

기계 지능화를 위한 에이전트 시스템의 활용 동향

임선중, 송준엽 | 한국기계연구원

1. 서론

소프트웨어 공학 입장에서 추상화(Abstraction)란 복잡한 시스템을 기술하는 기본적인 방법으로 가장 중요한 요소들에 중점을 두어 개략화시킨 것이다.^[1,2] 소프트웨어 발전 단계를 추상화 측면에서 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 순차적인 실행에 기반을 두는 명령어 형태의 수준으로 assembly code 등이 예이다. 둘째, 재사용이 가능한 모듈 혹은 서브루틴(subroutines)으로 구성되어 기능을 중심으로 기술하는 수준이며 C, Pascal 등이 예이다. 셋째, 객체 기반의 수준이며 JAVA, C++ 등이 예이다. 넷째, 목적과 역할 등으로 객체를 기술하는 수준이며 에이전트가 있다. 에이전트는 소프트웨어 발전 단계에서 객체 기반 기술의 다음 단계로 인식되고 있다.^[3] 에이전트는 분산 인공지능 분야에서 문제 해결을 위한 추상적인 단위이며 에이전트 기반의 시스템은 에이전트 정의를 중심 개념으로 하여 시스템을 설계 및 구현하는 것이다. 실세계에 대한 소프트웨어 모델링에서 에이전트 시스템은 객체 지향 모델링과 비교해 추상화, 분해(Decomposition) 및 구조(Organisation)에 있어서 장점을 가지고 있어 항공관제, 전력 수송, 전자 상거래 및 의료 등에서 적용 사례가 늘고 있으며 관련 연구도 증가되고 있다.^[4-7]

예측된 환경의 변화에 대해 미리 프로그램된 방법으로 대응하는 기계 시스템은 예측되지 못한 환경 변화에 대해서 적응력이 떨어진다. 또한 이를 기반으로 구성된 중앙 집중식 시스템은 소프트웨어 구조 설계의 부담이 커지는 문제를 가지고 있다. 이러한 문제들을 극복하기 위해 기계 시스템을 보다 지능화하기 위한 한 방법으로 기계 시스템을 자율적 에이전트 유닛의 네트워크로 구성하려는 새로운 설계가 시도되고 있다.^[8,9] 에이전트 기반의 기계 지능화의 개념은 에이전트 유닛들의 네트워크를 이용해 행동을 결정하고 성능을 개선시키는 것이다.

본 소고에서는 다양한 에이전트의 정의, 에이전트의 구현을 위한 기능, 특징 및 장점 등과 같은 에이전트의 기본 개요를 바탕으로 기계 지능화를 위해 필요한 기능 그리고 소프트웨어 엔지니어링 측면에서 기계 지능화를 위해 에이전트 시스템을 활용하려는 연구 동향에 대해 소개하려 한다.

2. 에이전트의 개요

지능 에이전트 혹은 다중 에이전트는 인공 지능 문제들을 에이전트라는 추상적인 단위와 에이전트간의 상호 작

용을 토대로 해결하려는 분산 인공지능의 한 부류이다. 그림 1은 인공지능 분야에서 에이전트의 관계를 보이고 있다.

에이전트는 지속적으로 환경에서 지각된 것과 내부 지식을 바탕으로 추론하며 그 결과에 따라 행동하여 환경에 영향을 미친다.^[10] 또한 사용자를 포함해 다른 에이전트와 협력, 조종, 협상 그리고 통신을 통해 문제 해결을 시도한다. 협력은 공동의 목적을 실현하기 위해 각각의 에이전트가 화합하여 행동하는 것이다. 조종은 한 문제에 대해 각각의 에이전트가 상반되는 해결책을 제시할 때 충돌을 피하는 것이다. 협상은 에이전트간의 일치된 합의점에 도달하기 위한 과정이다. 그림 2는 에이전트의 개념을 나타내고 있다.

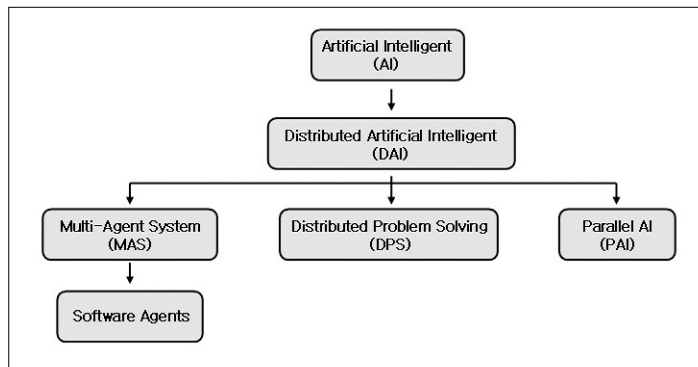


그림 1. 인공지능에서 에이전트

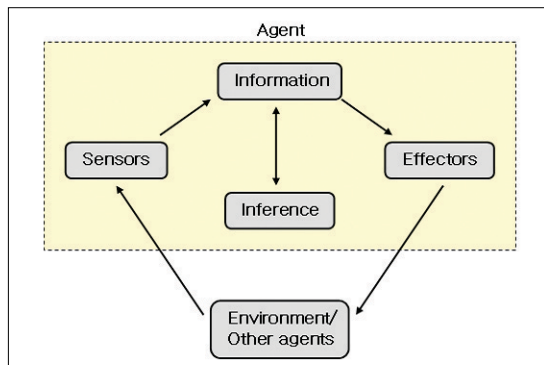


그림 2. 에이전트 개념

2.1 에이전트의 정의, 특징 그리고 분류

에이전트의 정의에 대해 일치된 견해는 없으며 많은 제안이 있었다. 대표적인 제안자들을 살펴보면 Maes, Nwana, Franklin, Graesser, Shoham, Jennings, Wooldridge, Russel, Norvig 등을 들 수 있다.^[11-16] 에이전트의 정의를 활용 측면에서 살펴보면 다음의 특징을 지니는 소프트웨어 혹은 하드웨어 컴퓨터 시스템으로 볼 수 있다. 첫째, 자율성이다. 에이전트는 인간 혹은 다른 시스템의 간섭이 없이 동작하며 행동과 내부 상태를 통제할 수 있다.^[17] 둘째, 사회적 능력(Social ability)이다. 에이전트는 다양한 에이전트 통신 언어를 통해 다른 에이전트와 통신을 할 수 있다.^[18] 셋째, 반응성(Reactivity)이다. 에이전트는 환경을 인식하고 지속적으로 반응한다. 넷째, Pro-

activeness이다. 에이전트는 환경에 대해 단순히 반응하는 것이 아니라 목적에 따라 행동한다. 현재 제안된 많은 에이전트 정의들 중에서 Wooldridge와 Jennings의 정의를 가장 많이 사용하고 있으며 다음과 같다.^[19]

“An agent is a computer system that is situated in some environment, and that is capable of autonomous action in this environment in order to meet its design objectives”

에이전트 연구에서 에이전트는 몇 가지로 분리될 수 있으며 각 제안들의 분류와 특징은 다음과 같다. Franklin과 Graesser는 자율적인 에이전트를 kingdom 레벨, phylum level 레벨 그리고 class 레벨로 나누었다. Kingdom 레벨에 biological 에이전트, robotic 에이전트 그리고 computational 에이전트를 두고 있다. Phylum 레벨에는 소프트웨어 에이전트와 artificial life 에이전트를 두었다. Class 레벨에서는 엔터테인먼트 에이전트와 컴퓨터 바이러스를 두었다.^[20] Gliber는 3차원 영역에서 지능 에이전트를 묘사하였다.^[21] 4차원 영역의 각 축은 에이전시, 지능 그리고 이동성이다. 지능은 학습된 행동과 추론의 정도이며 지능 에이전트는 사용자의 목적을 달성하기 위해 환경에 적응하고 학습을 해야 한다. 이동성은 네트워크상에서 에이전트가 이동하는 정도를 말한다. Nwana는 네 개의 범주(collaborative 에이전트, collaborative learning 에이전트, interface 에이전트 그리고 smart 에이전트)에서 에이전트를 분류하기 위해 에이전트가 가져야 되는 세 개의 특성(자율성, 협력 그리고 학습)을 사용하였다.^[22] 또한 특성에 따라 개방적이고 시간 제약이 있는 멀티 에이전트 환경에서 자동적으로 동작할 수 있는 collaborative 에이전트, 사용자와 협력 작업을 할 경우 하나 이상의 응용 소프트웨어를 가지고 사용자를 지원하는 인터페이스 에이전트, 목적 달성을 위해 네트워크상에서 이동하여 동작하는 소프트웨어 프로그램인 mobile 에이전트, 유용하고 방대한 정보를 관리하는 information/internet 에이전트, 환경의 현재 상태에 동작하고 반응하는 reactive 에이전트 그리고 한 에이전트의 부족함을 해결하는 hybrid 에이전트로 분류하였다.

2.2 에이전트 모델링의 장점

실세계의 복잡한 시스템은 다음의 규칙성을 가지고 있다.^[3,23] 첫째, 구조적인 측면에서 복잡한 시스템은 계층적인 구조를 가지고 있다. 즉 한 시스템은 그것을 구성하는 서브시스템으로 구성되며 이들의 관계로 기술된다. 둘째 계층적으로 구성된 시스템은 비 계층적인 시스템에 비해 빠르게 전개할 수 있다. 복잡한 시스템을 다루기 위해 소프트웨어 엔지니어링에서는 추상화, 분해 그리고 구조의 기술을 사용하며 이러한 기술적인 측면에서 에이전트 기반의 모델링의 장점을 기술하면 다음과 같다.^[24,25]

추상화는 실세계의 복잡한 문제를 다루는데 가장 기본이 되는 방법으로 불필요한 부분을 생략하고 객체의 속성 중에서 가장 중요한 것을 개략화한 것이다. 추상화 기술면에서 복잡한 시스템은 서브시스템과 구성 요소들을 상위에서 상호 작용의 측면에서 기술하고 있다. 이것은 자율적 행동 기반을 가지고 있는 각 에이전트들을 기반으로 하여 공동 목표를 달성하기 위한 협력 방안, 동작 관계 그리고 문제 해결을 위한 타협 등으로 기술하는 에이전트 시스템 기술 방법과 일치한다. 에이전트 기반 시스템의 상호 작용에 대한 기술은 에이전트 통신 언어를 통해 일어나는데 이것은 지식수준(Knowledge level)에서 행해지고 있다.^[26,27] 지식수준의 기술은 에이전트가 언제 그리고 어떻게 동작되어야 하는가의 입장에서 기술이 되는 것으로 서브시스템들 사이의 관계를 구체적으로 기술할 필요가 없다. 그림 3은 복잡한 시스템에 대한 에이전트 표현을 보이고 있다.^[3]

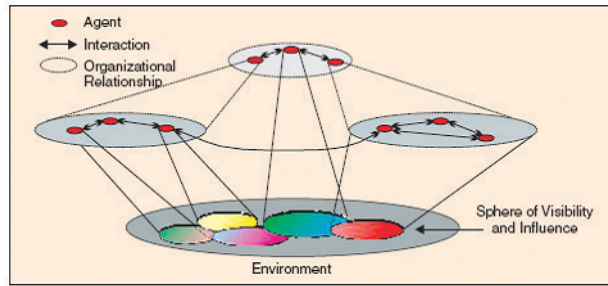


그림 3. 복잡한 시스템에 대한 에이전트 표현

분해는 복잡한 실세계의 모델링을 목적에 따라 모듈(Module)화를 하는 것으로 제어의 복잡성을 줄이고 서브시스템 혹은 요소들 사이의 결합도를 낮춘다. 모듈화는 프로그램이 지능적으로 다루어지게 해주는 소프트웨어의 단일 속성으로 거대한 단일 소프트웨어의 내용 파악을 보다 쉽게 한다.^[28] 복잡한 시스템의 경우 각 서브시스템들 사이에서 일어날 일을 모두 예측하고 관계를 구축하는 것은 불가능한 일이다. 따라서 각 서브시스템들이 상호작용을 위한 범위, 특성, 관계 구축 등을 스스로 결정할 수 있는 의사 결정에 대한 제어권을 가지고 있도록 하는 것이 바람직하다.

구조는 서브시스템들의 관계와 이들의 상속성(Inheritance)을 표현할 수 있다. 에이전트는 구조 구축의 유연성, 지속성 그리고 관계의 단절을 위한 computational mechanism을 가지고 있다.

3. 기계 지능화를 위한 에이전트 활용

3.1 기계 지능화에 필요한 기능과 에이전트 기능과의 관계

기계 지능화에서 지능은 지능적인 행동의 특성 혹은 외부적인 표현에 관계되며 참고 문헌^[29-31]을 분석하면 기계 지능화를 위해 필요한 기능은 센싱, 의사 결정, 지식 습득, 행동 계획, 행동 선택, 추론, 학습, 행동 그리고 네트워크 등으로 구분할 수 있다. 센싱은 센서를 이용해 외부 환경 혹은 내부 상태에 대한 정보를 얻는 기능이다. 의사 결정은 정보를 체계화한 지식을 바탕으로 시스템의 동작에 대해 언제 그리고 어떻게 행동할 것인지를 결정한다. 지식 습득은 센서의 정보를 체계화, 보관 그리고 관리하는 기능을 수행한다. 행동 계획은 의사 결정 기능의 결과에 대해 행동의 실행 여부를 결정하게 된다. 행동 선택은 행동의 실행 여부가 결정된 후 어떠한 행동을 할 것인지를 결정한다. 추론 시스템은 내부 혹은 외부에 행동한 것에 대해 행동 결과를 예측할 수 있는 기능이다. 학습은 외부 환경 및 시스템의 상태에 따라 환경에 대처할 수 있는 방법을 습득하는 기능이다. 행동은 시스템이 동작을 실행하는 것으로 액추에이터 등을 이용해 외부 환경에 영향을 줄 수 있도록 하는 것이다. 표 1은 기계 지능화를 위해 필요한 기능을 정리한 것을 보이고 있다.

에이전트의 특징은 반응성, 목적 지향성, 협력성, 학습 그리고 이동성 등을 들 수 있다. 각 특징들을 구현하기 위한 세부 기능으로 나누면 다음과 같다. 에이전트의 반응성은 인식, 동작 그리고 제어 등의 세부동작으로 나눌 수 있다. 이것은 기계 지능화를 위한 기능에서 센싱, 지식 습득, 행동 계획, 행동 선택 그리고 행동에 해당한다고 볼 수 있다. 목적 지향성은 의사 결정 그리고 충돌 관리 등의 세부 동작으로 나눌 수 있다. 의사 결정은 기계 지능화에도

표 1. 기계 지능화에 필요한 기능

필요한 기능	내 용
센싱	센서를 이용해 시스템 내부 상태 혹은 외부 환경의 정보를 얻을 수 있는 기능
의사 결정	지식을 기반으로 언제 그리고 어떻게 동작할 것인가를 결정할 수 있는 기능
지식 습득	센서의 정보를 보관 그리고 관리하는 기능
행동 계획	의사 결정 기능의 결과에 대해 행동을 결정할 수 있는 기능
행동 선택	의사 결정 기능의 결과에 대해 행동 방법을 결정할 수 있는 기능
추론	시스템의 행동 효과를 예측할 수 있는 기능
학습	외부 환경 및 시스템의 상태에 따라 환경에 대처할 수 있는 방법을 습득할 수 있는 능력
행동	내부 혹은 외부 상태에 변화를 줄 수 있는 기능
네트워크	외부 시스템과 협력 작업을 위해 메시지를 교환할 수 있는 기능

같은 기능으로 그리고 추론으로 수행된다. 협력성은 지식 관리와 통신 등의 세부 기능으로 나눌 수 있다. 지식 관리의 센싱 기능에 의한 지식의 체계화에 대응한다. 통신은 에이전트의 경우 외부 에이전트와 메시지 교환 등의 기능을 수행하기 위한 수단이며 기계 지능화의 경우 외부 기기와의 데이터 교환에 대응된다. 이와 같이 두 기능의 유사성은 기계 지능화를 위해 에이전트 모델링을 활용할 수 있는 가능성을 보이고 있다.

3.2 에이전트 기반의 기계 지능화 모델링의 원리

시스템 구조는 자동화된 유닛들의 계층적인 구성 보다는 능동적 유닛의 네트워크 구성이 보다 나은 성능을 발휘하고 유연성을 증가시킨다는 가정 아래 에이전트 기반의 기계 지능화 모델링을 위해 적용되는 원리는 다음과 같다.^[32]

첫째, 시스템 구조 설계는 계층적인 구조 보다는 능동적으로 동작하는 서브시스템 그리고 서브시스템의 구성 요소인 모듈 등으로 나누며 이들의 네트워크로 구성한다. 서브시스템은 에이전트에 대응하며 에이전트 추출 기준을 적용하여 서브시스템을 추출한다. 모듈은 서브시스템의 기능을 수행하기 위한 것으로 에이전트의 목적을 수행하기 위한 기능에 대응한다.

둘째, 시스템을 구성하는 서브시스템의 네트워크에서 각 서브시스템은 목적 달성을 위해 다른 서브시스템과 협력 작업을 수행한다. 협력 작업을 위해 각 서브시스템은 관계 구축과 단절을 결정할 수 있다. 협력 관계의 구축은 에이전트 시스템에서 에이전트 역할에 따른 관계 구축으로 이루어진다. 협력 작업은 시스템의 성능과 유연성을 향상시킨다.

3.3 에이전트 기반의 기계 지능화 모델링 연구 동향

Rzevski는 참고 문헌^[11]에서 지능 시스템에 대한 개념 설계의 원리를 제시하였으며 machine tool에 대한 multi-agent 시스템을 제안하였다. 제시된 개념 설계의 원리는 첫째, 환경 변화에 대해 시스템을 변화시킬 수 있으며 외부의 지시 없이 시스템을 언제 그리고 어떻게 변화시킬 것인가를 결정한다. 둘째, 시스템은 계층적 구조보다는 자율적인 유닛의 네트워크로 설계되어야 한다. 셋째, 시스템의 동작은 관련 유닛의 협상을 통해 이루어 져야 한다. 넷째, 시스템의 가치를 증가시키기 위해 다른 에이전트와 협력, 관계 구축 및 단절 등을 실행한다. 멀티 에이전트 기반의 machine tool에서 요구되는 기능을 가공 속도 조절, 스케줄, 상태 점검, 안전 점검, 기록 및 보고의 기능으로 제안하였다. 그림 4는 Rzevski가 제안한 에이전트 기반의 machine tool 설계를 보이고 있다.

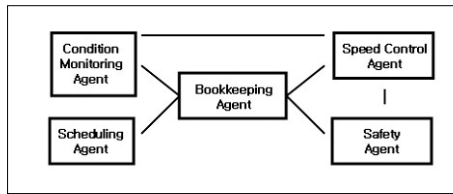


그림 4. Rzevski가 제안한 에이전트 기반의 machine tool 설계

Benoit는 Staroswiecki가 제시하는 서비스를 기반으로 모델링된 센서에 대해 멀티 에이전트 기술을 적용하였다.^[33,34] Benoit는 에이전트의 잘 알려진 구조인 BDI(Belief, Desire and Intention)의 구조를 사용하고 있으며 에이전트 시스템 구조에 대한 접근을 시도하였다. Belief는 환경에 관한 정보를, desire는 node에 할당된 임무를, intention은 에이전트가 현재 모드에서 성취하도록 실행되는 외부 서비스를, plan은 동작의 진행으로 각각 정의하였다. 그림 5는 Benoit가 제안하고 있는 에이전트 기반의 모델을 보이고 있다.

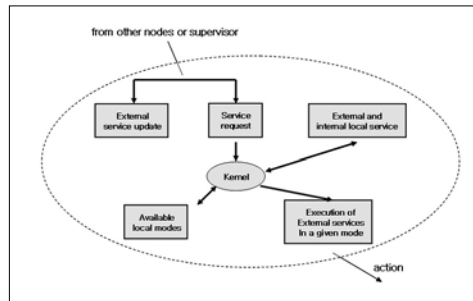


그림 5. Benoit가 제안하고 있는 에이전트 기반의 모델링

Ming은 에이전트란 임의의 목적을 실행하고 미리 결정된 목표를 자동적으로 실행할 수 있으며 다른 에이전트로부터 서비스를 요청할 수 있다고 하는 가정에서 IMS(Intelligent Manufacturing System)에 대한 에이전트 모델링을 제안하고 있다. IMS에서 에이전트는 각 에이전트는 목적 달성을 위해 필요한 지식을 가지고 있으며 환경 그리고 다른 에이전트와 협력할 수 있는 인터페이스를 가지고 있다는 요구 사항을 만족해야 한다. 그림 6은 Ming가 제안하고 있는 에이전트 기반의 IMS 모델링을 보이고 있다.

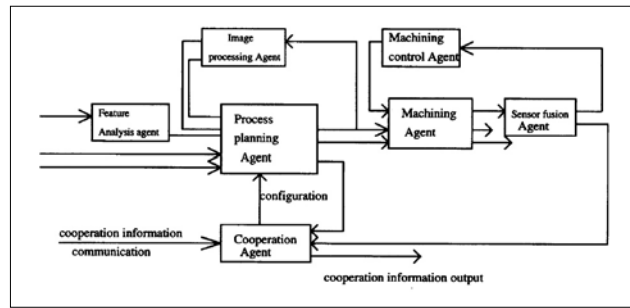


그림 6. 지능 머시닝 센터에서 에이전트들의 관계

4. 맺음말

본 소고에서 에이전트 특징, 기능, 장점 등 에이전트의 개요, 기계 지능화를 위해 필요한 기능 그리고 소프트웨어 엔지니어링 측면에서 기계 지능화를 위한 에이전트의 활용성 등에 대해 살펴보았다. 제시된 것처럼 에이전트의 자율적 혹은 상호 작용을 통한 문제 해결 능력은 현재 객체 지향 기술의 뒤를 이을 것으로 기대되고 있다. 그러나 자율성, 협력 관계의 설정 그리고 지식 체계의 구축 등에서 해결되어야 하는 문제점들이 있어 구현이 쉽지 않은 상태이다. 기계 지능화에 대한 에이전트 응용에 있어서도 활용 가능성의 분석을 통해 개념적인 설계 단계에 머무르고 있다. 이러한 문제들을 해소하기 위한 노력으로 이질적인 환경(운영 체제, 프로그램 언어)을 넘는 협력 관계 방법, 목표 달성을 위한 목표 관리 방법 그리고 이동 에이전트에 대한 연구가 진행되고 있다.

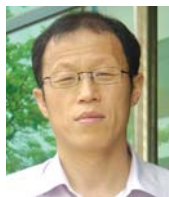
에이전트에 관련된 문헌을 종합해보면 소프트웨어에서 에이전트 기술의 비중이 점점 많아질 것으로 예측하고 있으며 일부 상업적인 제품이 나오고 있다. 그러나 보다 일반화되기 위해서는 소프트웨어 개발 생명 주기인 계획, 분석, 개발, 설계, 구현 그리고 테스트를 용이하게 하게 할 수 있는 개발 공정의 체계화가 필요로 되고 있다.

❁ 참고 문헌

- [1] N. R. Jennings, "On agent-based software engineering." Artificial Intelligence 117, pp. 277-297. 2000.
- [2] G. Booch, "Object-Oriented Analysis and Design with Application." Addison-Wesley, 1994
- [3] N. R. Jennings, "Agent-Based Control Systems." IEEE Control Systems Magazine, pp. 61-73, June. 2003.
- [4] C. Rehtanz, "Autonomous Systems and Intelligent Agents in Power System Control and Operation." Springer, pp. 247-277, 2003.
- [5] P. Farahvash, T. O. Boucher, "A multi-agent architecture for control of AGV systems." Robotic and Computer-integrated Manufacturing 20. pp. 473-483, 2004.
- [6] M. Cremonini, A. Omicini, F. Zambonelli, "Multi-agent Systems on the Internet: Extending the Scope of Coordination towards Security and Topology." 9th European Workshop on Modelling Autonomous

- Agents in a Multi-Agent World, MAAMAW'99 Valencia, Spain, pp. 77-88. Jun 30 - July 2, 1999.
- [7] S. E. Lander, "Issues in Multiagent Design Systems." IEEE Expert, pp. 18-26, March-April, 1997.
- [8] G. Rzevski, "On conceptual design of intelligent mechatronic systems." Mechatronics 13, pp. 1029-1044. 2003.
- [9] M. Lei, X. Yang, M. M. Tseng, S. Yang, "Design an intelligent machine center-strategy and practice." Mechatronics 8. pp. 271-285. 1998.
- [10] 이광형, 조충호, "인공지능개론." 홍릉과학출판사, pp. 13-14. 2000.
- [11] P. Maes, "Artificial Life meets Entertainment: Lifelike Autonomous Agents." Communications of the ACM, ACM press 38(11), pp. 108-114, 1995.
- [12] H. S. Nwana, "Software Agents: An Overview." Knowledge Engineering Review 11(3), pp. 1-40, 1996.
- [13] S. Franklin, A. Graesser. "Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents." Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag, 1996,
- [14] Y. Shoham, "Agent-oriented programming. Reading in Agents." Elsevier Science, Artificial Intelligence 60, 1993.
- [15] M. Wooldridge, "Intelligent Agent." MIT Press.
- [16] R. Jennings, M. Wooldridge. "Application of Agent Technology. Agent Technology: Foundations, Application, and Markets." Springer-Verlag, 1998.
- [17] C. Castelfranchi. "Guarantees for autonomy in cognitive agent architecture." Springer-Verlag, pp. 56-70, 1995.
- [18] M. R. Genesereth, S. P. Ketchpel, "Software agents." Communication of the ACM, pp. 48-53, 1994.
- [19] L. Padgham, M. Winikoff. "developing intelligent agent systems." WILEY, pp. 1-6, 2004.
- [20] S. Franklim, A. Graesser. "Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents." Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages, Springer-Verlag, 1996.
- [21] J. M. Bradshaw, "An Introduction to Software Agents." MIT Press, 1997.
- [22] H. S. Nwana, "Software Agents: An Overview." Knowledge Engineering Review 11(3), 1996.
- [23] H. A. Simon, "The Science of the Artificial." Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
- [24] 최영근, 허계범, "객체 지향 소프트웨어 공학." 한국실리콘, pp. 33-54, 1997.
- [25] G. Booch, "Object-Oriented Analysis and Design with Application." Addison Wesley, pp. 34, 1994.
- [26] J. Mayfield, Y. Labrou, T. Finin, "Evaluating KQML as an agent communication language." in Intelligent Agent II, Springer, pp. 347-360, 1995.
- [27] A. Newell, "The knowledge level." Artificial Intelligent, Vol. 18, pp. 87-127, 1982.
- [28] 유혜영, "소프트웨어 공학." 사이텍 미디어, pp. 403-405. 1997.

- [29] T. Fukuda, T. Arakawa, "INTELLIGENT SYSTEMS: ROBOTICS VERSUS MECHATRONICS." Annual Reviews in Control 22, pp. 13-22, 1998.
- [30] Clarence W. de Silva, "INTELLIGENT MACHINES." CRC Press, pp. 1-42, 2000.
- [31] 김선호, "지식기반형 지능화 기계와 지식진화형 지능화 기계." 한국정밀공학회, 제19권, 제2호, pp. 17-25, 2002.
- [32] M. K. Stacey, G. Rzevski, H. C. Sharp, M. Petre, R. A. Buckland, "Intelligent support for conceptual design: a flow modelling approach."
- [33] E. Benoit, R. Dapoigny, G. Mauris, "Fuzzy-Based Intelligent Sensors: Modeling, Design, Application." Proceedings of 8th IEEE International Conference, Vol. 2, pp. 401-407, October, 2001.
- [34] M. Staroswiecki, M. Bayart, "Models and languages for the Interoperability of Smart Instruments." Automatica, Vol. 32, No. 6, pp. 859-873, 1996.



임 선 종

· 한국기계연구원 지능기계연구센터 선임연구원
· 관심분야 : 지능 기계, 분산 지능 에이전트
· E-mail : sjlim@kimm.re.kr



송 준 엽

· 한국기계연구원 지능기계연구센터 책임연구원
· 관심분야 : 분산 제어, 지능형 생산 시스템
· E-mail : sjy658@kimm.re.kr