

Agent 기반의 센서 구조 설계

임선종*, 송준엽, 김동훈, 이승우, 이안성, 박경택(한국기계연구원), 김선호(동의대)

Design Agent-Based Sensor Structure

S. J. Lim, J. Y. Song, D. H. Kim, S. W. Lee, A. S. Lee, K. T. Park(KIMM)

S. H. Kim(Mechatronics Eng Dept, DYU)

ABSTRACT

Since the 1990s, the advancement of semiconductor technology has resulted in the development of microprocessor technology, auxiliary computer technology, and application technology such as intelligent algorithms (neural network, fuzzy, etc.). These based the development of intelligent machines. An agent is autonomous software that recognizes environment, exchanges knowledge with other agents and makes decisions. We designed agent-based sensor structure. For the purpose, first, it modeled the function of an intelligent machine. Second, it designed sensory function on the agent level.

Key Words : Intelligence Machine (지능 기계), Multi Agent (멀티 에이전트), Sensory Agent (센서리 에이전트), FIPA-OS (피파 오에스), Information exchange (정보 교환),

1. 서론

공작 기계의 탄생은 대량 생산 체제에서 시작이 된다. 특히 NC는 1950년대 MIT(Massachusetts Institute of Technology)의 서보 기구 연구소(Servo-mechanism laboratory)에 의해 개발되었다. 1970년대 마이크로 프로세서의 발전으로 컴퓨터가 내장된 CNC가 개발되어 본격적인 CNC 시대로 들어가게 되었다. 이러한 NC의 개발 역사를 단계별로 정리하면 모터 위치 제어, 기계 위치 제어, 가공 상태 제어 및 가공 형상 제어 등으로 나눌 수 있다. 1990년대부터 반도체 기술의 발전에 따른 마이크로 프로세서 기술, 컴퓨터 주변 기술의 발전과 지능형 알고리즘의 개발은 지능 기계의 연구에 기반이 되었다.

지능 기계는 환경 인식과 정보 수집 기능, 수집된 정보에서 지식을 만드는 기능, 새로운 지식을 창조하는 기능, 기계간 지식을 교환하는 기능 그리고 작업 조건에 대한 적응 기능을 갖는 것으로 정의된다. 기계 지능화는 고속화 가공 기술, 운영 기술 및 기능 분야 등에서 연구되고 있다.

기계를 운영하는 전문가의 기능을 분석하면 지능 기계의 기능과 유사함을 볼 수 있다. 전문가는

오감을 통해 환경을 인식하고 정보를 수집하며, 과거의 지식을 바탕으로 새로운 지식을 창조하며, 외부 전문가와 대화를 통해 새로운 지식을 수집한다. 이와 같은 전문가의 기능은 대화 기능, 감각 기능 및 의사 결정 지원 기능 등으로 모델링할 수 있다. 지능 기계 또한 같은 방법으로 모델링할 수 있다. 감각 기능은 기계의 주변 환경 및 기계의 상태 정보를 받아들이는 기능이며 대화 기능은 다른 기계와 통신을 통해 새로운 지식을 수집한다. 의사 결정 기능은 수집된 정보를 기반으로 새로운 지식을 창조하며 기계의 동작으로 나타난다.

본 논문은 multi-agent 기술을 이용하여 지능 기계의 감각 기능을 수행하는 sensory agent 구조를 설계하였다. 이를 위해 첫째, 전문가의 기능을 모델링하였고 둘째, 지능 기계에 필요한 기능을 분석하였으며, 셋째, multi-agent 기술을 이용하여 sensory agent의 구조를 설계하였다.

2. 지능 기계

2.1 전문가의 기능 분석

전문가는 기계를 운영하기 위해 오감을 이용해 환경을 인식하고 기계 운영에 필요한 지식을 추출

하고 기억한다. 자신이 경험하지 못한 환경에 대한 지식은 다른 전문가와 대화를 통한 간접적인 방법으로 습득하게 된다. 또한 전문가는 과거의 지식을 이용해 새로운 지식을 창조하는 방법을 이용하기도 한다. 이 지식들은 새로운 지식을 만들기 위해 기억되고 활용된다. 이러한 전문가의 기계 운영 기능은 감각 기능, 대화 기능 및 의사 결정 지원 기능으로 모델링할 수 있다. 그림 1은 전문가의 기계 운영의 기능을 모델한 것이다.

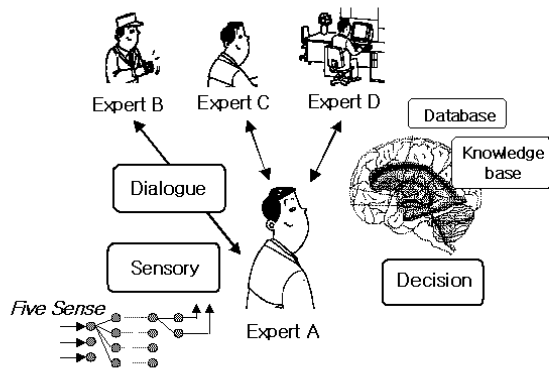


Fig. 1 The modeling for knowledge learning process of human expert

2.2 지능 기계의 분석

지능 기계에 대한 연구는 고속화 가공 기술, 운영 기술 및 기능적 분야 등에 대해 연구되고 있다. 본 논문에서 지능 기계 기능은 모델링된 전문가의 기계 운영 기능을 실현하는 것으로 한다.

전문가의 기능 모델링을 바탕으로 지능 기계 개발을 위해 필요한 기능을 분석하면 다음과 같다.

- 센서를 통해 환경을 인식하며 필요한 지식을 추출한다.
- 추출된 지식을 저장하고 관리한다.
- 새로운 환경에 필요한 기계 운영 지식은 외부 기계와 통신을 이용해 습득한다.
- 현재의 지식을 이용해 필요한 새로운 지식을 창조한다.

위와 같은 기능은 감각 기능, 대화 기능 및 의사 결정 지원 기능으로 모델링될 수 있다. 감각 기능은 센서를 이용해 직접적으로 환경에 대한 정보를 수집하며, 대화 기능은 다른 기계와의 통신을 이용해 새로운 환경에 필요한 기계 운영 지식을 습득하게 된다. 이것은 간접적 지식 습득 방법에 해당한다. 의사 결정 기능은 습득된 지식을 이용해 기계 운영에 필요한 새로운 지식을 창조하게 된다.

본 논문은 모델링된 지능 기계 기능을 agent 기술을 이용해서 각각 sensory agent, dialogue agent 및 decision support agent로 실현하였다.

지식은 기계 종속적인 지식과 독립적인 지식으로 나눌 수 있다. 독립적인 지식은 센서를 통해 sensory agent에서 이용되는 지식이며 종속적인 지식은 통신을 통해 다른 기계에서 얻어진 것이다. 그림 2는 agent 기술을 이용해 지능 기계에 필요한 기능을 모델링한 것을 보이고 있다.

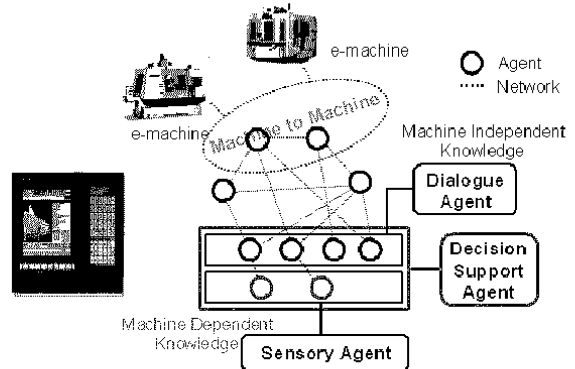


Fig. 2 Intelligent machine modeling

3. Agent-base software 기술의 활용

3.1 Agent-base software 의 도입

계층적 구조이며 분산된 형태를 갖는 시스템에서 규칙을 기반으로 하는 알고리즘은 환경 변화에 대한 적응력이 떨어진다. 이를 극복하기 위해 환경에 대한 정보를 직접 감지하고 동적 변화에 쉽게 대응하기 위해 agent 기술을 도입하였다. Agent는 전체 목적을 수행하기 위해 직접적인 환경 인식, 외부 agent와 지식 교환 및 의사 결정을 수행하는 자율적 소프트웨어이다. Agent와 다른 소프트웨어의 차이는 다음과 같다 [1].

- Agent-oriented interaction은 knowledge에서 일어나며 언제, 누구에 의해 어떠한 목적으로 충족되어야 한다는 것으로 고안된다.
- Interaction은 미리 정해진 rule이 아니라 유연하게 다루어진다.

본 연구는 agent의 구조를 modular 기반의 구조를 선택하였다. Modular architecture의 특징은 다음과 같다.

- 미리 정의된 접속을 가진 agent modules의 집합으로 조직
- 각 module은 특별한 agent function을 실현

- 실현이 용이하다.

3.2 Agent-base software 도입의 타당성

복잡한 시스템은 계층적 구조, subsystem 사이의 interaction 과 subsystem 내에서의 interaction 구별 가능의 특징을 가지고 있다. 이러한 복잡한 system 을 다루기 위해서는 decomposition, abstraction 및 organisation 의 기술이 필요하다. Agent-oriented software 도입은 다음의 이유로 적당하다 [2].

- Decomposition : agent-oriented 접근은 지속적으로 control thread 를 가지며 스스로 언제 행동하고, 어떠한 행동을 하는지를 결정하는 autonomous agent 로 decomposition 한다. 이것은 제어 시스템 설계의 복잡성이 줄어들게 한다.
- Abstraction : agent-oriented system 의 interaction 에 대한 기술은 복잡한 시스템에서 subsystems 및 components 사이의 interaction 을 기술하기 위한 high level social interaction 과 일치한다. 그러므로 agent-oriented 기술을 복잡한 시스템에 적용하는 것은 복잡한 시스템 분석에서 subsystems 및 components 사이의 관계성을 명확히 한다.
- Organisation : agent system 은 organisation 을 유연하게 형성하고, 유지하고 또한 단절하는 mechanism 을 가지고 있다.

4. 응용 시스템

Agent-oriented 기술을 적용하기 위한 대상 기계는 tapping machine 이다. 주요 기능은 drilling, tapping, endmilling 이며 자동차, 전자 제품 뿐 만 아니라 모든 산업에 이용되는 필수 기계이다. Tapping machine 에서 우선적으로 agent 기술을 적용할 분야는 열변위 보정 기술이다. 최근의 tapping machine 은 고속으로 운전하며 이 경우, 주축의 열적 특성을 지속적으로 변형시키게 된다. 주축의 변화를 야기하는 주된 원인중의 하나는 열변형이다. 이에 대한 보상 기법으로는 기계적-열적 파라미터 간의 상호 관계에 따른 변화를 예측하며 보상하는 기법이 고려되고 있다.

Tapping machine 의 열보상 방법은 다음과 같다. 첫째, 주축계의 온도를 측정하며, 베어링의 열변형량을 계산하여 그에 따른 보상값을 찾는다. 둘째, 측정된 온도에 해당하는 보상값 데이터를 가지고 있지 않는 경우, 외부 tapping machine list 를 검색하여 적당한 보상값을 가지고 있는 machine 을 찾는다. 셋째, network 에 연결되어 있으며 적당한 보상값을 가지고 있는 tapping machine 이 있는 경우 보

상값의 전송을 요청한다. 넷째, 해당되는 tapping machine 은 요청에 응답한다. 다섯째, 보상값이 없는 경우, 보상값을 추론하기에 적합한 tapping machine 을 결정한다.

5. Sensory agent 의 설계

Sensory agent 를 위해 구성 내용은 그림 3 과 같다.

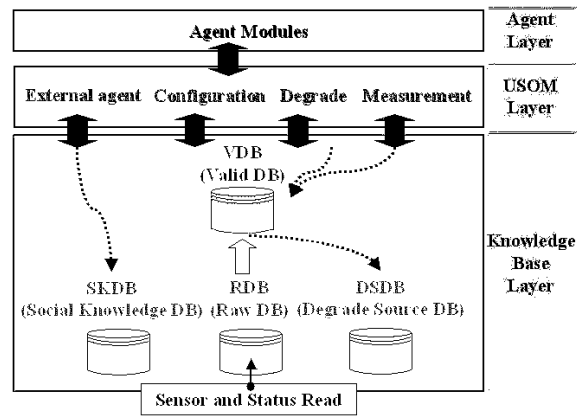


Fig. 3 Sensory agent 구성

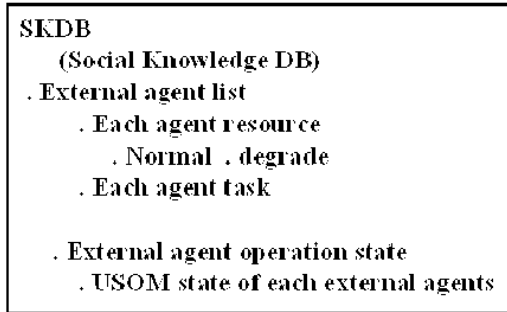
Agent 는 knowledge base 를 기반으로 동작된다. Knowledge base 는 Social Knowledge Database(SKDB), Raw Database(RDB), Valid Database(VDB) 그리고 Degrade Source Database(DSDB)로 구성된다.

그림 4 는 SKDB 의 내용을 보인다. SKDB 는 network 에 연결된 외부 tapping machine 에 대한 정보를 담고 있다. 정보 내용은 각 tapping machine 의 환경 정보(동작 온도), 동작 상태, 과거 및 현재 수행 task, sensor 의 동작 상태 및 운전 상태 등에 대한 내용을 제공한다. 환경 정보는 열변형 보상값을 찾기 위해 사용된다. 과거 및 현재 수행 task 는 작업 조건, 고장 유무, 공구, 형상 및 공정 시간에 대한 내용을 가지고 있으며 간접적 지식을 얻기 위해 사용된다. Sensor 의 동작 상태는 각 tapping machine 에 설치된 센서들의 고장 정도에 대한 내용을 가지고 있으며 이것은 전송된 데이터의 신뢰도를 결정하기 위해 사용된다. 즉 센서 고장이 없는 tapping machine 에서 보내온 정보를 신뢰도 높으며 센서 고장이 있는 tapping machine 에서 보내온 정보는 신뢰도가 낮은 것으로 평가된다.

RDB 는 센서에서 보내진 신호를 저장한다. 센서의 종류로는 열 및 상태 정보를 위한 센서가 사용된다.

DSDB 는 센서 상태를 바탕으로 신뢰도에 대한 정보를 가지고 있다.

VDB 는 RDB 의 값에서 이상이 있는 센서의 신호를 제외한 신뢰성이 있는 데이터를 보관한다. 이 데이터는 configuration 그리고 measurement 에서 이용된다.



↗ Social knowledge module

User's Operation Mode(USOM)은 external agent, configuration, degrade 그리고 measurement 로 구성된다 [3], [4].

External agent 는 SKDB 의 정보를 이용해 사용자에게 외부 tapping machine 에 대한 정보를 제공한다. Configuration 은 sensor 의 reset, initialization 그리고 resolution 설정 기능을 제공한다. Degrade 는 센서 고장의 정도와 신뢰도를 제공한다. Measurement 는 센서의 측정값을 제공한다.

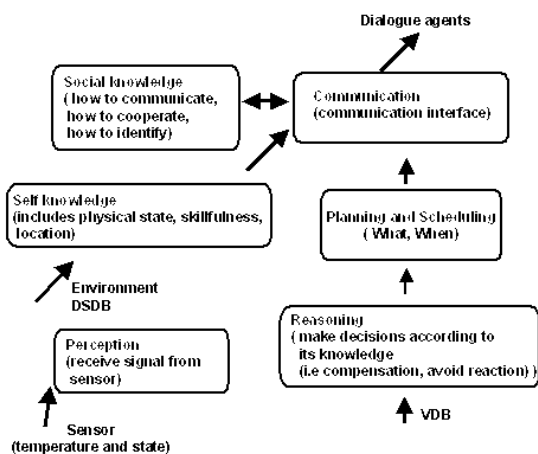


Fig. 5 Agent layer 의 구조

그림 5 는 modular 구조의 agent layer 를 보이고 있다. Modular 구조는 설계가 간단하고 기능 구현이 용이하다. 또한 각 module 간의 연관성을 정의하기 쉬운 구조이다. Module 간의 연결은 고정된 구조를 가지고 있다. 사용된 module 은 perception,

reasoning, self knowledge, social knowledge, communication 그리고 planning and scheduling 등이다.

Perception module 은 센서로부터 열 및 상태에 대한 정보를 수신 및 관리한다. Self knowledge module 은 물리적인 상태, 임무 수행 능력 정도 및 network 에서 자신의 위치등에 대한 내용을 관리한다. Social knowledge 는 외부 tapping machine 에 대한 list 를 관리한다. SKDB 의 내용을 관리하며 임무 수행 능력 정도, 과거 및 현재 수행한 임무, sensor 의 동작 상태 및 운전 상태 등에 대한 내용을 관리한다. Communication 은 내부 혹은 외부 agent 간의 통신 기능을 제공한다. 이용되는 통신 방식은 KQML 을 이용하고 있다. Reasoning module 은 적합한 열변형 보상값의 결정, 새로운 온도 환경에 대한 열변형 보상 추론 및 외부 tapping machine 에 대한 보상값 요청 결정 등을 수행한다. Planning and scheduling 은 Reasoning module 의 결과인 보상값의 적용을 언제 그리고 어떤 방식으로 할 것인가를 결정하게 된다.

6. 결론

지능 기계의 감각 기능을 agent 기술을 이용하여 실현하려는 본 연구를 통해 다음의 결과를 얻을 수 있었다.

- (1) 감각 기능, 대화 기능 및 의사 결정 지원 기능으로 구분된 전문가의 기계 운영에 대한 모델링은 지능 기계에서 요구되는 기능들과 일치하여 모델링의 적합성을 알 수 있었다.
- (2) 응용 시스템에 대해 agent 기술 도입의 적합성을 제시하여 sensory agent 구현에 대한 가능성을 제시하였다.
- (3) 지능 기계에 적용할 sensory agent 의 설계는 환경 변화에 능동적으로 대처하여 보다 효과적으로 목표를 달성할 수 있는 구조로 설계되었다.

참고문헌

- [1] N. R. Jennings, "On agent-based software engineering," *Artificial Intelligence*, vol. 117, 2000, pp. 277-296
- [2] M. Wooldridge, "Agent-based computing", *Interoperable Communication Networks*(Baltzer Science Publisher BV), vol. 1, no. 1, 1998, pp. 71-97.
- [3] M. Staroswiecki, M. Bayart, "Models and Languages for the Interoperability of Smart Instruments," *Automatica*, vol. 32, no. 6, 1996, pp. 859-873
- [4] E. Benoit, R. Dapoigny, L. Foulloy, " Fuzzy-Based Intelligent Sensors: Modeling, Design, Application," *IEEE Emerging Technologies and Factory Automation conference*, 2001, 0-7803-7241-7, pp. 401-407.