반으로 다양한 Agent 간 통신에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그 중 Dialogue agent 의 scheme 를 살펴보면 Fig. 13 과 같다. 어떤 수행에 대한 임무가 주어졌을 때 관련 지식을 가지고 있는 다른 기계와의 대화를 통해 간접적인 경험지식을 습득하고 지식화하는 역할을 한다. 내부의 sensory agent 와 decision agent 는 communication agent 를 통해 dialogue agent 의 인터페이스부와 연결이 된다. Communication agent 는 M2M, 즉 다른 기계의 external agent 와도 통신 기능을 가질 수 있다. Dialogue agent 의 인터페이스부를 통한 데이터는 Interpreter 에서 수신된 데이터의 유효성을 판단한다. 그리고 dialogue engine 을 거쳐 reasoning 에서 협력을 위한 agent 의 정보를 관리하는 social knowledge 와 함께 요청된 task 에 맞는 적합한 행동을 결정하게 된다. 결과는 다시 dialogue engine 과 인터페이스부를 거쳐 communication agent 로 보내진다. 궁극적으로는 내부의 기계가 어떤 작업을 할 때 내부의 지식 외에 외부의 지식이 필요하면 이를 위해서 외부 기계에서 축적된 지식을 가져와 자신의 지식을 향상시키는데 도움을 주기 위해 대화 창구 역할을 하는 것이 목표이다. 이것은 단지 정보 공유를 통한 지능형 기계 개발을 위한 것이 아니라 전문가를 대신할 현장의 인간과 기계 자신, 그리고 원격지의 다른 기계간의 유용한 지식 정보의 전달 및 업그레이드를 위한 매개체 역할을 가지며, 단계적으로 지식 진화형 지능제조설비를 개발하기 위한 기능을 가지도록 발전 될 것이다.

## 6. 결론

본 연구는 M2M 모델의 표준화 분석 및 고찰과 FIPA 기반 플랫폼 분석을 통한 Agent 간 통신에 대하여 소개하고자 하였다. FIPA 와 이를 기반으로 하는 Agent 를 분석하고, 이를 통해 Dialogue 와 같

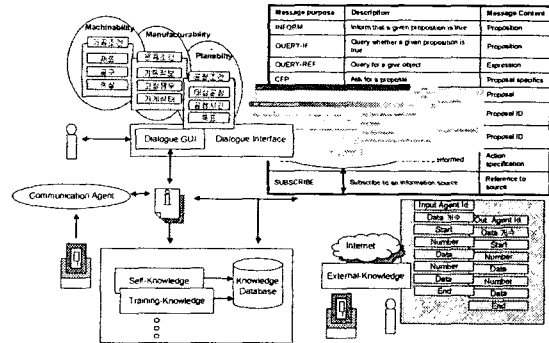


Fig. 13 dialogue agent 와 같은 통신 Agent 예시

은 Agent 간 통신 설계를 위한 기반 연구를 수행하였다. 향후에는 좀 더 구체적인 모델 제시와 사례를 고찰하고자 한다.

## 참고문헌

1. 김동훈, 김선호, 이승우, 임선중, 이안성, 박경택, 고팡식, "지능공작기계 개발을 위한 Dialogue Agent 의 Scheme 설계", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 817-820, 2004.
  2. 김동훈, 김경돈, 김찬봉, 김선호, 고팡식, "개방형 CNC 공작기계의 운용상의 고장에 대한 그 원인진단 및 서비스", 제 5 회 고속지능형 가공시스템기술 워크샵, pp. 151-155, 2004.
  3. Dong-Hoon Kim, Sun-Ho Kim, Kwang-Sik Koh, "A Scheme on Internet-based Checking for Variant CNC Machine in Machine Shop", 2004 International Conference on Control, Automation, and Systems, pp. 1732-1737, 2004.
  4. 김선호, 김동훈, 이승우, 임선중, 이안성, 박경택, "지식 진화형 지능공작기계 -지식구조설계-", 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, pp. 509-512, 2003.
  5. Poslad S. J., Buckle S. J., and Hadingham R., "The FIPA-OS agent platform: Open source for open standards", Proceedings of PAAM 2000, Manchester UK, 2000
  6. 김선호, "지식기반형 지능화 기계와 지식진화형 지능화 기계," 한국정밀공학회지, 제 19 권 제 2 호, pp.17-25, 2002.
  7. Foundation for Intelligent Physical Agents, FIPA97 Specification Version 1.0 Part 1
  8. Foundation for Intelligent Physical Agents, FIPA97 Specification Version 1.0 Part 2 (section 5.2)
- 그 외, 다수