

# 수도작을 위한 적정 농기계 선정 전문가 시스템 개발(II)

## - 전문가 시스템 개발 -

### Development of Expert System for Selection of Optimized Farm Machinery in Rice Farming(II)

#### - Development of Expert System -

이용범*	조성인**	김승찬**	신승엽***
정희원	정희원	정희원	정희원
Y.B.Lee	S.I.Cho	S.C.Kim	S.Y.Shin

## 1. 서론

전 분야를 통틀어서 전문적인 지식을 가진 사람들의 진단이나 처방을 필요로 하지 않는 부분은 없다. 의사의 진단 처방, 변호사의 변호, 수리공의 수리 방법 등 각계 각처에서 전문가의 도움이 필요한 실정이다. 실제 이런 때 우리는 이런 사람들과 만나 이들의 처방과 의견을 듣게 된다. 그러나 이런 경우 많은 비용이나 시간 등을 필요로 하게 될 뿐만 아니라, 경우에 따라선 부족한 지식을 가진 전문가의 처방으로 인하여 부정확한 진단을 받게 될 때도 있다. 이런 때 우리는 진단과 처방을 인간 전문가 없이 컴퓨터의 도움으로 간단하게 내릴 수 있기를 바라게 되는데 이런 원인들이 전문가 시스템(expert system)의 존재 의미를 부각시킨다.

전문가 시스템은 인공지능(artificial intelligence)의 한 분야로서 인공지능이 실용화되는 과정에서 각광받는 분야 중의 하나이며, 다양한 형태의 전문가 시스템의 등장은 실제적으로 컴퓨터가 혁명기로 접어들 1970년대 초반이라고 할 수 있다. 전문가 시스템이란 전문화된 일정 분야에 고도의 전문적인 지식과 경험을 가진 전문가가 당면한 문제를 추론적으로 해결하는 과정을 프로그래밍하여 전문가와 직접 상면하지 않고 컴퓨터를 통하여 그 해결책을 찾는 것이라고 할 수 있다. 전문가 시스템의 핵심은 시스템이 구축되는 동안 축적되는 강력한 지식 베이스(knowledge base)라고 할 수 있는데 이는 휴리스틱(heuristic)을 바탕으로 구축되며 추론적인 처리와 대규모 지식을 효율적으로 처리할 수 있다. 따라서 영농 규모 외에 농기계 기종별 다양한 특성 등과 농가 개개인의 연령, 기계 작업 경력, 재산 정도, 해당 지역의 경지 정리 상태 등 영농 환경을 고려한 적합한 인적 요인의 고려에는 전문가 시스템의 적용이 필수적이라고 할 수 있을 것이다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 개발 도구

일반적으로 전문가 시스템을 개발하는 방법은 전문가 시스템 개발 도구를 사용하는 방법과 기호 처리 언어인 LISP나 PROLOG를 사용하는 방법이 있다. 이들 중에서 PROLOG가 꾸준히 대 중화되어 왔으나 현재 전문가 시스템에서 가장 널리 사용되고 있는 언어는 LISP이다. 그러나 이들 언어를 사용하면 전문가의 지식을 규칙화하는 지식 베이스 구축에 드는 시간과 노력보다 상대적으로 추론 기관(inference engine) 프로그램과 인터페이스(interface)의 개발 등에 더 많은 시간을 소모하게 되고 또 상당한 인공지능 프로그래밍 기술을 요구하게 된다. 따라서 본 논문에서는 미국 NASA에서 개발된 범용 전문가 시스템 개발 도구인 CLIPS를 사용하되 한글을 사용할 수 있도록

\* 농촌진흥청 연구관리국 연구조정과

\*\* 서울대학교 농업생명과학대학 농공학과 농업기계전공

\*\*\* 농촌진흥청 농업기계화연구소 재배기계과

록 사용자 인터페이스 기능들을 개발하여 만든 HCLIPS를 이용하였다.

#### 나. 전문가의 선정

지식 베이스에서 지식을 획득하는 방법은 해당 분야 전문가와의 접견인데 본 연구에서는 국내 전문가를 분야별 전문가로 각각 선정하여 신뢰도를 제고시켰다. 농업기계화연구소에 근무하면서 농기계 공동 이용 조직과 농기계의 합리적 운영에 전문가이신 박남중 과장과 벼농사 일관 작업 체계 분야의 김학규 박사, 농기계 선택에 있어 경제적 이론에 이운룡 박사, 그리고 실제적으로 농기계를 이용하고 있는 경북 상주 위탁영농회사의 김진하, 경기도 안성 기계화영농단의 박찬기, 경북 문경군 기계화 전업농가인 권칠훈, 그리고 강원도 고성군 농기계 대리점의 최선물 대표 등으로 구성하였다.

#### 다. 확신도 산정

본 연구에서는 시스템의 신뢰도를 높이고 정확한 결론을 추론하기 위하여 확신도를 사용하였다. 확신도라는 것은 추론에 사용되는 규칙들의 경험적인 신뢰성을 나타내는 값으로 -100%에서 100%의 범위에서 부과하였으며 숫자가 높을수록 높은 확신도를 가진다. 확신도는 규칙들이 적용될 때마다 새로 계산되어 지는데 본 연구에서는 확신도 계산을 MYCIN 전문가 시스템에서 사용한 다음과 같은 계산법을 이용하였다.

$$CF = CF(OLD) + ( CF(NEW) * (100 - CF(OLD)) / 100 )$$

CF : 새로 계산되는 확신도

CF(OLD) : 이전의 확신도

CF(NEW) : 현재의 확신도

### 3. 전문가 시스템 개발

#### 가. 분석 요인

##### (1) 기종별 기계적 요인

농기계는 규격과 형식에 따라 각각 개별적인 특성을 가지고 있다. 이런 특성은 작업자에게 작업의 편이성을 주기도 하고 불편함을 주기도 한다. 그 중에서 가장 중요하게 고려한 요인이 작업자에게 피로 정도를 안겨 주는 노동부담율이다. 이 노동부담율은 어떤 기종을 가지고 작업을 하느냐에 따라 달라지는데 이는 에너지대사율을 표시하는 방법인 RMR(Rest Metabolic Rate)을 측정함으로써 그때의 노동부담율을 간접적으로 예측할 수 있다.

기체의 크기 및 회전 반경은 농기계가 농로 주행 시에는 실작업율에, 포장 내 작업 시에는 포장 효율에 영향을 미치게 된다. 따라서 기체의 크기 및 회전 반경은 포장의 경지 정리 여부 및 포장 규격에 큰 영향을 받게 된다. 또 농기계 가격 및 정부 지원액은 농기계 구입자의 재산 정도와 밀접한 관계가 있으며 농기계 운전·작업 등의 용이성은 기계 작업 경력에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서 기종별 기계적 요인은 에너지대사량, 기체 크기 및 회전 반경, 구입 가격 및 정부 지원액, 조작의 용이성 등을 고려하였다.

##### (2) 농가 개별 환경적 요인

동일한 영농 규모라 해도 농가별로 적정 기종은 달라질 수 밖에 없다. 즉, 영농자의 연령은 기계의 유지 관리능력 및 금후 영농 종사 기간을 예측할 수 있으며, 재산 정도는 농기계 구입시 조금 수월하게 영농할 수 있도록 약간 큰 기계를 구입할 여력을 판단할 수 있다.

기계 작업 경력은 농기계 조작·수리·운전 능력에, 기체 크기 및 회전 반경은 경지 정리 상태

에 영향을 받는다. 또 직파작업은 이앙으로 작업해야 할 면적 산정시, 그리고 산물 처리 기반은 콤바인 구입 시, 벌크형(bulk type)을 구입할 것인지? 자루형을 구입할 것인지?를 결정하는 중요한 요인이 될 수 있다. 따라서 농가 개별 환경적 요인은 나이, 재산 정도, 기계 작업 경력, 경지 정리 상태, 직파작업, 산물 처리를 할 수 있는 기반(미곡 처리장, 개량 공간, 화력 건조기 등)등을 고려하였다.

### 나. 지식 베이스(knowledge base)의 구축

전문가 시스템은 전문가의 지식을 체계화하여 컴퓨터에 입력하고 이러한 지식을 이용하여 주어진 정보를 처리하고 추론하여 결론을 유도하는 프로그램으로, 전문화된 영역의 문제 해결 방법들을 부호화한 규칙 집합을 이용하며, 이렇게 저장된 전문가의 지식을 처리하기 위해 추론 엔진을 이용한다. 이러한 전문가 시스템의 추론 엔진을 개발하기 위해서는 우선 지식의 표현 방법이 결정되고 추후에 이러한 지식을 처리하기 위한 적합한 추론 엔진의 개발이 이루어지게 된다. 본 연구에서는 전문가 시스템에서 가장 많이 쓰이는 지식 표현법이고 다년간 경험을 통해 얻어진 지식의 경우에 적합한 production rule-base를 사용하였다. 전문가 시스템의 지식 베이스는 농업기계화연구소의 검사 성적과 농기계 기종별 특성, 농가 개별 환경적 요인 등을 농기계 전문가와 경영 주체별 농기계 이용자들의 경험적 지식들로부터 확보한 지식들을 종합하여 1차적으로 개발된 최소 이용비용 농기계(economic machine)의 선정 결과에 따라 2차적으로 지식 베이스의 확신도 값을 조정하여 완성하고 다음과 같은 IF-THEN Rule을 개발하였다.

( defrule GENERAL-22

(DRYER "경제적 기종" "21 석")

("타방법건조율" "없음")

("연령" "20 ~ 40대")

("재산정도" "부농")

("기계경력" "5년이상")

=>

(assert ("구입기종" "21석 건조기" cf 95 =(gensym)))

(assert ("구입기종" "36석 건조기" cf 86 =(gensym)))

(assert ("구입기종" "45석 건조기" cf 49 =(gensym)))

(assert ("구입기종" "60석 건조기" cf 4 =(gensym)))

### 다. 시스템 개발

#### (1) 개발 체계

1차적으로 부담 면적 및 기계 이용 비용을 고려하여 최소 이용 비용으로 영농이 가능한 기종을 선별한 후 그 기종을 근간으로 하여 그림 1과 같은 체계로 시스템을 구성하였다.

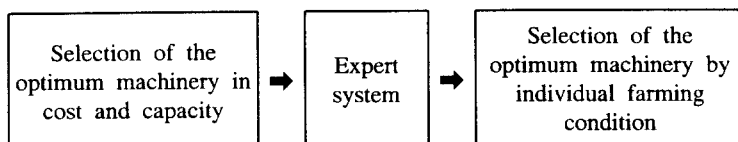


Fig. 1. The diagram of expert system to select optimized machine in rice farming

- Capacity
  - Field efficiency
  - Real working efficiency
  - Efficiency of available working day
  - Speed
  - Effective width
  - Available working day
  - Working hours per day
- Costs
  - Fixed costs
    - Depreciation costs
    - Repair costs
    - Interest
    - Costs of machine house
  - Variable costs
    - Labor costs
    - Fuel costs
- Conditions of farm machinery
  - RMR
  - Size
  - Radius of rotating
  - Price(loan)
  - Easy operating
- Individual farming conditions
  - Age
  - Asset
  - Work experience with machine
  - Land preparation condition
  - Rates of direct seeding
  - Preparation for bulk rice storage

Fig. 1. The diagram of expert system to select optimized machine in rice farming (continued)

## (2) 실행

본 전문가 시스템은 1차적으로 최소 이용 비용 농기계 선정 프로그램에서 가장 경제적으로 영농이 가능한 기종을 선발한 후 전문가 시스템에서 지식 베이스를 참고하여 작성한 규칙(rule)에 따라 재차 처리되도록 하였다. 즉 최소 이용 비용 농기계 선정 프로그램에서 최종 구입 정보 메뉴를 실행한 후 시스템을 종료하면 전문가 시스템이 가동되어 그림 2와 같은 초기 화면이 나타난다.

사용자가 도움말을 참고하여 영농 개별 여건인 연령, 기계 작업 경력, 재산 정도, 경지 정리 상태 등을 입력하게 되면 최종적으로 확신도 값과 함께 최적 기종을 선발해 내며, 그 기종에 대한 국내 보급 기종을 대상으로 간단한 기종들의 제원, 가격, 성능 등이 제시된다.

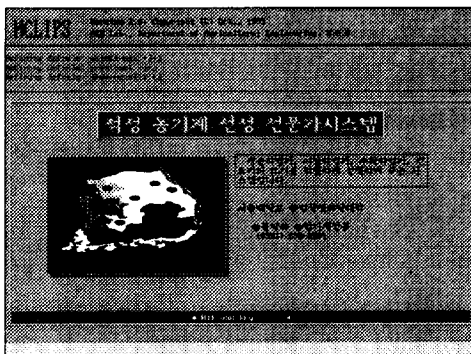


Fig. 2. Initial screen of expert system

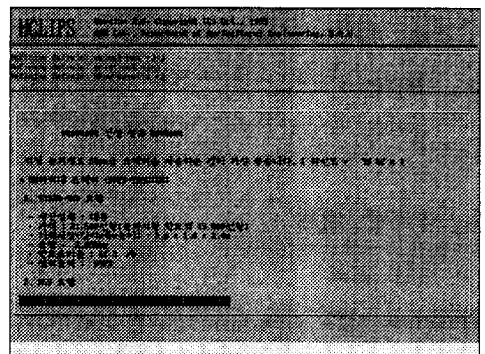


Fig. 3. Result screen of expert system

## 4. 결과 및 고찰

전문가 시스템의 실행 결과를 살펴보면 경운 정지의 경우 최소 이용 비용 컴퓨터 프로그램에서는 40ps급 트랙터가 선정되었지만 사용자의 영농 환경에서 입력한 정보가 재산 측면에서 작업 규모에 비해 조금 수월하게 영농을 할 수 있도록 약간 큰 기계를 구입할 여력이 있는 부농에 해당

되고 그 지역의 경지 정리가 600~1500평으로 대체로 잘되어 있고, 구동형 농기계 작업 경력이 5년 이상이며 연령이 20~40대에 해당되는 상태에서 전문가 시스템은 최종적으로 40ps급보다는 50ps급을 구입할 것을 강력히 추천하고 있다. 이러한 결과에 대해 전문가의 검정 의견은 전문가 시스템이 출력해 내는 결과가 객관성보다는 전문가의 주관적 판단으로 이루어지기 때문에 전문가의 구성이 무엇보다 중요하며, 또 시스템 구축 후 검정 및 보완 등이 철저히 뒤따라야 하는 등 어려움이 있으나 전문가 시스템은 시대성 및 현실성이 잘 반영되어 앞으로 이런 분야에 전문가 시스템의 적용이 필수적일 것이라는 견해를 보였다.

## 5. 참고문헌

1. 강창용, 1992. 합리적인 농기계의 선택과 이용. *농촌경제* 15(1)
2. 강창호 외 1인, 1985. 경운기의 이용실태 조사연구. *농시논문* 27(1)
3. 김학규, 1995. 대규모 포장의 벼농사 일관기계화체계에 관한 연구. 박사학위논문. 서울대학교 대학원
4. 농업경영관실, 1994. 작목별 작업단계별 노동력 투입시간.
5. 농촌영양개선연수원, 1994. 활동별 에너지 대사량표
6. 이윤배, 1993. *전문가시스템*. 홍릉과학출판사
7. 임정남 외 1인, 1988. 기상권역별 특성과 경지이용도. 농업기술연구소
8. 장동일 외 2인, 1994. 위탁영농을 위한 기계화전문가시스템 개발. *한국농업기계학회지* 19(3)
9. 조성인 외 1인, 1993. CLIPS를 사용한 한글 전문가시스템을 위한 사용자 인터페이스의 개발. *한국농업기계학회지* 18(2)
10. 日本農業機械部, 1975. 水田作の 機械化計劃
11. 日本農業機械化協會, 1987. 高性能 農業機械導入基本方針 及び 參考資料
12. 日本農業機械學會誌, 1988. エモスパート・システムのコンバイン故障診断への應用. 50(4).
13. 日本農作業研究會, 1985. 農作業便覽
14. Giarratano-Riley, 1989. *Expert system Principles and Programming*.
15. Lyndon, B. 1991. *CLIPS Reference Manual Vol. I, II*. Software Technology Branch, Johnson Space Center(NASA). COSMIC, Athens, GA, USA.
16. Lyndon, B. 1991. *CLIPS User's Guide*. Software Technology Branch, Johnson Space Center(NASA). COSMIC, Athens, GA, USA.
17. Waterman, Donald A. *A Guide to Expert Systems*. Addison-Wesley Publishing Company.