

인공지능의 동향과 응용

金 在 燾

延世大學校 工科學
電子工學科 助教授(工博)

현대는 컴퓨터의 제2시대라고 한다.⁽¹⁾ 즉 단순히 자료를 저장하고, 수치를 계산하는 정보처리(information processing) 시대의 컴퓨터로부터 컴퓨터가 스스로가 배우고, 생각하며, 이미 아는 것으로부터 새로운 것을 추리해 나가는 지식처리(knowledge processing)시대의 컴퓨터로의 변환을 말하는 것인데, 이는 곧 컴퓨터의 새로운 분야로 주목을 받는 인공지능(Artificial Intelligence)을 의미하는 것이기도 하다. 사실상, 인공지능의 역사는 30년을 상회하고 있으나, 시험적인 성격을 벗어나 실사회의 문제를 다루기 시작한 것은 최근의 일이며, 또한 실사회의 문제를 해결하면서 그 실용적 가능성을 인정받아 두각을 나타내게 되었다. 본문에서는 이렇게 새로운 학문으로 등장한 인공지능을 전체적으로 소개하는 목적으로, 인공지능에서 취급되고 있는 연구분야와 각 분야에서의 동향 및 응용분야에 대하여 개괄적으로 서술하였다.

1 절에서는 인공지능에서 의미하는 지능에 대하여, 2 절에서는 인공지능의 연구분야를 지식표현방법, 문제풀이, 자연언어 이해, 자동프로그래밍, 컴퓨터 인식 및 expert시스템으로 구분하여 각각의 연구 내용 및 동향, 응용 등에 대한 것을, 마지막으로 3 절에서는 결론으로 필자가 느끼는 미래의 인공지능과 우리의 태도에 대하여 서술하였다. 본문의 내용중 부분적인 것은 이번 특집호중 다른 필자의 주제와 중복되는 것이 있으나, 본문은 인공지능의 전반적인 흐름을 간략히 소개하였고, 부분적으로 상세한 것은 다른 필자의 내용 및 본문에서 인용한 참고문헌을 이용하기 바란다.

I. 지능과 인공지능

지능(intelligence)을 Webster's New World Dictionary에 따르면 ① 배우거나 이해할 수 있는 능력과 ② 새로운 경우에 대처해 나갈 수 있는 능력으로써 정의하고 있다. 여기서 ①과 ②는 서로 별개의 것인 듯한

느낌이дна, 필자는 결국 ①은 ②를 위한 것이 아닌가 한다. 곧 지능이란 새로운 경우를 대처해 나갈 수 있는 능력이 구비되어야 할 것이다. 예로써 그림 1과 관련된 문제 1)을 생각해 보자

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline \times & 0 & + \\ \hline + & 0 & \times \\ \hline \end{array}$$

(A)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & \times & + \\ \hline + & \times & 0 \\ \hline \end{array}$$

(B)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & + & \times \\ \hline 0 & \times & + \\ \hline \end{array}$$

(C)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline + & 0 & \times \\ \hline + & \times & 0 \\ \hline \end{array}$$

(D)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline + & 0 & \times \\ \hline 0 & + & \times \\ \hline \end{array}$$

(E)

그림 1. 지능을 보이기 위한 문제

문제 1): A가 B로 되었을 때 C는 D와 E중 어느 것으로 되어야 하는가? 이것은 쉬운 문제는 아니지만 A와 B의 관계를 여러모로 생각한 뒤면 C라는 새로운 경우에 대하여 E와 관계를 지을 수 있음을 지능적인 사람은 알 수 있다. 또한 다른 예로써 다음 문제를 생각해 보자

문제 2): 어느날 아침 동틀 무렵, 중(monk)이 산 꼭대기에 있는 암자를 향하여 산입구로부터 출발하였고, 그날 해가 질 무렵에야 암자에 도착하여 하루 저녁을 쉬었다. 다음날 동틀 무렵 다시 하산을 하여 그날 해지기 전에 어제 출발하였던 산 입구에 도착하였다. 오늘 하산하던 중, 어제와 같은 시각에 어제와 같은 지점을 통과하는 경우가 과연 있겠는가?

두번째 문제는 간단한 graph를 사용함으로써 그림 2와 같이 풀 수가 있다.

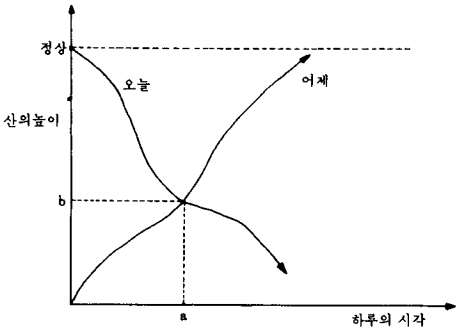


그림 2. 문제2)를 해결하기 위한 graph

즉 a 시각에 b의 곳을 통과함을 알 수 있다. 이 두 문제는 예기치 않던 새로운 경우의 문제를 풀다는 점에서 서로 공통점이 있으나, 두 문제의 성격을 푸는 방법에 있어서 서로 약간 상이하다. 즉, 문제1)의 경우, A와 B의 관계를 배우고 이해함으로써 C와 E도 유사 관계에 있음을 알 수 있고 기타 다른 지식은 별로 요구되지 않는다. 그러나 두번째 문제의 경우는 graph에 관한 평소 배웠던 지식으로부터 새로운 문제를 해결할 수 있다.

인공지능이란, 간단히 말한다면 컴퓨터로 하여금 이러한 지능을 갖게 하는 학문이다. 인공지능을 좀더 잘 이해하기 위하여 다른 사람들의 정의를 살펴보면, E. Rich⁽¹⁾는 인공지능을 ‘현재 사람이 더 잘하는 그러한 것을 컴퓨터로 하여금 처리하게 하는 학문’이라고 하였고, E. A. Feigenbaum⁽¹⁾은 ‘만일 사람이 행하였다면 우리가 지능적으로 처리하였다고 말할 그런 방법으로 기계가 행동하게 하는 것’이라고 하였으며, A. Barr⁽²⁾은 ‘인간 행동에서 지능과 관계된 성격을 나타내도록 지능적인 컴퓨터 시스템을 설계하는 것’이라고 하였다.

인공지능이 주목을 받는 것은 최근의 일이나, 실제 인공지능의 유래는 컴퓨터의 발명과 거의 때를 같이한다. 초기의 인공지능은 게임(game)을 한다든지, 수학적 정리를 증명하는 등의 문제에 관심을 가졌었고, 이는 문제1)과 같은 형태로 내부의 지식을 사용하기 보다는 문제 푸는 방법을 익혀서 그것을 이용하여 예기치 않는 경우의 문제를 해결하려 하였다. 그러나 최근에 이르러 보다 실용성이 있는 문제의 해결을 위하여서는 문제분야의 전문지식을 축적하여 그것을 효율적으로 이용하여야 함을 알게 되었다. 이는 문제2)의 경우와 같이 graph에 대한 지식을 축적하여 이를 활용함으로써 예기치 않았던 경우를 해결하게 되는 것이다.

즉 현대에 이르러 지능은 지식을 요구한다는 것을 체험하게 된 것이다. 그러나 아무리 작은 규모의 업무분야라 할지라도 실용성이 있기위해서 요구되는 지식은 방대하고, 서로 밀접한 관계를 갖고 있어 분류하기가 어려우며, 또 계속 변화되고 있기때문에 인공지능의 기본적 연구과제중의 하나는 어떻게 지식을 체계적으로 저장하고 효율적으로 사용할 수 있는가에 대한 연구로써, 이를 지식표현문제(knowledge representation)이라고 따로 분류하여 현재 인공지능에서 중요한 학문 분야가 되었다.

II. 인공지능의 여러 연구 분야

이 절에서는 인공지능에서 취급되는 여러 연구 분야를 전문적인 상세함을 피하는 방향에서 소개하도록 한다. 주의할 것은 여기서 분류한 항목들은 편의상 통례를 따른 것이며 서로가 밀접한 관계를 갖을 수 있는 것이다. 즉 예로써 1의 지식표현 방법은 모든 다른 항목과 더불어 연구되며, 3의 자연언어처리는 6의 expert시스템에서 사용되는 수가 많은 것 등이다.

1. 지식 표현 방법

이미 언급한 바와 같이 문제가 되는 분야의 전문적인 지식을 어떻게 컴퓨터에 저장하고 필요에 따라 효율적으로 꺼내어 쓸 것인가에 대한 것은 지능이 많은 지식을 요구함에 따라 기본적으로 처리되어야 할 것으로 되어있다. 지식 표현 방법은 보통 다음 네가지로 분류 가능하지만 경우에 따라 여러가지를 혼합한 방법을 쓰는 수가 많다.

만일 ‘새는 날개를 갖고 있다’라는 사실을 컴퓨터에 저장하기 위한 경우라면,

① 수학적 논리(Logic)⁽⁴⁻¹⁾를 사용하여 $(\forall x)[Bird(x) \rightarrow Has\ Wing(x)]$ 로써 나타낼 수 있고 이는 ‘모든 x에 대하여 x가 새이면 x는 날개를 갖고 있다’로 풀이된다.

② 그림 3과 같은 Network를 컴퓨터내에 형성시켜(Semantic Net) 위와 같은 같은 의미를 갖게된다.⁽⁷⁻¹⁾ 각 node는 어떤 상황이나 물체를, node와 node사이의 arc는 node간의 관계를 나타낸다.

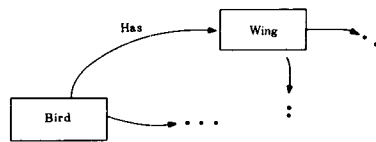


그림 3. Semantic Net

③ 혹은, 법칙^[10-12] (production rule)들로써 나타낸다. 즉,

IF X is a Bird,
THEN X has Wings.

이러한 rule로써 나타낼 경우는 주로 IF쪽에는 행동을 위한 조건이, THEN쪽에는 그 조건이 만족될 때에 취해야 할 행동이 수록된다.

④ 이 밖에도 Frame^[13-15] 이라고 불리는 종적으로 연결 가능한 구조를 사용하는 방법이 있다. 즉,

Bird Frame
Isa : Animal
Has : Wing, Legs

이들 각 표현방법은 문제분야에 따라 적절히 선택되어야 하며, 각각의 장단점이 있으나, 여기서는 더 상세한 것은 피하도록 한다. 여기서 분류된 각 표현방법은 실제 컴퓨터에 저장될 때는 약간 변형되어 진다.

2. 문제풀이(Problem Solving)

이 분야에 속하는 것으로는, 게임을 한다던지 (game playing), 정리를 증명한다던지 (theorem proving), 기타 일반적인 문제를 해결하는 것들이 있다. 대체로 모든 게임은 지능을 필요로 하는데 이밖에도 게임을 인공지능에서 다루게 된 것은, 연구결과의 성공 여부를 쉽게 평가할 수 있고, 또 문제점이 잘 알려져있고 이해하기도 쉽다. 그러나 아마 가장 큰 이유는 역시 흥미롭다는 점이다. 체스(chess), 체커(checker), 브릿지(bridge), 포커(poker), 오목, 바둑등이 있는데, 시중에서 흔히 보는 전자오락게임과 다른 점은 인공지능에서 다루어지는 게임은 대체로 경험에 의해서 배우는 능력을 갖고 있다는 것이다. 즉, 한번 범한 실수는 다음번의 비슷한 상황에서는 피하여 마치 사람이 게임을 통하여 게임능력을 향상시켜 나가듯 그 스스로가 능력을 키워 나가는 것이다. 인공지능에서 중요한 것은 게임 자체를 즐기려는 목적보다는, 게임을 통하여 컴퓨터에 문제를 표현시키는 능력, 컴퓨터가 스스로 배우는 능력등을 부여하고 연구, 관찰함으로써 다른 연구로의 발전을 꾀하는데 있는 것이다. 정리증명에 관한 연구 역시 1950년도 중반부터 이미 연구되어 온 것으로 Carnegie Mellon University에서 개발하였던 LT(Logic Theorist)라는 프로그램은 Principia Mathematica 2장에 나오는 처음 52개의 정리중 32개를 증명할 수 있었다.^[2] 또한 그림 4와 같은 기하 문제에서 $\angle ABD = \angle DCB$, $AD \perp AB$, $DC \perp BC$ 의 세 조건을 준

뒤에 $AD=CD$ 임을 증명하였던 기하학적인 문제를 위한 프로그램도 있었다.^[16]

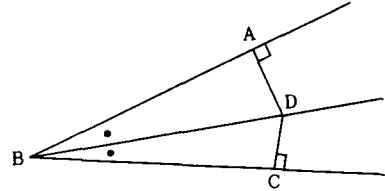


그림 4. 기하학적 문제

기타 일반적인 문제 풀이에서는 적분문제를 쉽게 풀어서 해결하는 것^[17], robot의 작업계획을 위한 것^[18] 등의 전반적으로 지능을 요구하는 문제들을 효율적으로 처리하는 연구가 진행되어 왔다.

대체로 이러한 문제들의 공통점은 비지능적인, 통상적인 방법으로 처리할 경우 그 해결을 위하여 처리해야 할 경우들이 천문학적으로 많은 것이다. 예로써 사양장기 체스의 경우는 게임의 경우가 35¹⁰⁰이나 되므로 이를 일반적인 방법으로 컴퓨터에 실현 시키려면 막대한 양의 기억 장치가 요구됨은 물론 다음 수를 찾기 위하여 소비되는 시간은 현재 가능한 최고의 빠른 컴퓨터로도 수십억년쯤 걸릴 것이다.

3. 자연언어(Natural Language)이해

컴퓨터를 통하여 우리가 일상 쓰는 언어를 이해시킨다던지 다른 언어로의 번역을 시도하는 노력은 오래전부터 꾸준히 이어 왔다. 이러한 연구의 가장 주된 이유는 자연언어를 통한 컴퓨터와의 대화야말로 현재 배우고 있는 특별한 프로그래밍 언어를 사용치 않고 쓸 수 있는 가장 편하고, 자연스러운 방법이기 때문이다. 그러나 자연언어처리하는 방대한 양의 지식을 요구하고 있는 한편, 일상 어휘 자체가 문맥에 따라 여러가지로 해석될 수 있으므로 결코 쉬운 것이 아니다. 예로써 초기의 실험적인 번역 장치로 English-Russian 이 중번역기가 있었다. 이 번역기는 영어를 러시아말로 바꾸고, 또 반대로 러시아말을 영어로 바꾸기 위한 시도였는데 성능 실험을 위하여 'Napoleon has a strong spirit' 즉 '나폴레옹은 강한 기질을 갖고 있다' 라는 문장을 통역기에 입력시켜 러시아말로 바꾼뒤 다시 영어로 바꾸어 나온 결과는 'Napoleon is a strong cognac' 즉 '나폴레옹은 쉐 술이다' 라는 것이었다. (spirit은 술을 의미하기도 한다) 그러나 많은 노력을

기울인 결과 최근에는 제한된 범위에서나마 이용가능한 사례가 많이 발표되었다. 예로써 다음은 미국 Xerox Palo Alto 연구소에서 개발된 Gus^[19] 라는 여행 안내 시스템의 사용자와의 대화 내용이다.

GUS : Hello, My name is Gus.
 I can help you plan a simple trip by air.
 Where do you want to go?
 USER : I want to go to San Diego on May 28.
 GUS : What time do you want to leave?
 USER : I must be in San Diego before 10 am.
 GUS : Would you like PSA flight 102 that arrives at 9 : 15 am?
 USER : What is the next flight?
 GUS : Air California flight 310 that leaves at 8:30 am and arrives at 10 : 00 am.
 USER : I'll take the first one.
 GUS : In what name should I make a reservation, please?

현재 미국에서는 AI Corp., Bell Lab., Symantec 등 많은 회사에서 자연언어처리를 위한 연구를 하고있다.

4. 자동 프로그래밍 (Automatic Programming)

자동 프로그래밍이란 컴퓨터가 스스로 프로그램을 짜게 하는 것이다. 프로그램의 규격, 즉 어떤 프로그램을 짤 것인가에 대한 것은 대화로써 얻는 방법도 있고, 입·출력간의 관계(예로써 제공근을 구하는 프로그램을 원한다면 4 : 2, 9 : 3, 16 : 4, 등의 값을 준다)를 명시하는 방법도 있다. 기타 특별히 정한 언어를 사용하는 방법도 있는데 이렇게 본다면 우리가 쓰는 compiler도 high-level 언어를 기계가 이해할 수 있는 low-level 언어로 옮긴다는 점에서는 일종의 자동 프로그래밍이라고 볼 수도 있으나, 일반적으로 자동 프로그래밍이라함은 자체의 지식을 지능적으로 사용하는 것을 말하고, 대부분의 자동 프로그래밍은 사용자와의 대화를 통하여 이루어진다. 예로써, Stanford 대학에서 개발한 PSI system을 통한 것을 보도록 하자.^[20] 여기서 '**' 표는 사용자의 응답을 나타낸 것이다.

What is the name of the program you want to write ?

**CLASS
 Does CLASS have a special program type?
 **CLASSIFICATION
 Please describe CLASS.

**CLASS first input a concept. Then it...
 :
 What is the exit test of the loop ?
 **Stop when the user types "QUIT" instead of a trial set.
 :
 Are we finished?
 **Yes

이러한 대화로 부터 PSI는 최종적으로 다음과 같은 프로그램 'CLASS'를 얻어낸다.

Program CLASS :
 type
 a 0032 : set of string ;
 a 0053 : alternative of [string="QUIT" : a0032] ;
 vars
 a 0011, a 0014, a 0035, a 0036 : a 0032 ;
 a 0055, m0080 : a 0053 ;
 procedure a 0067(a 0036, a 0035, a 0032) : Boolean ;
 :
 begin
 a 0011 ← input(...
 :
 end ;
 end ; ...

그러나 자동 프로그램은 규격에 대하여 상세한 정보를 얻기 어려운 점, 또 최종적으로 얻어진 프로그램이 상당히 비효율적인 점 등 여러 어려운 점이 있다.

5. 컴퓨터 인식 (Perception)

인간은 주위의 여러가지를 인식하는데 있어 탁월한 능력을 갖고 있다. 시각, 청각 후각, 미각 등이 이러한 인식에 포함된다. 이 중 보는것(vision)과 듣는것(speech understanding)은 인공지능에서 활발히 연구되고 있는 분야이다. 인공지능의 목표가 인간이 컴퓨터보다 탁월한 분야의 일을 처리하기 위한 것이지만, 이 인식에 대한 것은 더욱 인간이 탁월한 것 같다. 인식이 인공지능에서도 어려운 이유로,

① 인식은 여러 종적인 단계를 거쳐야 하는데, 각 단계가 서로 독립된 것이 아니라 상호 밀접한 관계가 있다. 예로써 음성 인식의 경우, 듣는 각 음소로부터 음을 형성시켜, 이들을 단어로 구성시키며, 이 단어들은 다시 문장으로 구성되는데, 이때 예로써[kætskæərs]가 'cat scares'인지 'cat cares'인지는 전체 문제(문장)와 연관지어 해석하여야 한다.

② 인식은 서로 상대적인 문제가 있다. 즉 여러 사

람에 대하여서는 물론이고, 같은 한사람이라도 같은 말에 대하여 항상 같은 음을 내는 것이 아니고, 또 같은 물체라도 크기 및 방향이 달라질 수 있다.

③ 실제로 인식되는 신호(signal)는 항상 많은 잡음(noise) 및 여러 신호가 중첩되는 수가 많아 인식의 난이함을 가해 준다. 이러한 어려움에도 불구하고 HEARSAY-II^[21] 같은 시스템은 약 1,000개의 단어를 인식하고, 기타 vision^[22]에서도 움직이는 물체인식, 표면인식등 여러 분야에서 활발히 연구 되고 있다.

6. Expert 시스템

Expert 시스템^[23-24]이란 하나의 큰 컴퓨터 프로그램으로써 자체에 많은 전문지식과 능력을 갖고있어 의사 박사등의 전문가(Expert) 정도의 차원에서 일을 처리하거나, 일처리를 위한 도움말(consultant로써)을 줄 수 있는 것이다. 이러한 expert 시스템을 만들게된 동기는 여지껏 인공지능에서 취급해 오던 게임등의 실험적인 문제들로부터 보다 실생활에 유익한 실용적인 주제를 다루고자 하는 태도에 있었다. 그렇게 함으로써 현재의 전문 인력의 비싼 노임을 값싼 컴퓨터로 대체시키자는 것이다. 일반적으로 expert시스템은 그림 5와 같은 구조를 갖고 있다.

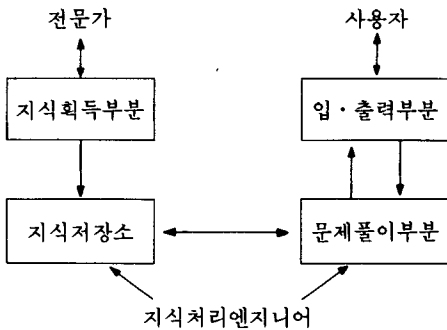


그림 5. Expert시스템의 구조

Expert 시스템의 지식저장소(knowledge base)에는 문제 분야에 대한 많은 전문적인 지식이, 선택된 지식 표현방법에 의해 체계적으로 저장된다. 이러한 지식은 문제 분야의 전문가로부터 지식획득 부분을 통하여 얻어진다. 이 지식획득부분이야말로 expert시스템에서 가장 많이 연구되어야 할 것이다. 자동, 혹은 반자동으로 획득하기 위하여 연구되어야 하며, 또 이 저장되는 지식은 교과서적인 지식뿐 아니라 전문가의 경

험적에 의한 지식도 포함된다. 사용자가 입력부분을 통하여 문제가 되는 자료를 제공하면, 문제물이 부분은 저장된 지식을 이용하여 이 자료에 대한 해결 및 충고를 사용자에게 주게 된다. 이때 사용자가 원하면, 왜 그러한 충고를 하는지 혹은 어떻게 그러한 결론에 도달했는지를 expert시스템은 해명할 수 있어야 한다. 입·출력은 대체로 자연 언어를 통하여 이루어지는 수가 많고, 지식처리 엔지니어는 주로 지식저장소와 문제물이 부분에 대한 구성을 책임지게 된다. 이러한 expert시스템의 가장 큰 문제점은 실용적으로 쓰이기 위하여서는 방대한 양의 지식이 필요하고, 또 이런 경우 컴퓨터의 처리 속도가 상대적으로 늦어질 수 밖에 없다. 따라서 이를 극복하기 위한 노력이 있어왔고, 대

표 1. Expert시스템의 예

이름	처리업무
MOLGEN	DNA 해석 및 구성
DENDRAL	분자구조 결정
DART	컴퓨터 고정진단
RI, XCON	VAX 구조자문
PROGRAMMER'S APPRENTICE	프로그래밍 보조기공용
GUIDON	교육용
EURISKO	3차원 microelectronic 회로설계에 응용
KBVLSI	VLSI 설계
AGE	Expert 시스템 구성
EXPERT	자원탐사 및 의료용
KAS	지식획득
KEPE	지식표현
LDS	법률자문
TAXMAN	세금자문
ISIS	업무계획
CADUCEUS	의료, 내과
CASNET	그라코마 진단
MYCIN	감염에 대한 진단 및 항생제 처방
ONCOCIN	암
PUFF	폐질환
AIRPLAN	항공통제, 군사용
HASP/ SIAP	미지의 선박에 대한 정체판영 및 추적
TATR	대공목표 설정, 군사용
DIPMETER ADVISOR	유정탐사
DRILLING ADVISOR	유정탐구 drill 사용
HYDRO	수(水) 자원 문제 해결
WAVES	석유업계용 지질분석

부분은 아주 전문적인(예로써 의료용으로는 내과질환 전문, 항생제투입 전문용등) 분야로 제한시켜서 사용된다. 다행히도 잘 설계된 expert system은 지식 저장소의 지식만 바꿈으로써 다른 업무의 일을 할 수가 있다. 예로써 Stanford대학에서는 항생제 처방 전문용 expert시스템 MYCIN의 지식 내용을 바꿈으로써 폐 질환 진료용 PUFF으로 이용한 예가 있다. expert시스템은 Knowledge Engineering이라고도 불리우는 현대 인공지능에서 가장 활발히 연구되고 있는 분야이다. 표 1에서와 같이 개발된 expert시스템의 일례만 살펴보아도 그 연구분야의 다양함을 쉽게 알 수 있다.

Ⅲ. 미래의 인공지능과 우리의 태도

이상으로 부족하기는 하나 인공지능의 전반에 대하여 개괄적으로 보았다. 경륜이 짧기는 하나 필자의 소견으로서 인공지능의 미래를 소프트웨어와 하드웨어 양측면에서 살펴보고자 한다. 소프트웨어의 측면에서는 여러 형태의 지식저장소(knowledge base) 개발 및 이를 운영하기 위한 지식저장소 관리 시스템(knowledge base management system)의 기법이 연구될 것이고, 이렇게 저장된 지식을 이용하기 위한 문제풀이방식 및 추리기기(inference engine)가 다분히 응용분야의 성격에 의존하는 형태로 개발될 것이다. 또한 보다 자연스럽고, 빠른 방식의 인간과 컴퓨터와의 대화를 위하여 자연언어와 영상(image)에 의한 지능적인 연결부분(intelligent man-machine interface)이 계속 연구될 것이다. 하드웨어는 진보된 VLSI기술이나 광을 이용하여 앞서말한 소프트웨어 분야의 연구를 뒷받침하기 위한 작업이 될 것이다. 예로써, 방대한 양의 지식저장을 위하여 대규모의 용량을 가진 기억소자가 필요할 것이고, 또 문제풀이 시간을 단축시키기 위하여 여러 형태의 병렬처리 및 분산처리형 컴퓨터가 연구되어야 할 것이다. 이러한 노력은 이미 일본에서 추진중인 5세대컴퓨터⁽¹⁾의 최종 목표에서도 나타나 있는데, 이들은 연구 최종 목표로 10^{11} characters를 수용할 수 있는 대용량의 기억장치(Britannica 백과사전 전체가 수록될 정도의 용량)를 예상하고, 처리속도는 1초당 약 10^8 개의 추리(이 단위를 LIPS, 즉 Logical Inference Per Second라 한다.)를 가능하게 하고 있다. (필자의 생각으로는 컴퓨터 기종에 따라 차이는 있으나 현재는 1초당 수천, 기껏해야 수만 정도의 추리가 가능하지 않을까 한다.) 앞으로의 응용분야는 expert시스템 개발, 자연언어처리, Robotics, 지능적인 CAD/CAM 시스템등이 될 것이나, 어떤 분야의 응용이 얼마만큼

파급될 지는 상상하기 어려울 것 같다. 이는 마치 자동차의 발명이 단지 100km를 1시간 이내에 갈 수 있다는 것 외에 미처 예측하지 못했던 많은 경제, 사회, 문화 전반에 걸쳐 변화를 가져왔던 것과 비교 될 수가 있을 것이다.

이제 필자는 인공지능을 연구하는 입장에서 개인적인 느낌을 결론으로 말하려 한다. 인공지능은 사실상 인류가 꿈꾸어 온 컴퓨터의 최종 단계를 향한 학문, 즉 컴퓨터로 하여금 우리 인간을 묘사내지는 능가하도록 하는 것이다. 역사는 30년이상 되었지만 실용성은 아직 시작 단계이며, 많은 추상적인 요소를 지닌것도 사실이다. 그러나 이것들이 하나씩 해결되어 오늘에 이르렀고, 아직도 해결되어야 할 것이 너무도 많고, 어려우나 흥미롭고 장래성 있는 분야이다. 주의할 것은 공학의 입장에서는 항상 실용적인 면을 생각하고 또 그런면으로 응용되어야 할 것이다. 우리 인간을 묘사하는 학문을 하다보니, 새삼 인간의 무한한 능력을 느끼게 되었다. 인공지능의 발전 한계는 누구도 예측할 수 없지만, 우리 스스로 어떠한 일을 하겠다는 의지, 이것만은 어느 컴퓨터도 소유할 수 없으며 또 인간이 포기하거나 컴퓨터에게 주어서도 안된다고 생각한다. 흥미로운 예로써 그림 6에서 우리의 의지를 바꿈에 따라 고개를 돌린 젊은 여성을 볼 수도 있고, 또 늙은 할머니를 볼 수도 있다. 이런 것은 아마도 영원히 우리 인간만의 소유일 것이다.



그림 6. 의지의 실험

參 考 文 獻

- [1] Edward A. Feigenbaum and Pamela McCorduck, *The Fifth Generation*, Addison-Wesley Publishing Company, 1983.
- [2] Elaine Rich, *Artificial Intelligence*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.
- [3] Avron Barr and Edward A. Feigenbaum, *The handbook of Artificial Intelligence*, vol. 1, William Kaufmann, Inc., Los Altos, California, 1981.
- [4] J.A. Robinson, "A Machine-Oriented Logic Based on the Resolution Principle," *JACM*, vol. 12, no. 1, pp. 23-41, Jan., 1965.
- [5] C. Green, "Theorem Proving by Resolution as a Basis for Question-Answering Systems," *Machine Intelligence 4*, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 183-205, 1969.
- [6] N.J. Nilsson, *Principles of Artificial Intelligence*, Tioga Publishing Co., Palo Alto, CA, 1980.
- [7] R. Fikes and G. Hendrix, "A Network-Based Knowledge Representation and its Natural Deduction System, *IJCAI-5*, pp. 235-246, 1977.
- [8] L.K. Schubert, "Extending the Expressive Power of Semantic Networks," *Artificial Intelligence 7*, pp. 163-198, 1976.
- [9] W.A. Woods, "What's in a link," *Representation and Understanding*, D.G. Bobrow and A. Collins (eds.), Academic Press, Inc., New York, pp. 35-82, 1975.
- [10] R. Davis and J. King, "An Overview of Production Systems," *Machine Intelligence 8*, pp. 300-331.
- [11] F. Hayes-Roth and D.A. Waterman, "Principles of Pattern-Directed Inference Systems," *Pattern-Directed Inference Systems*, F. Hayes Roth and D.A. Waterman (eds.), Academic Press, Inc., pp. 577-601, 1978.
- [12] D.A. Waterman and F. Hayes-Roth, "An Overview of Pattern-Directed Inference Systems," *Pattern-Directed Inference Systems*, pp. 3-22, 1978, [11].
- [13] B.J. Kuipers, "A Frame for Frames: Representing Knowledge for Recognition," in *Representation and Understanding*, pp. 151-184, [9].
- [14] T. Winograd, "Frame Representations And The Declarative/Procedural Controversy," in *Representation and Understanding*, pp. 185-210, [9].
- [15] P.H. Winston, *Artificial Intelligence*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1984.
- [16] H. Gelernter, "Realization of a geometry-theorem proving machine," in *Computers and Thought*, E.A. Feigenbaum and J. Feldman (eds.), McGraw-Hill, New York, 1963.
- [17] N.J. Nilsson, *Problem-Solving Methods in Artificial Intelligence*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1971.
- [18] R.E. Fikes, P.E. Hart and N.J. Nilsson, "Learning and Executing Generalized Robot Plans," *Artificial Intelligence 3*, pp. 251-288, 1972.
- [19] D.G. Bobrow, R.M. Kaplan, M. Kay, D.A. Norman, H. Thompson and T. Winograd, "GUS, A Frame-Driven Dialog System," *Artificial Intelligence 8*, pp. 155-173, 1977.
- [20] A. Barr and E.A. Feigenbaum, *The handbook of Artificial Intelligence*, vol. 3, [3].
- [21] V.R. Lesser and Lee D. Eberman, "An Experiment in Distributed Interpretation," Proc. of the 1st Int. Conf. on Distributed Computing Systems, pp. 553-571, Oct. 1-5, 1979.
- [22] D.H. Ballard and C.M. Brown, *Computer Vision*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.
- [23] F. Hayes-Roth, "The Knowledge-Based Expert System: A Tutorial," *Computer*, vol. 17, pp. 11-28, Sep., 1984.
- [24] W.B. Gevarter, "Expert Systems: limited but powerful," *IEEE Spectrum*, pp. 39-45, Aug., 1983. *