

# 오이와 토마토의 질병 진단을 위한 전문가 시스템 개발

## Develoment of Expert System for Diagnosis fo Sterss of Cucumber and Tomato

서상룡\*

고병진\*

정회원

정회원

S.R.Suh

B.J.Ko

### 1. 서론

현 국내 농업은 세계경제의 자유경쟁 체제로 인해 소규모이고 노동집약적 형태에서 점차 대규모화 되어가고 있으며 적은 노동을 투입하여 고품질의 농산물을 생산하는 경쟁력 있는 농업으로 변해가고 있다. 이를 위해 현대 농업은 타 산업과 마찬가지로 정보화 되어 가고 있으며 농업에 필요한 정보들을 신속하고 용이하게 얻는 것도 효율적이고 경쟁력 있는 농업을 위해 절실히 요구되는 사항이다.

특히 농업정보는 농업의 특성상 필요한 시기에 신속하고 적절한 정보의 전달이 요구되며, 정보의 가공도 연산에 의한 알고리즘(algorithm) 형식의 가공보다는 논리와 추론을 기반으로 하는 경험적(heuristic) 형식의 가공이 요구되고 있다. 즉 단순한 수치적인 정보보다는 비정형적이고 전문화된 인간의 사고가 포함된 정보를 요구하는 경우가 많다. 그러므로 이를 위해서는 기존의 정보 제공 시스템에 비하여 정보의 분류가 용이하고 정보들을 유기적으로 통합하며 전문적이고 비정형화된 지식을 전달할 수 있는 발전된 정보 제공 시스템의 구축이 요구된다. 이를 위하여 농업분야, 특히 농업기계 분야에서는 각종 센서와 신경회로망, 전문가 시스템, 퍼지이론 등 인공지능 기술을 응용하여 농업의 정보를 효율적으로 취급하려는 시도가 있었다. 이 중 전문가 시스템은 특정 전문 분야에서 전문적인 지식과 경험을 가진 전문가가 논리적인 방법으로 추론하여 당면한 문제를 해결하는 과정을 컴퓨터를 이용하여 그 과정에 상응하는 과정을 구현할 수 있도록 시스템을 설계한 것으로서 전문가의 지식 및 경험을 문서화하고 향상성 있게 보존할 수 있도록 한 것이다. 즉 전문가 시스템은 다양한 현장에서 지식 및 경험의 확충을 풍부하고 용이하게 할 수 있도록 한 것이다. 그리고 이러한 전문가 시스템이 사용자에 의해 이용될 경우 전문가들의 지식과 정보는 사용자에게 용이하게 전달될 수 있다.

최근 국내의 오이와 토마토의 시설 재배는 고수익성으로 재배 면적과 생산량에 있어 비교적 빠른 증가를 이루어 왔다. 이러한 시설재배에서 나타나는 오이의 각종 질병과 생리장해는 여러 요인들의 상호작용에 의하여 발생되므로 시설재배자의 입장에서는 특정 병이 발생될 경우 병의 진단과 방제방법 등에 대한 판단이 대단히 어렵고, 많은 경우 전문가의 자문을 필요로 한다. 그러나 그러한 전문가의 수는 소수이고 자문기능은 시간 및

---

\* 전남대학교 농과대학 생물산업공학부

공간적으로 제한되고 있다. 따라서 오이와 토마토 재배 현장에 있어 각종 질병의 진단을 위한 전문가 시스템과 같은 정보제공 매체의 필요성은 절실한 실정이다. 본 연구는 이러한 영농현장의 요구에 부응하기 위해 다음과 같은 주안점을 갖는 오이와 토마토의 질병 진단을 위한 전문가 시스템을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

## 2. 결과 및 고찰

지금까지 개발된 대부분의 전문가 시스템은 범용의 상업적인 전문가 시스템의 개발 도구, 예를 들면 PC+, KEE, KES 또는 미국 항공우주국(NASA)에서 개발한 CLIPS 등을 사용하여 개발되었는데 이들 대부분이 외국에서 개발되었기 때문에 관련 정보의 축적이나 사용자의 질문 입력과 결론 출력에 있어 필히 사용하여야 할 언어인 한글의 사용이 용이하지 않는 치명적인 문제점이 있다. 이러한 기존의 전문가 시스템 개발 도구 중 CLIPS는 비교적 최근에 개발된 도구이고 구입비용의 부담이 없이 사용 가능한 도구이나 이 또한 한글 사용에 있어 불편함이 있고 더군다나 사용 컴퓨터의 운영체제(operating system)가 MS Window 98 이후 제품인 경우 대용량 정보처리에 있어 문제점이 있음을 알게 되었다.

전문가 시스템의 개발은 전산업무와 전문가 시스템에 능통한 지식공학자(knowledge engineer)가 관심 대상분야의 문제 해결에 정통한 전문가(expert)와의 접견을 통해 수행되어 왔다. 그런데 대부분의 경우 지식공학자와 관심 분야 전문가의 전문 분야는 상이하기 마련이고 그에 따라 상호 의사 전달의 어려움이 크며 그로 인해 개발과정에 있어 시간적 손실이 많을 뿐만 아니라 부정확한 정보가 개발 시스템의 주요 요소로 구성될 수 있는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 가능한 전문가 시스템 개발 도구를 관심 분야 전문가가 지식공학자의 도움을 최소로 하면서 직접 접근할 수 있는 구조의 것으로 하는 것이 바람직하다.

전문가 시스템은 당면한 문제의 해결을 위한 여러 가지 다양한 프로그램의 집합으로 단순한 프로그램이라기 보다는, 사용자와 전문가 시스템 사이의 정보의 상호전달을 편리하게 하는 사용자 인터페이스(user interface)와 전문가 시스템의 구동을 위해 필요한 독립된 구조인 지식베이스, 그리고 지식베이스의 검색이나 추론 등을 구현하는 여러 개의 추론기구(inference mechanism)와 전문가 시스템의 문제 해결을 돕기 위한 데이터베이스 및 시뮬레이션 모형 등이 유기적으로 통합된 구조의 형태를 가짐으로써, 하나의 시스템을 구성하게 된다.

기존의 전문가 시스템에서는 지식 베이스 구축의 어려움에 의해 전문가 시스템의 제작에 어려움이 있었으며, 또한 설치와 사용에 일반 사용자들이 어려움을 느꼈다.

본 연구에서는 전문가 시스템에 기본적인 지식만 있는 사람도 쉽게 전문가 시스템을 제작할 수 있도록 하였으며, 주 사용자가 농민이 되는 전문가 시스템이므로 Visible하게 완벽한 윈도우형 인터페이스를 갖추어 쉽게 사용할 수 있도록 하였다.

가. 전문가 시스템의 구조

시설 재배 현장에서 수집된 생체정보를 기반으로 병의 진단 및 생육장해를 진단할 수 있게 개발된 전문가 시스템의 구조는 아래 그림과 같다.

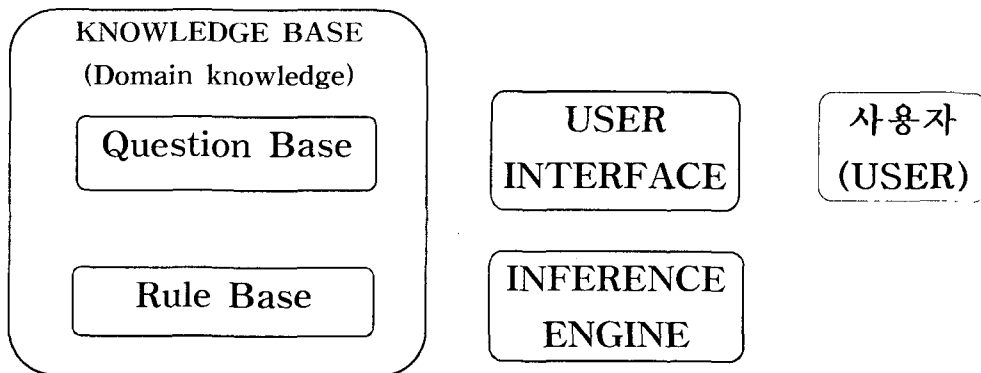


그림 1 Structure of Expert System Development tool

1) 지식의 표현 방법의 선택

추론엔진 내에서의 지식의 표현방법은 rule-based, semantic net, frame 등으로 분류되는데, 본 연구에서는 농업에서 필요한 지식의 형태인 어떤 영역에서 다년간의 경험을 통해 얻어지는 문제를 해결하는 경험적인 지식을 표현하기 적합한 규칙에 의거한 지식표현 방법을 사용해 전문가 시스템을 개발하였다.

2) 지식베이스(KNOWLEDGE BASE) 구성

지식베이스는 전문가 시스템의 정확도에 가장 큰 영향을 미치는 부분으로 전문가들의 경험적 지식을 적절한 지식 표현법으로 체계화시킨 것이다.

본 연구에서는 오이와 토마토의 생육장해 지식베이스를 구축하기 위해서 시설 채소의 생육장해와 병해충 방제(최귀문 등, 1995)와 여러 문헌 자료 조사와 전문가와의 접견을 통해 구축하였다.

또한, Visual-FoxPro를 통해 질의 응답과 룰의 적재는 모든 작업이 마우스 작업으로 이뤄지고 Visual한 그래픽 화면을 통해 처리되도록 하였으며, 구축 시간과 조정에 필요한 수고를 줄일 수 있게 하였다.

전문가 시스템은 사용자로부터 질문을 통해서 문제에 대한 정보(fact)를 얻는 것으로 추론에 필요한 정보를 얻는 질문 과정은 이해하기 쉬워야 하고 질문 또한 단순해야 한다. 이를 위해 그림 2와 같이 네 단계의 질문 구조를 갖게 하였다.

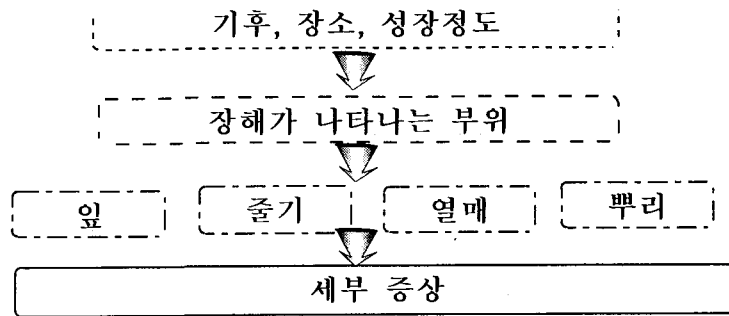


그림 2 Question structure of the developed expert system

### 3) 추론엔진(INFERENCE ENGINE)

추론이란 주어진 규칙(Rule)과 사실(Fact)의 모임으로부터, 논리적으로 타당한 새로운 사실을 얻어내는 과정으로, 고전적인 추론은 연역 추론(Modus Ponens), 대우 추론(Modus Tollens), 삼단 논법(Syllogism) 등이 있다.

전문가는 사용자가 문제 해결을 위해 현재 상황을 기술하는 정보(fact)를 제공하며, 이 정보와 자신의 전문적인 지식 및 경험을 바탕으로 다양한 형태의 추론을 통해 문제 해결을 위한 적절한 결론을 도출한다.

전문가 시스템도 역시 사용자가 제공한 정보를 바탕으로 자신의 지식베이스 내의 규칙을 이용하여 논리적으로 추론할 수 있도록 설계되어야 하는데, 이를 수행하는 방법이 바로 추론기구(Inference Mechanism)이고, 추론기구를 프로그램화 한 것이 추론 엔진(Inference Engine)이다.

#### 가) 추론 엔진 구성

본 연구에서는 비전문가들에게 보급할 수 있는 편리한 방식의 추론엔진을 개발하였다. 개발되어진 추론 엔진은 사용자 인터페이스에서 사용자에게서 입력받아진 사실(fact)들과 시스템 개발자가 미리 만들어 놓은 지식베이스를 입력받아 결과를 출력하는 것이 주목적이다. 지식베이스는 조건과 수행의 형식으로 되어있는데, 조건부의 수와 수행부의 수는 임의적이다. 때문에 프로그램 내에서 지식베이스의 메모리를 할당하는 문제가 있으나, 이를 Rule-Base의 조건부와 수행부를 재귀적으로 호출함으로써 조건부나 수행부의 수가 늘어나도 메모리를 할당하여 빠른 수행속도를 갖게 하였다.

#### 4) 사용자 인터페이스(User Interface)

사용자 인터페이스란 사용자와 시스템 사이에서 사용자에게 직접적으로 보여주거나 사용자로부터 입력을 받는 부분이다. 이는 추론에 필요한 정보를 얻기 위해서 사용자에게 질문을 하고 답을 얻어내는데, 본 연구에서는 Visual Tool의 장점을 이용하여 완벽한 윈도우형 사용자 인터페이스(GUI)를 구현하였다.

#### 5) 확신도 표현

확신도는 일반적으로 사용되고 있는 MYCIN의 확신도 표현 방식을 사용하였다. 확신도의 계산법은 아래와 같다.

$$CF_1 + CF_2(1 - CF_1) \quad \text{both} > 0$$

$$\frac{CF_1 + CF_2(1 - CF_2)}{1 - \min(|CF_1|, |CF_2|)} \quad \text{both} < 0$$

$$CF_1 + CF_2(1 + CF_1) \quad \text{both} > 0$$

### 4. 결론

본 연구에서 전문가 시스템은 Visual-FoxPro를 사용해 rule-based, forward chaining 방식의 추론엔진을 개발하여 농업에서의 경험적 지식을 쉽게 표현이 가능하도록 하였으며, rule-based의 구성에 재귀적 호출을 사용하여 많은 양의 룰 베이스를 처리할 수 있도록 하였다.

또한 개발된 전문가 시스템의 사용자 인터페이스는 Visual Tool의 장점을 이용해 완벽한 윈도우형 사용자 인터페이스(GUI)를 구현함으로써 보다 편리하게 또 다른 전문가 시스템을 제작할 수 있고, 개발된 전문가 시스템의 사용자 인터페이스는 화면상에 필요한 질문만을 출력하고, 사용자의 질문에 대한 답을 입력받아 추론엔진에 전달함으로써 결과를 추론하는 방식의 사용자 인터페이스를 구현하여 기존에는 농업분야의 전문적인 지식을 습득한 전문가의 조언을 통해야만 해결할 수 있었던 문제들을 Computer를 통해 필요한 경험적 지식을 쉽고 빠르게 얻어내 사용할 수 있도록 하였다.

실제 재배현장에서 수집된 과채류의 생체정보를 기반으로 병의 진단과 생육장해를 진단하는 전문가 시스템을 개발하고 이를 농민들에게 보급함으로써 병해의 조기 진단 및 정확한 진단을 통해 적기/소량 방제로 농약의 사용량과 노동의 투입량을 줄이고 생산성을 향상시키는 효과를 기대할 수 있을 것이다.

또한, 개발된 전문가 시스템을 web상에서 구현된다면 기존의 인터페이스와 Data Base가 완전히 분리되어 인터페이스의 Upgrade나 Data Base의 처리가 이원화됨으로써 지속적인 보완이 가능할 것이다.

### 5. 참고문헌

1. 김기성. 1999. Visual FoxPro Programming. 삼양출판사.
2. 김기성. 1999. Visual Basic Database Programming. 삼양출판사
3. 최귀문, 한만중, 김병수, 유승헌, 정순주, 정범윤. 1995. 시설채소의 생육장해와 병해충 방제. 한국원예기술정보센터 서울 종로 출판부. pp.88-152, pp.330-256.
4. 이재규, 최형림, 김현수, 서민수, 주석진, 지원철. 1996. 전문가시스템 원리와 개발. 법영사. pp.294-314.

5. 이윤배. 1993. 전문가시스템. 흥릉과학출판사. pp249-256.
6. 고령지농업시험장. 1999. 인터넷 기반 실시간 감자역병관리 전문가시스템 개발. 연구보고서.
7. 조성인, 배영민, 김승찬, 박은우, 황헌, 윤진일. 1997. CLIPS를 이용한 Windows 95용 한글 전문가시스템 인터페이스 개발. 한국농업기계학회지. pp. 363-370.
8. 조성인, 박은우, 배영민, 김승찬, 신광훈. 1998. 오이의 주요 병 및 영양 장애 진단 전문가 시스템 개발. 한국농업기계학회지. pp.499-506.
9. 이종수. 1999. WWW상에서 CGI를 이용한 농업용 전문가시스템의 추론엔진과 사용자 인터페이스의 개발. 서울대학교 석사학위논문.
10. 성재훈. 1998. 오이 생육장애의 비파괴 진단법 개발. 전남대학교 박사학위 논문.
11. 류육성. 2000. 토마토의 비파괴 생체계측과 생육장애 진단. 전남대학교 석사학위 논문.
12. Gary Riley. 1998. Expert Systems. PWS Publishing Company. pp.327-359.
13. Winston, Patrick Henry. 1984. Artificial Intelligence. Addison-Wesley Publishing Company. pp.191-199.
14. David W. Rolston. 1988. Artificial Intelligence and Expert Systems Development. McGraw-Hill International Editions. pp.99-106.
15. Robert I. Levine, Diane E. Drang, Barry Edelson, 1990. AI and EXPERT SYSTEMS. McGraw-Hill International Editions.
16. Donald A. Waterman. 1996. A guide to Expert Systems. Addison-Wesley Publishing Company.
17. Ken Pedersen. 1989. Expert Systems Programming. John Wiley & Sons Inc.