

## 전문가 시스템의 농업에의 적용

### Expert System Application in Agriculture

김 영 중

Y. J. Kim\*

#### Summary

In Korea, farming population is rapidly decreased in each decade. Consequently, farming is becoming more complex with multi cropping, animal production and green house farming. In order to encounter this complexity of farming, expert system applications on diagnosis, planning, designing, management, control, and training are demanded to meet the needs of agricultural society. In this article, expert system establishment procedures are stated step by step and extensive literature review was conducted on the expert system development techniques.

#### 1. 머리말

우리나라 농업인구는 급격한 감소 추세에 있고 당분간 이러한 감소 추세는 계속되어질 전망이다. 따라서 농가당 경지면적의 확대에 따라 생산작물도 다변화 되어 갈 것이고 복합영농화 되어 갈 것이다. 또한 농가인구의 감소는 농업전문가의 감소를 야기 시킬 것으로 사료된다. 이에 대한 대안으로서 전문가시스템(Expert System)의 개발, 적용은 시급하다 할 것이다. 전문가시스템은 전문가가 하는 역할을 computer가 대신 하는 일종의 software로서 농업분야에서 특히 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 본 연구의 목적은 전문가시스템의 설립과정과 개발단계를 문헌조사를 중심으로 체계적으로 기술하는 데 있다.

전문가(expert)란 훈련과 경험을 갖춘 사람으로서 보통 사람이 할수 없는 일을 하는 사람으로 전문가가 취하는 작업은 유능할 뿐만 아니라 매끄럽고 효율적이다. 전문가는 문제해결에 필요한 많은 지식을 가지고 있으면서 tricks과 ca-

veats를 적용할줄 아는 사람으로서 무관한 정보로부터 기초적 issues를 끄집어 내는데 능숙하고 전문성(expertise)을 겸비한 사람이다. 전문가는 생각을 하지 않고 아는 사람이다(Johnson, 1983). 전문가시스템은 인공지능(Artificial Intelligence)의 한 부분으로 이미 상업화가 되어 여러 분야에서 그 기능이 입증 되었다. 특히 농업분야에서의 전문가시스템 응용잠재력은 매우 유망하다고 볼 수 있다. 농업문제는 많은 불확실한 변수가 얽혀 있으므로 전문가시스템 적용에 적합한 주제라고 한다. Noris(1987)는 다음과 같은 농업문제에 전문가시스템이 적합하다고 하였다.

- 1) 지식습득이 어려운 상황
- 2) 작업성고가 일정치 않을 경우
- 3) 현재의 작업속도가 더 개선되어야만 할 경우
- 4) 열악한 작업과 지루한 반복적인 작업
- 5) 시급한 개선이 요망 되는 경우
- 6) 지식집약적 임무

\* 농업기계화 연구소

농업에서의 전문가시스템 응용은 상대적으로 새로운 분야이고 많은 주목을 받아왔다. 이미 다수의 전문가시스템이 농업분야에 사용 되어지고 있고 개발도중에 있는 것도 있다. 조만간 농업분야에서 약 200개의 전문가시스템이 필요 할 것이라고 한다 (Norris, 1987).

전문가시스템에 대한 정의는 다음과 같다. 전문가시스템은 특정분야의 권위자가 가지고 있는 지식을 프로그램화 시켜 사용자가 판단, 결정, 설계, 제어 등에 이용할 수 있는 컴퓨터 프로그램이다 (Hayes-Roth et al., 1983). 전문가시스템은 정보 또는 지식을 종합하여 대안을 선택, 평가하며 시스템의 성능, 순서를 최적화하여 문제와 위험부담을 예측하고 문제해결방법을 제시한다.

따라서, 전문가의 문제해결 방법을 비전문가가 사용하는 체계를 말한다 (Holt, 1985). 전문가시스템은 AI의 한 분야로 전문가의 지식과 사고과정을 모방하는 방법이다. 전문가시스템은 사용자와 접촉 하면서 상담자 역할을 하면서 문제해결을 능률적, 효과적으로 하기 위해 관련 정

보를 모으고 논리적 추론유형을 따른다(Keim et al., 1986). 농업 system에서 결정은 그 분야의 경험적 지식에 따라 주로 결정된다. 이러한 결정 형태는 앞으로 전문가시스템 이용을 더욱 증가 시킬것이다(Clemens and Solomon 1986, Jones and Hoelscher 1987, Gaultney 1985, and Rettinger et al., 1987). 인간이 전문분야 이외의 영역 문제를 해결하고자 할때 일반적 상식을 동원하여 최소한의 그럴듯한 해결방안을 제시할수 있지만 전문가시스템은 문제영역 밖에서 그러한 능력을 발휘할수 없다. 전문가시스템 설립과정에서 가장 어려운 부문은 문제해결을 위한 전문성 개발보다는 전문가의 결정논리와 지식을 공식화 하는 것 이라 한다(Whittaker et al., 1987).

## 2. 전문가시스템의 설립과정

전문가시스템은 다음 4단계를 따라 설립된다 : (1) 문제선정 (2) 지식획득과정 (3) 지식표현과정 (4) 시험 및 보완. 그림 1은 전문가시스템 설립개념과 결정보조시스템을 보여준다.

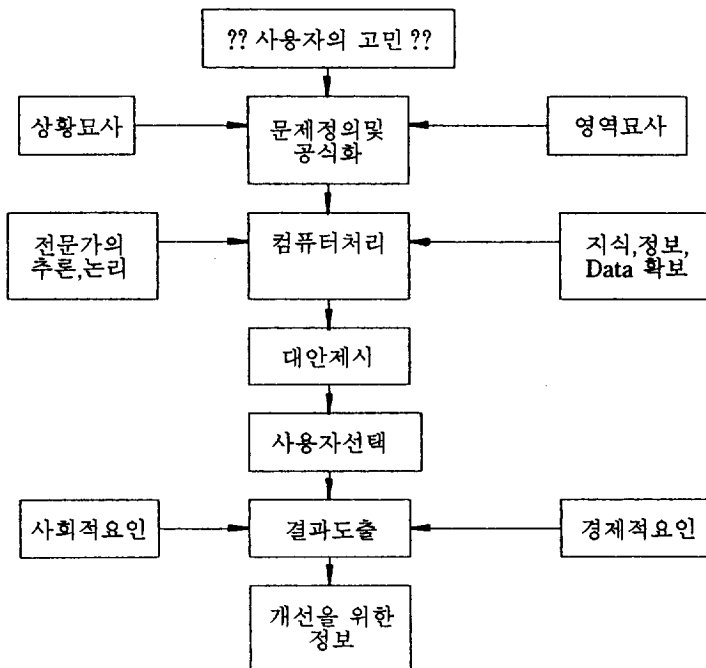


그림 1. 결정보조 시스템 개념도

### 가. 문제선정

적절한 문제의 선정은 전문가시스템 개발에 있어서 결정적 사항이다. 전문가시스템 적용에 적절한 문제는 다음 사항으로 특징 지워진다 (Whittaker and et al., 1987).

첫째, 문제해결은 전문가의 상담과 지식이 요구되는 것이라야 한다. 따라서, 문제해결과정은 산술적(algorithmic)이라기 보다는 발견적 지도법(heuristic)

이라야 한다. 산술적 해결방법은 기존의 프로그래밍 기법에 의해 수행 될 수 있으므로 굳이 전문가시스템의 필요성이 없을 것이다. 예를 들면 생산과정에서 특정조건 하에서 최대생산량은 최적화 기법으로 신속, 정확하게 추정 할 수 있다. 그러나, 시뮬레이션 결과와 선형계획모델을 이용한 생산시스템의 설계는 부가적인 조정이나 인간의 직관을 요구 한다. 전문가시스템은 이와 같은 경우 지식의 표현방법에 관한 기법을 제공한다. 전문가시스템과 기존 프로그램과의 주요한 차이점은 Knowledge와 Data와의 차이점이다. Data는 관측된 사실 또는 실험, 계산의 결과로서 컴퓨터 Database에 저장되어 사용자가 이용할수 있는 자료이다. 반면에 지식이란 연구 또는 경험을 통하여 얻는 이해 또는 인식이라 할 수 있을것이다.

둘째, 전문가시스템 개발로 해결 될 문제는 충분한 의미가 있어야 하고 반복적인 문제로서 유의한 것 이어야 한다. 전문가시스템 설립은 많은 시간, 비용, 전문성이 요구 되므로 기존의 방법으로 해결 가능 한 것이면 전문가시스템 개발은 별 의미가 없을 것이다.

셋째, 문제영역이 전문가시스템에 합당 한 것 이어야 한다. 문제의 범위는 성공적 전문가시스템 개발을 완수키 위해 매우 중요하다. 전문가시스템은 일반적으로 한정된 분야의 문제해결에 적합하다. 한정된 문제영역 내에서 전문가시스템에 적합한 작업은 전략적(strategic or long-range planning)문제 보다는 전술적(tactical or operational) 문제가 더 적합하다고 한다. 문제의 영역은 전문가가 수시간 내에 해결 가능 한 것

이라야 한다. 그러한 영역은 계획, 진단 또는 통제 등이 될수 있다.

마지막으로, 문제해결에 필요한 전문가 또는 제반요소가 전문가시스템 착수 전에 준비 되어야 한다. 만일 전문가가 존재 하지 않거나 관계 자료가 없다면 전문가시스템 설립은 난관에 봉착 할 것 이다.

### 나. 지식획득

지식획득과정은 5 단계로 이루어진다 : a) 기존의 방법조사, b) 문제의 정의 및 영역전문가 포착, c) 사용방법선정, d) 문제의 재정의 및 사용도구의 한계인식, e) 사용도구개발

지식획득은 기존의 data base, 논문, 기술정보 문서, 시뮬레이션 프로그램, 통계 프로그램, 수치해석 프로그램, 자료획득 프로그램, 영역전문가, 사례연구로 이루어질수 있다. 그러나, 주 지식원은 영역전문가가 되어야 될 것이다. 지식획득과정은 복잡하고 시간이 많이 소요된다. 그 이유는 대부분의 영역전문가의 결정과정이 복잡하고 효과적인 의사소통이 지식공학자(knowledge engineer)

와 이루어지지 못하기 때문이다. 전문가시스템 분야에서는 다음과 같은 paradox가 있다 : “더 유능한 전문가가 될수록 효과적으로 문제해결에 관한 지식을 기술하지 못한다.” 따라서 일반적으로 영역전문가와 지식공학자는 같은 사람이 될수없다. 그 이유는 지식공학자가 전문가의 지식을 더 취득할수록 논리표현에 어려움이 있기 때문이다. 또한 전문가는 순서를 서술하는데 있어서 그들의 지식을 합리화 하려는 경향으로 정확한 논리형성에 장애가 된다고 한다(Johnson, 1983).

Spangler et al.(1989)에 의하면 지식공학자는 프로그래머 업무를 겸하지 않는것이 바람직스럽고 성공적인 지식기술자가 되기 위해서는 친화력(people person) 있는 성품을 가져야 한다고 말했다.

Waterman(1986)이 서술한 지식획득의 일반적 과정은 다음과 같다 : 1) 전문가의 실제문제

해결과정을 지켜보고, 2) 토론으로 비슷한 유형의 문제해결에 필요한 data, 지식과 순서를 인지하고, 3) 전문가와 함께 scenarios를 작성하고, 4) 전문가로 하여금 문제해결방법을 서술케하고 각 단계에서 논리에 관해 질문하고, 5) interviews에 준해 rules을 세우고 그 rules을 사용해 case study를 하고, 6) 전문가로 하여금 rules과 일반적 문제해결순서를 검증케 하고, 7) 외부전문가의 반응을 scenarios와 비교하는 것이다. 이 대부분 과정에서 전문가는 밀접하게 직접적 관련이 있다.

현 시점에서 영역전문가의 지식이 자동적으로 전문가시스템에 이식 되지 못한다. 부분적 자동 지식이식은 ELIZA 같은 프로그램에서 가능하다

고 보고 되었다 (Weizembaun, 1977). 지식의 취득은 여러 방법으로 이루어 지는데 보편적으로 쓰이는 수단은 영역전문가와의 interview 이다. Interview 기법에 관해서 여러 지침들이 보고되었다. Prerau(1987)은 영역전문가와의 완전한 접촉과 외부의 방해를 최소화하기 위해서 영역전문가의 작업장소가 아닌 제 3의 장소에서 interview가 이루어져야 한다고 주장했다. 그리고, 영역전문가와의 만남은 일과후나 주말이 바람직스럽다고 추천했다(Everett, 1988). 또 불충분한 노트필기시를 대비하여 영역전문가의 말을 전부 녹음 또는 녹화하는 것이 필요하다고 보고되었다 (Hoffman, 1987).

Interview는 크게 비구성 interview와 구성 in-

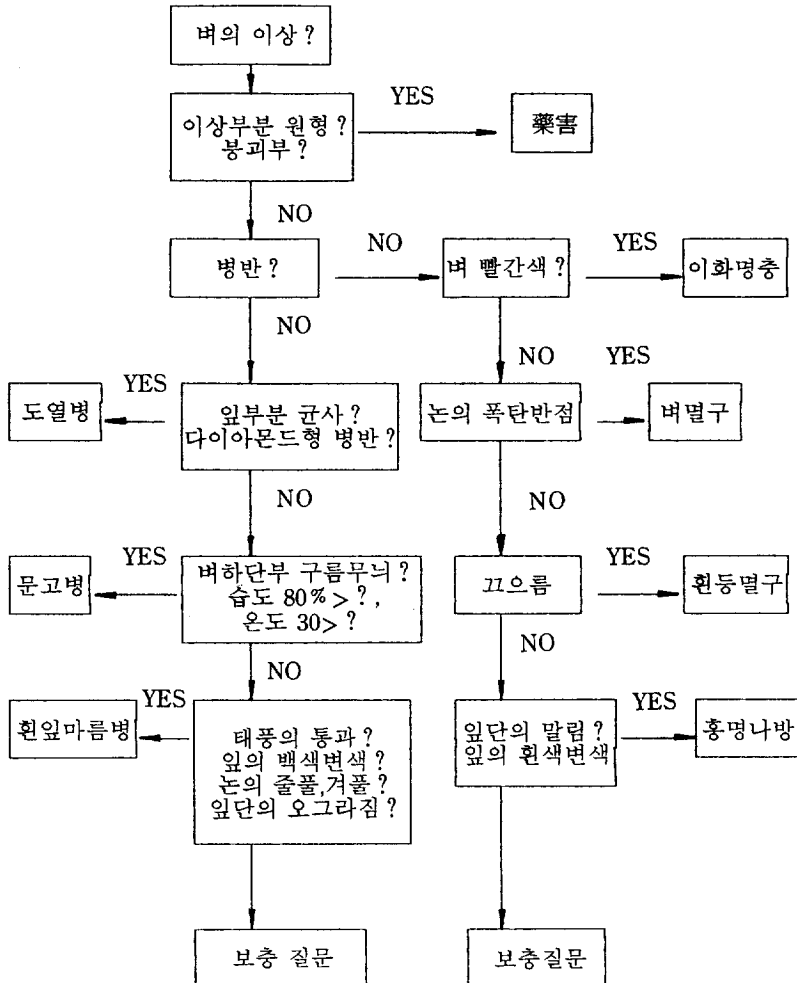


그림 2. 변 병충해진단 전문가시스템의 Rulebase에 의한 논리 개략도

interview, 2 부분으로 나누어진다. 비구성 interview는 영역전문가가 전체적인 개요를 설명할 때, 각 단계별을 실제 예를 들어 가면서 지식공학자의 최소한의 참견으로 주로 혼자 말하는 부분이다. 구성 interview는 많은 준비와 훈련이 요구된다. 구성 interview에서 영역전문가는 결정을 내릴 때 고려 되는 변수에 대한 질문을 받는다. 또, 변수 사이의 상관관계를 설명하고 각 변수가 결과에 미치는 영향을 설명한다. 지식획득방법은 전문가시스템에서의 한 분야로 현재 활발한 연구가 수행되고 있다.

#### 다. 지식표현

지식공학자는 전문가의 지식과 전문성을 표현하기 위해 적절한 표현방법을 선택하여야 한다. 표현기법과 전문가 지식의 이해 난이도는 지식표현에 있어서 가장 중요한 요소이다. 가장 효과적인 지식표현은 자연언어 (natural language)의 사용이지만 경우에 따라서 programming 언어가 바람직스러울 때 가있다. 선택된 표현기법은 전문가가 이해 할 수 있어야 하고 knowledge base가 효과적으로 유지되면서 전문가시스템 성능을 보장 할 수 있어야 한다.

Barr 와 Feignbaum(1981)는 지식은 data 구조와 해석순서로 구성되어 지능적 행동을 유도하는 것이라 말했다. 따라서 지능적 행동은 선언적 지식과 순서적 지식이 필요하다고 한다. 선언적 지식은 사건, 상황, 목표를 표현하는 사실을 나타내는 지식이고 순서적 지식은 필요한 사실을 얻기 위한 행동의 과정에 필요한 지식으로 이루어져 있다. 지식은 논리(선언적, 서술적, 변화적, 확률적, fuzzy), 산출규칙(production rules), 그리고 구조화된 표현기법(semantic nets, conceptual dependency, scripts, procedures)을 이용하여 표시된다. 이러한 techniques은 다수의 지식공학자에 의해 활발히 이루어졌다(Barr and Feigenbaum, 1981, Buchanan and Duda, 1983, Hayes-Roth et al., 1983, Rich, 1983, Winston, 1984). 전문가시스템에서의 주요한 지식표현기법은 산출규칙(production rules), 의미망(semantic nets), frames이 있다(Afzal,1990).

산출규칙은 전문가시스템에서 가장 보편적으로 쓰이는 지식표현기법으로 "If condition(antecedent) Then action(consequent)"의 형태를 갖는다. 여기서 어떤 문제의 상황이 If 부분의 상황과 일치 또는 만족시킨다면 Then 부분의 rule이 시행되는 구조이다. Semantic nets는 AI에서 가장 오래된 지식표현기법 중의 하나이다. Semantic net에서 정보는 nodes의 형태로 표시되어 각 node는 서로 연결되어 node 사이의 관계를 나타낸다. Frame은 semantic net의 특수한 형태로서 상식개념(common conceptual)과 상황을 나타내는데 주로 쓰인다. Frame은 목적물 또는 상황을 표시하는 기법으로 목적물이나 상황에 관계된 정보를 수용하는 slot이 있다. Slot은 값, default values, 다른 frames에로의 이동, rules, 순서등이 될 수 있다. 따라서 Frames은 Semantic net보다 더욱 효과적으로 사용될수 있어 지식의 보다 나은 표현을 가능케 한다(Harmon and King, 1985, Rich,1983). Frame 구조는 data의 내용이나 특질이 중요한 역할을 하는 문제해결, 즉 시각적 내용이나 언어의 이해,에 주로 사용된다.

전문가시스템 특성중의 하나는 기존의 산술적 software와는 달리 불확실한 Data를 사용할수 있다는 데 있다. 확실성(certainty factor)을 표현할 때는 흔히 수치로 나타낸다. 확실성의 정도는 -1과 1 사이에 걸쳐 있고 -1이면 완전 거짓이고 1 이면 100% 진실이다. MYSIN(Shortliffe, 1976)은 확실성 개념을 도입한 대표적 프로그램이다.

#### 라. 시험 및 보완

문제선정, 지식획득, 지식표현의 과정을 거친 전문가시스템은 영역전문가에 의해 검증되어야 한다. 전문가시스템에 의해 도출된 결론은 영역전문가의 결론과 같아야 된다. 영역전문가가 해결 할 수 없는 문제를 전문가시스템이 해결하는 상황이 되어서는 안될 것이다. 검증시 발견되는 문제는 영역전문가의 결론과 같아질 때까지 수정, 보완 되어야 한다. 개발된 전문가시스템은 그 분야의 제 3의 영역전문가에 의해서도 검증되어

야 할 것이다. 영역전문가가 수용할수있는 결론을 전문가시스템이 도출할수 있을 때 그 전문가시스템이 신뢰성이 있다고 할수 있다. 개발된 전문가시스템이 기술적으로 하자가 없다면 사용예정자에 의해서도 case study로 검증되어야 한다. 이 case study 과정중 사용자는 computer-user interface 부문을 평가해야 한다. 최종검증은 실제문제에서 전문가시스템이 사용중 각 사례별로 수행되어야 한다. 다수의 전문가시스템 tool 에서 지식공학자는 도움말, 그림, 논리과정의 설명을 도입할수 있다. 이러한 menu의 사용으로 지식전달을 확실,분명하게 도모하고 신뢰성을 증진시킬수 있을것이다.

### 3. 전문가시스템 개발도구 선정

Basic, Fortran, Pascal, C 언어로 전문가시스템을 만드는 것은 충분히 가능하지만 논리적 추론구조가 중요한 전문가시스템은 선언적 computer 언어, 즉 prolog(PROgramming in LOGic), LISP(LISt Processing), 가 적합하다. 선언적 언어는 결과와 선행조건을 일치시키는 rules 의 검증을 가능케 하므로 전문가시스템의 실행과 개발에 광범위 하게 쓰여진다. 전문가시스템 개발에 필요한 공통적 작업은 전진구조, 후진구조설정, 설명설정, rule의 제정, 질문 설정이다. 이러한 작업을 쉽게 하는것이 현재 AI 시장에서 유통되는 상업적 shell(tool)이다. Shell은 추론구조 만을 가지는 골격구조로 되어 있다. 이 골격구조에 지식공학자는 수집된 지식으로 rule을 논리적으로 설정한다. 골격구조 즉 shell의 사용은 지식공학자에게 많은 도움을 주지만 그 shell에 적합치 않은 문제에서는 어려움이 닥칠수 있다. 따라서 적합한 shell의 선택은 전문가시스템 개발시 결정적 요인 이다. Waterman(1986)은 Shell의 선정시 다음과 같은 사항을 고려해야 한다고 한다 :

- 1) 그 shell은 적당한 power와 sophistication 을 갖추었는가 ?
- 2) 그 shell에 필요한 주변기기는 갖추어 졌는가 ?

- 3) 그 shell은 신뢰성이 있는가 ?
- 4) 그 shell은 관리되어질 수 있는가 ?
- 5) 그 shell은 필요기능을 갖추었는가 ?
- 6) 그 shell은 응용시 필요한 특질을 가졌는가 ?

선택 하고자 하는 Shell은 문제 해결에 적합한 추론구조(inference engine)를 구비하고 필요충분한 rules을 수립할 수 있는 능력이 있어야 하며 Knowledge base와의 관계도 고려해야 한다. 또 사용자 편의성도 고려해야 한다.

Freedman(1987)의 Shell에 관한 review는 현재 가장 평가 받는다 한다. Shell의 선택시의 일반적 기준은 전문가가 문제해결시 적용하는 지식표현과 추론구조와 비슷한 특질을 가지는 Shell을 선택하는것이다(Engel and Wright, 1988). 전문가시스템 설립작업의 초기단계(proto-type 설립)는 선택한 Shell이 그 문제에 적절한지를 판정하는 과정이다. 현재 AI의 Shell로는 ADS, EXPERT-2, Insight 2+, KES, EXSYS, 1st-CLASS, Keystone, GURU, PC-PLUS, PC-EASY, LEVEL 5, EMYSIN 외 다수가 있다. 앞으로 대부분의 전문가시스템은Shell의 사용으로 개발 되어 질 전망이다.

### 4. 농업의 전문가시스템 응용사례

현재의 가속적 computer 보급이 계속 된다면 우리나라 농가에서도 computer를 이용한 농작업경영, 농업정보이용, 각종 시설농작업제어, 축사관리, 전문가시스템의 이용등이 가까운 시일내에 가능하리라 사료된다. 그 구체적 분야로는 각종 작물의 병충해 진단 및 처방, 시설농업에서의 환경제어, 곡물건조 및 저장, 각종 엔진고장수리, Tractor 유압 이상문제, 농약 및 비료살포, 적정 농업기계선정, 농업경영 계획 등이 있다. 최근 개발된 농업부문 전문가시스템은 다음과 같다 : Afzal과 Clark(1988)은 에너지 작물 선정 전문가시스템을 개발하였고 Schuller et al.(1988)은 combine 성능을 탈곡시 곡물의 speech

synthesis로 인지할 수 있는 전문가시스템을 개발했다. Newton et al.(1986)은 combine cleaning shoe에서 제 손실을 줄이는 COMBES라는 전문가시스템을 개발했다. Mckinnon과Lemon (1985)는 COMAX라는 면화관리 전문가시스템을 개발했다.

COMAX의 knowledge base는 농업전문가의 전문지식과 Dynamic Cotton Crop Simulation Model에서 생성되는 정보로 구성되어 있다. Black(1986)은 경운속도 선정 전문가시스템을 개발했다. EXPRESS는 땅콩 병충해관리 전문가 시스템으로서 Lacey et al.(1989)에 의해 개발되었다. Donahue et al.(1988)은 PC Plus를 개발 Shell로 이용하여 담배 병충해진단 전문가시스템을 개발 했다.

EXSQUASH는 Lower and et al.(1988)이 개발한 전문가시스템으로서 곡물의 수확, 운반, 관리, 건조, 보관시 발생하는 bottlenecks를 인식하는 프로그램이다.

SOYBUG는 INSIGHT 2+ Shell로서 제작된 프로그램으로 IBM PC 호환기종에서 운용된다. 이 전문가시스템은 soybean의 충해방지를 목적으로 2년의 기간 동안에 1명의 지식공학자와 2명의 농업곤충전문가에 의해 완성되었다(Jones et al., 1986). 기타 전문가시스템으로는 시설하우스관리, 관개계획, 농기계훈련, 농작물유통, 농가회계등이 개발 되었거나 과정 중에 있다.

## 5. 사례연구 : 벼 병충해 진단 전문가시스템

벼 병충해진단 전문가시스템(RICEPERT)은 현재 개발 중인 전문가시스템이다.

이 전문가시스템에서 전문가는 전남 나주군 농촌지도사로서 현재 본 연구소에 근무중인 연수지도사 나 택상 씨로서 농촌지도일선에 15년째 근무 중이다. 그의 말에 의하면 정확한 벼 병충해 관별은 20여년간 농사를 계속한 농부라도 어려운 문제라고 한다. 그림 2는 rulebase에 의한 벼 병충해 진단 전문가시스템의 논리구성 개략도이다.

## 6. 맺음말

전문가시스템은 AI의 한 분야로 전산업에 도입되어 응용 되어지고 있다. 농업은 속성상 과학 기술 집약적 산업으로서 전문가시스템 적용이 여러 부문에 걸쳐 절실히 요청된다. 전문가시스템은 진단, 계획, 설계, 예측,교육을 요구하는 복합적 농업문제에 이용할 수 있을것이다.

## 참 고 문 헌

1. Afzal, M. and S.J. Clark. 1988. Energy crop selection expert system for arid and semiarid regions. Proc. International Conference on Use of Computers in Agri. Extension Programs. Orlando, FL, USA. Feb. 9-10, 1988.
2. Afzal, M. 1990. Machine intelligence applications in agriculture. AMA 21(2) : 77-80.
3. Bardaie, Z. and L.K. Leong. 1991. Computer expert system for breakdown diagnostic of agricultural tractors. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 22(2) : 49-55.
4. Barr, A. and E.A. Feigenbaum. 1981. The handbook of artificial intelligence. Vol.1. Morgan Kaufmann Press, Los Altos, CA.
5. Barret, J.R. and D.D. Jones. 1989. Knowledge Engineering in Agriculture. An ASAE Monograph No.8. St.Joseph, MI.
6. Black, S. 1986. Utilizing expert systems for tillage speed selection. MS thesis. Kansas State University.
7. Buchanan, B.G. and R.O. Duda. 1983. Principles of rule-based expert systems. Advances in Computers, 22 : 163-216.
8. Clemmens, A.J. and K.H. Solomon. 1986. Potential soil and water applications of expert systems technology. ASAE Paper

- No. 86-5038. St. Joseph, MI.
9. Donahue, D.W. and N.T. Powell. 1988. An expert system for diagnosing diseases of tobacco. ASAE Paper No. 88-5022. St. Joseph, MI 49085.
  10. Engel, B.A. and J.R. Wright 1988. Selection of an expert system development tool. ASAE Paper No. 88-5017. St. Joseph, MI 49085.
  11. Everett, P.A., and et al.. 1988. Guidelines for acquiring knowledge from an expert. Proceedings Second International Conference on Computers in Agric. Extension, Orlando, FL
  12. Freedman, R. 1987. 27-product wrap-up : evaluating shells. *AI Expert* 2(9) : 69-74.
  13. Gaultney, L. D. 1985. The potential for expert systems in agricultural systems management. ASAE Paper No. 85-5003, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
  14. Harmon, P. and D. King. 1985. Artificial intelligence in business : Expert systems. John Wiley & Sons, Inc. N.Y.
  15. Hayes-Roth, F., D.A. Waterman and D.B. Lenat. 1983. Building expert systems. Addison-Wesley Pub. Co., Inc., Reading, MA
  16. Hoffman, R.R. 1987. The problem of extracting the knowledge of experts from the perspective of experimental psychology. *AI Magazine*. Summer : 53-67.
  17. Holt, D.A. 1985. Computers in production agriculture. *Science*. 28 : 422-427.
  18. Johnson, P.E. 1983. What kind of expert should a system be ? *Journal of Medicine and Philosophy* 8 : 77-97.
  19. Jones, D.D. and H.A. Hoelscher. 1987. Applications of expert systems in extension engineering. ASAE Paper No. 87-5021. St. Joseph, MI.
  20. Jones, P., J.W. Jones, P.A. Everett and H. Beck. 1986. Knowledge Acquisition : A case history of an insect control expert system. ASAE Paper No. 86-5041, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
  21. Keim, R.T. and S. Jacobs. 1986. Expert systems : The DSS of the future ? *Journal of Systems Management*. Dec. : 6-14.
  22. Lacey, D.K. and et al. 1989. Express : an expert simulation system for peanut insect pest management. ASAE Paper. No. 89-7574. St. Joseph, MI 49085.
  23. Loewer, O.J. and et al. 1988. An expert system for determining bottlenecks in on-farm grain processing systems. ASAE Paper No. 88-6073. St. Joseph, MI
  24. Mckinion, J.M. and H.E. Lemmon. 1985. Symbolic computers and AI tools for cotton expert system. ASAE Paper 85-5520. ASAE St., Joseph, MI 49085.
  25. Newton, K.A., M.L. Stone and H.W. Downs. 1986. Reducing grain losses of combine's cleaning unit by an expert system. ASAE Paper No. 86-1579, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
  26. Norris, C.W. 1987. Expert system pegged for rapid growth. *Agricultural Engineering*, July/August.
  27. Prerau, D.S. 1987. Knowledge acquisition in the development of a large expert system. *AI Magazine* 6(2) : 43-51.
  28. Rettinger, J.C., G.E. Miles and G.E. Wilcox. 1987. Muskmelon production expert system. ASAE Paper No. 87-5029, ASAE St., Joseph, MI 49085.
  29. Rich, E. 1983. Artificial Intelligence. Mc-



- Graw-Hill Book Co., N.Y.
30. Shortliffe, E.H. 1976. Computer-based Medical Consultations : MYSIN. Elsevier Science Publisher.
  31. Schueller, J.K., R.M. Slusher and S.M. Morgan. 1986. An expert system with speech synthesis for troubleshooting grain combine performance. Trans. of ASAE 29(2) : 342-350.
  32. Spangler, A.M., C.D. Ray and K. Hamaker. 1989. Knowledge acquisition for expert system development. Computers and Electronics in Agriculture 4 : 23-32.
  33. Waterman, D.A. 1986. A guide to expert systems. Addison-Wesley Pub. Co., Inc., Reading, MA.
  34. Weizenbaum, J. 1977. ELIZA psychiatrist program. Artificial Intelligence. Addison-Wesley Pub. Co., Inc., Reading, MA.
  35. Whittaker, A.D. and et al. 1987. Guidelines for getting started with expert systems. Agricultural Engineering. July/August : 24-27.
  36. Winston, P.H. 1984. Artificial Intelligence. Addison-Wesley Pub. Co., Inc., Reading, MA.

### 학 회 광 고

한국농업기계학회지에 게재할 광고를 다음과 같이 모집하오니 많은 투고 있으시길 바랍니다.

-아 래-

1. 원고의 종류 : 논문, 자료, 신간소재, 강좌 등
2. 원고작성요령 : “아래한글” 또는 “보석글”을 사용하여 워드프로세싱하여 디스켓에 수록하고 사용한 한글의 소프트웨어를 명기하여 우송함.
3. 원고접수 : 수시접수(원고 제출부수는 원본포함 3부와 디스켓. 16권 4호에 게재할 원고는 11월 20일까지)
4. 제 출 처 : 441-744, 경기도 수원시 권선구 서둔동 103  
서울대 농대 농공학과대 한국농업기계학회.