

□ 기술해설 □

전문가 시스템 응용 및 차세대 시스템 개발 현황[†]

세종대학교 국형준*

● 목	차 ●
1. 서론	3.2. 지식 레벨 접근 및 재사용
2. 전문가 시스템 응용 현황	3.3. 지식 획득
2.1. 전문가 시스템의 TASK 유형	3.4. 설명
2.2. 전문가 시스템의 분야별 응용사례	3.5. 타당성 확인 및 검증
3. 차세대 전문가 시스템 개발 현황	3.6. 구조
3.1. 다중 모델과 추론 기법의 결합	4. 결론

1. 서론

1993년도의 인공지능 기술에 관련된 비용 지출이 전세계적으로 \$10억에 이르고 미국에서의 인공지능 관련 매출액은 이 가운데 60%를 차지했다. 이는 인공지능의 상업적 응용에 대한 일부의 비관적 견해도 불구하고 주요 인공지능 제품 생산업체들은 90년대에 들어서도 꾸준한 매출 성장세를 누리고 있음을 의미한다. 이와 함께 Fortune 1000 대기업들도 대규모의 복잡한 과제에 대해서 인공지능 기술에 점차 의존하는 경향을 보이고 있다[1]. 인공지능 관련 지출이란 소프트웨어 도구, 응용 소프트웨어, 인공지능 패키지, 개발, 유지 및 정부 보조 연구에 지출되는 비용들을 포함한 것인데 1993년중 최고의 지출은 전문가 시스템 부문으로 전세계적으로 약 \$6억에 달했다고 한다.

전문가 시스템은 컴퓨터 소프트웨어 시스템으로서 종래의 프로그램들과 크게 세 가지 면에서 구별되는 특징을 가진다. 첫째, 전문성(expertise)이다. 이들은 프로그램 TASK로서 비교적 좁은

영역의 전문분야를 취급하며 해당 영역에 있어서의 수행 성능 역시 인간의 평균 수행 능력 수준을 웃도는 인간 전문가의 수준과 비교될 수 있다. 이런 면에서 같은 인공지능 시스템으로서 넓은 영역의 일반 상식적 지능을 갖춘 로봇과 같은 시스템과는 구별된다. 둘째, 지식 기반(knowledge-based)의 사용이다. 이들 시스템에서 데이터는 숫자와 문자외에 심볼의 형태로 표시된 지식으로 표현되며 저장된 지식의 사용에 있어서도 전통적인 알고리즘외에 경험 법칙 등 휴리스틱에 많이 의존한다. 바로 이런 점에서 전문가 시스템을 인공지능 시스템의 일종이라고 할 수 있다. 마지막으로, 합리화(rationalization)이다. 프로그램이 알고 있는 지식, 문제 해결 과정, 그리고 최종 해결의 내용, 근거 또는 정당성을 내부적으로 유지하며 이를 외부 세계에 설명하거나 검증시킬 수 있다. 따라서 블랙 박스와 같은 방식으로 구현, 사용되는 여타의 고성능 프로그램들과 구별된다.

초기 인공지능의 연구 결과를 실세계 문제에 응용하기 위해 그 간에 다양한 분야에서 상이한 접근 방식에 의해 연구 개발 또는 실제 사용된 전문가 시스템들이 다수 존재한다. 다음의 2장에서는 기존 개발된 시스템들의 TASK 및 응용

[†]본 연구는 1994년도 대양학술 연구비의 지원을 받았음.
*종신회원

분야별 유형과 특징을 조사한 후, 3장에서 차세대 시스템 건설을 위한 다양한 연구 과제 및 이에 대한 접근 방향들을 고찰하고, 4장은 결론을 기술한다.

2. 전문가 시스템 응용 현황

초기의 전문가 시스템은 주로 과학이나 의학 분야를 위주로 개발 및 발전되었는데 이것은 과학이나 의학 분야에서 대상으로하는 지식이나 문제들이 전문적인 성격이 강하고 전문성의 범위가 잘 정의된 반면, 문제 해결 절차가 주로 불확정적이며 휴리스틱에 많이 의존하는 까닭에 기존의 프로그래밍 방식으로는 효과적인 해결책을 구할 수 없었기 때문이다[2,3]. 이와 같은 특징은 과학이나 의학외의 분야에서도 자주 접할 수 있으므로 이후의 전문가 시스템은 지식을 다루는 대부분의 분야로 확대되어 응용되어 왔다. 현재까지 상업용을 포함하여 컴퓨터 전문 잡지나 책 그리고 학회에 소개된 전문가 시스템은 수백 개에 달한다. 이 가운데는 대학의 연구실 환경에서 순수한 연구 도구로서 고안된 것들도 있으며 어떤 것들은 실제 산업 현장에서 인간 전문가를 보조하거나 대체하는 기능을 담당하는 것들도 있다[4]. 다양한 시스템들의 유형을 TASK 성격 및 응용 분야별로 살펴보면 다음과 같다.

2.1 전문가 시스템의 TASK 유형

TASK 유형은 크게 분석적인 것과 종합적인 것으로 나눌 수 있다. 먼저, 분석(analysis)은 다시 해석, 진단, 조회, 감시 등으로 세분될 수 있다[3, 4, 5]. 해석(interpretation)은 관찰된 데이터로부터 상황을 설명한다. 음성 또는 화상 인식, 그리고 화학구조를 판별하는 등의 분야에 주로 요구되는 TASK로 유정 탐사 작업에서 지층 자료 분석에 보조적 역할을 한 Dipmeter Advisor와 감상선 기능 진단 자료 분석을 위한 SYDNEY를 예로 들 수 있다. 진단(diagnosis)은 관찰 가능한 것들로부터 시스템의 이상(malfunction)을 규명한다. 의료진단, 기계 혹은 전자 회로 진단같은 성격의 TASK를 말하며, 예로서 진동 소음의 원인 규명

및 수리방법을 제시하는 VIBRATION, 전화 회로상의 문제점 진단 전문가 시스템인 ACE와 디젤 기관차의 결함발견을 목적으로 설계된 CATS 등이 있다. 조회(confirmation)는 자원 및 정보 요구에 대한 타당성을 조사한다. 금융 정보 관리 및 보호, 신용 조사 업무와 같은 TASK가 여기에 속하며, 신용카드 사용권에 대한 신용성 조사를 위한 AA, 어떤 정보 요구가 정보관계법에 저촉되는지 여부를 판별하는 EDDAS 등이 있다. 감시(monitoring)는 시스템 작동의 관찰 및 수행기준치와의 비교를 수행하며 핵발전 설비 관리, 임상 자료 감시 등에 응용된다. 예로서 MVS 운영 체제 감시를 통한 작업 관리를 도모하는 YBS/MVS, 액체산소탱크 처리과정의 데이터를 감시하는 LOX 등을 들 수 있다.

다음, 종합적인(synthesis) TASK 유형은 구성, 계획, 설계 등으로 세분될 수 있다. 구성(configuration)이란 필요한 구성요소를 선별적으로 결합하여 전체시스템을 완성하는 TASK를 말한다. 전기 및 기계설비 시스템 구성에 응용되며 고객의 컴퓨터 장비 주문에 납품하기 위한 상세 시스템 구성표 및 배치도를 작성하는 R1과 엘리베이터 시스템 구성표 및 도면제작 시스템인 VT가 있다. 계획(planning)은 목표달성을 위한 작업순서를 결정한다. 작업계획, 실험계획, Robot 계획, 자동 프로그래밍, 군사계획 등의 작업에서 응용된다. 응용 시스템으로는 터빈설비의 제조 공정 계획 수립 시스템인 ISIS와 생산과정 관리 및 계획 수립 시스템인 PTRANS 그리고 PCB 조립의 각 단계를 작성하는 HI-CLASS가 있다. 설계(design)는 주어진 제약조건하에 목표물을 완성하기 위해 요소를 결합 및 구성하는 TASK이다. 건축 설계, 전기 회로 설계, 예산 수립등의 작업에 이용되며 실례로는 복사기내의 종이처리 장치 설계 시스템인 PRIDE와 저전압 직류전동기 제조공정도를 작성기 위한 정보생성 시스템인 MOTOR EXPERT를 들 수 있다.

이외에도 전문가 시스템의 TASK 유형은 문제에 대한 처방 및 치료(remedy), 주어진 상황으로부터의 다가올 현상에 대한 예측(prediction), 시스템 행위에 대한 통제(control), 그리고 학생을 진단하고 교사하는 교육(instruction) 등의 영역

으로 확장되어 가고 있다.

2.2 전문가 시스템의 분야별 응용사례

본 절에서는 과거로부터 근래까지 소개된 다양한 전문가 시스템들 가운데 일부를 응용 분야 별로 분류하여 간략히 소개한다.

2.2.1 자연 과학 분야

이름	타스크	특징
MACSYMA[2,5]	심볼처리에 의한 계산	-의미 캐턴 매칭 -semantic net 형태의 RDB 유지
DENDRAL[2,5]	분자구조 해석	-규칙 기반 -자료 중심(data-driven) 탐색 제어
CRYSLIS[2,5]	단백질 3차 구조를 해석	-Blackboard 구조 -사건 중심(event-driven) 제어
SECS[2]	합성 유기 분자의 설계	-대화식 언어 및 대화식 그래픽 기능
RESEDA[6]	생물학적 자료로 구성된 DB의 관리	-DB에 deep-level 추론 가능 제공 -메타규칙 위주의 규칙 기반 -Triple 자료 형태
HPLC Doctor[7]	고압 유체 Chromatography의 이상 진단 및 수리 보조	-규칙 기반, 진향 추론 -빠른 대화식 자료 지원
ChEM[8]	유독 화학물질에 의한 사고 규명	-다중 레벨 Map에 기반한 추론 -Hypermap 구조의 인터페이스

그 외 CLONER(생물 분자 설계), MOLGEN(유전자 복제 실험 설계), SPEX(분자 생물학 실험 계획) 등이 있다[3,9].

2.2.2 전자 및 전산학 분야

이름	타스크	특징
SOPHIE[2,5]	전자회로 결함 진단 교육	-지능형 교수 시스템 -Semantic Net 기반 지식 표현 -의미분법에 기반한 자연어 처리 -회로 모의실험 모델 제공
PEP38[10]	IBM/38 System 용량	-규칙기반

이름	타스크	특징
ESHDD[11]	계획 및 관리 하드디스크 드라이버의 고장 분석 및 처리	-Blackboard 구조 -전향추론, Frame 기반 지식 표현 -정확성 검증을 위한 세부 지식 저장 -외부 DB 접속 및 그래픽 설명 기능

그 외 ACE(전화망 결함 진단), IN-ATE(oscilloscope 결함 진단), NDS(통신망 진단), EURISKO(3차원 전자공학 설계), PALLADIO(VLSI 회로 설계 및 테스트), REDESIGN(디지털 회로의 재설계), CADHELP(CAD 교육), XCON(DEC 시스템 구성), XSITE(DEC 컴퓨터 고객 site 구성), BDS(교환망 이상 진단), YES/MVS(MVS OS 감시 및 통제) 등이 있다[3,9].

2.2.3 의학 분야

이름	타스크	특징
MYCIN[2,5]	박테리아성 감염 진단 및 치료	-확신도 사용한 불확실 추론 -후향추론 규칙기반
CASNET[5]	녹내장 진단	-상향(bottom-up) 접근식 진단 -인과관계 망구조에 의한 지식표현 -불확실 추론 -확신도를 arc weight로서 저장 -EXPERT(shell) 개발에 영향줌
CADUCEUS[2,5]	내과 질병 진단	-자료중심 및 가설중심 추론 -불확실 추론
GUIDON[2,12]	박테리아성 감염 질병	-지능형 교수 시스템 진단 교육 -영역 독립적 설계 -MYCIN 이용
ONCOSIN[13]	화학요법 환자 치료 및 관리	-병렬처리 지원 -자료중심 및 목표중심 추론 -비평적 설명 생성 기능 -영역 독립적 설명 모듈
AIPE[14]	AIDS 진단	-AIP 프로그램 이용 -진향 및 후향추론

그 외 PUFF(폐병 진단), VM(중환자 감시),

AI/COAG(혈병 진단), BLUE BOX(우울증 진단 및 치료), ATTENDING(마취기술 교육) 등이 있다[3,9].

2.2.4 공학 분야

이름	타스크	특징
PROSPECTOR[5]	광물 탐사를 위한 지질 분석	- 확률에 의한 불확실 추론 - 양적 정보의 처리 - 추론망 해석기
SCCES[15]	SCC(Stress Corrosion Cracking)에 포함된 요소의 위험성을 분석	- 인과모델 기반 - 트레이닝식 지식 획득
FMS[16]	생산공정 관리	- OPS5를 이용한 스케줄러 - 작업 규칙과 폐쇄 큐잉망의 통합
IMDS[17]	제조공정 관리 및 교육	- 객체기반 지식표현 - 전향추론DIAPSON [18]
	산업공정 감시 및 관리	- 인과 그래프를 통한 공정 표현 - 질적 정보에 의한 가설추론

그 외 REACTOR(반응로 사고진단 및 치료), STEAMER(증기 동력장치 작동원리 교육), DIP-METER(유정탐사를 위한 지층해석) 등이 있다 [3,9].

3. 차세대 전문가 시스템 개발 현황

초기의 1세대에 속하는 전문가 시스템들은 비교적 단순 혹은 단일한 표현 체계를 사용하여 여기에 다양한 지식을 담고자하였다. 이러한 접근 방식은 시스템의 구축을 단순화하고 용이하게 한 반면, 이후 전문가 시스템을 다양한 유형의 문제 해결 영역으로 확장해 나가는 과정에서 여러 가지 제약을 불러 일으키게 되었다. 연구개발자들은 많은 지식을 하나의 거대하고도 통일된 용기에 담음으로서 어렵고 복잡한 문제들도 훌륭히 해결할 수 있기를 기대하였으나, 조직화되지 못한 생성규칙 집단의 형태로 증식된 지식은 상호 독립적이지 못한 관계로 오히려 기존 지식과 바라지 않는 상호작용을 일으키곤 했다. 이와

함께 지식 획득, 설명, 유지보수성, 재사용 등 일련의 단계에서도 바람직하지 못한 문제들이 야기되었다.

초기 시스템의 제약점들을 극복하기 위해 근래 제 2세대 또는 차세대의 전문가 시스템 연구에서는 다양한 연구 과제들을 정의하고 이를 해결 및 개선하는 시도를 하고 있다. 연구 이슈들은 현재 시점에서 명확히 정의되어 있다기 보다는, 근래 연구되었거나 연구 중인 시스템들에 의해 개념, 스타일 또는 새로운 기법의 형태로 다양하게 제시되고 있다. 주로 연구되고 있는 부문은 다중 모델(multiple model)과 추론 기법의 결합 가능성, 지식 레벨(knowledge level) 접근 및 재사용, 지식 획득, 설명, 타당성 확인 및 검증, 그리고 구조(architecture)이다[19].

3.1 다중 모델과 추론 기법의 결합

근래의 전문가 시스템에서는 지식을 명확히 모델링하는 것을 바탕으로 다중 모델과 추론 기법을 결합시키는 방법을 시도하고 있다. 다중의 지식원을 사용할 경우 시스템의 구축 및 이해가 용이할 수 있다. 지식을 관리하기 좋은 모듈 집단으로 분리시키고 체계적으로 통합시키기 때문이다. 다중의 특정 타스크에 전문화된 지식은 문제 해결의 효율을 높임으로서 보다 복잡한 문제를 해결 가능하도록 하는데 기여한다. 각각의 타스크에는 충분하지만 과도하지는 않은 지식을 사용한다. 또한 상이한 지식 표현은 상이한 유형의 추론을 수반한다. 연구 개발자들은 이러한 원리아래 공간, 시간, 인과, 계통 등에 관해 추론하기 위해 각기 독특한 표현 기법을 개발하고 있다.

이 부문 연구에서는, 지식을 어떻게 분할 및 통합하는가의 문제가 대두되는데, 어떤 종류의 지식을 위해서는 어떤 형태의 표현을 적용하는 가라든지, 한 지식 모듈이 얻은 결과를 어떻게 다른 지식원이 유연히 사용할 수 있도록 하는가 등이 이 부문의 근본적이고도 어려운 문제라 할 수 있다.

3.2 지식 레벨 접근 및 재사용

상이한 성격의 절차과정은 각기 다른 지식 모델과 문제 해결 방식을 요구하며 이에 관한 선택은 시스템의 효율과 성능에 큰 영향을 미친다. 어떤 지식을 사용하는가(knowledge level)와 그 지식을 어떻게 구현하는가(symbol level)의 구별은 매우 중요하다[20]. 근래의 전문가 시스템 연구에서 얻은 진전은 시스템을 지식 및 구현의 두 레벨로 구별함으로써 대상 지식기반 시스템을 적절한 추상 레벨에서 설명, 제시한다는 점이다. 여기서 얻은 잇점은 더욱 체계화된 설계, 지식 획득의 적절한 유도, 범용성 구성 부품의 재사용, 보다 추상화된 설명 제공 등이다. 심볼 레벨 모델이 심볼과 표현언어에 의해 어떤 상호작용(interaction)을 모델링한다면, 개념 모델이라고도 불리우는 지식 레벨 모델은 행위(behavior)를 모델링한다. 지식은 따라서 관찰자가 구축하는 행위 모델의 한 요소인 셈이다.

지식 레벨 모델링은 공통적으로 다음 세 가지에 주로 의존한다. 첫째 시스템의 목표나 부목표로서 설명될 수 있는 TASK, 둘째 목표들을 성취하기 위한 문제 해결 방식, 셋째 이러한 방식들을 포함하는 지식의 총체인 영역 모델이다. 이 세 가지 요소는 상호 결합되어 사용되며 근래의 다양한 접근방식의 지식기반 시스템들에 공통적으로 존재한다.

모델의 구현 또한 중요한 이슈로 취급되고 있다. 심볼 레벨의 상호작용을 지식 레벨로 해석하기 위해서는 작업상에 나타나는 양상들을 지식 레벨 모델로 변환함으로써 추론을 설명한 다거나 지식을 검증 또는 획득하는 접근 방식이 사용되고 있다.

차세대 시스템에서 지식 기반 모델링과 관련하여 중요한 문제로서 연구되고 있는 과제는 지식의 재사용 문제이다. 전문가 시스템을 현실세계 시스템의 모델을 사용 내지는 구축하는 프로그램으로 본다면 각 모델들은 조립, 수리 및 제어될 수 있는 단위 건축 재료로 생각할 수 있으며, 응용 시스템 건설 단위로서의 모델의 효과적인 재사용 및 시스템간 공유 문제는 중요하다고 할 수 있다[21]. 하지만 과거의 시스템에서는 이러한 시도가 별로 많지 않았으며 성공 사례는 더욱 드물다. 현재로서는 지식 레벨 모델의 재사용이

강조되는 연구 추세이며 심볼 레벨에 속하는 요소의 재사용에 관한 실험도 시도되고 있는 중이다.

3.3 지식 획득

초기 전문가 시스템에서의 지식 획득 도구들이 주로 인간과의 면담에 기반한 것이었다면, 근래의 도구들은 지식 획득의 절차를 보조하는 컴퓨터에 기반한 반자동적인 방식을 취하고 있으며, 미래의 도구들은 더욱 자동화되고 다중 지식원의 처리, 타당성 확인과 검증, 그리고 유지 보수 지원을 포함하는 통합적인 방향으로 나아가고 있다. 이제 지식 공학은 전문가로부터 일단의 지식을 추출해 내는 작업이라기 보다는, 전문가의 문제 해결 행위를 함축한 통합 시스템의 구축 작업으로 발전하고 있는 것이다.

지식 공학은 크게 두 단계 작업으로 구성된다. 지식 기반 시스템의 모델을 구축하는 단계(modeling)와 모델을 영역 지식으로 채우는 단계(instantiation)이다. 전 단계의 새로운 모델은 보통 기존의 시스템을 응용하거나 정제함으로써 얻을 수 있는 것이 보통이나 이 같은 접근 방식을 무리없이 취하기 위해서는 적합한 모델 선택의 어려움, 모델의 인텔싱 또는 추출상의 난점, 그리고 모델의 원래 특성과 주어진 문제간에 존재할 수 있는 괴리성 등의 문제가 먼저 극복되어야 할 것이다.

후 단계의 지식 획득은 전 단계에서 설정된 모델에 기반함으로써 수행된다. 근래에 제안된 새로운 접근 방법으로는 동적 분석(dynamic analysis), 즉 면담 과정에서 공급된 지식의 적절성을 직접 문제 해결에 시도해 봄으로서 검사하도록 하는 면담 지원 시스템(interview support system)이라든가, 예제를 통한 귀납적 학습(example-based inductive learning) 및 확장된 설명 기반 학습(augmented explanation-based learning), 즉 설명과 모의 실험이 병행된 환경에서 복수의 예제를 동시에 사용하는 기법을 응용하거나, 사례 기반 추론(case-base reasoning)에 기초한 대화 모델을 사용하거나, 정당성에 기반한(justification-based) 지식 획득, 즉 인간 전문

가로 하여금 시스템의 잘못된 전략 절차를 비판하고 정정하게끔 고차적인 인터페이스를 제공하는 등의 다양한 기법들이 시도되고 있다[21].

3.4 설명

전문가 시스템의 신뢰성은 설명기능에 크게 좌우된다. 이는 시스템의 추론 과정과 결론을 인간 전문가와 마찬가지로 설명하고 정당화할 수 있어야 한다는 것이다. 초기의 많은 전문가 시스템의 실패는 설명을 지원할 수 있도록 하는 지식을 적절히 표현하지 못한데 기인한다고 볼 수 있다. 근래의 전문가 시스템은 이와 같은 결점을 보완하기 위한 시도의 일환으로서, 추론과정의 설명이라는 과제를 또하나의 복잡한 문제 해결 행동으로 보는 관점아래 이를 별도의 독립된 구조 및 전문성을 요구하는 모듈로서 취급한다.

설명 기능을 향상시키기 위한 두 가지의 접근 방식을 소개한다면, 먼저, 시스템의 행위를 보다 추상적인 차원에서 설명할 수 있도록 하는 지식을 사용하는 방식이 있으며, 다음으로 시스템이 도출한 결론을 다중의 관점 혹은 매체를 통해 설명 가능하도록 다양한 지식을 사용하는, 일명 재구성에 의한 설명 방식이 있다.

3.5 타당성 확인 및 검증

초기의 지식기반 시스템 건설에 있어서는 시제품의 신속한 개발에 연구 노력의 대부분이 투입되었으며 지식 베이스의 타당성 검증은 그때 그때 필요에 따라 행해지는데 그쳤었다. 그 후 규칙 기반 시스템의 중복, 내포 또는 결핍된 규칙들을 찾아내기 위한 방법론과 도구들이 일부 개발되었으나, 지식 기반 시스템의 확인 및 검증이라는 주제가 온전한 연구과제로서 포괄적으로 다루어지기 시작한 것은 최근의 일이다.

지식 기반 시스템 검증에 관한 연구는 현재 초기 단계로서 용어나 개념을 정립해 나가는 과정에 있을 뿐만 아니라 많은 연구가 어떤 결과를 제시한다기 보다는 오히려 근본적인 질문을 제시하는 양상을 띠고 있기도 하다[22]. 예를 들어,

‘어떤 TASK에 관해 어떤 지식 기반 시스템이 타당하다는 것의 일반적 의미가 무엇인가?’ 또는 ‘나이거사 *학습 등을 통해 새로운 TASK 환경에서 수행될 수 있도록 적용할 수 있는 미래의 시스템에 있어서 타당성이란 어떻게 정의될 수 있는가?’와 같은 질문이다. 현재 모색되고 있는 방법론은 크게 두 방향이 있는데, 첫째, 소프트웨어 공학에서 프로그램 정확성 검증 및 평가에 주로 사용하는 방법론을 도입하는 것이고, 둘째, 시스템에 추상적으로 내재하는 지식 모델 레벨 체계를 응용하는 접근 방식이다.

지식 기반 시스템의 타당성 검증을 위한 도구 역시, 특정한 환경에서 사용가능한 것으로부터 비교적 범용성을 가지는 것에 걸쳐 다양하게 연구 개발되고 있는 추세이며 이와 같은 도구들에 대한 선택이라든가 체계화에 대해 전반적으로 적용할 일반 원리는 아직 정립되어가는 중이라 할 수 있다.

3.6 구조

앞서 소개한 차세대 전문가 시스템 설계에 관한 이슈의 대부분이 시스템의 구조와 독립되어 거론될 수 만은 없겠으나 근래의 시스템 중에는 특히 구조적 체계상의 다양한 실험 및 변화를 통해 시스템 전체의 성능을 개선하고자 한 것들이 많다.

이 가운데 특히 주목할만한 것으로 실시간 수행 성능에 관한 연구는 동적 환경하에서 실시간 상호작용을 요하는 TASK들을 동시 다발적으로 수행하기 위한 제어 문제를 다룬다. 이러한 환경에서 각 수행 에이전트에게 주어지는 인지, 추론 및 실행의 요구는 자신에게 부여된 리소스를 초과하는 것이 보통이므로 어떤 작업을 언제 행하여 가장 중요한 목표를 달성하느냐를 결정해야 하는 것이 필요하다. 즉, 다수의 목표들 가운데 성취되기 어려운 것들은 성취 가능성이 높은 것들로 대체되어야 하며 이 같은 결정이 많은 변화와 혼돈 가운데서도 신속히 이루어 져야 하는 것이다. 따라서, 실시간 수행 성능의 제고는 지능형 실시간 제어를 필요로 한다. 기존의 전문가 시스템에서 이와 같은 ‘적시성(timeliness)’

문제에 관한 연구 성과는 미흡했다고 할 수 있다 [21,23,24].

근래 전문가 시스템 구조 개선을 위해 추진되고 있는 또 하나의 연구 방향은 일련의 문제 해결자를 동적으로 통합하는 것으로서, 즉 실행 시간에 문제 해결 메소드를 선택할 수 있게 하는 것이다. 이는 문제 해결 목표를 성취하기 위한 다중의 메소드를 보유하고, 실행 중에 문제 상태 및 가용 지식에 근거하여 적정 메소드를 선택하도록 하여 수행에 따른 변화에 대처할 수 있게 하는 방법론이다.

이 밖에도 지식 유형을 세분화하고 표현 단계의 최상부에 메타 레벨을 도입한다든가, 시스템을 단일의 혹은 다양한 기법의 학습 에이전트와 연계하여 통합 시스템의 문제 해결 성능을 향상시키고자 하는 시도 등이 있다[25,26].

4. 결 론

전문가 시스템은 초기 인공지능 연구에서 얻은 상태 공간 탐색, 지식 표현, 추론 등의 기법을 일단의 '실세계'의 문제에 적용하기 시작하면서 발달하였다. 어떤 과제에서는 실패도 겪었지만 다른 과제에서는 대단한 성공을 이루어 나가면서 이러한 시스템이 실용적 가치를 지닌다는 것 외에 정말 어렵고 복잡한 문제를 기계가 생각하면서 풀어나갈 수 있다는 것이 가능하다는 것을 보여 주었다.

근래 기존의 전문가 시스템의 제약과 문제점들을 개선하고 차세대 시스템의 모형을 제시하고자하는 다양한 연구개발 노력은 이 분야가 아직은 해결된 과제보다는 해결해야 할 문제가 더욱 많은 인공지능의 많은 분야 가운데 하나임이 분명함을 보여 준다. 이런 관점에서, IJCAI 1985에서 전문가 시스템 연구에 관해 포괄적으로 제기되었던 다음 질문에 대한 근본적인 해답은 아직 구하고 있는 도중에 있다고 봐야 할 것이다[27, 28].

- * 전문가 시스템이 성공 가능한 문제 영역과 그렇지 않은 문제 영역의 특성은 무엇인가?
- * 전문가 시스템의 성능은 해당 영역 인간 전문가의 능력과 어떻게 비교, 구별 및 통

합될 수 있는가?

- * 예기치 못한 또는 미처 프로그램되지 못한 상황에 대처하는 시스템의 유연성은 얼마나 되어야 하며 우리는 이를 얼마나 신뢰할 수 있는가?
- * 지식 기반의 정당성 여부의 정도를 어떻게 평가하며 그 내용 및 행위에 관한 책임은 누구에게 있는가?

참고문헌

- [1] News, IEEE Expert, Vol. 9, No. 2, p. 60, Apr. 1994.
- [2] Barr, A. and Feigenbaum, E., *The Handbook of Artificial Intelligence*, Vol. 2, William Kaufmann, 1982.
- [3] Giarratano, J. C. and Riley, G., *Expert Systems: Principles and Programming*, PWS-KENT, 1987.
- [4] Gevarter, W., "The Nature and Evaluation of Commercial Expert System Building", *IEEE Computer*, Vol. 20, No. 5, pp. 24~41, May 1987.
- [5] Hayes-Roth, F., Waterman, D. and Lenat, D. (eds), *Building Expert Systems*, Addison-Wesley, 1983.
- [6] Zarri, G., "Expert Systems and Information Retrieval: An Experiment in the Domain of Biographical Data Management" in *Development in Expert Systems*, pp. 201-220, Academic Press, 1984.
- [7] Barker, P., "The HPLC Doctor: a review", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 3, No. 3, pp. 238~239, 1990.
- [8] Avouris, N. and Finotti, S., "User Interface Design to Expert Systems Based on Hierarchical Spatial Representations", *Expert Systems with Applications*, Vol. 6, No. 2, pp. 109~118, 1993.
- [9] Waterman, D., *A Guide to Expert Systems*, Addison-Wesley, 1986.
- [10] Stroebel G. et al., "A Capacity Planning Expert System for IBM System/38", *IEEE Computer*, Vol. 19, No. 7, pp. 42~50, Jul. 1986.
- [11] Goh, W. L. and Chan, C. K., "ESHDD-An Expert System for Hard Disk Drives", *Enginee-*

ring Applications of Artificial Intelligence, Vol. 3, No. 3, pp. 186~197, 1990.

[12] Clancey, W., *Knowledge-Based Tutoring: The Guidon Program*, MIT Press, 1987.

[13] Langlotz, C. and Shortliffe, E., "Adapting a Consultation System to Critique User Plans" in *Development in Expert Systems*, pp. 77-94, Academic Press, 1984.

[14] Xu, L. and Li, L., "An Expert System Approach to AIDS Intervention and Prevention", *Expert Systems with Applications*, Vol. 6, No. 2, pp. 119~127, 1993.

[15] Basden, A. "On the Application of Expert Systems" in *Development in Expert Systems*, pp. 59~75, Academic Press, 1984.

[16] Bruno, G., Elia, A. and Laface, P., "A Rule-Based System to Schedule Production", *IEEE Computer*, Vol. 19, No. 7, pp. 32~40, Jul. 1986.

[17] Forgonne, G., "IMDS: A Knowledge-Based System to Support Concurrent Engineering at Westinghouse", *Expert Systems with Applications*, Vol. 6, No. 2, pp. 193~202, 1993.

[18] Penalva, J. M. et al., "A Supervision Support System for Industrial Processes", *IEEE Expert*, Vol. 8, No. 5, pp. 57~65, Oct. 1993.

[19] David, J. M., Krivine, J. P. and Simmons, R. (eds), *Second Generation Expert Systems*, Springer-Verlag, 1993.

[20] Newell, A. "The Knowledge Level", *AI Magazine*, Vol. 2, No. 2, pp. 1~19, Summer 1981.

[21] Motoda, H. et al. (eds), "Knowledge Acquisition", *IEEE Expert*, Vol. 6, No. 4, pp. 53~75, Aug. 1991.

[22] Cervera, E. P. I. (ed), "Validation and Verification of Knowledge-Based Systems", *IEEE Expert*, Vol. 8, No. 3, pp. 45~81, Jun. 1993.

[23] Barachini, F., "Advances in Real-Time Expert System Technologies", *AI Magazine*, Vol. 14, No. 2, pp. 18~19, Summer 1993.

[24] *Proceedings of the Workshop on Advances in Real-Time Expert System Technologies*, 1992.

[25] Rosenbloom, P. S., Laird, J. E. and Newell, A. (eds), *The Soar Papers*, MIT Press, 1993.

[26] Smith, J. et al. (eds), "The Soar Architecture", *IEEE Expert*, Vol. 8, No. 3, pp. 13~44, Jun. 1993.

[27] Davis, R. (ed), "Expert Systems: How Far Can They Go? (Part 1)", *AI Magazine*, Vol. 10, No. 1, pp. 61~67, Spring 1989.

[28] Davis, R. (ed), "Expert Systems: How Far Can They Go? (Part 2)", *AI Magazine*, Vol. 10, No. 2, pp. 65~77, Summer 1989.

국 형 준



1979 서울대학교 졸업 (공학사)
 1983 University of South Carolina at Columbia 졸업 (전산학석사)
 1989 University of Texas at Austin 졸업 (전산학박사)
 1989 ~ 현재 세종대학교 전산학과 교수

연구 분야: 인공 지능, 전문가 시스템, 지능형 교수 시스템
