

# 지능을 이용한 농사 전문가 시스템

## Farming Expert System using intelligent

홍유식(You-Sik Hong)<sup>1)</sup>

### 요약

기존의 예측 방법들은 과거의 통계적인 수치를 사용해서 미래를 예측했었다. 정확하게 농산물 가격을 예측하려면 정확한 지식과 많은 노력이 필요하다. 그러므로 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 본 논문에서는 농산물 예측 가격을 향상하기 위해서 전처리로 퍼지 및 신경망을 사용하였다. 또한 후처리로써 예기치 못한 상황을 실시간으로 예측할 수 있는 지능형 농사 전문가시스템을 개발하였다. 시뮬레이션결과 제안된 농산물 가격 예측이 퍼지 규칙을 사용 하지 않은 기존 수요예측 시스템보다 가격오차를 줄일 수 있음을 입증했다.

### Abstract

Conventional estimating methods forecast the future that it usually using the past statistical numerical value. In order to forecast the farming price, it must need many effort and accuracy knowledge. Therefore, to solve the these problems, this paper to improve forecasting farming price using fuzzy rules and neural network as a preprocessing. Also, we developed an intelligent farming expert system for real time forecasting as a postprocessing about unexpectable conditions. Computer simulation results proved reducing pricing error which proposed farming price expecting system better than conventional demand forecasting system does not using fuzzy rules.

논문접수 : 2005. 4. 15.

심사완료 : 2005. 5. 10.

---

1) 정회원 : 상지대학교 컴퓨터 정보공학과 교수

\* 이 논문은 상지대학교 2003년도 교내연구비로 수행되었습니다.

## I. 서론

한해 무·배추값이 좋으면 다음해 너도 나도 심고, 값이 폭락하면 재배 면적을 줄이고 다음해 또 무더기로 심어 피해를 보는 현상이 되풀이되고 있다. 무·배추값이 뛰면 발떼기한 중간상만 배불리고 값이 떨어지면 떨어지는 대로 그 피해를 농민들이 고스란히 떠안게 돼 이래저래 농민만 골병이 들고 있는 셈이다[1].

농민들도 이런 현상을 뻔히 알고 있지만 매년 설마 설마하면서 똑같은 피해를 반복하고 있고 농정당국도 해마다 재배면적과 가격 동향 등을 파악해 농가 지도에 나서지만 실효를 거두지 못하고 있다. 농사는 하늘이 도와야 되지만 농사를 잘 지으려면 과학적인 기초 자료를 가지고 대처해 나가는 것이 시급한 과제다. 그러므로 이러한 문제점을 해결 하기위해서 전년도와 비교해서 논의 위치별 수확량이 다른 이유를 파악하여 비료가 적었던 곳에는 비료를 더 집중적으로 분석하면 다음해 농사에는 보다 수확량을 늘릴 수 있을 것이다[2-4].

주고 잡초가 많았던 부분은 제초제를 더 주는 등 같은 논이라도 어떠한 부분이 잘못된 점인지를 살펴볼 필요가 있다.

일부 선진국에서는 지능을 이용한 농업 연구의 일환으로 수확과 동시에 수확량을 예측할 수 있는 센서와 기계장치가 개발되어 일부 단체에서 사용하고 있으며 농업인들로부터 큰 관심을 모으고 있다[10-12].

본 논문에서는 이어한 문제점을 해결하기위해서 2장에서는 기존 예측방법의 문제점을 살펴보고, 3장에서는 전처리 기법으로 신경망을 이용하여 농산물 가격예측을 하는 방법을 알아본다. 4장에서는 후처리로 퍼지 규칙을 이용하여 기상 조건 및 수입 농산물 등의 조건으로 가격 변동요인을 고려한 최종 가격 예측 조건에 관해서 알아본다. 그리고 5장에서는 모의실험 결과 및 지능을 이용한 농산물 전문가시스템 및 향후 대책에 관해서 알아본다.

할 수 없게된다. 본 논문에서는 이러한 문제점

을 개선 하기 위해서 각 교차로에 통과차량의 대수, 통과차량속도, 교차로용량, 누적차량수, 출발지연시간 등을 교차로에 설치한 Loop Detector를 통해서 파악한후에 퍼지 신경망 제어를 이용해서 각 교차로를 연동 시켜서 승용차 대기시간을 최소로하고, 평균 주행속도를 향상시키는 연구이다.

## 2. 기존 예측 방법의 문제점

기존의 예측 방법들은 일반적으로 과거의 통계적인 수치를 통해서 미래를 예측하는 방법이다. 예측기법들은 일반적으로 과거에 존재했던 Casual relation(인과관계)가 미래에도 계속될 것으로 가정하고 있다. 그러나, 예측은 어떠한 좋은 예측기법을 이용 할 경우에도 오차가 발생하기 마련이다.

현재 우리나라의 농산물유통 관련정보는 인터넷과 농업VAN망을 기반으로 홈페이지와 공동통신망을 통해 제공되고 있는데, 주로 서비스되고 있는 정보는 품목별/지역별 도·소매 가격 정보와 농업관측정보이다.

그러나, 이러한 농산물 정보를 보다 정확하게 예측하기위해서는 농업생산자조직 경영관리 프로그램과 농가경영관리 S/W를 ASP로 개발하여 작물별 예상재배면적, 작물별 파종계획 및 결과, 예상생산량, 출하시기 및 출하예정량, 출하차별 출하량 등을 수집 하여야 한다. 수요예측은 과거의 데이터(history data)를 이용하여, 경향성을 파악할 수 있는 모형을 수립하고, 이 모형을 이용하여 미래를 예측하는 방법이다. 다시 말해서 설명한다면, 현재 시점이  $t$ 라고 할 때,  $t$ 시점까지의 가용한 과거 데이터를 이용해서, 미래( $t+1$  시점)를 예측하는 것이다. 수요예측 방법은 크게 정성적(qualitative)인 방법'과 정량적(quantitative) 방법'으로 나누어 볼 수 있다. 정성적인 방법은 과거 데이터가 없거나, 수리적 모델링이 불가능한 상황에서 사용되는데 전문가들의 지식과 의견에 따라 예측하는 것으로, Delphi 방법이 가장 많이 알려져 있다.

정량적인 방법은 크게 시계열 분석(time-series analysis) 방법과 인과 분석(causal analysis) 방법이 있다. 시계열 분석 방법이란 변수 하나를 선택한 후에, 해당 변수의 과거 데이터를 근거로 해당 변수의 미래 값을 예측하는 방법이다.

수요예측 방법은 모두 시계열분석에 속한다. 인과 분석은 어떤 변수의 값이, 다른 변수들에 의해 영향을 받아 결정될 때에 다른 변수들의 과거 값과 해당 변수의 관계를 모델링하여 원하는 변수의 미래값을 추정하는 방법이다.

관계를 규명하기 어려울 뿐만 아니라, 타 변수들이 어떠한 경향을 가지고 변하고 있는지를 별도의 시계열분석과 같은 방법으로 분석해야 하는 등 상당히 많은 노력과 지식을 필요로 하는 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 단점을 개선하기 위해서 3장에서는 전처리 기법을 이용한 신경망 기법을 이용하여 농산물 가격을 예측하고, 4장에서는 기상조건 및 각종 변동 조건을 고려한 퍼지 규칙을 이용하여 정확한 최종 농산물 가격예측을 하고자 한다.

|   |
|---|
| <b>단순시계열법</b>   |
| $y(n) = a + b * x$ (단, $y(n) = n$ 期の 예측치) $a = \frac{\sum y/n - b * \sum x/n}{n}$ $b = \frac{n * \sum xy - (\sum x) * (\sum y)}{n * \sum x^2 - (\sum x)^2}$ $x$ : 예측 년도 $n$ : 데이터 수 |
| <b>이동평균법 (t期 이동평균법)</b>   |
| $y(n) = \{x(n-t) + x(n-t+1) + \dots + x(n-1)\} / t$<br>단, $y(n)$ : n期の 예측치 $x(n-t)$ : (n-t)期の 실적치 $t$ : 예측 기간   |
| <b>가중평균법 (t期 가중평균법)</b>   |
| $y(n) = \{a_1 * x(n-t) + a_2 * x(n-t+1) + \dots + a_t * x(n-1)\}$<br>단, $y(n)$ : n期の 예측치 $x(n-t)$ : n-t期の 실적치 $a_1$ : n-t期の 가중치 ( $\sum a=1$ ) $t$ : 예측 기간                          |
| <b>지수평활법</b>  |
| $y(n) = a * x(n-1) + (1-a) * y(n-1)$ 단, $y(n)$ : n期の 예측치 $x(n)$ : n期の 실적치 $a$ : 평활계수  |

그림 1. 수요 예측 모델

Fig 1. Model of demanding prediction

### 3. 신경망을 이용한 전문가 시스템

작물을 재배할 각각의 포장은 토질, 영양분, 물의 흐름, 병해충 저항정도 등 각기 다른 특성을 갖고 있으며, 이에 따라 생산된 농산물 또한 질과 양이 다른 특성을 갖게 된다. 이러한 차이는 같은 포장에서도 위치에 따라 각기 다르게 나타나므로 한 포장 내의 각 부분에 대한 특성을 이해하고 그 특성에 맞는(site-specific) 처리가 이루어져야 하며, 이에 따라 궁극적으로 적은 투자에서 최대의 혹은 최적의 수익을 얻을 수 있다. 현재 선진국에서에서 지능을 이용한 농업이 새로운 농법으로 주목받고 있는 이유는 과거 통계적 접근방법으로 시비량, 관개량, 수확량 등을 산출해 왔으나 같은 양의 종자, 비료, 농약 등을 투입했음에도 불구하고 포장 내의 위치에 따라 수확량이 달라지는 현상을 규명하여 투입농자재를 최대한 줄이면서 수확량을 증대 시킬 수 있기 때문이다.

지능형 농업은 1960년 중반 이후에 개념이 설정되었으나 그 당시에는 전자기술 수준과 컴퓨터의 성능이 낮아 활발한 연구가 이루어지지 못하였다. 가격변동요인을 정확하게 예측하기 위해서는 과거의 재배면적을 정확하게 산출하는 것이 매우 중요하다.

본 논문에서 사용된 수요예측과정은 다음과 같으며, X축에는 시간, Y축에는 변수의 값(과거 데이터 값)을 의미 한다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \epsilon \quad (1)$$

단, Y : 예상수확량

$X_1$  : 종속변수에 영향을 주는 요인1

$X_2$  : 종속변수에 영향을 주는 요인2

$X_3$  : 종속변수에 영향을 주는 요인3

⋮

$X_{10}$  : 종속변수에 영향을 주는 요인10

본 논문에서 사용된 학습 알고리즘 및, 신경망

구조는 다음과 같다.

- (1) offsets, weight를 초기화한다
- (2) input, target의 패턴을 신경망에 제시
- (3) 출력 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 은닉층으로 역 전파 한다.  

$$e_j = t_j - a_j$$

$$\delta_j = a_j ( 1 - a_j ) e_j$$
- (4) 역 전파된 델타로부터 은닉층 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 역 전파한다.  

$$e_j = \sum_k w_{jk} \delta_k$$

$$\delta_j = a_j ( 1 - a_j ) e_j$$
- (5) 델타 규칙에 의해서 연결가중치를 조절한다.  

$$W(new)_{ij} = W(old)_{ij} + \alpha \delta_{iaj} + \beta \Delta w_{ij}(old)$$

$$bias(new)_{ij} = bias(old)_{ij} + \alpha \delta_i + \beta \Delta bias_{ij}(old)$$
- (6) 1-5 의 과정을 모든 입력패턴에 대해서 반복 한다.
- (7) 4 과정을 신경망이 완전히 학습 될 때 까지 반복 한다.

표 1. 신경망 농사 전문가시스템 입력 데이터  
Table 1. Input data of neural farming expert system

| 입력조건                | 농산물   | 농산물   |
|---------------------|-------|-------|
|                     | 가격감소  | 가격증가  |
| 1. 과거 3년 치 감우량      | small | Big   |
| 2. 과거 3년치 일조량       | small | Big   |
| 3. 과거 3년치 평균농산물가격   | Big   | Small |
| 4. 과거 3년치 병충해 조건    | Big   | Small |
| 5. 최근 농산물 가격 하락조건   | Small | Big   |
| 6. 최근 농산물 품질조건      | small | Big   |
| 7. 농 작지 휴 영양상태      | small | Big   |
| 8. 농 작지 수분 상태       | small | Big   |
| 9. 최근 농산물 증가면적      | Big   | Small |
| 9. 과거 3년치 농산물 감소면적  | Big   | Small |
| 10. 최근 소비자 농산물 만족조건 | Small | Big   |

퍼지신경망 입력 데이터를 설명하고 있다.

표 1은 농산물 가격을 예측하기 위한 10가지

서로 다른 조건을 입력 하였을 때 최종 농산물 가격을 예측하는 과정을 나타내고 있다.

신경망 학습의 초기값을 설정하는 것은 중요한 문제다. 초기값을 적절하게 선택함으로써 학습오차가 작고 학습과정이 빠르게 수렴될 수 있기 때문이다. 일반적으로 신경망의 학습은 특정 초기값에서 시작한다.

그리고 학습률은 모수값들을 어떻게 선택하는냐에 따라서 학습오차가 작으면서 학습과정이 빠르게 수렴 할수도 있고 조기 포화점에 빠질 수도 있다. 그렇기 때문에 분석하고자 하는 자료에 적당한 모수를 선정하여 오차가 최소값이면서 학습과정이 빠르게 수렴될 수 있게 학습하도록 하는 것은 매우 중요한 문제다.

그래서 제한적이지만  $\kappa, \theta, \phi, \mu$  (kappa, theta, phi, mu)만을 가지고 각 범위 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9에 따라 모든 경우를 고려해서 임의의 경우로 실험을 해보았다. 그리고 학습시간을 각각 500회로 제한하였다.

만약, 강우량 및 일조량을 정확하게 예측하면 85-90 % 이상 정확하게 예측할 수 있을 것이다. 그러나, 실제 농사 시스템에서는 기후조건 및 수입 농산물 조건등의 외부 변수가 많아서 모의실험처럼 정확하게 예측하기는 어렵다. 그래서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 4장 에서처럼 후처리로 퍼지 규칙을 사용 하였다.

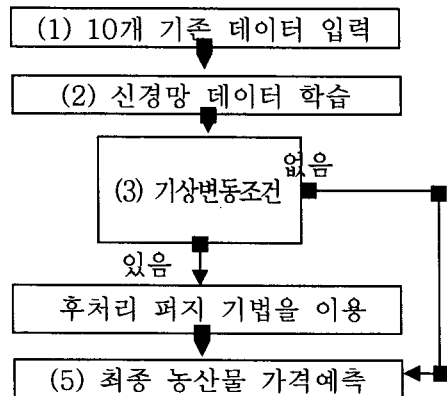


그림 2 농산물 가격 예측과정

Fig2. Prediction agriculture products

1. 신경망을 이용하여 10개의 서로다른 조건 테스트 데이터를 학습시킨다.

2. 10개의 테스트 데이터에 대하여 예측을 한 뒤 테스트 데이터와 예측 데이터의 오차를 계산한다.

$Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  : 테스트 데이터

$\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \hat{Z}_3, \dots, \hat{Z}_n$  : 예측값

$$e_i = Z_i - \hat{Z}_i \quad (1)$$

$i$ 시점 시계열 테스트 자료와 예측값에 대한 차이

$$Z'_j = Z_j + W(Z_j) \quad (2)$$

여기서,  $Z'_j$ 는  $j$ 번째 특이 값으로 식별된 테스트 데이터  $Z_j$ 의 수정된 값을 의미한다.

3. 후처리로 적응형 퍼지제어를 이용하여 날씨조건 및 기타 외부 조건을 고려한 농산 최종 가격 예측을 한다.

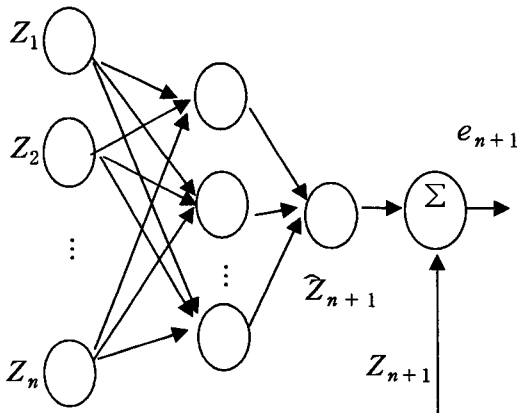


그림 3. 신경망을 이용한 농사 전문가 시스템

Fig 3. Farming Expert system using neural network

#### 4. 퍼지 규칙을 이용한 농산물 가격 예측

2002년도 여름에는 수박 도매가격은 6kg 상품기준으로 4월 6,100원, 5월 6,200원, 6월 4,500원 하던 농산물 가격이 2003년 에는 재배면적이 줄어들었고 3월 이후 잦은 황사와 흐린 날이 많아 일조시간이 적었기 때문에 가격이 상승하였다.

뿐만 아니라 2003년도에는 수박은 장마기간에는 품질관리에 어려움이 많고 수요 감소로 가격이 낮게 형성될 우려가 있기 때문에 노지면적은 지난해보다 줄어들어서 가격은 2002년도보다 가격이 15% 이상 상승했다.

2002년도 여름 참외 도매가격은 15kg 상품기준으로 4월 5만 3,000원, 5월 4만 2,700 6월 3만 1,900원이었음. 4~6월 가격이 높았던 것은 재배면적이 줄어들었고 3월 이후 잦은 황사와 흐린날이 많아 일조시간이 적었기 때문에 단수가 낮아서 출하량이 지난해보다 17% 적었기 때문이다. 7월 상·중순에는 출하예정면적은 줄지만 장마가 지난해보다 늦기 때문에 단수가 높고, 하순부터는 출하량이 감소하면서 가격은 지난해보다 높아질 전망이다. 본 논문에서 사용된 퍼지 제어 개념은 다음과 같다.

먼저 전처리에서 예상한 농산물 가격 a, b, c, d의 정도가 각각 0.6, 0.4, 0.3, 0.9라 하자. 이때 a, b, c, d의 연결선에 있는 기상 이변조건(태풍 및 홍수)이 발생했다고 가정하면, P1, P2, P3의 최종 예상가격은 다음과 같이 추론 될 수 있다. 그러면 퍼지 추론을 사용한 최종예상가격을 추론해 보자. 이 때 연결선에 있는 숫자는 홍수피해상황의 정도, 태풍 피해상황의 정도, 농수산물 긴급 수입량 등을 나타낸다.

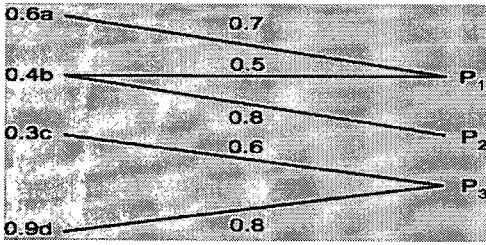


그림3. 날씨조건을 고려한 퍼지 집합  
Fig 3. Fuzzy Set considering wether condition

$A = (1, 0.6), (b, 0.4), (c, 0.3), (d, 0.9)$  는 퍼지 집합이고 태풍이나 홍수가 없는 경우의 농산물의 가격이다. 는 태풍이나 홍수를 고려한 최종가격이다. 이 경우, 두 집단의 홍수 및 태풍피해 정도에 따라서, 퍼지관계 R 가 되고, 그 정도는 이다. 그러면 보통집합 B 에서 퍼지집합 B' 가 확장원리에 의해서 최종 농산물 가격은 다음과 같이 된다.

$$\mu_B(y) = \max[\min \mu_A(x), \mu_R(x, y)]_{x \in f(y)}$$

$\mu_B(P_2) = 0.4, \mu_B(P_3) = 0.8$  이 된다. 홍수 피해상태( 저, 중, 고), 태풍 피해상태 (저, 중, 고), 수입 농산물량 다르기 때문에 퍼지규칙을 이용하여 최적의 농산물 가격을 예측 하였으며, 사용된 퍼지 멤버쉽 함수는 다음과 같다.

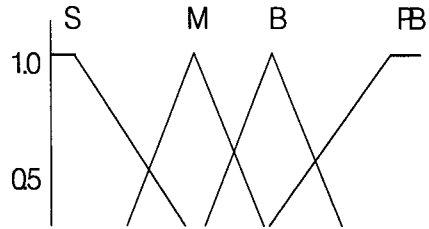


그림 4 홍수 피해 입력 멤버쉽 함수  
Fig 4 Input fuzzy membership function for the flood damage

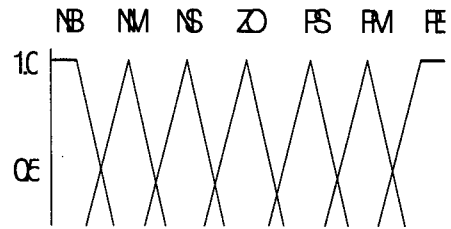


그림 5 태풍피해 입력 멤버쉽 함수  
Fig 5 Input fuzzy membership function for the typhoon damage

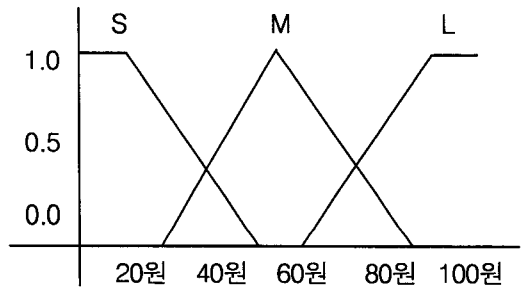


그림 6 예상농산물가격  
Fig 5. Output fuzzy membership function for expecting Farming price

$$\begin{aligned} \mu_R(a, P_1) &= 0.7, & \mu_R(b, P_1) &= 0.5 \\ \mu_R(b, P_2) &= 0.8, & \mu_R(c, P_3) &= 0.6 \\ \mu_R(d, P_3) &= 0.8 \end{aligned}$$

(RULE 1) IF DPSV IS PB  
AND USPC IS NS

THEN OPRG IS M  
 (RULE 2) IF DPSV IS PB  
 AND USPC IS PB  
 THEN OPRG IS L  
 (RULE 3) IF DPSV IS S  
 AND USPC IS NS  
 THEN OPRG IS L

여기서,  
 DPSV : 홍수 피해 정도  
 USPC : 태풍피해정도  
 OPRG : 최종 농산물 가격

표 2 지능형 농사시스템과 기존 예측방법  
 농산물 가격 예측 비교  
 Table 2 Comparisons of Farming expert  
 system and conventional expecting method

| 전처리<br>(신경망 예측) |           |          |                | 후처리<br>(퍼지규칙) |          |           | 농산물<br>가격 예측<br>(%) |          |
|-----------------|-----------|----------|----------------|---------------|----------|-----------|---------------------|----------|
| 소비자<br>만족<br>조건 | 병충해<br>조건 | 재배<br>면적 | 영양<br>상태<br>조건 | 태풍<br>조건      | 홍수<br>조건 | 수입<br>농산물 | 지능형<br>전문가<br>시스템   | 기존<br>방식 |
| BIG             | BIG       | BIG      | BIG            | SMALL         | SMALL    | SMALL     | 88                  | 75       |
| BIG             | SMALL     | SMALL    | SMALL          | BIG           | BIG      | BIG       | 82                  | 60       |
| BIG             | SMALL     | SMALL    | SMALL          | SMALL         | SMALL    | SMALL     | 88                  | 65       |
| SMALL           | SMALL     | SMALL    | SMALL          | SMALL         | SMALL    | SMALL     | 85                  | 77       |
| BIG             | medium    | medium   | medium         | medium        | medium   | medium    | 91                  | 84       |
| SMALL           | SMALL     | medium   | SMALL          | SMALL         | SMALL    | SMALL     | 87                  | 83       |
| SMALL           | SMALL     | BIG      | medium         | BIG           | medium   | BIG       | 82                  | 75       |
| SMALL           | BIG       | SMALL    | medium         | BIG           | BIG      | BIG       | 90                  | 73       |
| SMALL           | BIG       | medium   | BIG            | SMALL         | medium   | BIG       | 79                  | 67       |

5. 결론

농산물예측은 전문가 시스템을 이용하면 비교적 정확하게 예측이 가능하다. 그러나 1년 후의 수확시점까지 날씨의 변화조건, 태풍, 홍수, 등의 외부조건은 상당히 어렵다. 본 논문에서는 실제 농사 시스템에서는 기후 조건 및 수입 농산물 조건 등의 외부 변수가

많아서 모의실험처럼 정확하게 예측하기는 어렵다. 그래서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 4장 에서처럼 후처리로 퍼지 규칙을 사용 하여 농산물 가격을 보다 정확하게 예측 할 수 있도록 하였다.

만약, 전처리로 사용된 신경망 전문가 시스템에서 이상 기후조건 및 긴급 농산물 수입조건이 없으면 농산물 예측가격은 정확하지만, 실제로는 그러한 경우가 없기 때문에, 본 연구에서는 27가지 퍼지 규칙을 사용해서, 전처리에서 예상한 농산물 가격을 보다 정확하게 보정하기위해서는 후처리로 3개의 100(홍수), 110(태풍), 111(농산물 수입)의 조건을 선택하여 이상 기후 조건 및 긴급 수입 농수산물로 인한 가격하락에도 정확하게 예측할 수 있도록 하였다.

그러므로 본 논문에서는 전처리에서는 퍼지 전문가 시스템을 사용하여 외부 이상조건이 없을 경우에는, 농산물 예측을 하였고, 후처리에서는 날씨조건 및 외부수입 농산물로 인해서 가격을 보다 정확히 예측할 수 있도록 하였다. 정확한 예측을 하려면 시, 군, 읍 단위로 예측을 하여서 이러한 기초데이터를 도청해서 총괄하면, 정확하게 예측을 할 수 있을 것이다. 특히 같은 지역이라도 특이 영양상태 기상조건 수입 농산물 양, 용 수확물가격에 큰 영향을 미칠 수 있다. 요즘에는 유비쿼터스 및 인터넷기반의 실시간 농사 영상기법을 이용하여 농작물의 상태를 실시간으로 정확히 예측 할 수 있다.

참고문헌

[1] 이재용, 김광섭, “식별방법에 따른 예측 정확도 평가에 관한 연구,” '98 한국공업경영학회 춘계학술대회 논문집, pp. 217, 1998.  
 [2] 최봉욱, 김광섭, “Neural Network과 Box-Jenkins방법을 이용한 식료품의 수요예측,” 대한설비관리학회지, Vol. 3, No. 2, pp. 143-150, 1998.  
 [3] Anderson, T. W., *The Statistical Analysis of Time Series*, Wiley, New York, 1971.

[4] Box, G. E. P. and Jenkins, (1976), G.M., "Time Series Analysis fore-casting and control", SanFrancisco Holden-Day.

[5] Box, G. E. P. and G. C. Tiao, "Comparison of forecast and actuality," *Appl. Statist.*, 25, 195-200, 1976.

[6] Gi-Nam Wang, Gwang-Sup Kim, "An On-Line Neuro-Forecasting Method with Corrective Model in Ajou Neuro- Advanced Planning & Scheduling Project," International Institute of Informatics and Systemics, SCI '99, 1999.

[7] Plackett, R. L., *Principles of Regression Analysis*, Clarendon Press, Oxford, 1960.

[8] Richard P. Lippmann., "An Introduction to Computing with Neural Nets", IEEE ASSP Magazine April 1987.

[9] Weigend, A.S., Rumelhart, D.E., and Huberman, B.A.(1990). "Back-Propagation, Weight-Elimination and Time Series Prediction " In *Connectionist Model Proc. of the 1990 Summer School.* eds. Touretzky, E.D., Elman, J.E., SEjnowski, T.J., and Hinton, H.E.

[10] 권혁남, 전북지역 정보화 실태 및 수요조사, 한국정보문화센터 연구보고서 92-08, 1992.

[11] 김병호 외, 한국 농업정보시스템의 발전에 관한 기초연구, 한국농촌경제연구원, 1986.

[12] 김성수, "외국의 농어촌 정보화," 정보문화, 한국정보문화센터, 1991 가을호, pp.32 -34.

[13] 박정근 외, "수입개방에 대응한 중장기 전북지역 농업정책방향에 관한 연구," 전북대학교 논문집 제34집 인문사회과학편, 1992, pp. 1-17.

[14] 산업기술정보원, 지역정보화 입문, 1993.

[15] 신석현 외, 지역정보통신센터 구축을 위한 전북지역의 정보활동 조사분석, 경영과 기술, 한국통신, 1991. 12, p.76-84

[16] 안중호, 경영과 정보통신기술, 학현사, 1993.

[17] 이진주, 경영정보시스템, 다산출판사, 1993.

[18] 최양부, 지방화시대의 지역경제발전과 농촌경제발전, 농촌경제, Vol. 10. No. 3, 1987, pp 39-48.

[19] 한국농촌경제연구원, 지역농업구조의 특성과 발전전략, 연구보고 174, 1988-90.

[20] 한국정보문화센터, 大分縣의 지역정보화와 지역활성화, 1991.

[21] 형성우, 전북지역 정보화 촉진에 관한 연구, 통신개발연구원, '91통신학술 연구과제 최종보고서, 1992.

홍유식



1984년 경희대학교 전자공학과 (학사)

1989년 뉴욕공과대학교 전산학과 (석사)

1997년 경희대학교 전자공학과 (박사)

1985년-1987년 대한항공(N.Y.지점 근무)

1989년-1990년 삼성전자 종합기술원 연구원

1991년-현재 상지대학교 컴퓨터공학과 교수

2000년-현재 한국 퍼지 및 지능시스템학회 이사

2004년-현재 대한 전자공학회 ITS 분과위원장

2001년-2003 한국 정보과학회 편집위원

2001년-2003 한국 정보처리학회 이사

관심분야: 퍼지시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어