

# 구성적 인공지능

## Constructive Artificial Intelligence

박 충 식\*  
(Choong Shik Park)

**요 약** 서양철학의 근간을 이루는 데카르트의 이성주의적 인간이해의 반성으로부터 등장한 구성주의는 지능을 포함한 인간이해의 새로운 대안이 될 수 있을 것으로 생각한다. 구성주의는 진화생물학, 진화심리학, 뇌과학, 시스템이론, 복잡계 이론의 성과뿐만 아니라 나아가 인문사회학의 경향과도 설명을 공유할 수 있는 많은 부분이 있다. 또한 인공지능 분야에서도 구성주의적 방법이라고 할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 이 글에서는 구성주의적 관점에서 인공지능에서 다루는 지능에 대한 이해의 지평을 넓히고 이를 기반으로 한 방법론에 대한 검토와 그러한 경향에 있는 일부 인공지능 기술을 살펴보고자 한다. 이러한 논의를 통하여 여러 가지 관점의 마음에 대한 이론과 기술을 상호보완적으로 이해하고 다소 등한히 되고 있는 인공지능의 보편지능(*general intelligence*)의 토대로 삼고자 한다.

주제어 구성주의, 인공지능, 보편지능, 체화된 인지

**Abstract** I think constructivism can be considered as the new count proposal for understanding human to Cartesian rationalism. Constructivism has the common area not only with recent results of evolutionary biology, evolutionary psychology, brain science, system theory, and complex adaptive system but also with recent trends of humanities, and social science. In artificial intelligence, the studies which can be considered as constructivistic methods is going on. In this paper, from a constructivistic pint of view, to broaden the concept of intelligence in artificial intelligeneve, I will examine constructivistic methodologies to intelligent machine and look about the artificial intelligence techniques which are constuctivistic. Throughout such a discussion I want to promote the integral understanding of various kinds of mind theories and techniques, and pave the way of *general intelligence in artificial intelligence*.

**Keywords** constructivism, artificial intelligence, general intelligence, embodied cognition

### 0. 들어가는 말

인공지능은 인간과 같이 지능을 가진 컴퓨터시스템을 실현하려는 컴퓨터 과학의 한 분야이다. 그러나 현재의 인공지능이 실현할 수 있는 기술은 일반인들이 상상할 수 있는 자아와 감정을 가지고 인간과 공존하는 지능적 기계와는 상당한 차이가 있다. 아직 지능적 기계가 실현되고 있지 못한 것은 컴퓨터 하드웨어 능력이 충분하지 못한 이유도 있지만 인공지능의 기본적인 방법론적 토대에도 검토가 필요한 것으로 생각된다.

인공지능은 인지과학의 다른 분야들과는 다소 다른 특성을 지니고 있는데 그것은 실현 가능한 기술로 만들어 볼 수 있고, 또 만들어야만 한다는 것이다. 그런 면에서 인공지능은 마음을 이해하기 위한 인지과학의 여러 노력의 성

과에 대한 틀림없는 수혜자일 것이다. 수혜자로서의 인공지능은 실생활에서 필요한, 좁은 의미의 지능적 기계를 만드는 일 뿐 아니라 다양한 이론과 기술들을 상호보완적으로, “만들 수 있는 정도의 이해”로 종합하여 실현가능하게 하는 것이 그 임무라고 할 것 이다.

현재 이루어지고 있는 인공지능 기술들은 인공지능 초창기에 이루어진 지능에 대한 가설들을 기반으로 하고 있을 뿐만 아니라 실용적인 응용기술위주로 개발이 이루어지고 있기 때문에 지능에 대한 기술이 단편화되어 보편지능(*general intelligence*)에 대한 이론과 기술개발에는 다소 멀어지고 있는 형편이다. 이 글에서는 최근 뇌과학, 심리학, 심리철학, 과학철학, 진화생물학, 시스템이론, 복잡계 이론 등 인지과학 제 분야의 새로운 성과에 따라 인공지능의 지능에 대한 이해의 지평을 넓히고 이를 기반으로 한 방법론에 대한 검토와 그러한 경향에 있는 일부 인공지능 기술을

\* 영동대학교 컴퓨터공학과

살펴보고자 한다. 이러한 논의는 지능적 기계를 만드는 다양한 관점의 여러 이론과 기술을 상호보완적으로 이해할 수 있도록 하며 등한히 되어온 보편지능에 대한 토대가 될 수 있을 것이다.

## 1. 구성주의적 가설

엄밀한 과학적 실험에 의하여 이루어지는 뇌과학에서도 실험 자료의 해석과 설명에 있어서 적절한 철학적 토대가 필요하다(Churchland, 1989). 에른스트 마이어는 기존의 과학철학이 물리학 위주로 이루어지기 때문에 생물학의 발전에는 별반 기여한 바가 없다고 불평한 바도 있다(마이어, 2003). 정의 내리기 매우 곤란한 지능을 실현하려는 인공지능에서도 이러한 철학적 토대의 필요성은 더욱 절실하다.

서양철학의 근간을 이루는 데카르트의 이성주의적 인간 이해의 반성으로부터 등장한 구성주의는 지능을 포함한 인간이해의 새로운 대안이 될 수 있을 것으로 생각한다. 구성주의는 진화생물학, 진화심리학, 뇌과학, 시스템이론, 복잡계 이론의 성과뿐만 아니라 나아가 사회학, 경제학, 경영학, 윤리학, 종교학, 문학/예술학, 문화학, 교육학, 기호학 등 최근 인문사회고학의 경향과도 설명을 공유할 수 있는 많은 부분이 있다(루만, 1996; Foester, 1995; Mingers, 1995; Varela, 1999). 또한 인공지능 분야에서도 구성주의적 방법이라고 할 수 있는 연구가 진행되고 있다.

구성주의는 지식이 어떻게 정의되든 사람의 머리 속에 있는 것이며 자신의 경험에 기반을 두고 구성될 수밖에 없는 것이라고 가정한다. 구성주의의 연원을 따지면 소크라테스, 버클리, 칸트, 비코까지 거슬러 올라 갈 수 있지만 최근의 구성주의는 근간에 이루어진 생물학, 심리학, 컴퓨터과학, 인지 과학과 시스템 과학 등의 연구 성과와 깊은 관련을 맺고 있다. 그러한 예는 버트란피의 일반시스템이론, 삐아제의 발생인식론과 관련된 글라저스펠트의 급진적 구성주의(글라저스펠트, 1999), 슈미트의 경험구성적 문예학(슈미트, 1995a), 피스터의 제2계 사이버네틱스 이론(슈미트, 1995b), 마투라나와 바레라의 오토포이에시스(Mingers, 1995; 발레라, 1997; Valera, 1999), 켈리의 PCP(Personal Construct Psychology), 파스크의 대화이론, 루만의 커뮤니케이션 이론(루만, 1996), 레이코프(Lakoff)의 은유이론(Lakoff, 1999), 등 관련된 많은 것을 모두 언급하기 어려울 정도로 많고 복잡하게 얽혀 있다.

다양한 목소리에도 불구하고 구성주의는 다음과 같은 내용으로 그 특징을 정리할 수 있다. (1) 구성주의 담론은 인식의 대상보다는 인식의 과정을, 또한 그 과정의 구체적

인 경험 조건들에 관심의 초점을 두고 있다. 때문에 그 관심의 초점은 의미를 구성하는 관찰자(인지자가)가 된다. 사실 말해지는 모든 것은 관찰자에 의하여 다른 관찰자에게 말해지는 것이고, 또 다른 그 관찰자는 자신일 수도 있는 것이다. (2) 인지는 생물학적인 현상이며, 현상을 체험하는 유기체에 관련된 것으로 생각한다. 인지하는 개체는 자신의 신경시스템의 변화라는 형태로만 세상에 관여할 수 있다. (3) 이러한 관찰자는 관찰자의 구성이며 이 구성은 자의적으로 형성되는 것이 아니라 생물학적, 인지적 그리고 문화적인 조건에 따라 이루어진다. 따라서 지각이나 인식은 외부세계를 복사하는 것이 아니라 관찰자의 인지체계가 행하는 조작들의 목록화라고 할 수 있다(슈미트, 1995b). (4) 이러한 점에서 인지체계는 조작적 폐쇄(operational closure) 또는 조작적 재귀지시성(operational referentiality)하에 있으며, 이러한 조작적 폐쇄에 의하여 스스로의 체계와 환경의 차이점을 스스로 정의하고, 어떤 환경 접촉들을 자신에게 알맞게 가공, 처리함으로써 하나의 체계로 존재할 수 있는 것이다. 의식을, 어떤 한 체계가 자신의 환경과 같이 진화하면서 얻은 자율성을 의미한다면, 심지어는 화학적 무산구조와 같은 가장 단순한 자기생산 체계도 의식을 소유할 수 있다는 것이 된다. (5) 따라서 구성주의에서 이해는 옳고, 그름의 문제가 아니라 인지체계와의 정합성 문제가 된다. (6) 구성주의는 인지체계가 물리적인 토대에서 일어나는 신경생물학적 현상이기 때문에 심신이원론적인 육체와 정신의 구분을 거부한다. (7) 또한 인지체계에 외부의 물자체가 그대로 나타나는 것이 아니기 때문에 객관적 진리의 인식가능성을 인정하지 않는다. 이러한 맥락에서 자아라는 개념도 관찰자에 의한 구성적인 산물로 이해되어야 하기 때문에 실체가 의문시될 수 있다. (8) 절대적 현실의 인식가능성이 무의미하게 됨으로써 모든 연구활동의 가치는 인간의 삶을 위한 유용성에 입각하여 입증되어야 한다. (9) 이런 점에서 구성주의는 과학이 자기생산의 확보, 생명조건의 최적화, 그 종의 장기적인 생존의 확보라는 현실적인 학문 활동의 목표를 갖는 실용적인 노선을 추구한다. (10) 이와 연관되어 진리나 현실이 기본적으로 인간으로부터도 인식되거나 소유될 수 없기 때문에 행위의 구속적인 근거수단으로서의 가치를 상실한다면 우리는 윤리적으로 우리의 행위와 인지에 대해 스스로 책임져야 한다.

위와 같은 구성주의의 주장에 대한 토의는 적절한 자리로 미루어야 할 것이나 구성주의의 개략적 성격은 파악될 수 있을 것으로 본다. 이러한 구성주의적 가설의 배경에는 외적으로 환경으로부터의 자연선택과 내적으로 시스템 구성요소들 사이의 자기조직화가 존재한다. 인간이라는 존재

가 진화의 결과라 하더라도 그것은 자연선택에 의한 순전히 우연적 산물은 아닌 것이다. 카우프만은 자신의 NK 부울 네트워크를 이용한 복잡계 연구를 통해서 복잡계 구성물들의 능동적 자기조직화, 즉 창발성을 강조한다(카우프만, 2002; 홀랜드, 2001). 자연선택과 자기조직화라는 2가지 개념의 섬세한 적용으로 모든 생명체 인지현상의 물리적, 생물학적, 문화적 또한 시간적, 공간적인 설명이 가능할 것으로 본다. 구성주의적 가설은 이러한 토대에서 만들어진 설명체계이며, 또한 그 토대를 기반으로 보다 정교해지고 발전할 수 있을 것이다.

## 2. 구성적 인공지능의 개념

구성주의적 입장에서 지능을 정의하면 "지능이란 불확실한 환경에 대한 개체(시스템)의 적응"이라고 할 수 있다. 이러한 지능은 진화의 결과로써 자연선택과 자기 조직화(self-organizing)하는 창발적인(emergent) 복잡적용시스템(complex adaptive system)의 기능으로 볼 수 있다. 이러한 입장에 서면 동기, 감정, 자아, 의지, 욕망, 의식, 마음 등에 개념에 대한 새로운 관점을 가질 수 있고, 나아가 사회, 윤리, 예술, 종교 등에 대한 연결고리도 찾을 수 있다(박충식, 2000; 2002a; 2002b; 2002c; Park, 2003; Foester, 1995). 인간이나 생명체의 지능에 대하여 이야기한다면 지능의 재료는 뉴런, 세포, 분자, 물질이며, 또한 몸과 마음은 분리가 불가능하며, 그럼에도 지능의 주요기관은 두뇌이다. 또한 두뇌는 분산 처리되는 모듈로 구성되는 것으로 정리할 수 있다.

구성주의 입장에서 확장된 지능의 개념은 어떠한 종류의 시스템에도 적용될 수 있는 개념으로써 모든 종류의 생명체, 인공지능 기술을 포함한 모든 종류의 인간이 만든 기계, 심지어는 인간이나 생명체들로 이루어진 조직이나 사회, 인간에 의하여 만들어진 다양한 종류의 정보시스템에도 적용될 수 있다. 인지과학의 다른 학문분야와는 달리 어차피 무엇인가를 만들어야 하는 공학적 입장의 인공지능으로는 매우 용이한 개념적 틀이 아닐 수 없다.

사실 구성주의의 여러 개념들을 부분적으로 보면 새로운 것이 아니다. 가령 신경망이론, 유전자이론, 인공생명이론, Ant Colony와 같은 군지능(group intelligence) 이론들에서도 자기 조직화하는 병렬분산체계, 자연선택, 창발성, 복잡계의 카오스적 성질 등을 볼 수 있다. 언급한 다양한 인공지능의 개념들은 여전히 구성적 인공지능을 이루는 중요한 개념들이라고 할 수 있다. 강조되어야 할 사실은 구성적 인공지능이라는 관점에서 다양한 개념들이 하나의 설명 틀 안에서 상호보완적으로 구성되어 정합적인 설명이 가능하고 이를 통하여 좀 더 넓고 다양한 분야로의 새

로운 함의를 가지는 시도의 단초가 되어야 한다는 것이다. 언급된 여러 개념들과 더불어 정서, 의지, 자아, 의식, 자유 등의 개념들도 시스템 구성적 관점에서 설명되어야 하며, 나아가 진리, 윤리, 예술, 종교와와 같은 개념들도 같은 설명 틀 안에서 정합적으로 설명되어야 할 것이다. 현재 이러한 설명의 시도가 구성주의적 담론에서 부분별로 이루어지고 있지만 아직은 미흡한 상황이라고 할 수 있다. 그러나 이 글을 통하여 하나 하나 짚어서 언급하기는 어렵지만 설명되어야 여러 개념들 사이의 연결고리들이 있기 때문에 지속적인 노력을 통하여 만족할 만한 수준에 도달할 수 있을 것으로 생각한다.

구성주의적 진리관에 충실히 따라서 말하자면 인지과학의 여러 분야에서 실증적 연구가 축적됨으로 인간의 지능에 대하여 조금씩 많은 것을 알아 가는 영원한 과정에 있지만 이러한 전망과 기대가 구성적 인공지능의 작업가설이 될 수 있을 것이다. 여러 다양한 개념들이 하나의 틀 안에서 정합적인 설명이 어느 정도 가능해지면 구성적 인공지능은 단순히 인간지능에 대한 계산적 이해를 넘어서 인간 삶에 대한 계산적 이해에 도달할 수도 있을 것이며, 이러한 이해만이 인간과 함께 상호작용하는 진정한 지능적 기계를 구현할 수 있을 것으로 믿는다.

인공지능 기술이 포괄적인 인공지능을 지향하던 아니면 특별한 영역의 지능적 기계를 구현하던, 현재까지의 논의로부터 몇 가지 정리할 수 있는 작업지침을 언급해 볼 수 있을 것으로 본다. 먼저 인공지능은 인지적 능력을 지닌 지능적 시스템을 이해하고 구현한다는 점에서 시스템 과학적 관점에서 접근되어야 한다. 시스템 과학은 개체의 경계를 중심으로 시스템 자체와 환경을 구분할 수 있는 개념을 제공하고 시스템 내부의 구성요소간의 상호작용을 통한 환경과의 적응을 기술할 수 있는 도구들을 제공한다. 이러한 시스템 개념은 단순한 물리 시스템으로부터 인간을 포함한 다양한 생명체들과 사회, 문화 조직에 적용될 수 있고 이들을 수준에 따라 구별할 수 있게 한다. 인공지능에서는 복잡계 이론을 포함하여 다양한 시스템 이론들을 논의에 이용할 수 있다. 여러 시스템 이론에도 불구하고 시스템 작동의 원천은 시스템의 계속성과 항상성을 유지하는 것이다. 환경 속에서 이러한 계속성과 항상성을 유지하기 위하여 시스템은 자신의 구성요소의 상호작용을 다양한 방법으로 구성하여 적응한다. 이러한 적응의 결과가 곧 인지이며 이러한 인지는 시스템이 가지고 있는 외부와의 상호작용 능력(감각-운동 능력)의 한계 내에서 환경의 우연성과 자기조직화의 결과이기 때문에 시스템의 종류에 따라 다른 모습을 가지고 있으며 이러한 적응은 최적이라기보다는 생존성을 확보하는 정도라고 보아야 할 것

이다.

이러한 적응을 통하여 시스템은 자신만의 방법으로 환경을 모델링하게 된다(데블린, 2002; 페트릴리, 폰지오, 2001). 그러나 구성주의적 인식론에 따르면 시스템의 이러한 인지과정을 통해서 환경에 있는 대상의 실체 접근할 가능성은 없고 시스템 자신이 구축한 모델링만이 있을 뿐이다. 때문에 시스템은 자신의 감각-운동 능력을 자신의 인지체계에 재귀적으로 적용할 수밖에 없고 이러한 작용이 시간과 공간적으로 작용한 체계가 현존하는 생물들이라고 볼 수 있을 것이다. 이러한 작용은 그 시초에서부터 추상화된 정보들로 구성된다. 인지는 자기 감각-운동 능력에 따른 추상화이고 이를 통하여 자신의 시스템에 알맞게 환경을 모델링한다. 그러한 시스템들 중에 우연적인 자연선택과 자기조직화를 통하여 감각-운동 능력으로부터의 추상화된 감각-운동 정보를 다시 재추상화할 수 있는 능력을 가진 존재들은 소위 고등 인지능력을 가지게 된다. 고등 인지능력은 발전의 정도에 따라 추상화된 감각-운동정보를 재추상화하여 그 정보들을 조합/운용하는 능력을 갖게 됨으로써 언어와 같은 상징체계를 다룰 수 있게 된다. 나아가 이러한 인지과정에서 관찰자로서의 자신을 추상화할 수 있게 되고 이를 통하여 의식이나 자유의지가 발생할 수 있다. 의식은 무의식적 인지과정중에서 통합적 의사결정을 위한 추상적 수준의 정보처리라고 할 수 있다(Sloman and Chrisley, 2003). 의식은 재추상화된 환경 시물레이션이므로 이를 통하여 감각촉발적인 단순한 반응에서 벗어나서 계획과 조정이 가능한 적응을 이루어 낸다. 이 의식이 관찰자로서 자기 자신을 대상화하면 자기 시물레이션에 의한 자의식이라고 설명할 수 있을 것이다. 또한 자유의지는 의사결정을 내리는 의식적 정보처리 과정에서 자기 자신을 포함시키게 되면 실제 결정이 내려지기까지 계속적으로 결정 유보상태가 고려되어야 하기 때문에 자유의지와 같은 현상을 보이는 것으로 볼 수 있다(McDermott, 2001).

이러한 인지과정에서 정서와 감정과 같은 기제는 시스템의 환경자극에 대한 통합적인 평가시스템으로 간주될 수 있으며 욕구와 동기와 같은 개념들도 시스템에 연속적인 목표생성시스템으로 볼 수 있다. 정서나 욕구는 적응을 위한 합리적인 의사결정 과정에 배제되어야 할 대상이 아니라 시스템의 적응을 위한 필수적인 기제이며, 이러한 기제가 의식이라는 계획과 조정을 위한 시물레이션 과정 중에 포함되어 매우 복잡한 상호작용을 통하여 시스템의 환경적응을 조정하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

또 한 가지 중요하게 다루어져야 할 문제는 시스템이 외부환경을 모델링하는 방법에 관하여 은유적 사고

(metaphorical reasoning)의 중요성이다. 인간의 창의적인 환경의 모델링 기법들은 근본적으로 인간의 육체성하에서, 즉 기본적인 감각-운동 능력을 가능하게 하는 자기 몸을 기반으로 하는 인지구조에 기반을 두고 환경을 파악한다는 것이다. 인간은 이러한 은유적 사고의 방식으로 세계에 대한 지식체계를 구성하고 환경에 적응하게 된다. 인공지능계의 구현에 있어서 은유적 방식의 개념 형성과 판리를 위한 기제는 중요하게 고려되어야 할 기술이라고 생각한다.

사람들이 지능적 기계에 대해서 바라는 것은 인간과 같이 생활을 같이하며 인간과 같은 수준으로 느끼고, 애기하며, 표현하는 것이라면 이러한 기술만으로는 그러한 지능적 기계를 이루기는 어렵다는 것을 쉽게 짐작할 수 있다. 왜냐하면 인간은 현재 까지 만들어진 소위 지능적 기계에 비해 터무니없이 높은 고도의 사회문화적 생활을 영위하고 있다. 그렇다면 인간의 사회문화적인 활동에 대한 이해 없이 어떻게 그러한 기계를 만들 수 있을까. 이러한 이유로 인간의 사회문화적인 활동에 대한 이해를 “만들 수 있을 정도로 이해하기” 위한 “계산 인문사회학”이 필요할 수 있다. 사실 지능적 기계를 가장 중요하고도 필요한 언어 기능이 아직도 만족할 만한 성과를 내지 못하고 일부 특정 영역에 만 적용될 수 있는 기술로 존재하는 이유는 인간에게 있어서도 언어능력은 내생적인 생물학 기제일 뿐 만 아니라 고도의 사회 학습적 기제이기 때문이라고 보인다. 의식이나 의지 외에 자아와 같은 현상은 사회적 현상 속에서 형성되는 자신의 역할모델링이라고 볼 수 있고(요아스, 2003) 정서와 동기와 같은 기제도 사회적인 맥락 속에서 역동적으로 생성되는 것이다. 현재까지 인공지능계의 환경은 다수의 센서 장치로 정의되지만 사회문화적 환경으로 확대되어야만 하는 이유가 여기에 있다. 물론 사회문화적 환경도 다수의 센서들로 이루어질 수 밖에 없지만 지능적 기계에 인간과 같은 의사소통을 원한다면 그 센서와 액츄에이터로 이루어지는 감각-운동 능력이 나아가서 시스템 전체 수준에서 적극적으로 사회문화적 환경을 모델링해야 한다는 것이다. 이러한 계산 인문사회학적 연구는 지능적 기계를 만들기 위해서 뿐 만 아니라 지능적 기계를 만들기 위한 계산적 탐구 노력이 인간의 마음을 이해하는데 일정한 역할을 하는 것처럼 인간의 사회문화적 이해에 일정한 역할을 기대할 수 있다.

인간의 인지는 오랜 세월에 걸쳐 자연선택과 자기조직화 과정을 거쳐서 몸과 두뇌에 의하여 형성된 것이다. 현재 알려진 신경과학적 연구결과에 따르면 뇌는 기능별로 모듈들이 편재화 되어 동시적으로 작동하면서도 이들 모듈들이 서로 상호작용하는 것으로 보인다. 물론 이러한 모듈들은 몸 전체에 퍼져있는 감각-운동기관들과 밀접한 상호작용을 한다.

이러한 각 모듈들은 기능적으로 볼 때 매우 복잡한 회로를 이루면서 그 기능을 발휘하는 것으로 단순한 학습을 통해서 그 기능을 묘사할 수 없을 뿐만 아니라 역공학적으로 재구성하는 것조차 어렵다. 그러한 상호작용하는 여러 모듈들로 이루어진 전체 두뇌를 완전히 분석적으로 구현하거나 단순한 학습에 의하여 구현하려는 방법은 현재로서는 어려운 일이다.

현재 인공지능이 현실적으로 접근할 수 있는 방법은 어느 정도 밝혀진 모듈들의 기능과 필요로 하다고 추정되는 모듈들을 인공적으로 구현하고 이들 모듈들이 상호작용할 수 있도록 시스템을 구성하고 이 시스템을 적절한 환경에 노출시킴으로써 시스템이 위에서 언급한 구성적 적응의 기제가 작동되도록 하는 것이라고 여겨진다(Minsky, 2004; Minsky, Singh, and Sloman, 2004). 여기에서도 현재 인공지능에서 사용되고 있는 여러 기술들이 구성적 적응의 기제가 작동하도록 선택되고 적절히 연결되도록 상당한 연구가 필요할 것으로 여겨진다. 이러한 접근방법은 진화적 시간을 현재까지 밝혀낸 구조에 대한 지식으로 대체하는 것이라고 할 수 있다. 이러한 접근 방법이 전체적인 인간의 인지구현이라는 큰 목표를 지향하고 있기는 하지만 좁은 범의 지능적 기체나 지능적 기능을 요구로 하는 다양한 소프트웨어 구조에서도 적용적으로 시스템이 개선될 수 있는 방법으로도 유용할 것으로 생각한다.

### 3. 구성적 인공지능의 몇 가지 기술과 사례

아직 구성적 인공지능의 구현에 필요한 여러 기술들을 정합적으로 열거하고 설명할 수는 없지만 현재 이루어지고 있는 연구들을 볼 때 중요한 개념들은 몇 가지 언급해볼 수 있을 것이다. 구성적 인공지능에서 중요하게 다루어져야 할 개념 중에 하나가 체화된 인지(embodied cognition)(Anderson, 2003)이고 체화된 인지는 인공지능에서 오래 전부터 논의되어온 그라운드(grounding) 문제이다(Ziemke, 1999; Brooks, 1991). 그라운드 문제는 구성적 인공지능에서 시스템이 환경으로부터 시스템의 목적을 위하여 주어진 감각 운동기관으로부터 능동적으로 환경을 모델링할 수 있는 기체로써, 좀 더 추상적인 모델링에 대한 적절한 토대로써의 역할을 해야 할 것이다.

또한 최근 인공지능 분야에서 사용자와의 적절한 상호작용을 위하여 연구되고 있는 정서처리문제이다(Reilly, 1996). 정서는 논리적 처리에 치중하는 이성 중심적 정보 처리의 기존 인공지능에서는 도외시 되었던 부분이다. 그러나 뇌의 임상연구를 통하여 정서가 의사결정(decision-making)에 지대한 역할을 하고 있다는 것이 밝혀지고 있다(신체표지자설)(다마지오, 1999; Damasio, 2003). 구성적 인

공지능은 몸과 마음이 분리되어 있지 않다는 측면에서 정서는 시스템이 외부 자극에 대한 평가시스템으로써 시스템의 지능을 이루는 중요한 부분으로 간주한다(Minsky 2004). 이러한 정서 기제는 시스템 전체의 중요한 모듈로써 시스템 구조 설계 시 포함되어야 할 것이다.

학습과 판단, 창의성에 있어서 상사추론(analogical reasoning)이 가지는 중요성은 레이코프와 펠드만의 NTL(Neural Theory of Language)-은유(metaphor)이론(Lakoff and Johnson, 1999; Feldman and Narayanan, 2003)-과 호프스태더의 letter spirit 프로젝트- 유동(fluid)개념이론(Hofstadter, 1995)-를 통하여 잘 보여주고 있다. 상사추론은 시스템이 새로운 방식으로 환경을 모델링하고 습득하는 능동적 적응 기체로써 작용하기 때문에 구성적 인공지능에 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

### 4. 맺는 말

지능적 기체를 구현하고 시험하는데 있어서 구성적 인공지능은 구성주의를 기반으로 다양한 이론과 개념 도구들을 이용하여 많은 범위의 문제들을 다루려고 할 때 유용한 작업가설이 될 수 있다.

이러한 작업가설은 현재까지 이루어진 인공지능의 기술들을 적절히 선별하고 조합하고, 어떤 새로운 기체에 대한 요구의 도출도 가능하게 할 수 있다. 구성적 인공지능이 좀 더 다양하고 많은 그림을 보여줄 수 있게 되면 보편지능 구현을 위한 유용한 "구성"이라고 할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- 글라저스펠트(저), 김판수 외 6명(역) (1999), 급진적 구성주의, 원미사, 서울.
- 다마지오(저), 김린(역) (1999), 데카르트의 오류, 중앙문화사, 서울.
- 데블린(저), 전대호(역) (2002), 수학 유전자, 까치, 서울.
- 루만(저), 이남복(역) (1996), 생태학적 커뮤니케이션, 유영사, 서울.
- 마이어(저), 최재천(역) (2003), 이것이 생물학이다, 몸과 마음, 서울.
- 박충식, 유권중, 장숙필 (2002a), 서구심리모델과 조선 성리학의 심성모델 비교: 구성주의의 관점에 의하여, 세계한국학대회 논문집, 12-12.
- 박충식, 유권중 (2002b), 性理學 심성모델 시뮬레이션을 이용한 유교 예 교육 효용성 분석, 동양철학회, 21-21.
- 박충식, 유권중 (2002c), 인지과학적 시뮬레이션을 통한 조선 성

- 리학의 예교육 심성모델개발(1), 민족문화연구, 12-12
- 박충식, 유권종 (2000), 새로운 도덕 심성모델: 퇴계학, 구성주의, 인공지능, 한국철학자대회 논문집, 12-12
- 발레라, 톰슨, 로쉬(저), 석봉래(역) (1997), *인지과학의 철학적 이해*, 옥토, 서울.
- 슈미트(저), 차봉희(역) (1995a), *구성주의 문예학*, 민음사, 서울.
- 슈미트(저), 박여성(역) (1995b), *구성주의, 까치*, 서울.
- 요아스(저), 신진욱(역) (2003), *행위의 창조성*, 한울아카데미, 서울.
- 카우프만(저), 국형태(역) (2002), *혼돈의 가장자리*, 사이언스북스, 서울.
- 페트럴리, 폰지오(저), 김수철(역) (2001), *토머스 시빅과 생명의 기호*, 이제이북스, 서울.
- 홀랜드(저), 김희봉(역) (2001), *숨겨진 질서*, 사이언스북스, 서울.
- Michael L. Anderson (2003), Embodied Cognition: A Field Guide, *Artificial Intelligence* 149, 91-130.
- Rodney Brooks (1991), "Intelligence without Representation," *Artificial Intelligence* 47(1/3), 139-159.
- Patricia S. Churchland (1989), *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain*, MIT press.
- Antonio Damasio (2003), *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, and the Feeling Brain*, Harvest Books.
- Jerome Feldman and Srinivas Narayanan (2003), Embodied Meaning in Neural Theory of Language, Brain and Language, 2003. <http://www.icsi.berkeley.edu/NTL/publications.html>
- Heinz von Foerster (1995), Ethics and Second-order Cybernetics, *Stanford Electronic Humanities Review* 4-2. <http://www.stanford.edu/group/SHR/4-2/text/foerster.html>
- Douglas Hofstadter (1995), *Fluid Concepts and Creative Analogies*, Basic Books.
- George Lakoff and Mark Johnson (1999), *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*, Basic Books.
- Choong-Shik, Park and Gwon-Jong, Yoo (2003), A New Approach to Neo-Confucian Mind Model from Constructivism and Artificial Intelligence, *proceedings of 20th World Congress of Philosophy*, 12-12.
- John Mingers (1995), *Self-Producing Systems: Implication and Application of Autopoiesis*, Plenum Press.
- Drew V. McDermott (2001), *Mind and Mechanism*, Bradford book.
- Marvin Minsky (2004), *Emotion Machine*, draft, 2004. <http://web.media.mit.edu/~minsky/>
- Marvin Minsky, Push Singh, and Aaron Sloman (2004), The St. Thomas Common Sense Symposium: Designing Architectures for Human-Level Intelligence, *AI Magazine*, 25-2: Summer 2004, 113-124.
- W. S. Reilly (1996), "Believable Social and Emotional Agents," Technical Report CMS-96-138, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, PA.
- Aaron Sloman and Ron Chrisley (2003), Virtual Machines and Consciousness, *Journal of Consciousness Studies* 10, 4-5.
- Francisco Varela (1999), *Ethical Know-how*, Stanford Univ. Press.
- Tom Ziemke (1999), Rethinking Grounding, in *Understanding Representation in the Cognitive Sciences - Does Representation Need Reality?*, Riegler, etc(eds).