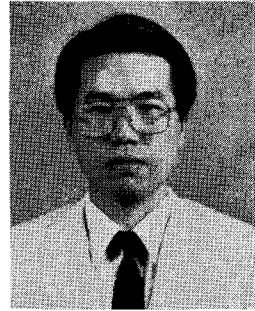


尖端技術 어디까지 왔나 産業機械分野에서 人工知能技術의 開發動向(1)



文 仁 赫

〈産業技術情報院 責任研究員〉

目 次

- I. 인공지능에서 전문가시스템의 위치
 - II. AI머신과 전문가 시스템 구축틀의 개발동향
 - III. 산업기계에서 전문가시스템 개발동향
 - IV. 국내동향
- 〈참고문헌〉

〈고딕은 이번호, 명조는 다음 號〉

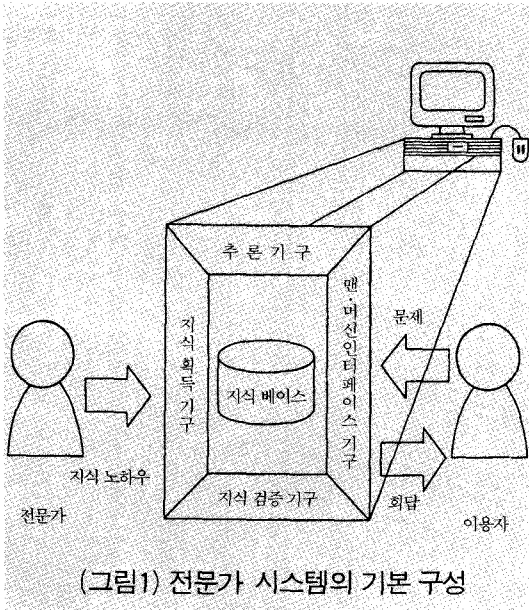
II. 인공지능에서 전문가시스템의 위치

인간의 지적능력과 종래 기계의 능력을 융합해서 인간이 보다 사용하기 쉬운 기계, 인간에 더욱 가까운 기계를 실현하고자 하는 인공지능에 관한 연구는 1956년 美國 MIT대학의 John McCarthy 교수가 인공지능이란 용어를 처음 사용한 이래 꾸준한 발전을 거듭하여 美國에서 만 1990년도에는 86억 달러 이상의 시장을 형성하였다. 이와 같이 인공지능시장과 응용분야가 증가하는 이유로서는 인공지능 분야에서 기호처리를 위한 언어인 LISP의 발전과 이를 위한 AI머신이 80년대에 접어들면서 개발되었고 워크스테이션의 발달과 PC급 컴퓨터에서 우수한 인공지능 소프트웨어 상품이 개발됨에 따라 전산전문가 뿐만 아니라 산업계에 종사하는 보다 많은 사람들이 종래 소프트웨어 기술 적용 범위의 한계에 인공지능의 활용에 관심을 기울이게 되었다.

현재 인공지능은 자연어처리, 음성인식, 컴퓨터비전, 전문가시스템, 지능로봇 등 여러 연구분야를 포함하고 있는데 이중에서 전문가시스템(Expert System)은 인공지능 분야 가운데 가장 완성도가 높은 분야로서 연구단계에 머물던 인공지능기술을 항공, 자동차, 철강, 제조업 등 산업현장으로 진출하게 하는 주요 계

인간이 지닌 지적인 능력을 규명하여 컴퓨터로 하여금 지능이 필요로 하는 일을 수행할 수 있도록 하는 인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI)기술에 관한 관심이 높아지고 있는 가운데 선진각국에서는 철강, 자동차, 산업기계 등 다양한 분야에서 제품의 라이프 사이클 단축, 다품종 소량 생산, 효율적인 조업, 고도의 품질제어 요구에 유연하게 대처하기 위하여 인공지능 개발 프로젝트를 활발히 진행중이다.

본고에서는 산업기계분야에서 인공지능 개발에 필요한 기반환경에 대하여 살펴보고 선진국의 주요 개발동향 및 우리나라의 개발실태를 살펴보고자 한다.



(그림1) 전문가 시스템의 기본 구성

기를 만들었다.

전문가시스템은 특정 분야의 전문가가 갖고 있는 전문지식이나 노하우를 컴퓨터에 이식한 후에 이 지식을 바탕으로 **推論**하여 전문가가 아니면 해결할 수 없는 문제를 전문가와 동등 수준 이상의 능력으로 판단하여 제어, 설계, 진단 등을 지원하는 시스템으로 <그림 1>과 같이 인간 전문가의 머리 속에 들어 있는 전문지식을 사실(Fact)과 규칙(Rule)의 형태로 저장한 지식베이스(Knowledge Base)와 그 지식베이스의 내용을 토대로 문제해결에 필요한 지식을 담은 **推論엔진**(Inference Engine)으로 구성되어 있다.

전문가시스템은 기존의 컴퓨터 프로그램과는 달리 프로그램의 순차적인 성질을 탈피하여 심볼조작 동작으로 이루어지는 문제풀이전략과 해당 문제에 관한 경험적 지식을 분리할 수 있다는 점이 큰 특징이다.

II. AI머신과 전문가시스템 구축물의 개발동향

전문가시스템 개발에 필요한 환경으로서 AI머신, AI용 언어, 전문가시스템 구축물(AI Tool)을 들 수 있는데 최근의 기술추세로서 AI머신의 코스트 및 성능향상, 전문가시스템 구

축물의 지식표현기능 강화, 응용셸(Shell)의 등장을 들 수 있다.

1. AI머신의 개발동향

최근에 전문가시스템에서 사용하는 AI머신의 주류는 AI전용머신에서 워크스테이션으로 이행하고 있고 더 나아가 AI전용 머신은 아니지만 AI 소프트웨어를 탑재한 PC나 미니컴퓨터까지 등장해서 이용자의 선택의 폭이 상당히 넓어졌다.

<표 1>은 AI를 실행할 수 있는 하드웨어를 기종별로 설명한 것으로서 범용컴퓨터는 맨머신 인터페이스가 나빠 개발효율이 뒤떨어지며 슈퍼미니컴퓨터는 AI를 일부 기능으로서 포함하는 수치계산 중심의 용도로 적합하다. EWS는 UNIX를 중심으로 한 범용 운영시스템(OS)을 채용하며, 저가격으로 맨머신 인터페이스가 우수한 AI하드웨어이다. 한편 IBM, APPLE, Macintosh, 日本전기 등의 PC로 동작가능한 AI언어나 AI툴로써 전문가시스템을 개발할 수 있다. PC는 저가격으로 AI도입시에 유력한 후보이지만 CPU성능, 주메모리 용량의 제약이 있기 때문에 본격적인 AI시스템 개발에는 충분하지 않다.

한편 AI전용머신은 AI함수형언어인 Lisp를 효율적으로 실행하는 Lisp머신(Symbolics, Giga Mos Systems, 후지Xerox, 후지쓰에서 개발)과 논리형 언어인 Prolog를 실행하는 Prolog머신(미쓰비시에서 개발) 있는데 日本의 경우 각각 사용비율이 10%, 1%전후이다. 개인용도이고 맨머신 인터페이스와 프로그램 개발환경이 우수하지만 비교적 고가이다. 최근에는 저가격 판 모델이 나와있다.

2. 전문가시스템 구축물 개발동향

AI 구축물은 지식의 개별성과 **推論**의 범용성 위에서 만들어진 소프트웨어로서 전문가 시스템을 빠르고 쉽게 구축하기 위하여 전문가의 지식이나 노하우를 지식베이스에 입력을 지원하는 기능과 지식베이스 내용을 토대로 **推論**을 실행하는 기능으로 구성되어 있다. 예전에는

〈표 1〉 AI실행가능 하드웨어 비교

사양	머신 범용컴퓨터	슈퍼미니 컴퓨터	AI전용머신	EWS	PC
추진처리능력	30-200 KLIPS	20-30 KLIPS	20-100 KLIPS	10-20 KLIPS	0.5-2 KLIPS
주기억장치 CPU	2MByte- 전용프로세서	4-32MByte 전용프로세서	8-80MByte 전용프로세서	4-32MByte 범용마이크로 프로세서	256KB-1MByte 범용마이크로 프로세서
운용시스템 맨머신 인터페이스	전용 OS ×	전용 OS UNIX △	Lisp OS ○	UNIX ○	MS-DOS ×
AI실행형식	대화형 TSS 일괄처리	대화형 TSS 온 라인 일괄처리	개인 대화형	개인 대화형	개인 대화형
가격대	3억원-	9천만원- 1억8천만원	6천만원- 1억8천만원	1천8백만원- 9천만원	3백만원- 1천2백만원

(주) 1. LISP는 1초간에 실행할 수 있는 推論회수

보통 전문가시스템 구축물은 주로 Lisp머신에서 이용되도록 개발되었으나 최근에는 Lisp머신보다 가격이 덜 비싼 워크스테이션에도 이용될 수 있도록 개발되고 있다. 워크스테이션과 Lisp머신으로 작동하는 구축물로는 GEST, NEXPERT OBJECT, CSRLOPS 83을 들 수 있다. 또한 IBM PC나 Macintosh 등 PC에서 이용되도록 한 구축물(EASE+, EXSYS, Goldworks, ICLisp, EX-TRAN)도 점차 많아지고 있으며 이들의 기능이 점차 강화되고 있는 추세이다.

최근에 기술적인 측면에서 구축물은 범용물, 멀티 AI틀로 발전하고 있다. 범용물은 OPS, EMYCIN으로 부터 파생한 전문가시스템 구축 지원틀(제1세대)로서 분야를 한정하지 않고

거의 모든문제에 대해서 적용가능한 것을 목표로 한 것이다. 지식표현형식으로 룰을 채택하고 AI용 언어를 확장한 것으로 볼 수 있다. 제2세대 틀인 KEE(IntelliCorp사), ART(Inference 사)는 지식표현 형식으로 프레임을 추가하여 표현능력이 강력하게 되었으며 시스템 검증이나 지식입력에서 맨머신 인터페이스가 비약적으로 향상하였다. 日本에서 상용화 되어있는 AI틀의 대부분은 제2세대 틀로서 ESHELL(후지쓰), ES / Kernel(일립제작소), EXCORE(日本전기), Super Brains(동양정보시스템) 등이 대표적이다.

제2세대틀에 객체지향의 사고를 추가하고 복수개의 전문가시스템 사이에 黑板을 사용하여 推論을 하는 멀티 전문가시스템이 개발 중

〈표 2〉 AI틀 및 AI머신 선정이유

사용틀	사용 머신	시스템 수	틀의 주선정이유
기존의 시판품	AI전용 머신	6	온라인 실시간 처리지향
	PC	4	가격이 저렴
	범용컴퓨터미니컴퓨터	2	진단 지향틀 룰기술이 용이, 기존 머신으로 동작
	프로세스 컴퓨터	2	프로세스컴퓨터 자체가 가능, 다른 AI 머신은 사용불가능
전용으로 개발	AI전용 머신	6	실행스피드, 실시간처리
	PC	1	
	범용컴퓨터미니컴퓨터	2	자체개발이 목적, 기존틀에 불만
	프로세스컴퓨터	2	온라인

(자료 : 「산업기계분야 におけるAI의 응용に關する조사연구보고서」, 日本산업기계공업회, 1988.)

에 있다. 예를 들면 日本의 일입제작소는 이 기능을 채용한 EX / X90이란 AI툴을 개발하였다. CSK 종합연구소에서 개발한 XPT란 AI툴도 멀티 전문가시스템의 지원기능을 갖추고 있다.

한편 진단, 계획, 설계, 등 어떤 특정한 문제 유형에 적합하도록 개발된 구축툴로서 전문용툴이 있다. 진단용 PICON(LISP MACHINE 사)로 대표되는 전용툴은 아직 까지 실용화의 정도가 낮으나 전문가시스템 개발사례가 증가해지면 범용툴보다도 간단히 사용을 실현해야 하는 문제에 적합한 전용툴로서 발전할 것이다. 美國에서는 IN-ATE란 고장진단용 전용툴이 발매되고 있으며 日本에도 후지쯔와 동양정보시스템 등이 개발을 추진하고 있다.

〈표 2〉는 전문가시스템 개발에 사용한 구축툴을 시판툴과 독자개발툴로 분류한 것으로 시판툴을 이용하는 경우는 전용 머신 보다는 범용기 상으로 다른 소프트웨어와 공존하는 시스템이 많고, 전용툴을 개발하는 경우는 AI전용 머신을 선택한 시스템이 많다. 툴의 선정이유로서 AI전용머신을 선택한 경우는 실시간(real time)으로 처리하는 실행속도가 관건이고, 기존의 컴퓨터로 시판되는 툴을 사용하는 경우에는 툴, 지식의 기술성을 선정이유로 거론하고 있다.

그러나 아직까지 AI툴의 기능이 충분하지는 않기 때문에 앞으로 플랜트제어 등에 필요한 리얼타임 처리기능과 전문가 자신이 지식을 추가할 수 있는 지식편집기능, 전문가시스템 개발에서 최대 문제인 지식습득 지원기능을 추가할 필요가 있다.

3. AI언어 동향

LISP는 기호처리를 목표로 하는 함수형 언어로 1970년대 말부터 AI연구에 사용되고 있으며 현재 구축툴의 대부분은 LISP로 기술되고 있다. 이 이외에 술어논리를 기본으로 하는 Prolog나 객체지향개념에 기초한 Smalltalk, Loops, ESP 등이 개발되었다. 이런 고기능 언어는 구축툴에 필적하는 지식표현 능력을 지니

고 있기 때문에 이런 언어만으로 전문가시스템을 개발하는 것도 가능하다. 최근에는 기존의 프로그램 언어인 Fortran 혹은 C언어로 프로그래밍하는 경향을 많이 띠고 있다.

Ⅲ. 산업기계에서 전문가시스템의 개발동향

어떤 성격의 문제영역에서 전문가시스템이 성공할 수 있는 가를 명확히 판단할 수 있는 기준은 아직 없지만 일반적으로 다음과 같은 영역이 적용대상이 된다.

— 경험적 지식이나 노하우가 분명하지만 문제해결을 위한 처리순서가 수식화, 정식화되지 않은 문제

— 문제를 분해하면 논리를 단순화 할 수 있으나 전체적으로 상호관계가 깊어 전체해결이 곤란한 문제

— 전문가의 수가 충분하지 않고 숙련지식과 노하우가 없으면 해결할 수 없는 문제

— 운전조건의 변화가 빈번하거나 데이터의 수동설정이 필요한 문제

이상 각각의 문제영역을 산업기계분야와 관련해서 살펴보면 장치의 고장진단, 플랜트의 최적조업지원 및 제어, 플랜트의 감시 및 이상 예고, 공정계획, 스케줄링, 설계 등의 영역에 전문가시스템에 적합한 문제가 존재한다. 〈표 3〉은 산업기계분야에서 전문가시스템에 적합한 대상영역을 나타낸 것이다.

1. 진단형 전문가시스템

이상 또는 고장이 발생한 시점에서 원인분석과 그 대응책을 지시하는 고장진단기능은 고장결론의 후보가 유한하고 그 중에서 부여된 관측데이터를 보다 잘 설명해 주는 假說을 선택해서 그것을 결론으로 내린다. 장치의 고장진단, 프로세스 진단 등 진단형 전문가시스템은 기술축척이 상대적으로 많이된 영역으로 실용화 수준에 달한 것이 많다.

美國의 GEC사에서 개발한 디젤전기기관차 고장진단시스템(DELTA)는 이 분야의 대표적인 개발예로서 기관차 유지보수 진단방안을 적용해 보수요원이 기관차의 고장을 확인하고

〈표 3〉 산업분야에서 전문가시스템 응용예와 성격

분 야	응 용 예
철 강	진단(도금품질, 高爐爐況, 조업설비, 프로세스컴퓨터 지원(高爐조업), 감시(용강鐵鐵온도) 제어(복수설비), 검색(프로그램정보, 매뉴얼)
토목·건설	설계지원, 설계기준과 대조, 법규상담, 제어(기계) 공법선정(杭工法, 산유공법, 방수공법, 斜面안정공법) 진단(설비배관, 경영), 사고예측
전 력	지원(레이아웃 설계, 작업정전설계화, 발전소사고시조작, 사고복구), 진단(消火車고장, 에어콘고 장, 변압기고장), 프로세스제어, 貯炭장최적배치
석유·화학	조언(가스누출 대처법, 설비개선책), 계획(생산, 운전) 진단(플랜트 이상, 장치), 법령적용지원
기 계	선정(주기, 방진대책), 진단(보일러이상, 머시닝센터 고장, 자동창고고장, 회전기계이상) 가공공 정설계, 類似설계에검색
부 품	고장진단, 지원(부품설계, 疲勞강도예측)
전 기	지원(페라이트 재료설계, 기종선정) 진단(이온주입장치고장, 보일러고장, 光LAN장해, 유입변압기고장), 개발공수견적

〈표 4〉 고장진단형 전문가시스템 개발사례

시스템 명칭	개발기업	시 스템 내 용	사용현황
원자로 고장대책 시스템	원자연료공업	고장발생시 대책처리용 시스템	개발중
배수펌프 고장 진단시스템	서도제작소 건설성 건설기계화 연구소 三菱전기 安川전기	화재시 단시간 작동하는 배수펌프를 전문가와 같은 수 준으로 운전하여 고장대응이 가능하도록한 시스템	실용
로봇 고장진단 시스템		로봇 내부에 100개 이상의 자기진단 기능을 설치하여 이 알람코드를 토대로 원인을 판정, 고장대책을 도면에 표시	실용
원자력발전 플랜 트 맨머신시스템	通産省 日立제작소 도시바 三濑중공업	플랜트의 이상현상을 조기에 검지, 원인과 플랜트상태 를 예측하여 최적운전 조작을 결정(84년도에 개발을 개 시하여 88년도에 설계 착수)	개발중
회전기 이상진단 시스템	川崎제철 三鐵어드벤처 천기시스템	휴대용 진단기로 수집한 회전기기의 데이터를 토대로 회전기기의 정지, 사고에 이르는 이상을 표시 진단시간을 1일 이상에서 10분 정도로 단축	실용
전력계통 사고진단 복구 시스템	九州전력	전문가의 지식을 토대로 사고상황을 판단하는 동시에 복구수순을 작성, 화면에 표시하여 운전자의 판단을 지 원.	개발중
FAILNS 진단 시스템	清水건설	FA공장용 LAN(FAINS)이 이상발생시 관리자가 대 화형으로 고장장소를 진단, 복구	실용

수리하는 일을 보조한다. 이 시스템은 컴퓨터
를 이용해 부품과 서브시스템의 그림을 보여주
고 비디오디스크로 수선절차를 보여주며 고장
난 부분이 드러나면 구체적인 수선방법을 알려

준다. DELTA는 LISP로 쓰여진 범용표현 언
어로 개발된 규칙기반시스템으로 전향과 후향
추론 둘다 이용해 규칙에 접근하며 불확실한
규칙전제를 처리하는데 확정요소를 사용한다.

처음에 LISP로 견본을 만들었는데 마이크로프로세스 기반 시스템에서의 설치를 위해 FORTH로 다시 구현되었다. <표 4>는 최근 日本에서 발표된 고장진단 전문가시스템의 개발에이다.

한편 고장진단의 성능을 100%에 근접시키기 위해서는 지식베이스를 대규모화해야 하는데 이는 전문가 시스템을 점차적으로 대규모화하는데 유효한 수단으로 고장진단 경제성에 많은 문제점을 제기하기 때문에 최근에는 모든 이상현상을 전문가시스템에 이식하여 진단했

던 방식 대신에 컴퓨터 단말기나 로봇트가 각각 어느 정도 자기진단기능을 지녀 이상을 검출해서 전문가시스템에 신호를 발신하여 진단하는 방법이 발표되고 있다. 이는 전문가시스템을 점차적으로 대규모화하는데 유효한 수단으로 고장진단 전문가시스템의 개발에는 앞으로 이 방법이 확대될 것으로 예상된다. 또한 지식베이스의 수준을 기존 수준으로 나누고 예외처리 사례베이스推論에 맞는 방식도 검토되고 있다. <계속> <♣>

<64p에서 계속>

-기술수출 서비스 수입금액의 16/100을 손금압입 인정

10. 기타 지원

가. 서훈 및 표창

○국가 표창제도

-황수 포장

-자수 포장

-남수 포장

○과학기술청 장관 표창

-과학기술 공로자 표창

-연구 공적자 표창

-지역 창의기능 공로자 표창

-창의 기능인 육성 공로자 표창

-과학기술진흥 공적자 표창

-원자력안전 공로자 표창

○훈장제도

-발명 및 발견 등, 창의 기능인으로 공공복리 증진에 기여한 자

-변리사로서 공공업무 종사시 공익에 기여한 자

-각종 산업부문 종사자로서 공익에 기여한 자

○발명협회 표창제도

-전국 발명표창

●은사 발명상(상장, 상패, 상금 20만엔)

●특별상(상장, 상패, 상금)

●발명상(상장, 상패)

●실시상(상장, 상패)

●특별 공로상(상장, 상패)

-지방 발명표창(전국을 8개 지역으로 구분 실시)

●특별상(상장, 상패)

●발명 장려상(상장, 상패)

●실시 장려상(상장, 상패)

●공로상(상장, 상패)

○기타 민간단체의 표창

일본 과학기술 연맹 등 44 민간단체에서 전국규모 또는 지방규모의 각종 표창을 실시

나. 기술도입시의 지원

○특허제품 또는 실용신안제품 생산을 위한 국제적 기술도입 계약에 관한 인정기준을 설정하여 내국인을 보호

○기술도입 수속의 적절한 변경을 통한 업계 요구에 부응등 <♣>

학생발명반 설치안내

문의처 : 특 허 청

주소 : 서울특별시 강남구 역삼동 823-1(우편번호 135-784)

전화번호 : 568-8150~64(교환), 568-6073(직통) FAX번호 : 553-9584