

농업부문에 있어서 전문가 시스템의 활용에 관한 연구

康廷赫*, 明光植**

〈目 次〉

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| I. 서 論 | IV. 한국의 농업부문에서의 활용방안 |
| II. 전문가 시스템의 개요 | V. 결 論 |
| III. 농업용 전문가 시스템에 관한 개관 | 참고문헌 |

I. 서 論

현대 컴퓨터 문명의 총아로서 각광을 받고 있는 인공지능의 이용은 전자기술의 급격한 진보에 따라 컴퓨터가 더욱 고성능화, 소형화, 저가격화됨에 따라 그 발전 및 영역이 확산되고 있다. 이같은 현상은 인공지능을 이용한 응용소프트웨어의 다양성과 양적인 확대에서 쉽게 찾아 볼 수 있다.

인공지능(Artificial Intelligence)은 인간의 지적 활동의 전반에 걸친 자동화와 관계된 컴퓨터 학문분야로서 정의되고 있으며, 주요 연구분야는 자연언어처리(Natural language Processing), 로보틱스(Robotics), 그리고 전문가 시스템(Expert System) 등이 있다. 자연언어처리는 평상시 사람들에 의하여 사용하고 있는 자연언어를 이해하고 생성하고 수용할 수 있는 프로그램의 설계와 축조에 관여하고 있으며, 로보틱스는 인간이 보통 보고 느끼는 인간적 감각들의 복제를 통하여 더 지적으로 동적인 환경에서 자유롭게 움직일 수 있는 지능 로봇을 만드는데 목적을 두고 있다. 그리고 전문가 시스템은 복잡하고 처리가 어려운 대상에 있어서, 전문가가 아닌 사람이 자신의 문제를 해결하기 위해서 컴퓨터 단말 화면에 의한 전문가의 판단정보의 지원을 받는 것이 가능토록한 시스템이다. 이외에도 사람과 기계가 서로 음성으로 대화할 수 있는 음성인식, 이미지를 식별하는 영상

* 韓國農村經濟研究院 責任研究員

** 中央大學校 産業情報學科 副教授

(Vision)인식 등이 있다.

특히 전문가 시스템은 1960년대에 출현된 분야이지만, 인공지능의 응용분야 중에서 가장 성공적으로 현실적인 문제에 이용되고 있으므로 산업계의 주목을 받고 있는 분야이다. 그동안 군사관계를 비롯한 산업계와 학계 등에서 의학에서의 진단, 석유와 광산의 탐색, 기계의 고장진단 및 보수의 지원, 그리고 공장의 운용계획 등의 각 방면으로 그 개발이 활발히 진전되어 왔다. 외국의 선진농업국에서도 전문가 시스템의 농업분야 활용은 다른 산업분야보다 뒤져있는 것이 사실이지만, 앞으로 유전공학이나 생명공학 등 신기술의 농업분야 응용은 이에 대한 활용을 촉진시킬 것으로 판단된다.

예컨대 현재 우리농업이 처해있는 상황을 볼 때, 수요측면에서는 국민소득의 증가에 따라서 고급농산물의 수요가 크게 늘어나고 있으나, 우리농업의 공급능력이 이에 미치지 못하고 있는 실정이다. 농업인구는 빠른 속도로 줄어들며 남아있는 노동력도 고령화 및 부녀노동자 증가로 농업노동의 질 자체가 저하되고 있고, 게다가 농산물 시장의 개방으로 농민이 선택할 수 있는 작목의 폭이 크게 줄어들고 있는 것이 현실이다. 우리농업이 이러한 어려운 여건을 헤쳐나가자면 작목선정, 재배기술, 그리고 시장출하 전략 등에서 고도의 축적된 지식과 기술을 활용하는 지식산업으로 전환되어야 하며, 실제로 부분적이기는 하지만 이러한 전환이 시도 내지는 진행되고 있다고 보아야 하겠다.

따라서 현 지식기술시대의 급진적인 변화에 부응하고, 이러한 농업경영과 기술에 관한 지식들의 효과적인 관리 및 보급에 이용하기 위하여도 우리나라 농업부문에 있어서의 전문가 시스템 개발의 필요성은 충분한 것이다.

이제 이러한 전문가 시스템을 활용하여 지식기반의 농업관리라는 목표에 접함에 따라 직면하는 많은 질문들을 사전에 자문자답 하게 된다. 즉, (i)전문가 시스템은 어떠한 농업부문에서 활용될 수 있으며, (ii) 시스템을 개발하기 위한 절차와 축조에 있어서 어떠한 이용가능한 도구(tools)가 적절한 것인가?, (iii) 전문가의 지식을 어떻게 시스템으로 구현될 수 있는가? 하는 점 등이다.

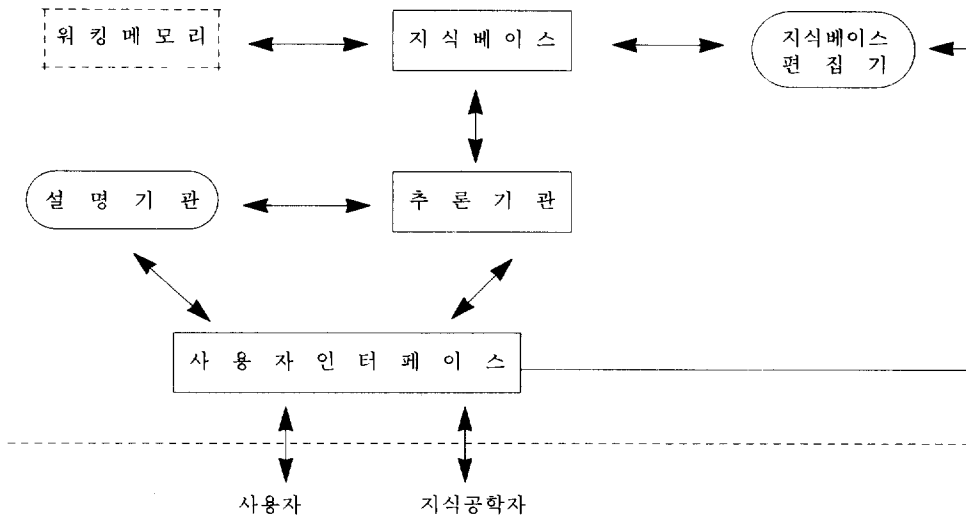
따라서 본고에서는 전술한 전문가 시스템의 기본구조와 특성에 대하여 파악하고 개발절차와 도구를 개략한다. 그리고 현 시점에서 외국의 농업관리에 있어서의 연구사례를 고찰하였다. 이로써 향후 한국의 농업부문에서의 전문가 시스템기법에 활용가능한 문제의 기준을 정의하고, 바람직한 시스템의 개발방안을 제시하고자 한다.

II. 전문가 시스템의 개요

1. 기본구조 및 특성

일반적인 전문가 시스템은 지식베이스(Knowledge Base), 추론기관(Inference Mechanism), 설명기관(Explanation Subsystem), 워킹 메모리(Working Memory), 그리고 사용자 인터페이스(User Interface)로 구성되며 이러한 기본기능에 첨가하여 지식베이스 편집기(Knowledge Base Editor)를 포괄하고 있다. 이는 다음의 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 일반적인 전문가 시스템의 구조



지식베이스는 문제영역의 전문가(domain expert)로부터 공급된 지식의 데이터베이스라 할 수 있으며, 문제를 해결하는데 필요한 사실, 규칙, 그리고 추론방법을 포함하고 있다. 여기서 영역전문가가 소유하고 있는 지식이나 경험을 수집하기 위하여 전문문헌, 저작, 그리고 전문가와의 대화 등으로부터 지식을 습득하고, 이것을 지식공학자에 의하여 시스템이 사용할 수 있는 프로그램으로 표현하게 된다. 지식을 컴퓨터에 저장하기 위해서는 지식이 어떻게 구성되어 있는가를 파악하고 표현할 수 있어야 한다. 대표적인 지식표현방식으로는 규칙기반(Rule-based), 프레임(Frame), 의미망(Semantic Network) 등이 있다. 규칙기반방식은 IF a THEN b와 같은 형태로 조건과 반응의 규칙으로 지식을 표현하는 방법이며, 대부분의 시스템이 여기에 속한다. 프레임방식은 하나의 개념을 상징하는 틀을 만들고 그 틀안에 필요한 모든 정보를 속성-값(attribute-value)의 조합으로 지식

을 표현한다. 의미망방식은 개념이나 객체를 나타내는 노드(node)들을 아크(arc)로 연결하여 각 노드사이의 관계를 표시함으로써, 분류학적 지식이나 상호의존된 지식의 표현에 적절한 방법이다.

추론기관은 실제전문가가 자신이 가지고 있는 지식에 근거하여 어떤 추론과정을 거쳐 문제해결의 결론에 이르게되는 것과 같이, 지식베이스를 이용하여 문제해결을 위한 추론과정을 거쳐 결론에 도달하게 하는 부문이다. 추론의 방식에 있어서는 주어진 사실로부터 결론을 찾아가는 전향연결방식(Forward Chaining)과 어떠한 결론을 얻어내기 위해서 사실을 확인하여 가는 후향연결방식(Backward Chaining)이 대표적으로 많이 쓰이고 있다. 여기서, 전자는 대체로 대부분의 자료가 주어질때 자료분석이나 고수준의 해석을 제공하는 경우에, 후자는 목표나 가설이 사전에 주어지거나 질의/응답 형식에 의하여 쉽게 정형화되는 상담분야에 있어서 더욱 효율적이며, 시스템에 따라서는 이들을 혼용하기도 한다. 그리고 전문가 지식에는 사실이나 지식기반 자체의 불확실성이 존재하는 경우가 있다. 이러한 추론과정의 수행에 있어서 지식베이스에 있는 불확실성을 처리하기 위하여 적용되는 통계적 방법으로는 확신인자(Certainty-Factoy)방법, 베이저안방법, Zadeh의 퍼지집합방법, 그리고 Dempster-Shafer방법 등이 있다.

설명기관은 일상생활에서 실제전문가에게 자문을 구할 경우, 어떻게 특정결론에 도달했는가하는 설명을 들을 수 있는 것과 같이 전문가 시스템이 문제해결의 어떤 결론에 도달하였을때 이에대한 이유를 설명하는 기관이다.

워킹 메모리는 문제해결 과정에서 도출되는 상태를 계속적으로 추적가능하도록 상태자료를 단기간 기억(short-term memory)하는 부문이다. 즉, 문제해결 과정에서 상호대화식으로 질의 응답하는 과정을 저장하거나, 지금까지의 이루어진 상담결과를 저장하여 설명기관이 요구할때 이 데이터를 제공하는 기능이다.

사용자 인터페이스는 컴퓨터와 사용자의 원활한 의사소통을 이루도록하는 모든 소프트웨어가 갖추어야할 필요기능이다. 여기서는 주어진 문제에 대한 정확한 정보를 사용자로부터 얻기위하여 사용자에게 주어지는 질문의 설계가 중요하다.

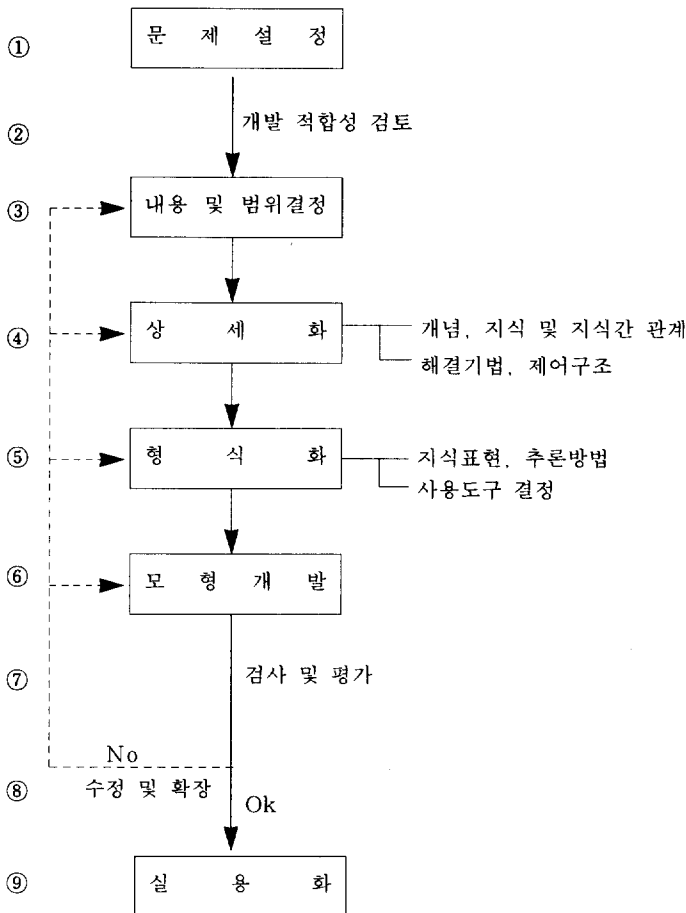
지식베이스 편집기는 지식베이스를 접근(access)하는데 사용되는 도구로서 지식베이스를 수정, 확장, 그리고 주사(scan)하기 위한 기능에 사용된다. 또한 성능에 따라서는 새로운 정보의 첨가로부터 발생한 지식베이스의 일관성 검토를 수행하는 기능도 갖고 있다.

이러한 전문가 시스템은 영상이해, 자연어이해, 음성인식이나 운동기능 등 인간의 감각기능이 없고 단지 실제전문가 기능의 지식판단 부분만 대체 또는 지원하고 있다. 요컨대, 전문가에 의해서는 상식추론의 넓은 범위의 지식을 다루며 훨씬 더 직관적으로 처리될 수 있는 반면에, 전문가 시스템은 문제영역을 사실과 제안된 규칙으로 표현하고 추론하는 과정이 요구될뿐 아니라, 빠른속도와 정확도있는 처리과정이 필요하다. 그러므로 일반적으로 매우 좁고 잘 구조화된 영역에서의 추론에 한정되어있다고 볼 수 있다.

2. 개발절차 및 도구

전문가 시스템의 일반적인 개발 절차는 다음 <그림 2>와 같다. 일단 시스템 개발 분야에 관한 문제를 설정하고, 전문가 시스템의 개발에 대한 적합성 검토를 수행한다. 이에 적합하지 않을 경우는 문제를 변경하거나 타기법을 적용하도록 한다. 그리고 대상문제의 내용 및 범위와 시스템 이용대상을 결정하여, 정형화의 수준과 사용자 인터페이스 기능을 정한다. 다음에 정확한 정형화를 위하여, 필요한 개념이나 지식 및 지식들간의 존재하는 관계, 해결기법 및 제어구조를 결정한다. 형식화단계에서는 구체적으로 지식베이스와 추론기관의 메카니즘을 설계하고, 언어나 도구의 사용여부를 판단한다. 실제 모형개발을 통하여 지식베이스 추론방식의 타당성을 검사하고, 오류의 발생시 수정한다. 또한 기능평가를 통

<그림 2> 전문가 시스템의 개발 절차



하여 전문가측면에서 지식의 정확함이나 추론의 타당성을, 이용자측면에서는 이용에 적합한 시스템인가 하는 평가를 수행한다. 이때, 최종적으로 목표로하는 시스템의 수준에 도달될 때까지 지식의 수정, 처리효율의 향상, 그리고 사용자 인터페이스를 정비함으로써 시스템을 확장하여 간다. 시험단계가 끝나면, 실용화 단계에 있어서의 지식베이스의 변경 및 추가 등의 개선은 이후 필요에 따라서 수행된다.

전문가 시스템 개발 도구(tool)는 전문가 시스템을 개발하는 업무를 보다 쉽게 하기 위하여 만들어진 프로그래밍 언어 및 지원하는 도구를 일컫는다.

프로그래밍 언어에 있어서 Fortran, Pascal, Basic 등과 같은 전통적인 문제지향적 언어를 사용하여 전문가 시스템의 개발이 일부 시도된 바 있다. 하지만 지식처리에 적합하게 다룰 수 있기 위해서는 심볼처리 언어로서 리스트 구조의 표현에 적합한 LISP(List Processing Language)와 술어논리라는 확립된 원리에 기반을 두고있는 PROLOG(Program in Logic) 등이 사용되고 있다. 이들은 다양한 종류의 문제를 해결하는데 있어서는 필요한 융통성이 있는 반면에, 배우거나 사용하는 데는 많은 노력이 든다.

개발 도구는 특별히 전문가 시스템의 개발을 위하여 인공지능 연구진에 의해서 개발된 도구로서 골격시스템과 범용시스템 및 광범위한 지원부분으로 구성되어 있다.

골격 시스템(skeletal system) 또는 지식 틀(shell)은 이미 완성된 전문가 시스템에서 해당분야의 특정지식을 제거하고 남은 추론기관과 지원부분들로서 구성된다. 일례로, CASNET 전문가 시스템으로부터 유도된 EXPERT를 들 수 있는데 골격시스템 EXPERT 사용을 고려할 경우, 지식 공학자는 해결하고자하는 특정문제가 대응하는 부모(Parent)전문가 시스템에 의하여 원래 해결된 문제와 매우 적합하다는 것을 확신하여야만 한다. 이때 단순히 문제분야의 지식을 지식 틀에 합침으로써, 최소의 노력과 시간을 갖고 개발할 수 있는 이점이 있다. 하지만 제한된 문제분야에만 적용이 가능하며 시스템 설계상의 많은 제약을 갖는다.

범용시스템(general purpose system)은 이전에 언급된 프로그래밍 언어보다 훨씬 제약되어 있지만, 특수하고 구체적인 영역에서 사용될 수 있도록 개발된 골격 시스템보다는 문제영역에 무관하게 일반성과 유연성이 다양하다.

한편, 상기의 시스템들에서 제공되는 구체적인 연구 및 상업용 시스템과 컴퓨터 규모별로 이용가능한 최근 개발된 도구들은 Watman(9), Paul Harmon(21)에 의하여 각기 요약 정리되어 있다.

이러한 설명된 개발도구들은 자체 개발능력이 없는 상태에서는 지식의 습득, 지식의 표현, 추론기능 등이 단지 도구가 제공하는 능력까지만 개발될 수 있다. 따라서, 전문가 시스템의 개발에 있어서, 언어와 개발도구 중 어느 것을 사용할 것인가 하는 선택은 대상문제의 성격이나 개발여건이외에 경제성에 따라서 좌우되게 된다. 여기서, 개발도구를 선택할 경우는 특히 지식의 표현방법과 조작의 용이성, 빠른속도의 추론, 타언어나 타응용시스템과의 양호한 인터페이스 등의 운영환경이 중요한 고려사항이다.

Ⅲ. 농업용 전문가 시스템에 관한 개관

농업부문은 특성상 환경요인에 있어서의 동적인 변화가 많다. 즉, 측정이나 제어가 불가능한 기상, 지형, 토양 등의 영향요인이 많으며 동일한 품종에 있어서도 시간적 그리고 지역적인 요인에 따라서 다르다. 통상 농업경영에서의 미래에 대한 의사결정은 불확실성과 위험이 항상 내재되어 있을뿐 아니라, 문제해결영역이 명백하게 구조화하기 어려운 영역이 많기때문에 전문가는 경험적 지식과 경험에 기초한 주관적 판단을 자주 이용하고 있다. 따라서 이러한 경험적 지식이 전문가 시스템으로 구축되어 많은 추론과 비교가 필요한 의사결정과정을 자동화함으로써, 효과적으로 많은 사용자에게 전문가의 자문을 제공하는 수단으로 활용될 수 있다.

본 절에서는 기존연구된 농업부문에서의 대표적인 전문가 시스템에 관하여 시스템 내용과 문제해결방식을 중심으로 정리해 보고자 한다.

Virginia Ploy Inst.에서는 살충제의 사용에 대한 정보제공을 위하여, Prolog언어를 이용한 原形(pilot)시스템으로 살충제 정보시스템(3)을 개발하였고, Virginia 대학에서는 사과와 수확을 자동화하기 위하여 전문가 시스템을 이용하여 패턴인식을 사용한 과실수확 시스템(3)을 개발하였다.

Berkley 농업연구센터에서는 온실의 자동관리를 전문가 시스템으로 제어하는 온실 관리시스템(2)을 개발하였다. 온실재배를 위하여 하나의 상자에 하나의 종자를 넣는 컨테이너(Container)시스템을 이용하여 파종·이동적과 등이 자동화되었으며, 이 결과 태양열 및 기타의 에너지가 효율적으로 사용되었다.

Illinois 대학에서 개발된 대두의 병해진단시스템(PLANT/ds)(17)은 일반적인 작물의 병해진단시스템으로, Pascal을 사용언어로 하여 범용추론시스템인 "ADVISE"에 지식베이스는 병징으로부터 진단을 행하는 전문가의 진단규칙으로서 구축되어 있다. 340종의 병해사례에 대하여 시스템의 정도를 파악한 결과 96% 신뢰성을 나타내었다.

千葉大學 농학부에서는 토마도(20여종)의 병해에 관한 진단을 위하여 "농업용 자문시스템(MICCS)"(3)을 개발하였다. 이는 PC-9801용으로 개발된 범용진단시스템(MICCS)을 토마도의 주요병해의 진단에 적용한 것이다. 특징은 퍼스컴을 이용하면서 내장된 Basic과 기계어를 사용언어로 하여 영상출력기능과 입출력기능을 최대한 활용하였다. 또한 사용자에 대한 상세한 설명기능을 제공하고 있으며, 추론방식은 전향추론에 의하여 재배시설의 종류, 과거 및 현재의 환경조건, 작형, 그리고 생육단계 등의 정보로부터 가능성있는 병해명을 검색하고, 병해명의 각각에 후향추론에 의하여 병징이나 병해의 발생부위 등에 진단결과를 얻어서 구체적인 방제법의 선별을 행한다. 현재 본 시스템은 실용화되고 있다.

東京大學 농학부에서는 토마도의 하우스내 축성재배에 있어서 생육관리상의 병기(10종) 진단, 12종 영양요소에 대한 과잉이나 결핍을 파악하는 비배(肥培)진단, 그리고 작물의 형

태적 특징에 의하여 구분된 4종의 생육형진단을 재배자에게 제공하는 토마도축성재배 관리 시스템(3)을 개발하였다. 여기서 지식베이스는 데이터베이스와 룰베이스로서 구성되어 있다. 단, 데이터베이스는 사실이나 현상의 기술문에 의한 데이터베이스이외에 식물체의 각 구성부분에서의 형태적 특징을 측정된 결과를 집적한 기준형태정보 데이터베이스가 있다. 이밖에 전향추론과 후향추론을 이용한 추론기관과 설명기관으로 이뤄져 있다. 지식의 표현에서는 사실에 대한 확실성을 정량적으로 나타내기 위하여 MICCS와 유사하게 확신인자 방법을 이용하고 있으며, Prolog-KABA(MD-DOS)언어를 사용하여서 구축되었다. 특히 생육형 진단에서는 통계적 분포패턴이 시스템상에 기억되어 있는 대표적인 생육형 분포패턴에 어떻게 근접하는가에 대하여 적합판정에 의한 추론을 수행하고 있다. 또한 본 시스템에서는 사용자가 계속하여야할 형태정보의 항목이 많으므로, 계속의 번잡함을 경감하기 위하여 사진이나 비디오 등의 영상정보를 활용하여야할 필요성을 제기하고 있다.

USDA 농업연구소에서 개발된 목화재배 관리시스템(Comax:cotton management expert)(14)은 목화재배 농가에게 기후에 따른 관개, 시비(施肥), 낙엽·개서(開絮)촉진제의 산포작업, 그리고 수확일에 관한 의사결정 대안을 지원한다. 기반으로 하는 시스템은 시뮬레이션 모형과 통합된 GOSSYM(Gossypium and Simulation)이며, 이것에 추론기관과 지식베이스를 부가하였다. Lisp를 사용언어로 하였으며 퍼스컴상에서 이용될 수 있다. 대규모농가(5주, 15농장)에서의 유용성의 실증결과 생산비용의 절감을 나타내었다.

Georgia Tech. 연구소에서는 전문가 시스템 Shell인 Nexpert object를 이용하여 가금(poultry)농가에서의 환경적인 제어시스템(4)을 개발하였다. 사료와 물소비, 온도, 습도, 그리고 암모니아 수준의 정보를 이용 분석하여 가금이 어떤 병을 갖거나 또는 얻게 될 것이라는 것을 사육자에게 사전예고하여 주게 된다.

Manitoba 대학과 Cinclair 농업연구소에서는 농가에서의 비료사용에 관한 의사결정지원을 위하여 비료선택조언(Fertilizer Selection Advisor: FSA)시스템(10)의 개발을 시도하였다. 의사결정과정의 목표는 시비문제에 관련된 모든 가능한 변수들 즉, 작물형, 토양형, 토양의 영양성분, 습도, 성장기 강수량의 지역기후조건, 비료복합성분, 그리고 독성제한 등을 고려하여 수익을 최대화하는 비용효과적인 대안을 선택하는 것이다. 본 시스템은 사용자와 인터페이스하기 위한 부분, 처리구성부분, 그리고 설명기관으로 구성되어 있고, 지식베이스는 Lisp언어를 사용한 목표지향형인 규칙기반 시스템이다. 原形시스템으로 특정작목에서 습도층(4종), 토양의 영양성분(1종), 그리고 비료복합물(4종)의 한정된 추론에 있어서의 실용성이 검증되었다.

Ontario 대학에서는 어린 육우(beef bull)의 성능을 평가하여 농가목축업에서의 의사결정지원을 제공하기 위한 육우종마(beef sire)선택시스템(26)이 개발중에 있다. 측정기준은 젖뎨후(postweaning)성장률, 음낭(scrotal)상태, 뒷지방(back fat)두께와 엉덩이(hip)크기 등의 특성치를 고려하고 있으며, 육우 유전학측면에서는 시험소에서 수집된 자

료를 이용하여 육우의 선택지침을 나타내고 있다. 본 시스템은 prolog 언어를 이용한 목표지향형인 규칙기반 시스템이다.

이외에도 McGregor et al.(16)는 곡물의 품종선택문제에 있어서 기존의 시뮬레이션 모형과 전문가 시스템을 통합하는 방안을 제시하고 있다. 즉 토양, 기후, 품종, 경작패턴, 생물학적 특성 등의 요인을 모의실험을 통하여 객관적인 정보를 얻은 후, 전문가 시스템을 통한 통계적분석과 동시에 그래프 등을 이용한 출력분석을 용이하게함으로써 시뮬레이션에 비전문가인 사용자가 쉽게 접근할 수 있는 장점을 들고 있다.

이제까지 여러 부문에서 대체로 原形시스템 개발이 수행되어 왔고, 이 중에는 실용화 단계에 있는 것도 있다. 특히 타분야의 전문가시스템의 개발상황과 거의 동일하게 해당영역의 전문지식을 입력하여 체계화한 시스템으로 수시로 검색을 할 수 있는 검색형시스템의 개발사례가 많다.

IV. 한국의 농업부문에서의 활용방안

우리나라에서의 현재 또는 금후에 활용가능한 농업용 전문가 시스템의 주요개발연구 분야는 농산물(수도작, 야채, 과수 등), 축산물(양돈, 육돈), 농업기계 등의 부문에 있어서 예측, 계획, 분석, 진단·보수, 설계·제어, 그리고 교육용 등의 용도로 폭넓게 이용될 수 있다. 이에대한 내용은 다음 <표 1>-<표 3>에 요약 정리되어 있다.

우선 전문가 시스템을 구축하는데 있어서는 진술한바와 같이 기본적으로 대상의 농업분야에서 실제전문가가 존재하여야 하며, 이에대한 지식을 체계화 할 수 있어야 한다. 하지만 현 시점에서의 가능한 모든 영역을 농업용 전문가 시스템으로써 개발된다면, 활용가능한 시스템의 성능상에 한계가 있으므로 적절한 반응시간을 제공하는 실용적인 성능을 얻기 어렵다. 따라서 대상으로 하는 분야의 특색을 잘 파악하여 필요한 부분에 한정하여 시스템화를 행하고, 종래의 수법으로 충분한 경우는 기존의 것을 활용하면서 개선을 지향하는 것이 필요하다.

특히 상기부문에 있어서 시스템개발이 우선 요구되는 대상은 첫째, 신기술이나 지식의 수요가 많지만 상대적으로 인간 전문가의 부족이 큰 분야 둘째, 농작·축산물, 농업기계 관리시스템의 각 분야에 있어서 복잡한 전문기술을 이용하여 총합적인 판단이 필요한 대상이려면, 전문가 시스템의 구축시 실제적인 효과가 큰 분야 셋째, 적은 투입노력으로 정보를 쉽게 획득할 수 있으며 실현성결과 확실한 분야 등의 측면을 종합평가하여 선택될 수 있을 것이다.

또한 시스템을 구축하려는 분야에 있어서 농업 전문가와 동일한 기능을 충분히 수행하기 위해서는, 실제적 가치를 갖는 가능해(feasible solution)를 산출하기 위한 적절한 크기

의 영역이 선정되어야 한다. 아울러 개발에 소요되는 도구, 하드웨어, 전문가와 지식공학자에 의한 프로젝트 수행비용 등과 경제적 효과로서 원가·시간절감, 수익증대, 그리고 일관성 있는 의사결정 등에서의 비용대비 효과분석이 병행되어야 한다.

향후 시스템의 구축환경측면에서 사전 고려되어야 할 사항들을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 농업관련분야에 있어서 축적된 과거자료 가운데 필요한 데이터를 최대한 이용하기 위해서, 우선적으로 분야별 데이터베이스화를 더욱 진전하는 것이 중요하다. 데이터베이스가 정비된 후, 지식베이스시스템에 데이터의 액세스, 데이터공유 등의 데이터 관리기법의 결합을 적용하므로써 지식베이스와의 융합형 시스템의 실제활용도 가능하다. 특히 이러한 효과적인 데이터 관리기술은 각 부문의 특정 전문가시스템이 지능적 상호작용에 의해서 도탈시스템의 구축을 가능케 할 것이다. 더 나아가 많은 다른 지식베이스시스템과 통신하면서 처리할 수 있는 강력한 분산시스템을 실현하기 위하여 농촌정보시스템과의 통합이 이뤄

〈표 1〉 농작물 분야에서의 활용가능한 주요대상

부 문	항 목	관 련 내 용
계 획	경 영 규 모	소득, 경비, 생산·생산성지표 등에 의한 경영계획
	작 목 선 택	작목간 소득비교, 지역·기상·경제적 여건, 가족의 영농기술 수준 등에 의한 계획
	품 종 선 택	지역, 기상, 작목특성, 토양시험결과치 등에 의한 계획
진 단	토 양 관 리	화학적 특성치·재배력 등에 의한 재배조건 진단, 배합토 배합방법
계 획 · 진 단	농 작 업 관 리	작물별 작부계획, 최적작업관리
분 석 · 진 단	병 해 관 리	병충해 예측·진단, 방제약제의 선택
	생 육 관 리	施肥·水·온도·CO ₂ 등 최적환경조건, 과수적과처리, 품질·수확량 및 시기에측
예 측	마 아 케 팅	출하물량·가격 시장동향, 유통 및 판매의 마케팅 전략
기 타	교육및기타연구	재배농가교육, 연구원의 연구지원, 보급원의 영농지도지원

〈표 2〉 축산물 분야에서의 활용가능한 주요대상

부 문	항 목	관 련 내 용
계 획	경 영 규 모	자금, 시장여건, 경영관련수치 등에 의한 경영계획
진 단	품 종 선 정	번식력, 육돈능력, 유전표현형, 종자실적 및 추이 등에 의한 종합진단
	병 기 관 리	병기진단, 치료대응책
예 측 · 진 단	사 육 관 리	품종·계통·기상예측·생육상황·건강상태 등에 의한 종합진단, 사육과정의 이상시 대처
기 타	교육 및 기타연구	사육기술의 개선지도, 연구원의 연구지원, 보급원의 영농지도지원

〈표 3〉 농업기계 분야에서의 활용가능한 주요대상

부 문	항 목	관 련 내 용
계 획	기 계 운 용	기계·작목·작업·토양 및 전답상태 등에 따른 기계운용 및 최적작업계획
진 단	고 장 관 리	고장원인의 진단, 간이수리 및 부품교체
진 단 · 제 어	시 설 재 배 환 경	시설재배환경제어의 최적화, 환경제어의 이상진단
	농 작 업 로 보 트	기계와 작업상태에 따른 최적운용
기 타	교육 및 기타연구	농작업에 따른 기계조작방법의 교육, 연구원의 연구지원, 기술보급원의 기술지도지원

질 수 있도록 전문가 네트워크시스템의 연계도 고려될 수 있다.

둘째, 농업용 전문가시스템의 이용대상층은 농민, 연구원, 기술보급원, 그리고 농정담당자 경우 등으로 다양하므로, 각기 특정이용자의 특성 및 수준에 부합되는 지식획득과 표현방법의 개발을 시도하여 시스템의 이용도를 높이도록 하여야 한다. 여기서 이용자에 대한 적절한 질문자료 요구와 가능한 적은절차에 의해 만족할 수 있는 대안을 얻을 수 있도록,

각 이용자의 문제해결 방식을 충분히 수용할 수 있는 효율적인 절차가 필요하다. 이러한 구체적인 개발설계를 위해서는 인간공학적 측면이나 심리학적 측면도 고려되어야 할 것이다. 이와더불어, 이용대상층의 지식과 기술수준의 차이가 크고 최종사용자가 컴퓨터에 미숙련인 초보자인 경우가 많으므로 우선 어려운 전문용어의 사용은 가능한 피해야 하며, 특히 입출력에서 친밀한 자연언어로 입력할 수 있는 사용하기 쉬운 사용자 인터페이스의 개발이 중요한 문제이다.

셋째, 농축산물의 예측, 분석·진단시스템의 경우에 있어서는, 규칙기반 시스템의 기본적인 추론방식에 의한 결론에 이르는 획득된 정적인 사실지식만으로는 사용자에게 큰 도움을 주지 못한다. 기존 응용패키지(dBASE, Lotus1-2-3, AS, SAS 등)와의 충분한 연계를 통한 다양한 결과치의 제공이 요구된다. 또한 농축산물에 있어서 생육이나 병증의 상태 등의 파악을 위해서는, 시스템내에 화상정보를 취급하는 기능이 있는 것이 바람직하다. 따라서, 화상처리장치를 퍼스컴과 접속을 고려하여 색채나 형상의 화면정보처리를 동반한 시스템화가 검토되어야 할 것이다.

네째, 최근에 퍼스컴상에서 값싸고 강력한 성능의 전문가 시스템 Shell을 이용하여 충분한 메모리 용량과 고속처리의 성능으로 수백 또는 수천규칙을 갖는 전문가 시스템을 작성할 수 있다. 또한 퍼스컴간 내지는 대형컴퓨터와 통신회선으로 연결하여 실자료의 정보를 주고받는 퍼스컴 통신에 의한 통신망 서비스의 응용이 실현되고 있다. 따라서 개발상의 위험부담이 적을뿐 아니라, 시스템 이용측면에 있어서도 이용자는 대체로 일반농가인 경우가 많을 것이므로, 효율적인 비용으로 충분한 실용성을 갖는 소규모 퍼스컴시스템상의 구현이 바람직할 것으로 본다. 한편, 중앙에 대형계산기를 설치하고 각 농가에 단말기를 배치하는 중앙집중식 처리방식으로는 데이터베이스 시스템에 전문가의 지식과 경험을 기초로 한 의사결정지원을 더욱 진전한 대규모 지식베이스 시스템의 구축이 가능하며, 소프트웨어의 일괄적인 공용에 따른 실용적인 이점도 갖게 된다. 이로써 향후 시스템의 선택에 따른 개발의 효율성과 이용시 기대효과에 대한 검토가 필요하다.

다섯째, 시스템의 신뢰도를 높이기 위해서는, 사용자의 요구사항을 정확히 파악하는 것과 영역 전문가나 사람들의 경험으로부터 정확한 지식의 습득 및 표현이 중요하다. 농업부문에서는 경험을 통하여 얻어진 지식이 중요하지만 지식베이스에 축적된 경험적 지식의 완전성과 일관성을 검증하는 지식베이스 검증기능에는 한계점이 있다. 이러한 경험적 지식을 다루는 특정영역에서는 신뢰성이 사전에 보장되도록 되어야 할 것이다. 특히 지식의 획득 방식에 있어서 선진농가나 해당분야 전문가 등으로부터 얻은 전문지식을 효율적으로 입력하기 위하여, 지식의 자동수집을 가능케하도록 자연언어의 입력에서부터 지식베이스를 자동으로 작성하는 시스템, 지식의 사용빈도로부터 그 지식의 중요도를 갱신하는 시스템, 그리고 감지장치(sensor)로부터 자료를 입력할 수 있는 시스템 등의 실용화도 요구된다.

마지막으로, 수시로 지식의 추가와 변경이 용이한 시스템으로 구축되어야 할 것이다. 또

한 개발이 완료된 후에는 지식의 유지 개선이 지속적으로 이루어져야 하며, 입력한 지식의 개선을 위해서는 반드시 시스템에 대한 사후 성능평가를 수행해야 할 필요가 있다.

V. 결 론

이상에서 농업부문에 있어서의 전문가 시스템에 관한 활용방안을 검토해 보았다. 현 시스템 측면에서는 하드웨어상의 성능은 물론이고 국외에서 개발된 다양한 전문가시스템 도구가 제공되고 있으므로, 일단 적은 노력과 비용으로 개발의 수행이 가능하다. 따라서 개발 대상에 대한 프로젝트 성공여부는 해당영역의 정확한 전문가 지식과 이용자 중심의 시스템으로 무리없이 실용화할 수 있는 효과적인 활용구축에 달려있다고 볼 수 있다. 하지만 우리의 실정에 맞는 농업용 전문가시스템의 활용연구를 더욱 가속화하기 위해서는 무엇보다 개발도구의 구현연구도 중요하다고 본다. 이를 위하여 우선 관련분야에서의 농업전문가와 지식공학자의 확보 및 기술양성이 뒷받침 되어야 할 것이다.

한편 최근에 우리나라 일부 농가에는 신기술에 대응가능한 농업구조개선의 일환으로 개인용 컴퓨터를 통한 농수산정보의 보급이 시도되고 있다. 이로써 이제 지식정보를 농업생산에 이용하려는 요구도 높아지게 될 전망이다. 실제로 전문가 시스템이 사용자의 요구사항에 당장 만족되지는 못할지라도, 과거에 불가능하였던 전문가 지식의 제공에 충분한 기여를 할 수 있는 잠재력을 갖고 있다. 이러한 관점에서 볼 때, 농림수산부에서 계획하고 있는 데이터베이스 시스템과 의사결정지원모델을 통합한 종합정보시스템의 구축계획안은 이러한 전문가시스템을 융합한 농업경영 전문가시스템으로서 확장이 이루어져야 할 것이다.

이에따라서 추후 농업의 세부부문에까지 전문가시스템이 개발 활용됨에 따라, 농업종사자들이 직접 컴퓨터를 이용하여 필요한 과학적인 농업경영이나 의사결정지원 뿐만 아니라, 통계기법의 선택 및 분석을 위한 전문지식의 지원에 있어서도 큰 역할을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 유영창, 『하수처리장 이상진단 및 대책을 위한 전문가 시스템 개발연구』, 박사학위 논문, 서울대학교, 1991.
2. 일본농림통계협회 시스템농학회편, 『人工知能と新しい 農業技術』, 1989.
3. 일본농림통계협회, 『人工知能と農業 - 精農技術と先端技術の融合』, 1988.
4. Baker, S., "Nexpert Object: Mainstreaming AI Application", IEEE Expert, Winter, pp.82, 1988.
5. Carson, B., "Mac: A Serious Contender AI Applications", IEEE Expert, Summer, pp.84, 1988.
6. Chuck W., "Expert Systems, Knowledge Engineering, and AI Tools-An Overview", IEEE Expert, Winter, pp.66~70, 1986.
7. Deborah H. Streeter, Steven T. Sonka, and Michael A. Hudson, "Information Technology, Coordination, and Competitiveness in the Food and Agribusiness Sector", American Journal of Agricultural Economics, Vol. 73, No.5. pp.1465~1471, 1991.
8. Dorothy Leonard-Barton and John J. Sviokla, "Putting Expert Systems to Work", Harvard Business Review, 1988.
9. Donald A. Waterman, A Guide to Expert Systems, Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
10. Evans, M. Mondor, R. and Flaten, D., "Expert Systems and Farm Management", Canadian Journal of Agricultural Economics", Vol.37, No. 4, pp.639~666, 1989.
11. George F Luger and William A. Stubblefield, Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems, Benjamin/Cummings Publishing Inc., 1989.
12. Ignizio, James P., Introduction to Expert Systems the Development and Implementation of Rule-Based Expert Systems, McGraw-Hill Inc., 1991.
13. Kastner, J.K. and Hong, S.J., "A Review of Expert Systems", European Journal of Operational Research, Vol.18, pp.285~292, 1984.
14. Lemmon, H., "Comax: An Expert Systems for Cotton Crop Management", Science, Vol. 233, pp. 29~33, 1986.
15. Mcgrann, James M., Kedric Karkosh and Clark Osborne, "Agricultural Financial Analysis Expert System: Software Description", Canadian Journal of Agricultural Economics", Vol.37, No.4, pp. 695~708, 1989.
16. McGregor, M.J. and Thornton, P.K., "Information Systems for Crop Management: Prospects and Problems", Journal of Agricultural Economics, Vol.41, pp.172~183, 1990.
17. Michalski, R.S. et al., "A computer-Based Advisory System for Diagnosing Soybean Diseases in Illinois", Plant Disease, Vol.67, pp.459~463, 1983.

18. Michalski, R.S. and Chilansky, R.L., "Knowledge Acquisition by Encoding Expert Rules versus Computer Induction from Examples: A Case Study Involving Soybean Pathology", *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol.12, pp. 63~87, 1980.
19. Mingers, J., "Expert Systems-Experiments with Rule Induction", *Journal of Operational Research Society*, Vol. 38, No. 1, pp. 39~47, 1987.
20. Motoda, H., "The Current Status of Expert System Development and Related Technologies in Japan", *IEEE Expert*, August, pp. 3~11, 1990.
21. Paul Harmon, "Expert Systems-Building Tools:Our Annual Survey of Expert Systems Tools Being Sold in the US", *Intelligent Software Strategies*, Vol. 7, No. 7, pp.1~11, July 1991.
22. Paul Harmon and David King, *Expert System(Artificial Intelligence in Business)*, John Willey and Sons Inc., 1989.
23. Russell L. Gum and Steven C. Blank, "Designing Expert Systems for Effective Delivery of Extension Programming", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol.72, pp. 539~547, 1990.
24. Verity, J.W., "Prolog vs Lisp", *Datamation*, pp.50~76, Janu 1984.
25. Wagner, P. and Kuhlmann, F., "Concept and Implementation of an Integrated Decision Support System(IDSS) for Capital-Intensive Farming", *Agricultural Economics*, Vol.5, No.3, pp. 287~310, 1991.
26. Wayne C. Pfeiffer, "Necessary Prior Considerations for the Construction of Agricultural Expert Systems. the Case of the Ontario Beef Sire Selection Expert System", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, Vol.37, No.4, pp. 709~722, 1989.