

WWW 상에서의 CGI를 이용한 농업용 전문가 시스템의 추론엔진과 사용자 인터페이스의 개발

Development of Inference Engine & User Interface for Agricultural Expert system using CGI in World Wide Web

이종수*	조성인*
정희원	정희원
J.S.Lee	S.I.Cho

1. 서론

우리 사회의 발전과정 중 현 시점을 정보화의 시대라 부를 수 있을 것이다. 더욱이 컴퓨터의 급속한 발전으로 인해 정보화는 더욱 가속되어가며, 정보의 공유와 저장이 쉬워졌으며, 디지털화 되어가고 있다. 또한, 우리 시대에서의 농업은 세계경제의 자유경쟁 체제로 인해 소규모, 노동집약적이었던 국내 농업환경은 대규모화 되어가고 있으며, 적은 노동을 투하하여 고품질의 농산물을 생산할 수 있는 경쟁력 있는 농업으로 변화되어가고 있다.

소기의 목적을 달성하기 위해 인력을 대체할 수 있는 기계화가 가속화 되어가고 있다. 그렇지만 농업기계의 고장, 수리 등에 관련 된 정보 등 농업에 필요한 정보들을 신속하고 용이하게 얻는 것도 효율적이고 경쟁력 있는 농업을 위해 절실히 요구되는 사항이다.

특히, 농업정보는 농업의 특성상 작업시기에 민감하여 신속한 정보의 전달이 요구되며, 수치적인 정보보다는 비정형적이고 전문화된 인간의 사고가 포함된 정보를 요구하는 경우가 많다. 그러므로 신속한 농업정보의 전달을 위한 방법이 개발되어야 하며, 수치적이고 분류가 용이한 정보들을 담기에 용이한 일반적인 형태의 정보들을 전달할 수 있는 방법(database)이 아닌 유기적으로 통합되어 전문적이고 비정형화된 지식도 전달할 수 있는 정보제공 방법을 사용해야 될 것이다.

현재 인터넷이라는 전세계의 컴퓨터들이 하나의 거대한 망으로 연결되어 컴퓨터간에 정보를 주고받을 수 있도록 구성된 세계 최대의 네트워크가 구성되어 있으며, 그 중에서 WWW이라는 사용하기 편리하며, 직관적으로 사용할 수 있는 서비스가 개발되어 있다. 이러한 인터넷 특히 WWW을 사용하여 농업정보 제공 시스템을 제공하게 된다면, 컴퓨터를 많이 접하지 못하는 농민들도 쉽게 농업에 필요한 정보를 얻을 수 있을 것이며, 농업생산성을 향상시킬 수 있을 것이다.

농업 분야, 특히 농업기계 분야에서는 각종 센서와 신경회로망, 전문가시스템, 퍼지이론 등 인공지능 기술을 응용하여 농업의 생산성 향상에 기여하고 있다. 그중 전문가 시스템은 전문화된 분야에 고도의 전문적인 지식과 경험을 가진 전문가가 논리적이고 추론적인 방법으로 당면한 문제를 해결하는 과정을 컴퓨터를 이용하여 그 과정에 상응하는 과정을 구현할 수 있도록 시스템을 설계한 것이며, 전문가의 지식 및 경험을 문서화하고, 항상성(consistency)있게 보존할 수 있다. 또한 전문가 시스템을 다양한 현장에 적용함으로써 지식 및 경험의 확충을 풍부하고 용이하게 할 수 있을 것이다. 이러한 전문가 시스템을 농업정보 제공 시스템에 적용한다면, 수치화 되지 않은 전문가들의 특화되고, 비정형적인 정보들도 용

이하에 전달할 수 있다.

기존의 전문가 시스템의 제작 방법은 일반적인 상업용 전문가 시스템의 제작 도구를 사용하여 제작되었는데 사용하기 어려워 전문가 시스템에 일정한 지식을 가진 지식공학자가 주어진 분야의 문제의 해결에 상당한 전문적인 지식을 가지고 있는 전문가와의 접견을 통해 제작되었다. 그로 인해 전문가 시스템을 만들고자하는 농업분야에의 비전문가인 지식공학자와 특정 농업분야에의 전문가와의 의사 전달의 어려움으로 인해 시간적 손실이 많았으며, 부정확한 정보가 룰로 구성될 수 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 농업전문가 자신이 쉽게 전문가 시스템을 제작할 수 있도록 간편하게 룰을 제작할 수 있는 전문가 시스템의 추론엔진과 인터페이스가 필요하게 되었다.

본 연구에서는 이러한 점을 개선하기 위해 WWW상에서 구동되는 농업용 전문가시스템의 추론엔진을 개발하여 누구나 쉽게 접속하여, 전문가 시스템의 사용하고 제작할 수 있도록 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 전문가 시스템

전문가시스템은 인공지능의 한 분야로서 인공지능이 실용화되는 과정에서 각광받는 분야 중의 하나이며 다양한 형태의 전문가시스템의 등장은 실제로 컴퓨터가 혁명으로 접어들은 1970년대 초반이라고 할 수 있다. 전문가 시스템은 의학, 과학, 공학, 경영, 제조업 등 많은 분야에서 개발되어 왔으며 농업분야에는 1980년대 초부터 실용적으로 응용되기 시작하면서 주목을 받아왔다. 농업에 있어서 전문가 시스템의 적용분야는 상당히 광범위하고 다양하며, 지금까지 전문가 시스템에 관한 여러 연구가 진행되어 왔다. 지금까지는 농업에 응용한 바는 Illinois대에서 개발한 콩이나 옥수수 등의 여러 병해 진단 전문가 시스템들(Plant/ds, Plant/cd)이나 CROP¹⁾ 나 FSA²⁾ 등 농업경작에 도움을 주는 등의 지식베이스를 개발한 연구가 가장 많았고, 조성인 등[13]이 한글 전문가 시스템을 위해 사용자인터페이스를 개발한 연구들이 있었다. 그러나 좀더 발전된 농업에의 응용을 위해서라면, 농업에 적합한 추론엔진을 개발하는 것이 필요할 것이다. 게다가 농업인구의 감소로 농민이 필요한 전문가를 찾는 일이 쉽지 않으므로 더욱 간단하게 찾고 접근할 수 있는 전문가 시스템의 방식이 필요할 것이며, 농민들에게 더욱 직관적으로 결정할 수 있는 멀티미디어 인터페이스를 개발하는 것도 중요할 것이다.

전문가 시스템의 3가지 주요구성 부분 중 추론엔진(inference mechanism) 부는 인간 사고의 3가지 부분, 즉 학습, 추론, 인식 중 추론의 기능을 컴퓨터에서 그에 상응하는 과정을 구현하도록 한 것이며, 전문가 시스템 내에서의 인간의 두뇌의 기능을 담당하는 것이다. 지금까지 여러 가지 추론엔진을 포함한 전문가 시스템 개발도구들이 있었으나 워낙 고가이고, 그 프로그램마다 각각의 다른 인터페이스를 가지고 있어 다른 용도로 사용하기에는 어려운

1) CROPS (Buick et al., 1992) 지속적 농업용 위한 작물의 돌려짓기를 위해 개발된 전문가 시스템

2) FSA (He et al., 1991) 다양한 품종의 작물을 재배하는 곳에서 지역/품종/생육 시기에 따라 비료의 살포량을 적절히 제어하기 위한 전문가 시스템

점이 있었다.

그리하여 본 연구에서는 쉽게 이식이 가능하게 만들어 WWW에 사용이 가능하고 농업에의 적용이 편리한 추론 엔진부를 개발하였다.

2.2 인터넷(Internet)

인터넷은 전세계의 컴퓨터들이 하나의 거대한 망으로 연결되어 컴퓨터간에 정보를 주고 받을 수 있도록 구성된 망중의 망(network of networks), 또는 정보의 낙원(information paradise)으로 불리는 세계 최대의 네트워크이다. 원래 인터넷의 기본은 오직 문자로만 서비스되는 텔넷, FTP, 전자메일, 유즈넷(usenet)등이다. 그런데 이들 원격 접속, 파일 전송, 전자우편, 뉴스 등의 서비스는 각각 제공하는 기능이 다르고, 동작원리와 실제 사용되는 프로토콜도 다르다. 그래서 서비스를 사용하는 방법 또한 각기 다르다. 다시 말해서, 각각의 기능을 사용하기 위해서는 사용법을 매번 따로 익혀야 한다. 이런 작업은 인터넷에 익숙지 못한 초보자나 일반인에게는 아무래도 부담이 되는 일이다.

만약 이런 모든 작업을 하나의 통일된 인터페이스를 사용해서 할 수 있다면, 사용자에게는 무척 편한 일이 될 것이다. WWW 서비스는 인터넷이 있는 수많은 자원들을 통일된 하나의 인터페이스로 이용할 수 있게 해주며, 멀티미디어 환경을 제공함으로써 폭발적으로 사용자가 늘어나게 되었다. 모자이크나 넷스케이프같은 웹 브라우저의 발달로 인터넷은 대중화의 길로 접어들었다. 사용의 편리함과 기존의 텍스트 방식에서 멀티미디어 환경을 제공하여 직관적인 방식으로 쉽게 사용할 수 있게 되었다.

대중화의 길로 접어선 인터넷의 농업에의 활용 가능성은 여러 가지가 있다. 그 동안 농산물의 판매나 농업에 관련된 회사나 단순한 정보의 제공 등의 활용 예는 있었지만, 농업에 관련된 전문가들과의 연결창구는 거의 없었다. 그리하여 본 연구에서는 농업에 관련된 정보가 아닌 지식의 연결 창구로서 전문가 시스템을 인터넷 특히 WWW상에 연결하여 구동될 수 있도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 WWW상에서의 전문가 시스템

전문가 시스템이 웹 상에서 구동되려면 전문가 시스템의 사용자 인터페이스가 웹에 맞게 재구성되거나 새로 개발되어야 하는데, 본 연구에서는 CGI를 사용하여 서버가 클라이언트에 질문을 전송하고, 클라이언트에서 서버로 질문에 대한 답만을 전송하게 되면, 서버는 이 결과를 인식해서 그에 따른 질문을 출력하거나, 모든 질문이 끝났을 경우 결과를 브라우저에 출력하도록 새로 개발하였다.

그림 1은 개발된 시스템의 구성도이다.

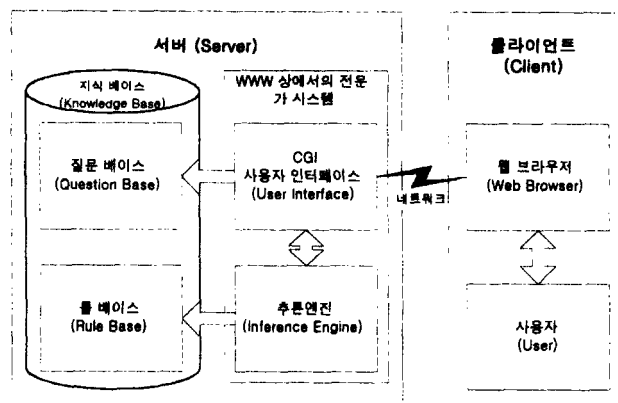


Fig.1 Flowchart of the developed expert system

3.2 추론엔진 구성 및 알고리즘

이전부터 개발된 많은 상업적인 전문가 시스템의 추론엔진이 있으나 고가이고 추론엔진이 WWW과의 연동에는 부적절한 사용자인터페이스를 포함하고 있다.

본 연구에서는 비전문가들에게 편리한 방식의 간이 보급용 추론엔진을 개발하였다. 개발되어진 추론엔진은 사용자 인터페이스에서 사용자에게서 입력받아진 사실(fact)들과 전문가 시스템 개발자가 이미 만들어 놓은 지식베이스를 입력받아 결과를 출력하는 것이 주목적이다. 지식베이스는 "IF 조건 THEN 수행"의 형식으로 되어있는데, 조건부의 수와 수행부의 수가 임의적이다. 그러므로 프로그램 내에서 지식베이스의 메모리를 할당하는데 문제점이 있는데, 이를 룰 베이스의 조건부와 수행부를 재귀적 호출(recursion)을 사용해 조건부나 수행부의 수가 늘어날 때마다 메모리를 할당해 줌으로서 빠른 수행속도를 가지게 하였다.

또한 추론엔진내의 확신도는 일반적으로 사용되는 MYCIN의 확신도 표현 방식을 사용하였다. 확신도의 계산은 다음과 같다.

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

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

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

3.3 사용자 인터페이스의 구성

전문가 시스템의 사용자 인터페이스는 CGI(Common Gateway Interface)를 이용하여 웹 브라우저 상에서 질문을 출력하고 그 질문에 대한 답을 입력받을 수 있도록 제작하였다.

CGI란 웹과의 동적인 대화를 위한 웹서버의 감독하에 외부 프로그램을 수행하기 위한 인터페이스이다. CGI의 주요 목적은 웹의 표준 권한을 벗어나는 정보와 서비스들과의 통신을 제공하는 것이다.

원래 웹 서버는 문서를 전송하고 브라우저에게 그 문서가 어떤 종류의 문서인지만 알려줄 수 있는 능력만 가지고 있다. 그러나 서버는 한 가지 중요한 사실을 알고 있는데, 다른 프로그램을 실행시키는 방법을 알고 있다. CGI 프로그램은 데이터 파일을 읽고 쓸 수 있고(웹 서버는 이를 읽을 수만 있다.), 실행시킬 때마다 다른 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

CGI 프로그램의 실행시킬 때마다 다른 결과를 얻을 수 있는 방법을 통해 전문가 시스템의 질문을 CGI 프로그램으로 웹 브라우저에 출력하고, 그 질문의 결과를 입력받아 그 결과를 사용하여 다시 새로운 질문을 CGI 프로그램을 통해 출력하여 주도록 하였다.

또한 질문 베이스에서 더 이상 출력해줄 결과가 없으면 지금까지 입력받은 결과를 사용하여 추론엔진을 구동하여 최종 결과 값을 얻어내도록 하였으며, 그 결과를 다시 브라우저에 출력하여 주도록 하였다.

3.3.1. Web 브라우저 상에서의 질문의 출력

질문의 형식은 일반적으로 화면에 출력해야 할 질문과 질문들에 의해 fire된 fact들에 의해 출력이 결정되는 질문 두 가지로 나타내었다.

일반적인 질문(질문명이 Q(uestion))은 질문베이스의 순서에 따라 웹 브라우저 상에 출력이 되며, 질문명이 FQ(followed question)인 질문은 일반적인 질문들에 의해 fire된 fact들을 조사하여 일치하는 fact가 있으면 그 질문을 수행하도록 하였다. 질문베이스만 적절하게 작성하게 된다면 필요 없는 질문을 화면에 출력하지 않을 수 있도록 하였다.

질문 자체는 단답형과 복답형으로 구분하여 단답형일 때에는 브라우저에서의 form 입력 양식 중 radio 버튼을 사용하여 질문에 대한 답을 하나만 입력할 수 있도록 하였으며, 복답형일 때에는 form 입력 양식 중 checkbox 버튼을 사용하여 답을 다중으로 입력할 수 있도록 하였다.

그림 2는 WWW상에서의 사용자 인터페이스의 구성이다.

3.3.2 Web 브라우저 상에서의 결과의 출력

브라우저 상에서의 결과의 출력은 사용자 인터페이스에서 질문의 출력이 끝나게 되면 추천엔진을 구동시켜 사용자 인터페이스에서 입력된 fact값들과 룰 베이스내에 있는 룰을 추천엔진이 forward chaining을 하여 추론된 결과를 파일에 저장하게 하였다. 결과의 저장 시에 확신도의 설정치 이상인 경우에만 저장하도록 하여 확신도가 낮은 결과가 출력되어 결과의 판단에 혼란을 주지 않도록 하였다. (현재 설정되어 있는 값은 확신도가 50 이상일 경우에만 출력되도록 하였다.) 사용자 인터페이스는 그 추론된 결과를 다시 입력받아 브라우저에 그 결과를 출력해 주도록 하였다.

그림 3은 추론된 결과의 브라우저 상에서의 출력이다.

4. 요약 및 결론

농업에의 활용성이 높은 전문가 시스템을 개발하고 이를 WWW상에 CGI를 통해 연결함으로써 기존의 WWW상에서 전달할 수 있는

Fig.3 Result display of the expert system in WWW

정적인 정보를 넘어 동적으로 정보를 얻을 수 있도록 하였으며, 서버 측의 기술과 웹 브라우저내의 기술만을 사용하여, 농민들이 불편해 할 수 있는 플러그인, 전문가 시스템 등의 프로그램 설치 없이 쉽게 브라우저만으로 전문가 시스템을 구동하여 정보를 얻을 수 있도록 하였다. 또한 기존의 전문가 시스템의 룰 베이스를 간단히 재구성하여 웹 상에서 구동할 수 있도록 하여, 지금까지 개발된 전문가 시스템들의 재활용성을 높였다.

지금까지 WWW상에서 database등 정형적인 정보를 다룰 수 있는 기술에는 많은 발전이 있었다. 그러나 아직 전문가 시스템 등 비정형적인 정보를 다룰 수 있는 기술은 많은 발전이 없었다. 본 연구에서는 농업분야에 적합한 WWW상에서의 전문가 시스템을 개발하여 농업분야에서의 경험적 지식의 활용성과 확장성을 높였다.

본 전문가 시스템은 C언어를 사용해 rule-based, forward chaining방식의 추론엔진을 개발하여 농업에서의 경험적 지식을 쉽게 표현이 가능하도록 하였으며, 룰 베이스의 구성에 재귀적 호출(recursion)을 사용하여 적은 메모리로 많은 양의 룰 베이스를 처리할 수 있도록 하였다.

개발된 전문가 시스템의 사용자 인터페이스는 CGI(Common Gateway Interface)를 통해 WWW 브라우저 내에서 필요한 질문을 출력하고, 사용자의 질문에 대한 답을 입력받아 추론엔진에 전달함으로써 결과를 추론하는 방식의 사용자 인터페이스를 구현하여 기존에는 농업에의 전문적인 지식을 습득한 전문가의 조언을 통해야만 해결할 수 있던 문제들을 네트워크를 통해 전문가 시스템에 직접 접속하여 필요한 경험적 지식을 쉽고 빠르게 얻어내 사용할 수 있도록 하였다.

또한, 사용자들이 동시에 접속하여도 서로 독립적으로 결과를 추론할 수 있도록 사용자 인터페이스를 구성하였다.

5. 참고문헌

- [1] Joseph Giarratano, Gary Riley, "Expert Systems", PWS publishing Company, 93.
- [2] Ken Pedersen, "Expert Systems Programming", John Wiley & Sons Inc. 89.
- [3] Herbert Schildt "Artificial Intelligence using C", McGraw-Hill, Inc. 87.
- [4] Ed Tittel, Mark Gaither, Sebastian Hassinger, Mike Erwin "CGI BIBLE", IDG Books Worldwide, Inc. 96.
- [5] Jeffry Dwight, Michael Erwin 공저, 김영훈 역, "Special Edition Using CGI", 정보문화사. 96.
- [6] 서울대학교, "Java 및 DAVIC 분산 객체 기술을 이용한 인터랙티브 멀티미디어 농업기계 정보서비스 개발 연구 2차년도 연구 보고서", 연구 보고서, 1998년 10월.
- [7] 조성인, 김승찬, "Clips를 사용한 한글 전문가 시스템을 위한 사용자 인터페이스의 개발", 한국농업기계학회지 Vol. 18(2) : 133~143.
- [8] 조성인, 박은우, 배영민, 김승찬, 신광훈, "오이의 주요 병 및 영양 장애 진단 전문가 시스템 개발", 한국농업기계학회지 Vol. 23(5) : 499~506.
- [9] 이용범, "수도작을 위한 적정농기계 선정 전문가시스템 개발", 서울대학교 석사학위논문, 96.