

인지과학(Cognitive Science) : 마음의 신비를 향한 현대의 학제간 도전

김기현 | 서울대 철학과 교수

인간의 마음만큼 우리에게 친근하면서도 그토록 오랫동안 신비의 대상으로 여겨진 것도 없을 것이다. 감각의 파노라마가 연출되기도 하고, 온갖 느낌이 교차하기도 하며, 때로는 어려운 문제를 풀어 내기도 하는 마음은 어떻게 나타나는 것일까? 마음의 현상은 두뇌에 기반을 두고 있음은 틀림없을 텐데, 도대체 신경세포의 물에서 어떻게 마음의 포도주가 만들어지는 것일까? 마음은 물질과 근본적으로 다른가? 다르다면 물질과 어떤 관계에 있는 것일까? 신비의 베일을 벗기고 마음을 물질계에 포섭시킬 수는 없을까? 이 질문은 철학의 초창기에서부터 철학자들의 호기심을 자극하였으며, 지금까지도 그 관심은 지속되고 있다.

I. 컴퓨터 과학의 발전에 의해 촉발된 '인지과학'

20세기 후반 인지과학이라는 새로운 학문적 조류의 형성과 아울러 자연과학의 예봉을 빚겨 가던 마음에 대한 탐구는 중대한 전환점을 맞이한다. 마음에는 물질에서 찾을 수 없는 몇 가지 신비로운 특성들이 있다. 첫째로, 내가 지구는 둥글다라고 믿는 경우에 나타나는 바와 같이 마음은 외부의 사실을 일정한 방식으로 표상하는 능력을 갖고 있다. 둘째,

내가 잘 익은 빨간 토마토를 바라볼 때 나타나는 바와 같이 나의 마음에는 감각의 파노라마가 연출되기도 한다. 마음에 고유한 듯이 보이는 셋째 특성은 수학 문제를 푼다든가, 불확실한 시각의 영상으로부터 외부의 대상이 무엇인가를 용케 맞추는 경우와 같은 지능적 문제해결 능력이다. 이러한 특성들은 과거의 철학자들로 하여금 마음은 물질과는 근본적으로 다른 것으로 생각하게 만들었다. 그러나 이후의 자연과학의 발전은 사람의 마음에서 나타나는 현상과 마음의 작용을 물리적으로 해명하려는 압박을 가하게 된다.

이러한 시대적 분위기가 성숙한 가운데 컴퓨터 공학, 그 중에서도 인공지능의 발전은 마음을 접근하는 방식에 커다란 전환점을 제공하게 된다. 특히 마음의 특성들 가운데 지능이 일차적 공격의 대상으로 포착되기에 이른 것이다. 컴퓨터 과학이 발전하고 그에 따라 산업 현장에서 인간이 하던 제어 기능을 인위적 체계를 통하여 더욱 정밀하게 수행할 필요성이 증가함에 따라 인공지능은 폭발적으로 발전하게 된다. 컴퓨터 과학과 인공지능이 발전하면서 이제 컴퓨터 프로그램은 단지 인간의 작업을 돕는 보조 장치를 만들기 위한 수단 이상의 의미를 지니게 된다. 많은 사람들은 인간의 지능, 인지 자체도 일정한 프로그램을 수행하는 것에 다름 아닐 것

이라는 생각을 품게 되고, 이러한 생각이 공감대를 형성하면서 인지과학이 발생하게 된다. 인지과학은 이렇게 컴퓨터 과학의 발전에 의하여 촉발되어, 컴퓨터과학, 인지심리학, 철학, 언어학, 신경생리학이 주요 분야로 참여하면서 구성된 이제 겨우 50년 남짓의 역사를 가진 신생 학문 분야로서, 학제간 연구라는 현대적 조류의 대표적 분야이며 가장 활발한 분야라고 할 수 있다.

II. 학제간 연구의 대표적 분야

인지과학은 인간의 인지과정을 기본적으로 추론을 통하여 문제를 해결하는 과정으로 본다. 우리에게 친숙한 스무고개의 예를 보면 이 입장의 요지를 쉽게 파악할 수 있다. 문제가 어떤 단어인가를 맞추려는 사람들에게 20번의 질문을 할 기회가 주어진다. 이 질문에 대하여 문제를 내는 사람은 예, 아니오의 대답을 한다. 문제를 맞추려는 사람은 이 대답을 실마리로 삼아 문제의 단어가 무엇인가를 추론한다. 스무 개의 단서를 전제로 하여 귀납적, 연역적 추론을 통하여 일정한 대답에 이르는 것이다. 인지과학은 고차적 인지과정뿐 아니라, 시각 판단, 청각 판단 등과 같은 기초적인 인지과정을 포함한 인간의 모든 인지과정을 이러한 형태의 문제해결의 과정으로 본다. 예를 들어 내가 나무를 보는 경우 외부의 나무는 나의 망막에 일정한 모습을 지닌 시각적 상을 맺는다. 우리의 망막에 일정한 영상이 맺히면 우리의 시각 체계는 그 영상의 색을 탐지하고, 영상에 주어진 음영을 분석하여 부분적인 형태들을 탐지하여 종합하고, 다시 색과 형태를 결합하여 그 영상의 원인인 외부의 대상이 무엇인가에 대한 시각 판단에 도달한다. 망막에 비친 정보들이 스무고개에서의 단서에 해당하고, 인지체계는 이를 전제로 하여 망막에 정보를 전달한 외부의 원인이 무엇

인가를 추론을 통하여 맞추는 것이다. 이러한 추론이 일정한 규칙을 따라 진행되며, 이 과정이 컴퓨터에서와 같은 프로그램에 의하여 수행된다는 것이 인지과학의 기본적 입장이다. 인간의 마음이란 외부의 정보를 받아들이는 여러 장치들, 이를 분석하는 장치, 과거의 정보를 담고 있는 기억 장치, 이들 사이의 관계를 통제하는 중앙정보처리장치(CPU), 처리 결과를 언어로 또는 행동으로 출력하는 장치들이 각기 일정한 규칙에 의하여 구성된 프로그램에 의하여 운영되면서 복잡하게 얽혀 있는 체계라는 것이다.

이러한 구도상에서 인지과학을 이루는 여러 분야들은 분업과 협력을 통하여 서로 연결된다. 인지심리학은 인간의 인지를 이루는 여러 규칙들을 행동적 증거를 통하여 구성하고, 언어학은 규칙을 통한 추론으로서 가장 잘 알려져 있는 언어적 추론을 연구에 포섭시키며, 신경생리학 또는 뇌과학은 이러한 규칙들이 인간의 뇌에서 어떻게 구현되고 있는가를 연구한다. 인지심리학과 언어학을 통하여 제시된 인간의 인지 구조에 대한 가설은 신경생리학 연구의 방향을 인도하고, 다시 신경생리학의 연구는 기존의 가설들을 확인 또는 반증하는 방식으로 연구의 발전에 기여한다. 철학은 기존의 연구에 포함된 방법론을 해명하고, 지능에 관한 이러한 입장이 인간의 위상에 대하여 갖는 함축을 해명한다.

위에서 우리는 인지과학이 인간의 지능 또는 인지를 문제해결의 과정으로 파악하고, 다시 문제해결의 과정을 프로그램에 의한 추론 또는 계산의 과정으로 이해하고 있음을 보았다. 여기서 인간의 전체 인지체계는 하위의 단순한 계산 체계들이 상층으로 이어지면서 점차 복잡적으로 연계되는 계층적 구조로 이해된다. 인지과학자들은 이러한 포괄적 구도에 공감하면서 연구를 진행하게 되지만, 이 포괄적 구도를 구체화하는 과정에서 여러 가지 상이

“

자연과학의 발전은 사람의 마음에서 나타나는 현상과
 마음의 작용을 물리적으로 해명하라는 압박을 가하게 되고
 컴퓨터 공학, 그 중에서도 인공지능의 발전을 통해 많은 사람들은
 인간의 지능, 인지 자체도 일정한 프로그램을
 수행하는 것에 다름 아닐 것이라는 생각을 품게 되고,
 이러한 생각이 공감대를 형성하면서 인지과학이 발생하게 된다.

”

한 견해를 노출하게 된다. 첫째 대립은 문제를 해결하는 계산의 본성과 관련되어 있는데, 이 대립은 흔히 고전적 인공지능(Classical AI)과 연결주의(Connectionism) 또는 신경망 이론(Neural Network Theory) 사이의 대립으로 잘 알려져 있다. 고전적 인공지능은 문제해결 과정을 문자 그대로 추론의 과정으로 본다. 예를 들어 내가 '만약 비가 온다면 길이 젖는다'라는 믿음과 '지금 비가 온다'라는 믿음으로부터 '지금 길이 젖는다'라고 추론하는 경우를 보자. 이 추론은 '만약 A이면 B다'라는 전제와 'A'라는 전제로부터 'B'라는 결론이 뒤따른다는 일반적 추론 규칙에 근거하고 있다. 고전적 인공지능은 인간의 인지체계는 이러한 형식적인 추론적 규칙을 갖고 있으며, 이러한 규칙에 따라 추론을 수행함으로써 문제를 해결한다고 생각한다. 이런 의미에서 고전적 인공지능은 인간의 두뇌를 마치 언어와 같은 구조를 갖고 있는 체계로 이해한다.

반면에 연결주의 또는 신경망 이론은 인간의 인지과정은 언어와 같은 형식적인 규칙에 따라 이루어지는 것이 아니라, 뇌세포를 이루는 뉴런들의 전기화학적 반응에 의하여 매개된다고 생각한다. 마음의 상태는 하나의 물리적 상태에 불과하며 이들은 뉴런들의 조합에 의하여 구성된다. 한 심리 상태

에서 다른 심리 상태로의 이행은 뉴런들의 작동 방식에 의하여 규정되며, 이들의 작동 방식은 뉴런들이 어느 정도의 활성화 상태에 도달하며, 이 활성화 상태에 따른 각 뉴런의 활성화 여부, 그리고 이것이 어느 정도의 연관성을 지닌 연결선을 통하여 이웃 뉴런에게 그 활성화도가 전달되는가에 의하여 결정된다. 따라서 연결주의에 있어서의 추론은 순수히 인과적 과정으로, 이 과정은 언어와 같은 추론적 규칙에 의하여 묘사되기보다는 뉴런 사이의 전기화학적 인 반응에 관한 순수히 기계적인 방식으로 묘사된다. 이런 의미에서 고전적 인공지능에서 인지체계가 계산하는 것은 언어적 규칙에 따른 기호적 계산이라고 한다면, 연결주의에서의 계산은 뉴런의 활성화와 그것의 확산에 관한 역학적 계산이라고 할 수 있다. 이러한 역학적 계산은 언어적 규칙이 아니라 미분방정식에 의하여 묘사된다.

고전적 인공지능과 연결주의 사이의 위와 같은 대립은 흥미 있는 연구과제를 산출한다. 고전적 인공지능에 공감하는 사람들은 연결주의가 제시하는 인간의 인지과정에 대한 설명은 자신들의 입장에 대한 대안이 되지 못함을 주장하려 한다. 인간의 인지과정은 거시적 차원에서는 언어와 유사한 형식의 추론 과정이며, 연결주의는 이 과정이 미시적 차원, 즉 인간의 두뇌에서 어떻게 구현되고 있는가를 설

명하고 있을 뿐이라는 것이다. 이들의 주장이 옳다면, 고전적 인공지능과 연결주의는 각기 다른 차원에서의 설명이기 때문에 연결주의의 성공이 고전적 인공지능의 타당성을 손상할 수 없게 된다. 더 나아가 만약 인간의 두뇌에서 인간의 인지과정을 주도하는 언어와 같은 코드(Neural Code)를 찾아낼 수 있다면, 이들의 이러한 주장은 더욱 설득력을 얻게 될 것이다. 오늘날 많은 인지과학자들은 이러한 두뇌의 코드를 찾고자 노력하고 있으며, 이 연구는 인간의 인지과정 자체에 대한 이해에 대하여 뿐 아니라 고전적 인공지능과 연결주의 사이의 논쟁에 대하여도 중요한 함축을 가질 것이다.

고전적 인공지능과 연결주의가 과연 대립한 입장인가, 대립한다면 어느 입장이 옳은가 하는 것은 현재 미결의 문제로 논의가 진행되고 있기는 하지만, 이들이 현재 각기 협조를 하면서 조화롭게 연구를 진행하고 있다는 사실을 간과해서는 안 된다. 고전적 인공지능의 틀은 인간의 고차적 사고 과정을 설명하는 데에 강점을 갖고 있는 반면, 연결주의는 형태인식과 같은 기초적 인지과정을 설명하는 데에 강점을 보이고 있다. 이러한 이유로 어떤 인지과학자는 이들을 결합하여 인간의 인지체계를 모델링하기도 한다. 인간의 인지에는 고전적 인공지능의 틀과 연결주의의 틀이 혼재되어 있는지도 모를 일이다. 여하튼 고전적 인공지능과 연결주의를 둘러싼 인간의 인지구조에 대한 논란은 앞으로의 대답을 기다리는 흥미 있는 주제임에 틀림없다.

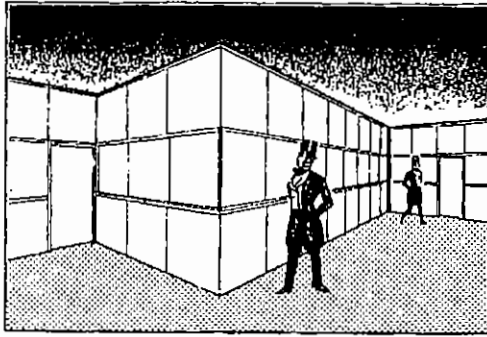
III. 마음의 단원성과 인지 체계

현대 인지과학자들의 관심을 끄는 또 하나의 논란거리는 마음의 단원성(Modularity) 문제이다. 앞에서 보았듯이 인지과학자들은 인간의 인지체계는 단순한 문제를 처리하는 기초적 장치들이 체계

적으로 결합하여 복잡한 체계를 구성한다는 점에 동의한다. 예를 들어 내가 한 물체를 인식하는 과정은 색채를 인식하는 장치, 형태를 인식하는 장치, 거리를 인식하는 장치들이 협동하여 이루어진다. 문제는 이러한 기초적 과정의 작동에 과거의 누적된 경험을 통하여 구성된 세계에 대한 우리의 일반적 배경 지식이 영향을 미치는가 하는 것이다. 마음의 단원성을 옹호하는 사람들은 이들의 작동이 이러한 배경 지식으로부터 영향을 받지 않고 독립적으로 이루어진다고 주장한다. 반면에 단원성을 부정하는 사람들은 누적된 경험을 통하여 이루어진 세계의 일반적 구조에 대한 배경 지식이 이들 기초적 장치의 작동에 영향을 미친다고 주장한다. 단원성을 부정하는 사람들은 흔히 다음과 같은 물러-라이어(Muller-Lyer) 착시 현상을 자신의 입장을 옹호하는 예로 제시한다.



위의 두 선분은 같은 길이임에도 불구하고 위의 선이 분명히 더 길게 보인다. 이 현상은 다음과 같은 방식으로 설명된다. 다음 <그림 1>에서 볼 수 있듯이 위의 모양은 일상적으로 오목 모서리에서 흔히 발견되고, 아래 모양은 볼록 모서리에서 흔히 발견된다. 따라서 이러한 상황에 대한 과거의 반복적 경험에 따라 위의 선은 아래 선보다 더 멀리 있는 것으로 해석된다. 그런데 두 선은 우리의 망막에 같은 길이로 등록된다. 위의 선이 더 멀리 있음에도 가까이 있는 선과 같은 길이로 등록되었다는 것은 실제로는 위의 선이 더 길다는 것을 의미한다. 이러한 배경 지식에 의한 추론이 우리의 인지과정에 영향을 미쳐 위의 선이 더 길게 보이게 된다는 것이다.




〈그림 1〉

한편 위와 같은 주장에 대하여 단원성을 옹호하는 인지과학자는 위의 현상이 착시 현상이라는 것을 깨달은 이후에도 착시 현상이 지속됨을 지적한다. 즉, 우리의 기초적 인지과정이 배경 지식에 의하여 영향을 받는 것이라면, 실제로 위의 선분의 길이가 같다는 것을 깨달아 그것이 우리의 배경 지식으로 자리잡게 되면 위의 착시 현상이 사라져야 할 텐데 그렇지 않다. 그렇다면 모든 배경 지식이 우리의 기초적 인지과정에 영향을 미친다고 할 수는 없으며, 따라서 기초적 인지과정은 배경 지식으로부터 상대적으로 독립되어 있다고 할 수 있다.

위의 단원성과 관련된 논쟁은 우리의 인지체계의 효율성과 관련된다. 우리가 컴퓨터와 같은 하나의 인공적인 인지체계를 고안한다고 하자. 우리는 이 체계가 가능한 세계의 모습을 오류 없이 올바르게 반영하기를 바란다. 다른 한편 세계에 대한 인지는 그를 토대로 하여 행동을 하기 위한 것이기 때문에 세계에 대하여 신속히 판단하기를 바란다. 만약 이 체계가 세계를 이해하는 데에 상당히 많은 시간이 걸린다면 그를 토대로 행동을 하여야 하는 체계에는 도움이 되지 못한다. 문제는 위의 두 가지 요구가 서로 상충하는 측면이 있다는 것이다. 오류를 피하기 위해서는 배경 지식을 충분히 살펴어 조심스럽게 판단해야 하는 반면, 신속히 판단하기 위해서는 모든 배경 지식을 충분히 살필 여유가 없기 때

문이다. 따라서 효율적인 인지체계는 지나치게 단원적이어서 많은 오류를 동반하여서는 안 되며, 동시에 어느 정도 단원성을 지녀서 신속하게 판단할 필요가 있는 것이다. 마음의 단원성 문제도 이런 각도에서 이해할 수 있다. 인간의 인지체계는 오랜 진화를 거쳐 발전된 것인 만큼 어느 정도의 효율성을 갖고 있음에 틀림없을 것이다. 그렇다면 과연 인간의 인지체계는 어느 정도의 단원성을 갖고 있을까? 이런 맥락에서 제기된 마음의 단원성 문제는 오늘날 많은 인지과학자들의 관심을 끌고 있다.

위에서 제시한 인간의 인지의 구조와 관련된 고전적 인공지능과 연결주의의 논쟁, 마음의 단원성과 관련된 논쟁 이외에도 현대 인지과학에는 많은 논쟁거리들과 그에 따른 첨단 연구의 경향들이 있다. 예를 들어 인간의 마음의 한 측면인 지능 이외에 앞에서 살펴본 감각의 파노라마의 존재, 세계의 모습을 표상하는 능력 등을 과연 자연과학의 틀 내에 어떻게 포섭시킬 수 있는가의 문제, 인간의 인지 능력은 과연 선천적인가 후천적인가의 문제, 세계에 대한 정보를 처리하는 인간의 인지는 언어와 같은 의미론적 내용을 가진 표상을 매체로 이루어지는가 아니면 그림과 같은 이미지를 매체로 하는가 등등. 이러한 논쟁은 인지심리학, 언어학, 신경과학, 컴퓨터 과학의 연구 결과와 이에 대한 철학적 반성 등이 협동을 하면서, 인지과학이라는 학제간 연구 영역에서 흥미롭게 논의되고 있다. 

김기현

서울대 철학과에서 학사, 석사 학위를 취득하고, 미국 University of Arizona에서 철학 박사 학위를 취득하였다. 미국 University of Oklahoma 철학과 조교수, 서울시립대 철학과 조교수, 부교수를 거쳐 현재 서울대 철학과와 인지과학 협동과정 부교수로 재직 중이다.