

인공지능의 동향

李 柱 根
(仁荷大 工大 教授)

■ 차 례 ■

- 1. 서 론
- 2. 자연어의 이해시스템
- 3. 문제해결 및 정리의 증명
- 4. 지각 및 패턴인식
- 5. 지능 Robot

1 서 론

지능 (Intelligence)이란 무엇인가에 대해서는 심리학자, 언어학자, 철학자등에 의하여 수세기에 걸쳐 논의된 것이지만, 아직 명확한 정의는 내려져 있지 않다. 심리학자가 고안한 IQ 테스트란 것으로서 지능의 척도로 삼고 있지만, 인간의 지능은 다차원적인 것이기 때문에 무게를 재는 것같은 일차원적인 자로서 재는 것같은 것으로서는 무리한 이야기이다. 때문에 인간의 지능을 한마디로 이것이라고 꼭 집어서 제시할수 없는 것이다.

그렇다면, 인공지능 (Artificial Intelligence) 이란 무엇인가? 인공지능이란 술어는 1961년에 MIT의 minsky의 논문에서 비롯된 것이 전차로 구더진 것이다. 인간의 지적활동과정을 컴퓨터로서 실현하고자 하는 것으로서, 지식정보 (Knowledge Information)를 컴퓨터에 저장하여, 인간의 지적활동을 지원하는 시스템을 설계하는 기술을 제공하려는 것이 인공지능공학 (Artificial Intelligence Engineering)이며, 이것은 제 3공학의 출현을 의미한다.

인공지능은 크게 두 가지 입장에서 나누어 생

각할 수 있다. 첫째는 인간의 지능 메커니즘을 구명하는 것을 목적으로 하는 과학적 입장이자. 이때 컴퓨터는 그들 이론을 입증하기 위해서 사용할 따름이다. 둘째는 인간의 지적 능력을 컴퓨터에 부가하려누 것은 목표로 하는 공학적인 입장이다. 오늘날 대부분의 인공지능이 연구자들은 후자의 입장에서 컴퓨터의 능력을 인간의 지적 능력에 접근시키려는데 목표를 두고 있다.

그런데 인간은 어떻게 문제를 해결하는가를 구명하려는 첫번째 입장에서의 연구성과가 컴퓨터에 의한 문제해결의 수법에 공헌하기도 하여, 두 입장은 서로 밀접한 관계에 놓여있다. 인공지능이 종래의 공학과 크게 다른점은 언어학, 심리학, 철학적개념등을 배경으로한 지식정보에 기초를 두고 있다는 점이다.

인간의 모든 지적활동영역에 응용되기 때문에 필연적으로 Expert시스템으로 귀결된다. Stanford대학 Feigenbaum교수는 (1977) 인공지능을 병리진단에 응용하여 지식공학 (Knowledge Engineering)이란 이름을 최초로 부쳤다. 인공지능의 역사는 컴퓨터의 발달과 더불어 발전하여 1950년대로 거슬러 올라가지만, 1970년대에 들어서면서 언어학적 연구성과와 ATN등의 출현에 힘

입어 급속적 발전을 하여, 1980년대에 들어 시면서 실용화 시대로 돌입하였다. 그것이 현실적으로 나타난 것이 제5세대 컴퓨터의 발전이다. 이것은 21세기를 지향하는 새로운 시대의 추진체라고 말하며, 핵심요소는 인공지능이다. 현재까지 개발했거나, 계속 진행 되고 있는 인공지능의 응용분야는 지극히 광범위하고, 방대한 것이 있다. 여기서는 응용분야의 대표적인 예를 보인다.

응용분야의 대표예;

- 문제의 해결
- 게임

- Preception
 - 시각(패턴인식)
 - 청각(음성 인식)
 - 리모트 센싱화상처리
- 지식의 표현과 추색
- 자연어의 이해
 - 질문응답시스템
 - 기계번역
 - 심리학모델
 - 학습기계
 - 추론매신
 - 기호논리학
- Expert 시스템

표 1. 인공지능의 응용시스템 예

	응용분야	프로젝트	기능		
콘 술 테 이 해 결 · 시 스 템	자연과학	DENDRAN(HPP)	유기화합물의 분자구조 추정	1978	
		CRYSLIS(")	단백질의 X선 결정 Data해석	1977	
		MOLGEN(")	분자유전학 어드바이저	1979	
		AM(HPP)	수식정리의 발견	1976	
		SAINT(MIT)	적분수식	1961	
		SIN(")	"	1967	
		STUDENT(")	산술의 문제 해결	1968	
		MACSYMA(")	수식처리 시스템	1971	
		NOWTON(")	물리의 문제 해결법	1975	
		ISAC(Texas 대)	"	1978	
	KYOTO 대	화학의 문제해결법	1977		
	공업 기술	SU/X(HPP)	신호해석·이해시스템	1977	
		LOGIN(")	석유광맥탐사 Data 해석	1978	
		SACON(")	구조체 해석 시스템	1979	
		VLSI(")	VLSI의 마스크 레이아웃·시스템	1980	
		KNOBS(Mitre co.)	항공기종 식별 Simulator	1979	
	자 연 어 의 처 리 · 시 스 템	자연어의 이해·시스템	SHRDLU, BUILD(MIT)	로봇 QA시스템	1973
			MARGIE(Stanford 대)	영문해석 시스템	1973
			LUNAR(Harvard 대)	아폴로11호에서 월세계 탐사	1973
MILISYJ(ETL)			일본어 QA시스템	1975	
VISUALIZER			"	1976	
SAM(Yale 대)			회화 이해시스템	1976	
TOPL(MIT)			"	1976	
GUS(Xerox co.)			여행계획 QA시스템	1977	
EXPLUS(ETL)			일본어의 이해 시스템	1978	
MSSC(전총)			일본어 QA시스템	1979	

	기계 번역	TAUM-METEO (Montreal 대) TAUM-AVIATION (") XONICS MT (Xonix co.) SYSTRAN (EC공동체) EUROTRA (") SAM (Yale 대) KYOTO 대 MT SCHOLAR (MIT) GUIDON (MPP) H HEARSAY- I, II (CMU)	일기예보 (영→불) 항공기 메뉴얼 (영→불) 노어, 체코, 셀비아어→영어 영→불, 불→영, 영→이태리 등 영, 불, 독, 이, 오란다, 덴마크 (6개국 공동) C. D System. 영, 불 등 다중어 번역 영→일어 교육용 (지리학습기) " (범용 CAI) 연속음성 이해·시스템 (천단어)	1976 1976 1976 1975 1980 1970 1979 1973
의료진단·처리	의학, 진단 치료·시스템	ELIZA (MIT) MYCIN, TEIRESIAS (HPP) PUFF (HPP) ONCOCIN (") CASNET (Rutger 대) EXPERT (") PIP (MIT) MECS AI (TOKYO 대) CENTAUR (HPP) VM (") MICRO-RHEUMTyoko 전기대) :	정신분석 QA시스템 혈액전염병, 뇌염진단·시스템 간·기능진단·시스템 암·진단, 치료·시스템 연·내장 진단·시스템 감장선 질환, 류마치스 진단 위·질환진단, 시스템 심 불전 진단·시스템 폐·기능진단·시스템 호흡보조·시스템 리마치스 진단·시스템	1965 1975 1978 1979 1978 1978 1978 1979 1980 1980 1980
기능로봇	공업용 로봇	UNIMATE (Unimation co.) VERSATRAN (") SHARKEY (SRI) ETL-MK- 1 (ETL) 프린트기관 손상검출 (히다지) 볼토조작 지능 로봇 (") 미스터-아로스 (") PUMA (가와자기) WABOT (와세다) NEC-A (NEC) :	공법 범용 로봇 기초연구 용접용 대형조립 로봇 9 간절 IC 조립 로봇	1962 1968 1972 1974 1975 1981 1981 1981

* (주) HPP-Heuristic Programming Project of Stanford University.

여기서 소개된 것은 80년대 이전의 것이고, 주로 처음에 개발한 것만 몇가지 소개하였다. 현재는 그 수를 전부 파악할 수 없도록 확산되어 있다.

- 언어학
- 지식베이스 및 수색
- 의료진단
- 공업설계
- 유전공학, 화학분자구조의 추정
- 공업기술의 분석
- 자동프로그램
- 지능로봇
- 지질탐사 및 지진 해석
- 사회과학
- 기타 각종시스템

2 자연어의 이해시스템

오늘날 인공지능의 핵심요소는 자연어의 이해시스템이다. 자연어라함은 우리가 일상생활에서 사용되는 언어를 말한다. 인간의 지적행동이나, 사고(생각)는 자연어에 의하여 표현되고, 사고과정이나 사고결과도 자연어로서 표현된다. 따라서 문제의 제시나, 해결과정 및 해답도 자연어를 매체로 하게 된다. 이와 같이 언어의 표현은 결국 지식을 수렴하게 되며, 지식은 문장으로 나타나게 됨으로 인공지능화는 자연어의 이해에 귀착된다. 그러나, 인간은 언어를 이해하는 천부적 소질을 가지고 있어, 각종 질문에 대해서 적절히 대답하는 것이다. 이해에도 넓이와 깊이가 있고, 어떤면에서 어느 정도를 이해하는가에 대해서도 몇마디의 질문으로서도 추측할 수 있다. 컴퓨터에 자연어를 이해시키려 할 때도 같은 맥락에서 생각할 수 있을 것이다. 그러나, 인간은 쉽게 이해하는 말도 컴퓨터에서는 대단히 어렵다. 컴퓨터가 자연어를 이해하려면, 그것은 어떤상태의 것인가는, 컴퓨터 내부에 어떤지식정보가 들어있고, 어떻게 처리하여 어떤결과를 내는가는, 내부메커니즘에서 그의 타당성을 논의할 수 있겠으나, 자극과 응답의 입장에서 보는 것이 쉽다고 할 수 있다.

그러나 어떤 화제에 대한 말을 이해 하기 위해서는 그 언어가 내포하는 정보는 물론, 화제밖의 어떤 가정도 이해하려면 막은 지식이나 경험같은 것도 필요하다. 그러한 언어요소를 이해하는 시스템을 어떻게 만들 것인가 하는 것이 문제이며, 그때문에 여러가지의 방법이 존재하게 된다. 언어이해시스템에 대한 문제를 크게 구분하면 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 실 세계의 정보외에 그 언어의 어휘적, 구문적, 의미적 지식으로서 문을 이해하는 문제
- 위 시스템에 시각(문자 및 도형패턴인식) 및 청각(음성패턴인식)기능을 첨가한 것이다. 자연어의 이해시스템은 사용목적에 따라 질문응답시스템(Question and Answering: QA), 기계번역(Machine Translation: MT), Expert 시스템으로 구분할 수 있다. 이들 시스템은 자연어를 기

초로 한다는 점에서 주목할 필요가 있다. 특히 그것은 모국어를 사용하게 된다는 점에 우리의 관심이 집중되는 것이다. 언어를 이해하는 기계설계는 다음과과정의 연구가 필요하다.

- 1) 기계자전의 구성
- 2) 형태소 해석
- 3) 구문해석
- 4) 의미 및 문맥해석
- 5) 중간어의 구조변환(MT)
- 6) 상대어의 처리(MT)

이들 각 단계는 대국적 분류이며, 1)~4)항 각종 용에 공통적이고, 5), 6)항은 번역에 쓰인다.

◆형태소의 해석

한국어문의 형태소를 해석하기전에 우선 각 단어의 띄어쓰기를 정확히 구분할 필요가 있다. 한국어의 표기에서는 영어와 같이 단어 단위가 정확히 구분되어 있지 않고, 사람마다 약간의 차이가 있기 때문에 그것이 다음 단계에서 오차의 원인이 된다. 따라서 입력문을 기계로서 띄어쓰기를 자동화할 필요가 있다.(') 또 자연어를 있는 그대로 기억장치에 저장하면, 무한의 기억용량이 소요된다. 따라서 언어의 기본단위인 단어보다 적은 단위의 형태소를 기억할 필요가 있다. 그러므로 입력의 유한개의 문자열에서 형태소를 분리하고, 그 문자열에 대한 문법적 정보를 자전으로부터 추출해 낸다. 즉 품사(Category), 활용등을 추출하는 과정을 형태소해석이라 부른다. 형태소해석의 내용은 언어에 따라 다르다.

한국어에서는

- 철수/가 학교/에서 공부/를 하/고 집/으로 왔다(오/았다.)
 - 형/은 유럽/에 가/서 연구/를 하/고 있다.
 - 가수/가 작/은 소리/로 노래/를 부르/는다.
 - 철수/가 공/을 치/다.
 - 사람/이 일생/을 살면/서 일/하/는 시간/은 대개 규칙/적/으로 정하/여져(정해져)있다.
- | | | |
|------|------|-------|
| 대/학교 | 표준/화 | 학교/교육 |
| 대/부분 | 삼각/형 | 번역/기계 |
| 대/다수 | 연구/가 | 통신/장치 |

소/학교	예술/가	정부/기관
소/극장	소설/가	전기/공학
제/문제	음악/가	운동/선수
제/삼국	연구/원	문화/시설
한/가지	타당/성	국제/회의
급/진전	자동/화	학술/논문
전/임자	이발/소	연구/관계

형태소해석에는, 적어도 다음과 같은 기능을 가진 기계자전이 필요하다.

- (i) 모든 품사를 지표로서 찾을 수 있을 것.
- (ii) 활용어는 어간, 활용어미로서 인출할 수 있을 것.
- (iii) 품사 (Category), 활용형을 구할 수 있을 것.

가령 자전의 지표로서, “형”, “유럽”, “은”, “에”, “가”, “서”, “를”, “하”, “고”, “있”, “다”, “공”, “책”, 등이 기억되어 있다하고, 통어적 제약을 무시하면, 절취가능한 단어의 계열은 다수 존재한다.

- 형은/ 유럽 •에서/ 공부 •를/ 하 •고 • 있다.
- 유럽 •에서/ 형은 • / 공부 •를/ 하 •고 • 있다.
- 철수 •가/ 공 •을/ 치다.
- 철수가/ 책을/ 치다.

이들문에서 모두 구문구조적으로 성립하지만, 마지막 문은 의미적으로 성립하지 않음을 볼 수 있다. 따라서 다음 단에서 구문해석과 의미 해석, 문맥해석등을 필요로 한다. 한국어 에서도 동음이의어, 활용어의 처리, 복합어의 처리는 매우 중요하다.

◆ 구문 · 의미해석의 제문제

- 문의 구조결정

한국어는 어순이 일정하지 않으므로, 문의 구조결정에서 의미정보를 사용할 필요가 있다. 그러기 위해서는 격을 사용하여 동사중심의 해석을 하는 것이 적합하다고 생각된다. 간단한 문 일때는 조사등의 부 속어가 격구조의 결정이 유력한 정보가 되지만, 삽입문이 걸린 명사가 매립문의 어느 격으로 들어가는 가를 결정할 때

는 조사가 존재하지 않으므로 대단히 어려운 문제에 부딪치게 된다. 예를 들면 “먹는 요리의 이름도 알지 못하는 멍청한 사람”의 경우는 “요리는 먹는다”의 목적어이고, 그 주어는 “멍청한 사람”이다. 그래서 알지 못하는 주어도 “멍청한 사람”이다. 이러한 문법적 관계의 결정에는 의미해석을 해야 한다.

또 동음이어의 경우 ;

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| • 글을 쓰다 ¹⁾ | • 눈을 치다 ¹⁾ |
| • 모자를 쓰다 ¹⁾ | • 뺨을 치다 ¹⁾ |
| • 돈을 쓰다 ¹⁾ | • 먹줄을 치다 ¹⁾ |
| • 뒀을 쓰다 ¹⁾ | • 소금을 치다 ¹⁾ |
| • 맛이 쓰다 ¹⁾ | • 모기장을 치다 ¹⁾ |
| 약이 쓰다 ¹⁾ | • 돛자리를 치다 ¹⁾ |
| • 말을 잘못쓰다 ¹⁾ | • 가축을 치다 ¹⁾ |
| (장기의 놀이) | • 차에 치다 ¹⁾ |

이들 문장 왼쪽의 5개항은 구문적으로 같으나, 의미적으로는 다르다. 이러한 문제들은 의미해석을 하지 않으면 해결할 수 없다.

또 영어와 같이 다품사어가 많은 언어에서는 더욱 어려운 경우가 많다.

- 의미표현형식

주어진 문의 의미해석결과로서 얻어지는 구조의 형식은 다음과 같은 것이 있다.

- (1) 의미 Network형식
- (2) 격 Frame 형식
- (3) 개념의존 표현 형식
- (4) 술어논리 형식

(1), (2), (3)은 상호관련되는 것이다. (2), (3), 도 (1)의 형식으로 환원된다. 그의 의미로서 술어논리형식과 동시에 의미 Network형식은 가장 리미티브한 의미표현 형식이다. (2)의 격 frame형식은 격문법 (Case grammar)에서, 사용되는 의미표현형식이다. (3)의 CD형식은 (2)보다는 깊은 개념 Level의 의미구조를 표현하는 형식이라 주장하는 것이다. (4)는 montague문법에 관련되는 것이다.

최근에는 이들 각 형식을 단독 이용하기 보다는 각각의 장점을 복합한 시스템을 구성하는 경향이 많다. 번역기계에서는 상대어가 존재하기

때문에 인공지능에서도 가장 난해의 부분이다.

③ 문제해결 및 정리의 증명

인공지능에 있어서 문제해결 (Problem Solving)이란 용어는 연역, 추론 (inference), 계획의 작성, 상식적 추리, 정리의 증명, 또는 크와 관련된 처리방법을 취급하는 중추적 개념에 대한 총체적인 집합체를 말한다. 이들의 일반적인 개념의 응용에가 자연어의 이해, 정보의 수색, 자동프로그램, 게임, 지능 로봇, 정리의 증명 등의 프로그램에서 볼 수 있다. 문제해결·시스템의 대부분은 한정된 영역에서 적용된다.

전형적인 몇가지의 예를 들면 다음과 같다.

- 상태그래프에 의한 Puzzle 등의 해를 구하는 문제
- 술어논리의 기술방법과 그에 대한 정의의 증명을 도출하는 문제.
- 등거리 아닌 점 집합을 연결하는 최단 Path를 검색하는 문제 (Salesmans'의 여행로)
- 게임문제 (전략문제)
- 기초적분 문제를 풀기 위한 변환계열을 발견하는 문제

◆ 정리의 증명

수학의 정리를 컴퓨터로서 증명하려는 시도는 1950년대부터 시작되어, 대수, 기하 등의 정리를 증명하는 시스템이 실제로 만들어졌다. 현재는 아직 사람이 증명하지 못하는 정리의 증명에까지는 미치지 못하였으나, 수학자의 보조적 역할을 하는 능력을 가지고 있다.

수학의 정리를 컴퓨터로서 증명한다는 것은 확실히 지적인 것이다. 정리의 증명은 비단 수학의 증명뿐만 아니라 "A의 아버지와 B의 아버지가 같은 인물이라면, A와 B는 형제다"라는 것처럼 우리가 일상생활에서 말하는 서술의 표현도 정리로 생각할 수 있다. 그럼으로 추론규칙을 이용하는 문제의 증명에서도 같은 것이다. 증명의 수법은 정리를 술어논리로서 기술하고, 반증에 의하여 결론을 유도해내는 것이 일반적이다. 반증법은 증명할 정리를 부정하고, 주어

진 공리와 모순을 유도하는 것인데, 도출의 원리가 유력한 수법으로 이용된다.

주어진 정리를 증명하기 위하여 사용되는 공리는 필요충분 조건을 암암리에 가정하는 일이다. 그러나, 실제로 그림속에서 필요한 것을 도출하기는 용이하지 않다. 인간이 정리를 증명할 때를 생각하면, 주어진 정리의 증명에 필요한 공리를 경험적 또는 발견적으로 선택한다고 생각된다.

컴퓨터에서 이와 같은 선택을 위해서는 미리 지식정보를 컴퓨터에 기억시켜야 한다.

현재의 인공지능에서 취급되는 각종 문제는 대부분이 정리의 증명형식으로서 표현되고, 3단논법 (Modus Ponens : MP)과 도출원리에 의한 추론규칙으로서 유도된다.

④ 지각 및 패턴인식

지각 및 패턴인식 (Perception and Pattern-Recognition) 기구는 컴퓨터에 "눈"과 "귀"를 달아 주려는 것이다. "눈"이란 TV카메라, 마이크로폰과 센서를 통해서, 그 주변환경의 image를 감지하여 컴퓨터에 자동 입력시키는 시각부분이다. 감지된 환경에서 중요한 특징을 검출하여 패턴을 인식한다.

패턴인식은 대부분의 AI과제에서 필수적인 요소가 된다. 예를 들면, 문제해결의 프로그램의 문제의 상황에서 문제를 풀어야 하기 때문이다. 현재까지의 연구대상은 문자패턴, 도형패턴인식등을 주로 하고 있으며, 문자인식은 이미 실용화에 이르렀다 (알파벳트, 가다문자). 한글에 대해서는 1960년 말에서 필자에 의하여 시작하고 약 10년전에 완성에 이른바 있다. 당시만 해도 필자의 주변사람들은 인공지능의 시각부분이라 하면 도무지 이해하는 사람이 없었다. 지금 생각하면 격세지감이 있다.

도형인식에서는 물체의 다면체의 인식을 목표로 하였다. 그것이 점차로 발전하여 Block을 인식하여 상자쌓기에 이용하기도 한다. 현재 주로 사람의 얼굴, 가옥내외 풍경, 항공사진 등을 대상으로 한 예가 많다. 그것은 항공기로부터 원

격의 적지를 관찰하는데도 쓰인다. 물론 그 화상정보가 컴퓨터로서 해석된다. 그러나, 광범위한 대상을 취급하는 일반화된 방법은 아직 확립되지 있지 않으며, 목적에 따라 처리방법을 달리하는 기교적인 면이 두드러진다. 또 청각부분도 외국어는 일부 실용화하고 있으나, 한국어는 아직 요원하다.

5 지능Robot

“눈”, “손”을 가진 Robot의 연구는 1960년말에서부터 시작되어, 간단한 물체를 이동시키는 시작품은 발표가 있다. 그 결과 움직이는 Robot의 실제행동을 콘트롤 하는 문제는 높은 지능을 필요로 한다는 것을 알게 되었다. 인간은 거의 무의식적으로 하는 일도 기계로서 실현하려면, 시각정보의 처리, “손”의 콘트롤, 문제해결 등에서 많은 지식을 필요로 한다. 시각, 청각은 점차로 독립되었고, 정리증명등과 더불어 독립되어 떨어져 나갔다.

근래의 로봇에 관한 연구는 로봇 세계의 상태를 모델화 한다던가, 한 상태에서부터 다른 상태로 옮겨지는 과정을 서술하는 문제, 또는 행동에 대한 계획의 수립과 그의 실행에 대한 기초적 수법은 로봇 연구에 자극되어 발전하였다고 할 수 있다. 지능 Robot에서 복잡한 콘트롤문제를 해결하기 위해서는 우선은 추상화된 레벨의 계획을 세우고, 그 다음에 세분된 2차 레벨의 계획을 세우는 수법등이 개발되었다. 간단한 예를 들어 보겠다. 기본기법에 기초를 둔 문제해결시스템에서는 계획의 구성요건으로서 다음 같은 기능을 수행하는 수단을 필요로 한다.

- 이용 가능한 가장 좋은 발견적 정보에 기초를 두고, 다음에 적용할 최적 규칙을 적용한다.
- 선택한 규칙을 적용하여 발생한 새 상태를

계산한다.

- 해(solution)가 발견되었을 때 검출한다.
- dead-end가 검출되면 그것을 버리고, 시스템의 노력을 보다 유효한 방향으로 돌린다.
- 거의 정확한 해가 발견되면 검출하고, 특별 기법을 사용하여, 그것을 완전한 해를 만든다.

규칙의 선택에서 흔히 쓰이는 기법은 현재의 상태와 원하는 최종 상태와의 차이를 명확히 하고, 다음에 그 거리의 차이를 줄이는 적절한 규칙을 찾으면, 그 중에서 선택하기 위한 각종 발견적 정보를 이용한다. 이 기법은 GPS에서 이용되는 목표의 해석법에 기초를 두고 있다. 간단한시스템에서는 규칙의 적용이 용이하지만, 문제의 일부분에서 규칙을 적용하지 않으면 안된다. Green의 방법은 block.세계에서 ON(A, B)와 같은 논리 표현을 ON(A, B, S₀)와 같이 표현하고, 상태서술의 Control은 resolution원리를 사용하여 증명프로그램으로 한다. 여기서 S₀는 술어논리의 한 정수로서 사용한다. 해의 검출은 initial 상태를 목표상태로 변환하는 Operator 열을 발견할 때, 계획(plan)은 문제해결에 대한 해의 발견에 성공한다고 한다. 계획문제는 특정문제를 푸는 Operator의 열을 발견하는 것인데, 해에 도달하지 않은 경로(path)를 찾으면 그것을 감지해서 해를 구할 때와 똑같이 추론기구(inference machine)가 dead-end를 검출 하는데 쓰인다. 현재 일반적으로 Robot라고 하는 것은 산업 Robot를 말하며, 그것은 인공지능화해 있지 않다. 이상에서 언급한 외에도 인공지능은 인간의 모든 지적영역에 이용되므로 Expert 시스템, 프로그램의 자동화, 학습기계등 무수한 부분이 있으나, 여기서는 지면관계상 끝을 맺고, 또 지면의 성격상 전문적인 것은 가급적 피하였으며, 인공지능이란 무엇인가에 대하여 언급하였다.