

기계공학 전문가시스템과 인지(Cognitive) 컴퓨팅

박 종 원 한국기계연구원 신뢰성평가센터 책임연구원

| e-mail : jwpark@kimm.re.kr

최 병 오 한국기계연구원 신뢰성평가센터 책임연구원

| e-mail : bochoi@kimm.re.kr

이 글은 전문가시스템의 개요와 사례를 살펴보고, 인지컴퓨팅을 활용하여 다양한 분야에 인공지능을 적용하고 있는 Watson의 사례를 제시하여 향후 기계공학 전문가시스템의 개발방향을 탐색한다.

전문가시스템(ES: Expert System)은 일반적으로 교육에 의한 전문지식과 숙련된 경험을 가진 인간의 지적 능력을 요구하는 복잡하고 어려운 문제를 풀 수 있는 지능적인 컴퓨터 프로그램을 의미한다. 예를 들어, 여러 가지 증상을 기반으로 인간의 질병 및 기계 시스템의 고장을 진단하는 진단전문가시스템이나, 산업공학과 생산제조공학 분야에서 수백 개의 변수를 갖는 대형 프로젝트의 일정관리 및 최적화 과제를 수행하는 전문가시스템 등이 있다. 전문가시스템은 인간의 지식과 경험을 데이터베이스로 구축하고, 지식기반과 추론과정을 이용하여, 어려운 문제들을 해결하게 되는데, 그림 1은 이러한 전문가시스템의 기본적인 구조를 보여준다.

전문가시스템의 최종 목표는 전문가의 지적 능력을 프로그램으로 구현하는 것이다. 이를 위해 필요한 전문 지식은 휴리스틱(heuristic) 방법을 이용하여 체계화되고, 사실, 데이터, 정의, 가정 등으로 분류되어 데이터베이스화된다. 지식기반시스템의 추론부는 일반적으로 if-then 형태의 조건과 결과문의 논리 베이스로 구성되

며, 특정 문제를 해결하기 위해 여러 가지 법칙을 적용하는 메커니즘을 추론엔진(Inference engine)이라 부른다. 최근 인터넷의 발달로 전문가시스템은 각 전문분야별 서버로 구축되어 다룰 수 있는 분야의 영역이 확대되고, 문제해결 능력도 계속 발전하고 있다. 그러나 현재로서는 고도의 판단, 발견능력, 발명, 상상력 등의 능력은 인간만이 가질 수 있고, 전문가시스템은 단지 인간에게 풍부한 지식을 데이터베이스로 하여, 빠른 시간 내에 결정이나 문제해결에 필요한 모든 가능성을 계산하여 주는 보조자의 역할을 수행하고 있다.

기계공학과 연관하여서는 제조업분야에서 여러 가

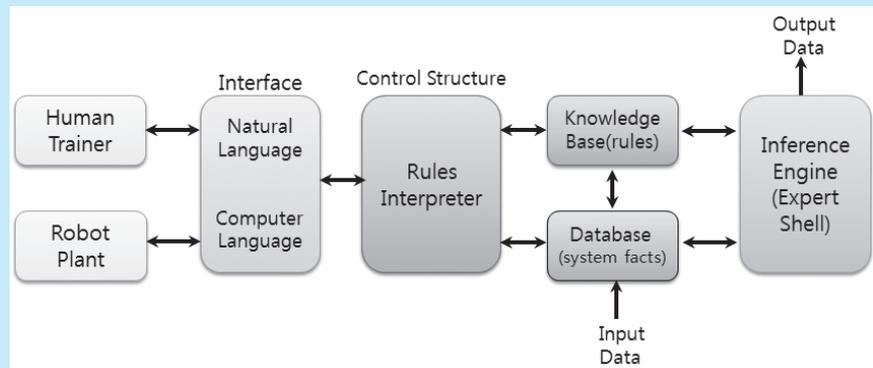


그림 1 전문가시스템의 기본구조(James G. Keramas, "Robot Technology Fundamentals," 1999)

지 제품을 설계하는 데, 전문가시스템이 이용되고 있다. 제품설계에는 많은 양의 지식과 계산이 요구되는데 설계분야에 많은 경력을 가진 설계 전문가조차 점점 복잡해지고 다양한 기능을 갖춘 제품을 단기간 내에 설계하거나, 한 번 설계한 모델을 베이스로 하여 변형 설계하는 데 많은 시간을 필요로 한다. 또한 설계 전문가가 팀을 이루어 작업할 때 많은 의사결정과 정보교환이 필요하다. 이러한 설계 문제를 해결하기 위해서 제품에 대한 지식정보시스템, 모델링, 설계자동화 등을 포함하는 전문가시스템이 사용된다.

전문가시스템은 대부분 실시간 기반하에 작동되기 때문에 짧은 응답시간은 문제의 신속한 해결에 필수적이다. 따라서 C++와 같은 일반적인 프로그램 언어로 작성되기도 하지만, LISP나 PROLOG와 같은 전문가시스템용 프로그래밍 언어가 주로 사용되며, 최근 프레임워크(framework)시스템이라 불리는 전문가시스템용 통합 프로그래밍 환경이 소개된 바 있다. 이러한 소프트웨어 패키지는 개발하고자 하는 전문가시스템에 대한 요구사항들을 수용하며, 보다 효율적으로 전문가시스템을 개발할 수 있는 환경을 제공하

지만, 전문가시스템의 개발은 상당한 시간과 많은 경험을 요구한다. 전문가시스템이 기존의 프로그램 개발과 구분되는 특성들을 열거하면 다음과 같다.

- 1) 인간과 같이 추론하고 불분명한 데이터를 다룬다.
- 2) 특정한 문제가 어떻게 풀리는가를 체계화한다.
- 3) 특정한 결론에 도달하는 과정을 설명한다.
- 4) 경험으로부터 추출된 지식을 적용하고 배운다.

전문가시스템이 도입된 1960년 이래 현재까지 실용화된 전문가시스템은 소수에 불과하다. 이 시스템들은 사용목적과 그 응용분야에 따라 다양한 용량의 컴퓨터를 사용하였으며, 이러한 예를 살펴보면 아래의 표와 같다.

인공지능은 1950년 튜링테스트를 시작으로 꾸준히 발전해 왔는데, 1997년 IBM에서 개발한 Deep Blue는 체스 세계 챔피언을 이기며, 최초로 사람을 이긴 컴퓨터로 이름을 알렸다. 이후에도 IBM은 관련 연구를 지속하여, 드디어 2011년 Watson이 Jeopardy 퀴즈쇼에 출연하여 우승을 하며 본격적인

개발 연대	전문가시스템	활용분야 및 특징
1960년대	GPS (General-purpose Problem Solver)	범용 프로그램으로 완성되지는 못했으나 PROLOG나 LISP같은 AI언어에 큰 영향
	DENDRAL	간단한 화합물들의 구조추정(Stanford Univ.)
	MACSYMA	대수식 변환계산, 기호 통합 및 등식 풀이(M.I.T.)
1970년대	XCON	컴퓨터시스템 구성 조언(CMU, Digital Equipment사)
	PROSPECTOR	지질학 전문가시스템, 1980년대 몰리브덴 광맥위치 정확히 탐사(Stanford Univ.)
	MYCIN	혈액 감염증진단과 항생물질이용 치료조언(Stanford Univ.)
1980년대	ACE	전화선로 유지보수 자료검토 및 고장진단(Bell 연구소)
	DELTA	디젤기관차 고장진단(GE)
	BETSY / GEAREX	베어링 선정, 기어박스 선정 지원
	MIND / CDDDES / EDISON	기계설계, 창조적 메커니즘 구성
	CIMS/CUTTECH/EXCAP-Y	공정계획, 유연생산시스템
1990년대	DESEX	컴퓨터 기반 통신수단(전화, 인터넷, 이메일) 활용 신속하고 안전한 군사용 정보 전달경로 탐색, 음성인식/보안기술(ALMC, Gale Group)
2000년대	Semantic Web	지식경영시스템, 자동완성형 웹서비스(맛집 추천) 등에 활용, 웹 온톨로지 언어 OWL, sparQL 등 사용

인지(Cognitive) 비즈니스 시대를 열었다. Watson이 우승하기까지에는 약 30명의 연구자로 구성된 핵심팀에 의한 4년 여의 집중적인 연구개발 기간이 있었고, 이 팀은 3년간 평균 5,500회의 독립적인 실험을 수행하여 평균 약 2,000 CPU 시간과 10GB 이상의 오류 분석 데이터를 생성했다. DeepQA 라는 대규모 병렬 아키텍처와 전용 고성능 컴퓨팅 인프라가 없었다면 이러한 실험의 수행은 생각조차 하지 못했을 것이며, IT 전문가들은 Watson의 승리를 인공지능 개발사에 큰 획을 그은 역사적 사건으로 평가하고 있다.

이후로부터 IBM에서는 AI 라는 용어 대신 Cognitive Computing과 Cognitive Business라는 용어를 주로 사용하고 있으며, 개발된 DeepQA가 포괄적인 알고리즘 기술을 결합, 배치, 평가 및 발전시켜 질문 응답(QA)분야를 빠르게 발전시킬 수 있는 효과적이고 확장 가능한 아키텍처임을 확신하고 대량의 비정형 콘텐츠에 대한 의사 결정 지원을 제공하는 교육, 헬스케어, 신약개발, 금융투자, 보험, 유통, 서비스로봇 등의 시장공략뿐만 아니라 3rd party 개발들을 위한 API와 개발 플랫폼을 제공함으로써

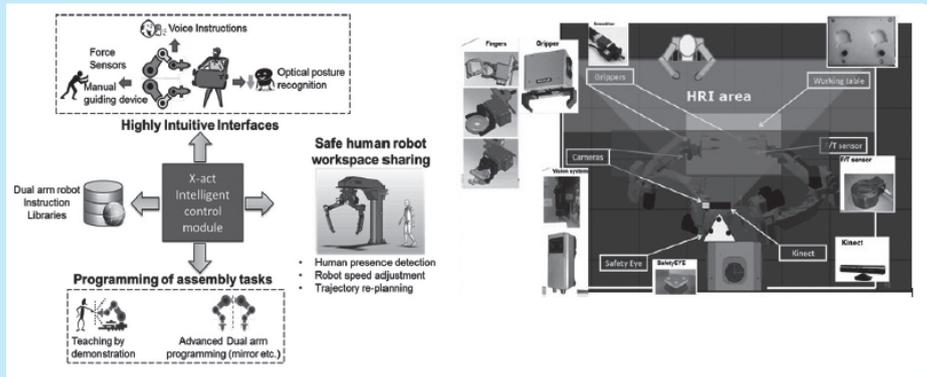


그림 2 EU의 X-Act Project: 인간 작업자와 전문가시스템이 적용된 로봇이 안전하게 협조하면서 조립, 분해, 재조립의 공정을 효과적으로 수행하게 하는 것이 목표임.(KEIT PD Issue Report VOL. 16-12, 2016)

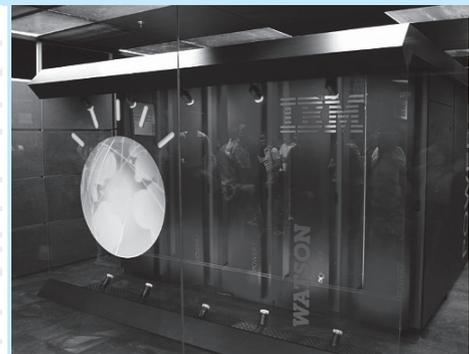
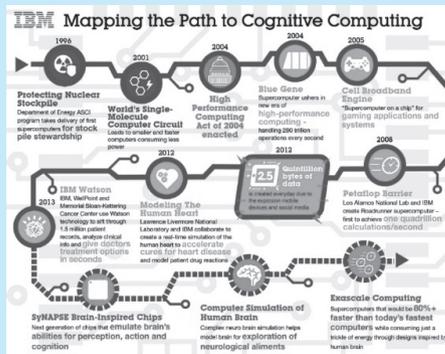


그림 3 IBM의 인지컴퓨팅 로드맵(좌측)과 Watson의 슈퍼컴퓨터 시스템(우측)(<http://www.waytoliah.com/1163>)

전문가시스템은 자연어 처리기술(Natural Language Processing)이 핵심적인 HMI(Human Machine Interface)기술이다. 자연어 처리는 문법과 언어적 습관에 대한 데이터베이스를 기반으로 하며, 이미 IBM Watson 및 Exo Brain 등의 SW로 우리에게 시현되고 있다.

써 새로운 eco-system 구축에 본격적으로 나서고 있다.

국내에서도 Watson과 유사한 기능의 인공지능시스템을 엑소브레인(ExoBrain)이라는 이름으로 한국전자통신연구원(ETRI)과 다수의 대학 및 기업이 컨소시엄을 이루어 개발하고 있다. 엑소브레인 과제는 총 3단계에 걸쳐 10년간 수행되는 과제로 사용자와 의사소통을 하고 스마트기기 간 자율협업을 통한 지식공유 및 지능진화가 가능한 소프트웨어 기술개발을 목표로

The Core Technical Team*
 Researchers and Engineers in NLP, ML, IR, KR&R and CL at IBM Labs and a growing number of Universities

PI: David Ferrucci

Systems & Speed	Core Algorithms	Strategy
Eric Brown	Rishi Florian	Dafna Shmueli
Jerry Cviklik	David Gondek	Siddharth Pah-wadhan
Pablo Duboue	Brian Boggs	Aditya Kalyansur
Eddie Epstein	David Carmel	Hiroshi Kasayama
Tong Fin	Art Cicollo	Adam Lally
Dan Gruhl	Jennifer Chu-Carroll	Tony Levas
Bhavani Iyer	Bonaventura Coppola	Michael McCord
Adam Lally	James Fan	Bill Murdock
Burn Lewis	David Ferrucci	Yuan Ni
Marshall Schor	Achille Fokoue	Zhao Ming Qiu

University Collaborations & Students

Eric Nyberg (CMU)	James Allen (UMASS)	Andy Schalkjer (CMU)
Nico Schlaefer (CMU)	Ed Hovy (USC)	Saurav Sahay (GT)
Manas Pathak (CMU)	Bruce Porter (UT)	Rutu Mukar-Mehra (USC)
Hideki Shima (CMU)	Paikika Kanani (UMASS)	Doo Soon Kim (UT)
Chang Wang (UMASS)	Boris Katz (MIT)	
Barbara Cutler (RPI)	Alessandro Moschitti (Trento)	

Speech

Andy Aaron
Raul Fernandez
Miroslav Novak
Andrew Rosenberg
Roberto Siccotti

Data Annotation

Karen Ingraffia
Matt Mulholland

*NOT full-time equivalents, names listed if contributed some time to that part of project
© 2010 IBM Corporation

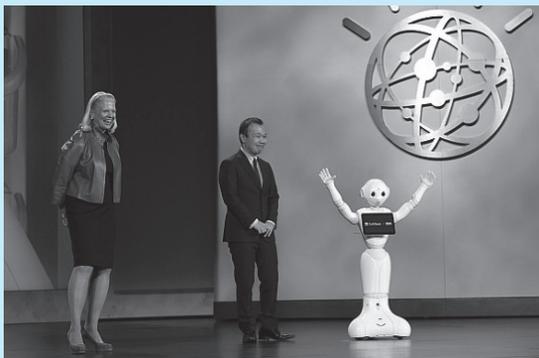
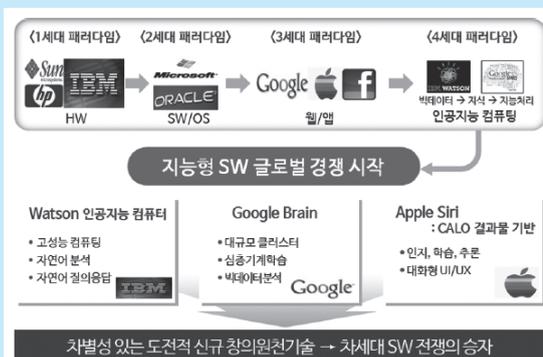


그림 4 IBM의 Watson 개발팀 구성도(좌측)와 Watson과 협력 개발된 일본 소프트뱅크의 로봇페퍼(우측)



ETRI의 엑소브레인과 미국 IBM 왓슨

구분	엑소브레인	왓슨
개발 비용	301억원	10억달러 (약 1조2000억원)
데이터 용량	48기가바이트 (12만 권 도서분량)	4테라바이트 (100만 권 분량)
서버 수	리눅스 서버 41대	IBM파워750 서버 90대
CPO 코어 수	376개	2880개
주 메모리 용량	3테라바이트	15테라바이트

자료: 한국전자통신연구원

그림 5 엑소브레인 연구배경(좌측) 및 IBM Watson과의 비교자료(우측)



그림 6 퀴즈쇼 Jeopardy에 출연한 IBM Watson(좌측)과 장학퀴즈에 출연한 엑소브레인(우측)

사람처럼 인간의 언어로 대화하고 스스로 공부해 지식을 쌓고 진화해나갈 수 있는 컴퓨터를 만든다는 계획이다.

세부과제를 담당하는 솔트룩스 사의 인공지능 지식

거두었다. 현재까지는 한국어에 대한 자연어 질의응답기술이 구현된 것으로 3단계 과제가 종료되는 2023년에는 영어로 된 전문지식에 대한 질의응답도 가능하게 개발될 예정이며, 변호사, 변리사, 의사 등

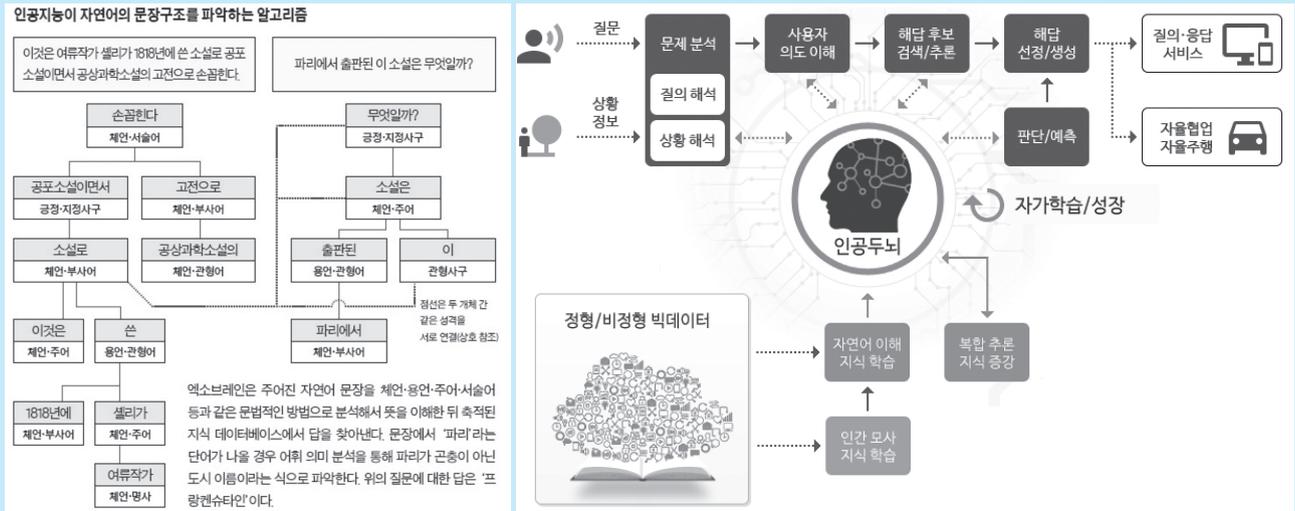


그림 7 엑소브레인의 자연어 질의 파악 알고리즘(좌측)과 솔트룩스 인공두뇌 아담의 개념도(우측)(<http://news.joins.com/article/19503156>, http://m.inews24.com/view.php?g_serial=942001&g_menu=020599)

전문직종에 대한 의사결정 지원시스템으로서 활용이 가능할 것으로 기대된다. 물론, 기계공학분야의 전문 지식에 대해서도 질의응답과 설계 및 공정 최적화와 같은 의사결정지원 전문가시스템으로 응용 가능하리라 사료된다.

결론 및 향후 전망

본문에서 기술한 바와 같이 전문가시스템은 화학, 지질학, 수학 및 의학의 원래 응용분야에서 공학분야로 자연스럽게 이전 활용되고 있다. 특히, 기계 및 제조 엔지니어링분야에서는 부품 및 공구 선택, 장비 상태 모니터링, 고장 진단, 실시간 제어, 부품 설계, 공구 설계, 공정 계획, 생산 관리 등과 같은 다양한 범위의 작업에 사용되고 있다. 따라서 전문가시스템은 여전히 성숙해야 할 과제를 안고 있지만, 지식을 표현하고 획득하고 사용하는 더 나은 수단으로써 Watson 또는 엑소브레인의 자연어 처리 질의응답시스템과 융합되어 진화한다면 엔지니어의 능력을 강화하기 위해 인간의 고급명령을 이해하는 능력을 시나브로

갖추게 될 것이며, 기계공학분야에서 정보처리 및 의사 결정을 위한 강력한 도구로써 잠재력을 충분히 발휘하리라 기대된다.

전문가시스템의 발달과 4차 산업혁명의 물결을 따라 숙련된 기술을 요하지 않고 단지 노동력만을 요구하는 기존의 산업은 점차 쇠퇴할 것이며, 숙련 노동자, 전문지식을 갖춘 엔지니어가 주류가 되는 산업이 그 자리를 대신할 것이다. 또한, 무인화 공장이 보편화될 것이며 공장이 완전 자동화되면 해고에 대한 우려로 인해 사회적 반발을 불러일으킬 수 있으나, 지금까지 기술적 진보는 더 많은 새로운 고용 창출의 기회를 가져왔고 전체적으로 유지하는 수준은 되었을지 언정 직업의 수를 감소시켰다는 증거는 찾아볼 수 없다. 따라서 근시일 내에 많은 제조산업 환경이 겪게 될 변화는 불가피하며, 선택이 아니라 한 기업이 생존하는 조건이 될 것이다. 앞으로 급변하는 시장에서 경쟁력을 갖추려면 이러한 새로운 기술의 신속한 확보와 대응만이 생존을 위한 유일한 방책이 될 것이다.

참고문헌

James G. Keramas, “Robot Technology Fundamentals.”, Thomson Learning(1999): 301-320

김경훈 외, “차세대 제조로봇 기술동향과 산업전망” KEIT PD Issue Report November VOL 16-12(2016)

손중수, “전문가시스템의 발전 과정과 미래” <http://onto.tistory.com/entry/전문가-시스템의-발전-과정과-미래>(2008)

D.T.Pham, et al. “Expert Systems in Mechanical and Manufacturing Engineering.” International Journal of Advanced Manufacturing, 3(3)(1988): 3-21.

David Ferrucci, et al. “Building Watson: An Overview of the DeepQA Project.” Association

for the Advancement of Artificial Intelligence(2010): 59-79.

Eric Brown, et al. “Tools and Methods for Building Watson.” IBM Research Report February 15(2013).

“IBM Watson 따라잡기” <http://www.waytoliah.com/1163>

<https://www.ibm.com/watson/developercloud/>

박상규, “SW 그랜드 챌린지 : 엑소브레인 SW 개발” 엑소브레인 인공지능 워크샵(2015)

박상규 외, “엑소브레인 SW : 지능진화형 빅데이터 지식처리 인공지능 개발” 정보과학회지, 33(1)(2015): 48-50

이효상, “국내 개발 AI 엑소브레인, 특집 장학퀴즈서 ‘장원’ 사람과 사람, 경향신문 2016.11.20. 보도내용