

인공지능과 자연지능

李 一 昊

延世大學校 電子計算學科 助教授

I. 소 개

한국정보과학회편 정익시간행(1985), 「컴퓨터 용어 대사전」에 따르면, 인공지능학(artificial intelligence)이란 인간의 지적능력을 기계에 부여하기 위한, 컴퓨터와 관련기술에 관한 연구이다. 이는 역사적으로 1940년대의 인공두뇌학(cybernetics)과 밀접한 관련이 있는, 컴퓨터과학의 한 분야로서, 대체로 컴퓨터를 사용하여 인간의 지능을 보완하거나, 더 나아가서는 그것을 대치하려는 것을 목적으로 하는 한 입장과 그러한 노력을 통해 지능 그 자체에 대한 이해를 증강하려는 또 하나의 입장으로 나뉘어진다. 후자의 경우는, 그것이 취하는 방법이 일반적으로 인공지능의 과학적인 면을 강조하여 전반적인 「기능적 묘사」(simulation)를 사용하기 때문에 심리학의 일부로 간주되기도 한다. 「기능적 묘사」라 함은, 자연지능의 결과로 나타나는 행위를 관찰하여, 지능의 세세한 모든 것을 알아 내려는 것이 아니라 그 행위를 가능케 해 주는 규율(rule)을 추정하여 기계에 주입시켜, 그 행위를 기계가 흉내내도록 하는 것이다. 예를 들자면, 장기를 두는 프로그래밍이 되 있는 기계는, 인간과는 전혀 다른 전술·전략으로 장기를 두나, 그 결과는 규율에 따른 승리로서 일반적으로 「지능적」이라고 믿어지는 행위를 낳는다. 이러한 접근방법은 인간을 정보처리체제로서 보는, 심리학의 일부인 인식과학(cognitive science)에 크게 기여하고 있다. 반면에, 대부분의 A.I. 과학자들은 공학적인 면을 강조해서 「비행기는 새와 달라 날개를 치지는 않지만, 새처럼 나른다.」라는 비유가 의미하듯이, 인간이나 동물의 사고방식을 흉내내지 않고서 같은 결과, 즉 지능적행위를 얻어 내는 데에 노력해 왔다.

II. A.I.의 문제점

인공지능학의 문제점을 분석하기 위해, 이 분야에서 일반적으로 성공적이라 간주되었던 몇가지 프로그램들

을 살펴보자.

1960년대 말에서 70년대 초까지 M.I.T.에서 Minsky의 지도하에서 Winograd, Huffman, Waltz 등에 의해 집중적으로 연구되었던 단순한 기하학적 모형들과 이에 연관된 단순 업무들로만 이루어진 공간인 「block's world」는 일반적인 시각처리 과정의 어려움을 인식하고, 단순한 세계에서의 단순 업무의 해결이, 더 복잡한 실제의 시각세계의 일반 업무를 해결하는 데에 필수적인 기본 원칙을 제공할 것으로 기대되어 연구되었으나, 그 결과는 모형의 세계에서 사용된 문제해결 방법들이 일반화 될 수 없다는 것을 보여 주었다.

또한 Stanford대학의 Shortliffe가 고안한 의약처방 프로그램인 MYCIN은 인공지능 분야에서 가장 성공적인 프로그램 중의 하나이고, backtracking 등의 기술로 전문지식을 사용자와 대화적으로 처리한다는 점에서 탁월한 엔지니어링으로 여겨져 왔으나, 그 역시 제한된 전문분야의 지식에 대한 제한된 규칙의 활용에서 크게 벗어 나지 못했다.

또 하나의 성공적인 예로, 컴퓨터 장기가 있는데, Ball 연구소의 「Belle」 등의 프로그램들은 모두 Shannon이 개발한 경험적인 조사방법(heuristic search)을 쓰는데, 이러한 프로그램에 의한 장기 두는 전략이 사람과는 전혀 다르다는 점은 이미 잘 알려진 바이다. 이것도 역시 지능이 있어야 풀이가 가능하다고 생각되어 왔던 문제를 컴퓨터가 전문인 이상으로 더 잘 해결할 수도 있다는 것을 증명한 점으로는 의의가 크나, 역시 제한된 규율에 의한, 제한된 문제의 해결이라는 특수성을 벗어나지 못하고 있다.

마지막으로 I.B.M.의 Samuel의 체커놀이 프로그램은 경쟁을 통한 자기개선능력을 통하여, Stanford대학의 Lenat의 자동수학 프로그램인 AM(automated mathematics) 등은 새로운 개념 창조를 통하여 컴퓨터 프로그램에 의한 학습(learning)을 보여준 중요한 예들이

라 하겠다.

그러나 이들도 앞서의 예들과 마찬가지로, 잘 규제된 제한된 범위의 특수한 문제 해결에서만 성공적이었을 뿐, 같은 계통의 문제에 초차 일반화 될 수가 없어서 인공지능과 자연지능 사이에는 커다란 차이점이 있음을 보여 주고, 더 나아가서는 인공지능연구에는 자연지능과 그 바탕, 즉 신경조직에 대한 이해가 필수적임을 시사한다.

이러한 제한점을 해결하려는 노력은 일찌기 40, 50년대부터 인공지능학에서 단편적으로 왔는데, 신경세포와 같은 반응을 보이는 Harmon의 전기회로, 목적지향적 행위를 보여 준 Ashby의 homeostat, 주어진 시각적 패턴을 분류할 수 있도록 의도된 Rosenblatt의 perceptron, 또한 지금까지도 계속 추진되고 있는 Barto와 Grossberg등과 같은 연결주의자(connectio-nist)들의 신경세포 연결부위의 역학적 변화를 묘사하는 learning machine이 그 대표적인 예다.

인공두뇌학과 인공지능학을 보면, 전자는 자연두뇌를 구성하는 신경조직 기능을 흉내내는 것에 치우친 나머지, 학문적인 발전을 이루지 못하고 실제적인 응용에도 미치지 못하였고, 후자는 단편적인 노력에서는 성공적이었으나, 그 결과를 일반적으로 확장·적용하는 데에는 큰 어려움이 있다.

III. 자연지능

그러면 여기서 자연지능의 특징이 무엇인지 간략하게 살펴보자. 무릇 생명체들은 주어진 환경과의 동작(action)-반동작(reaction) 속에서 살고 있다고 볼 수 있다. 이때, 지능이 있는 생명체와 없는 것의 차이는 환경을 인식(perception)하고, 인식된 자료들을 저장(memory) 해서 동일 문제에 대처하는데 사용하고, 그 자료들을 변형·추출해서 개선된 자료들을 갖게 하는 학습(learning)에 있다고 볼 수 있다. 이러한 인식, 저장, 학습의 과정들은 일반 컴퓨터에서 사용되는 직렬형(serial) 처리방식이 아니라, 여러 현상과 각 현상마다의 자료가 동시에 처리되는 병렬형(parallel) 방식이다. 따라서, 자연지능과 인공지능 사이에는 그 기능을 수행하는 메카니즘에서 근본적으로 질적 차이가 있는 것이다. 후자는 인간의 정보처리 능력에 있어서의 컴퓨터의 발전을 과대평가하여, 그 의의가 인간생활의 역학적인 면에서 혁명을 가지고 온 산업혁명과 비슷하다고 이야기한다. 그러나 이 비유에는 문제가 있다. 왜냐하면 인간이나 동물, 자연의 힘을 「연장」시켜준, 산업혁명 이전의 도구의 시기는 그 이후의 화학동력원인

석탄이나 석유로서 인간, 동물, 자연의 힘을 「대체」시켜준 산업혁명 이후의 시기와 근본적으로 다르다. 현재 컴퓨터의 능력은 인간지능의 「연장」으로서 보다 신속하고 정확하게 확대된 정보처리를 해서, 그 의의가 역학적인 면에서 산업혁명 이전의 힘의 연장이었다던 여러 도구와 비슷하다. 그러나, 산업혁명 이후 화학적인 동력원의 출현이 기계를 인간과 자연에서부터 자유롭게 한 데에 비해, 현재의 컴퓨터는 스스로가 자료를 수집·개선하지 못하고 컴퓨터 사용자, 즉 인간이 입력시킨 방법과 자료를 저장·변환시키는 것에 그치고 있다. 그리고 이러한 제한점은 근본적으로 컴퓨터 시스템에서의 단일 인식 도구의 빈약함에 귀추되고 있다.

현재 A. I.에서 가장 많이 연구되고 있는 분야 중의 하나인 자연언어처리리는 인간의 표기언어를 컴퓨터로 처리하려는 노력이다. 이 연구분야는 50년대의 기계번역(machine translation)에서부터 시작되어 아직도 극히 부분적 성공만을 거둔 이유는 Chomsky가 이야기했듯이 자연언어는 근본적으로 context-sensitive 언어로서, 문맥의 전후좌우 해석에 필요한 방대한 양의 지식과, 그 지식에서 당면한 과제에 필요한 결론을 추출해 내는 추리능력 없이, 간단한 문장의 해석도 불가능하기 때문이다. 어쩌든 이 분야가 만약 결과적으로 성공적이라면 인간이 알고 있는 모든 자료, 정보를 원천적인 상태에서 논리적 변환과정 없이, 다시 말해서 프로그램을 쓸 필요없이 역학적으로만 변형시켜 컴퓨터에 입력시킬 수 있으므로 컴퓨터 지식원에 폭발적인 팽창을 가져 오게 할 것이다.

IV. 시각처리과정

그러면, 이제 시각처리과정을 중심으로 인간과 기계의 차이점을 살펴보자. 우선, 광학적 에너지를 전기적 에너지 내지는 화학적 에너지로 바꾸는데에, 컴퓨터에 의한 시각처리에서는 흔히 T. V. 사진기가 쓰이는데, 여기에는 100~1,000개 정도의 photo cell들이 있고 각기 10^3 이하의 동작범위를 갖는다. 또, 이들은 서로 상호작용 없이 단순히 광학에너지를 전기에너지로 바꾸는 단순변환기의 역할에 그치고 있다. 야에 비해, 척추동물의 시각처리과정의 최첨단인 망막은 몇백만개의 신경세포와, 이들 사이의 복잡한 상호작용으로 시각정보를 처리한다. 카메라의 photo cell에 대응하는 원추세포(cone)나 막대세포(rod)는 각기 일부는 그 동작범위에서 다른 것들과 겹치며 일부는 단독적인 동작범위를 가지며, 사람의 경우 적응력(adaptation)을 이용하여 약 10^8 정도의 동적인 동작범위를 갖는다. 따라서,

인간의 눈으로는 적응상태에 따라 심지어는 광양자(photon) 한개 정도의 감식도 가능하다. 이렇게 거대한 동작범위와 고도의 해상력 이외에도 우리의 망막에서는 비교적 간단한 형태의 근거리(local) 정보처리 과정이 이루어지는데, 원추세포와 막대세포에서 바뀌어진 광학에너지는, 이어서 전기적·화학적 에너지의 형태로 평면세포(horizontal cell)와 양극세포(bipolar cell)를 통해 근거리의 공간적 구별능력을 보존·확대하고, 또 아마크린(amacrine)세포와 갱글리온(ganglion) 세포를 통해 다시 시각신호의 시간적 구별을 첨가한다. 이렇게 추출되어 암호화된 메시지는 약 백만개의 시신경을 통해서 L.G.N. (lateral geniculate nucleus)을 거쳐서 후두 뇌피질에 있는 시신경 두뇌에 도착, 여러 단계의 복잡한 신호 변환·추출 과정을 거치게 된다. 여기서 특히 유의할 점은 우리의 신경조직은 근본적으로 집중적인 병렬형태의 소시스템들로 체계적으로 전체를 이루고 있으며, 이들은 서로 병렬적 상호 전달체계를 유지하고 있다는 것이다. 이러한 병렬형식(parallelism)은 사람과 모든 동물의 신경조직의 가장 기본적인 구조로서, 해부학적 내지는 생리학적 면에서 많이 연구되어 왔다.

반면에, 현재의 일반적인 계수적(digital) 컴퓨터는 빠른 속도로서 직렬형식의 약점을 보완하고 있으나, 벌써 속도 면에서는 역학적인 한계점에서 그리 멀지 않은 상태에 와 있다. 한 예로, 오늘날의 컴퓨터는 물리적으로 신호의 여행거리가 짧아야만 전파속도를 줄일 수 있기 때문에, 점점 더 작아지고 있다. 예를 들어서, 나온지 10년이 되는 크레이 컴퓨터(Cray-I)의 경우, 원통형 구조를 이용하여 중앙처리장치내의 신호 전달 속도를 줄이고 있다. 그러나, 아무리 빨라도 전기신호 전달의 최대 속도는 빛의 속도의 한계를 넘지 못하며, 앞으로 10년 정도면 그 한계에 도달할 것으로 예측된다. 따라서, 미래의 컴퓨터구조의 발전은 병렬식에 방향을 둘 수 밖에 없는 것이다.

한편, 방법론적인 문제보다는 근본적인 병렬형 계산구조의 결여로 인해 발전이 저지된 A.I.의 여러 분야, 특히 인식분야는 이런 병렬형식의 컴퓨터 구조와 관련된 규계방법의 발전과 더불어 크게 발전될 것으로 보인다. (현재 수치계산에 많이 쓰이는 통칭 배열식 프로세서(array processor)는 엄밀한 의미의 병렬형이 아니고 벡터 프로세서(vector processor)임에 유의해야 한다).

아울러, 입출력, 특히 입력기관의 정보처리화·특수화를 통해 컴퓨터의 자료수집 과정의 일반화가 없이는

정보처리의 혁명적인 발전은 어려울 것이다. 입력기관의 정보처리화는 중앙처리기관(CPU)으로 보내져야 할 막대한 양의 자료를 감소시켜 정보처리 통로의 경제화에 일익을 담당하게 될 것이다. 척추동물의 시각처리 과정에서는 바로 이와같이 입력기관, 즉 망막의 정보처리화가 잘 되어 있어, 중앙처리기관, 즉 시뇌로 전달되는 자료의 양을 망막이 처음에 받아드린 자료의 양의 약 1/10정도로 줄이면서도 중요한 정보는 보존한다.

정보처리의 특수화는 각 자료의 형에 알맞는 자료구조를 구성하는 것을 뜻하는 것으로, 전체 정보처리 업무의 경제화를 의미한다.

그러면 A.I. 연구 가운데 시각처리 과정에 있어서 입력기관의 정보처리화·특수화를 살펴보자. 이는 Massachusetts 대학 VISIONS 연구의 개념적처리 원추(processing cone)에 따른 시각처리의 저급(low level)과 고급(high level)의 양분화를 비롯해, M.I.T.의 고 Marr의 시뇌 시각처리과정 모델을 바탕으로 그와 Poggio를 포함한 동료들이 고안한 계산적 시각처리(computational vision)에서의 저급 처리 과정의 hardware 화에서 이미 준비되거나 실현되기 시작한 접근 방법이다. 그러나, 연구가 잘 진전된 인공시각 처리 방법에 있어서도 색깔처리(color processing), 선택적 해상도(selective resolution), 스테레오 육시(stereopsis)나 옵틱플로우(optic flow)를 통한 깊이측정(depth perception) 등은 기능적인 면에서의 병렬화 만이 아닌, 자료의 병렬화를 통해서만 시각정보처리 과정의 동시처리화(real-time processing)를 실현할 수 있을 것이다. 예를 들면 로보트 연구의 경우, 각 관절마다 따로 소형 컴퓨터를 뒤서 자료처리의 병렬화를 꾀하고 있다.

V. 맺 는 말

이상과 같이 A.I.가 무엇인지, 그 현재 문제점이 무엇인지, 또 동물의 신경 조직체에서 우리가 무엇을 배워야 할 것인지 등을 간단히 살펴보았다. 그 결과 인공지능학은 이미 상당히 많은 단편적인 성과를 거듭해 왔음을 보았다. 반면에 이러한 성과들을 큰 발전의 도약 단계로 끌어 올리기 위해서는 인공지능 분야의 연구뿐만 아니라, 연관 분야들과 상호협조를 통해서만 가능하다는 것이 시사 되었다. 특히 현재의 A.I. 시스템 인식 분야의 문제로서, 계수적 컴퓨터의 직렬형 처리방식의 제한점이 지적됐고 이에 대한 해결책으로서 신경조직체를 모델로한, 기능과 자료처리의 병렬형으로 전환이 강조되었다.

따라서, 우리 나라 인공지능학의 발전은 단순히 과거 외국의 인공지능 분야를 답습하는 데에 그칠 것이 아니라, 한 걸음 더 나아가 관련 분야를 포함하는 독자적인 연구를 통해서만 원래 inter - disciplinary한 성격의 A.I.분야의 연구와 발전에 일익을 담당할 수 있을 것이다. 장기적인 국가적 차원에서 A.I 연구 계획도 이와 같이 관련 분야를 포함한 연계적인 고찰을 통해서 설정하는 것이 바람직 하다고 생각한다.

参 考 文 献

- [1] Arbib Michael A. "Cybernetics and A.I." Unpublished manuscript, University of Massachusetts, 1984.
- [2] Bertram, Raphael. *The Thinking Computer*. San Francisco: W.H. Freeman, 1976.
- [3] Lettvin, J.Y., Maturana, R.R., McCulloch, W.S. and Pitts, W.H. "What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain." *Proceedings of the I.R.E.*, vol. 47, 1959.
- [4] Marr, David. *Vision*. San Francisco: W.H. Freeman, 1982.
- [5] Poggio, Tomaso "Vision by Man and Machine." *Scientific American*, vol. 251, April, 1984.
- [6] Shannon, Claude E. "Automatic Chess Player." *Scientific American*, vol. 182, 1950.
- [7] Shortliffe, Edward H. *MYCIN: Computer-based Medical Consultations*. New York: Elsevier, 1976.
- [8] Von Neuman, John. *The Computer and the Brain*. New Haven: Yale University Press, 1958.
- [9] Waltz, David L. "Artificial Intelligence." *Scientific American*, vol. 247, Oct., 1982. *

♣ 用 語 解 說 ♣

Iteration과 recursion

어떤 프로그램의 수행가능한 명령이 프로그램 자신을 직접 혹은 간접적으로 호출한다면 이를 recursive - 프로그램이라고 한다. 예로써 PASCAL에서 다음과 같은 형태의 function을 recursive-function이라고 한다.

```
function ABC(x : integer) : integer ;
...
...
Z := ABC(Y) ;
...
...
end
```

즉 위의 function은 자신을 직접적으로 호출하는 경우이다. 이와같은 경우는 소위 말하는 스택(stack) 구조를 필요로 하는데, 이는 parameter들에 대한 정보를 저장하고, 호출되었던 장소를 기억하여 후에 되돌아 오기위한 것이다. 이에 대하여 iteration은 일련의 명령어를 어떤 조건이 만족될 때까지 반복수행 하는 것을 말한다. 일반적으로 단순한 iterative - 알고리즘이 가능한 경우, 이를 사용하면 recursive - 알고리즘을 사용하는 것보다 빠르며, 적은 메모리로써 가능하나, iteration보다 recursion이 자연스러운 경우는 후자의 사용이 바람직하다.