

자동차 판매 정책을 위한 퍼지 전문가 시스템 개발

이상현⁰ 김철민 김병기

전남대학교 전산학과

{leesang64⁰, cmkim, bgkim}@chonnam.ac.kr

Development of Fuzzy Expert System for Automobile Selling Policy

Sanghyoun Lee⁰ Chulmin Kim Byungki Kim

Dept. of Computer Science, Chonnam National University

요 약

최근 들어 자동차 판매에 영향을 미치고 있는 것으로 보증수리기간과 품질을 들 수 있다. 보증수리기간과 품질을 중심으로 어떻게 판매에 영향을 주는지 그 유형을 미리 파악하여 보증수리기간을 결정함으로써 경제적인 리스크를 최소화할 수 있다. 적절한 접근 방식으로는 지식기반 시스템을 사용하는 것이다. 본 논문은 퍼지 추론과 관련된 전문가 시스템을 퍼지 전문가 응용 프로그램을 개발하여 기존의 자동차회사 통합시스템과 연결하여 개별 사용자로 하여금 자동차 판매 정책 활동에 대한 리스크를 최소화 시킬 수 있게 하는데 있다.

1. 서 론

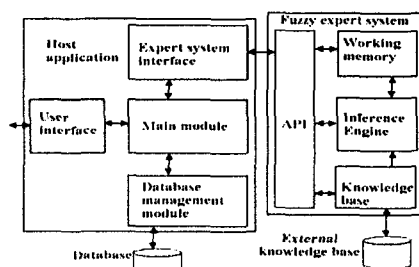
최근 보증수리기간에 대한 연장과 품질을 중심으로 하는 자동차 판매 서비스 경쟁이 치열해지고 있다. 이러한 서비스 요인들은 고객관리와 수익이라는 측면에서 상당한 리스크를 수반하고 있는 이유로는 차량의 품질에 알맞은 보증수리기간을 설정해야하기 때문에 의사결정을 위한 보다 정교한 시스템의 사용이 요구되고 있다. 이러한 문제는 자동차 판매 활동뿐만 아니라 신용평가 기관, 보험회사, 재무관련 기관 등에서도 마찬가지이다. 리스크를 측정하는 문제는 리스크를 측정하는 문제는 지난 10년 동안 많은 관심 대상이 되어 왔으며, 가장 많이 사용되는 측정 기법들로 선형 확률 분석, logit 분석, probit 분석 등이 있으나[1, 7, 3], 근간 연구에서는 단점들이 노출되어 보다 높은 수준의 예측 정확도를 제공할 수 있는 기법들이 연구되어지고 있고[4], 최근에는 신경망과 퍼지 논리를 들 수 있다 [2, 8, 13].

퍼지 논리 장점으로는 1)인간과 유사한 의사결정을 소프트웨어가 가능하도록 할 수 있고, 2)주식 시장과 같이 빈번한 거래가 발생하는 대규모 양들을 갖는 시스템에서 의사결정의 자동화를 저가 비용으로 구축할 수 있고, 3)복잡한 의사결정 과정을 명확한 평가와 최적화가 가능하며, 4)여러 사람들의 경험을 하나의 시스템으로 모을 수 있다는 점이다.

본 논문은 보증수리 기간연장과 보증수리 대수를 품질로 하는 자동차 판매 정책 결정 시스템에 관한 퍼지 전문가 시스템 적용하고, 이러한 전문가 시스템을 기존통합시스템에 접근 가능한 하나의 윈도우 애플리케이션으로 개발할 수 있는 접근 방식을 제시하는 데 있다. 대부분의 전문가 시스템들은 독립적인 프로그램보다는 전형적인 도구들을 사용하여 개발된 애플리케이션에 접근 되어 사용되어지고 있다. 전문가 시스템에 관한 프로그래밍 영역은 절차적인 것과 성격이 전혀 다르기 때문에 호스트 애플리케이션과 임베디드 전문가 시스템 간에 인터페이스는 문제가 될 수 있다.

논문의 2장에서는 전문가 시스템과 호스트 애플리케이션 간의 인터페이스를 정리하고, 3장에서는 퍼지 모형을 설계하며, 4장에서는 Clips를 사용한 퍼지 시스템을 구현한다. 5장에서는 결론을 나타낸다.

FuzzyCLIPS는 애매한 사실들과 규칙들을 나타내고 처리하는 CLIPS 규칙 기반 시스템의 확장된 버전으로 기존의 CLIPS 기능 및 다른 기능의 정확한 것, 부정확한 것 또는 이러한 것들이 혼합된 것들의 추론이 가능하다. FuzzyCLIPS 시스템은 보다 큰 애플리케이션에 포함될 수 있는 하나의 라이브러리 또는 소규모의 전문가 시스템을 구축할 수 있는 프로그래밍 환경을 제공한다. 라이브러리는 소스 형태(ANSI C 코드) 및 정적 또는 동적인 형태로 컴파일 된 형태로서 모두 이용가능하다. CLIPS의 동적 라이브러리는 전문가 시스템의 임베디드 윈도우 애플리케이션의 개발을 위한 적절한 접근 방식을 제공한다. [그림 1]은 하나의 전문가 시스템을 임베디드 하기 위한 일반적인 구조를 나타낸다.



[그림 1] FuzzyCLIPS 시스템의 구조

제시된 접근 방식은 다른 지식 표현 방법(논리 프로그래밍 또는 프레임 기반 형식)을 사용하여 지식 베이스를 나타냈을 경우에도 이용 가능하다. 호스트 애플리케이션과 FuzzyCLIPS 간에 인터페이스는 CLIPS 애플리케이션 프로그램 인터페이스인 API를 사용하여 가능하다. 인터페이스는 FuzzyCLIPS 성분들(작업 메모리, 추론 엔진, 지식베이스)의 처리에 합당한 완전한 서비스 집합을 제공한다. 이러한 인터페이스를 캡슐화할 수 있는 C++ 클래스를 정의할 수 있다. 클래스 구조는 헤더 파일 clips.h로 코딩될 수 있다.

3. 보증수리 연장 기반의 퍼지 의사 결정 시스템

2. FuzzyCLIPS 시스템의 클래스 구조

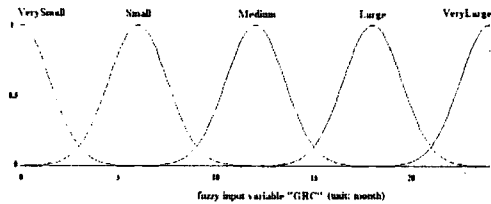
의사결정 문제에 적용되는 퍼지 전문가 시스템은 일상적인 전문가 시스템과 같은 방식으로 정의되지만, 퍼지 논리에 관련된 방법들이 적용되어야 한다. 퍼지 전문가 시스템은 보통 전문가 시스템에서 구현되는 전형적인 것들 이외에 퍼지 데이터, 퍼지 규칙 및 퍼지 추론을 사용한다. 보증수리연장 기간과 보증수리 처리 대수를 품질로 하는 자동차 판매 활동에 관련된 퍼지 시스템 구축의 주요 단계들은 다음과 같다.

(1) 퍼지 입력력 변수들에 관한 언어적인 속성들은(퍼지 값) [그림 2]와 같이 정의될 수 있다.

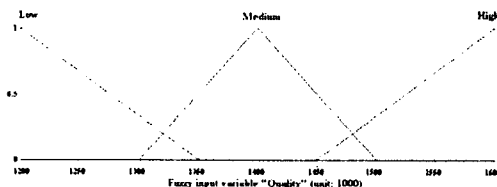
Variation Ratio of Automobile selling (decrease, stagnation, increase)				
division	input2 (Quality)			
	high	Medium	Low	
input1 (Guarantee Repair Continuation)	Very Large	decrease	stagnation	decrease
	Large	increase	increase	stagnation
	Medium	stagnation	stagnation	stagnation
	Small	increase	decrease	decrease
	Very Small	decrease	stagnation	stagnation

[그림 2] 퍼지 값 설정

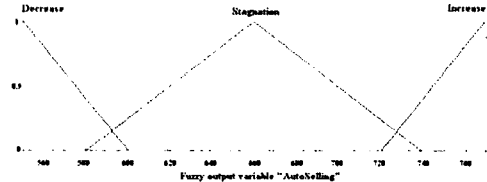
하나의 퍼지 논리 시스템의 소속 함수들은 gradient descent, Kalman filtering, 또는 H-infinity filtering과 같은 미분을 사용하는 방식을 통해 최적화될 수 있다[9, 10]. 특히, 자동차 판매에 직접적인 영향을 미치는 보증수리연장에 관한 소속 함수는 가우스 분포 모양의 곡선에 잘 보여진다[그림 3]. 보증수리 처리 대수를 품질로 하는 소속 함수는 일상적인 삼각 함수를 사용하여 나타낼 수 있다. [그림 4]은 '02~04년 사이에 측정된 보증수리 처리 대수를 1,000대 단위로 나타낸 소속 함수이다. [그림 5]은 퍼지 출력변수에 해당하는 판매 증감률에 관한 소속 함수로 함수는 '02~04년 사이의 측정 결과를 사용하여, 550천대, 650천대, 770천대를 중심으로 퍼지 값을 설정한 것이다.



[그림 3] 보증수리연장의 소속 함수 그래프



[그림 4] 품질에 관한 소속 함수 그래프



[그림 5] 판매 활동 그래프

(2) 하나의 모듈화된 시스템은 대 여섯 개의 퍼지 모듈들을 함께 링크시키는 방식으로 설계될 수 있다. 모듈화된 접근 방식은 전체 시스템의 설계를 간소화시킬 수 있기 때문에 복잡도를 감소시키고, 보다 이해 가능한 형태가 될 수 있다.

(3) conjunctive aggregation에 적절한 연산자들은 triangular norm이다. 반면에 disjunctive 연산자들은 "or" 연산자로 값들을 결합시킨다. 따라서 결합 결과는 적어도 하나의 값이 크다면, 결과는 크게 나타난다. 가장 보편적인 disjunctive 연산자는 triangular conorm이다. 이들 연산자들 간에 절충 형태로 averaging 연산자를 들 수 있다. 연산 결과는 최소와 최대값 사이에 존재한다(t-norm과 t-conorm의 한계에 해당됨). averaging 연산자는 일종의 보상적인 기능을 갖는다. 즉 낮은 값들은 높은 값들로 보상하여 결합 결과가 중간적인 성질을 갖도록 한다.

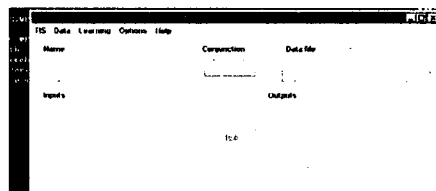
(4) conjunctive aggregation에 적절한 연산자들은 triangular norm이다. 반면에 disjunctive 연산자들은 "or" 연산자로 값들을 결합시킨다. 따라서 결합 결과는 적어도 하나의 값이 크다면, 결과는 크게 나타난다. 가장 보편적인 disjunctive 연산자는 triangular conorm이다. 이들 연산자들 간에 절충 형태로 averaging 연산자를 들 수 있다. 연산 결과는 최소와 최대값의 사이에 존재한다(t-norm과 t-conorm의 한계에 해당됨). averaging 연산자는 일종의 보상적인 기능을 갖는다. 즉 낮은 값들은 높은 값들로 보상하여 결합 결과가 중간적인 성질을 갖도록 한다.

(5) 비퍼지화 방법으로 centroid average와 maximum center average 방법들은 제어 공학 또는 프로세스 모델링에 주로 사용되는 연속형에 해당되고, 다른 비퍼지화 방식들은 의사결정 및 패턴인식에 사용되는 이산형 방식이다.

(6) 퍼지 시스템의 성능 평가를 위해서 퍼지 시스템 프로토타입의 실험, 입력력 퍼지 변수들 간에 목표 함수 플롯, 필요한 경우에 소속 함수 및 퍼지 규칙들의 변경, 퍼지 시스템의 튜닝 작업 및 결과의 타당성 검토 단계들을 거친다.

4. 구현

구현은 윈도우 애플리케이션과 퍼지 전문가 시스템 부분으로 나눌 수 있다. 윈도우 애플리케이션은 Borland C++ Builder와 VCL을 사용하였고, 사용자 인터페이스는 메인화면, 사용자 입력 및 Clips 응답 형태로 구분할 수 있으며 [그림6]과 같다. 메인화면은 원하는 분석의 선택에 사용되고, 사용자 입력은 각 인자 그룹들에 대한 표준 형태만을 사용하도록 하며, 응답은 실행된 분석 결과를 사용자에게 제공하는 형태이다.



[그림 6] 사용자 인터페이스

Clips 지식베이스는 하나의 메인 모듈과 인자 그룹들의 각 분석을 위한 하나의 모듈로 구성하며, 메인 모듈의 구조는 다음과 같다.

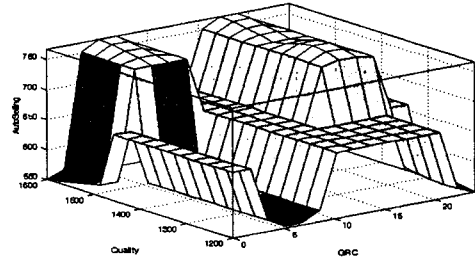
```

defmodule MAIN
  export deftemplate ALL
  ::: The startup rule for selling analysis
  (defrule start-selling-analysis
    (Analysis Selling)
    =>
    (focus
      GRC   ::: guarantee repair continuation
      Quality   ::: guarantee repair count
      Selling)   ::: variation ratio automobile selling
  )
  ::: The startup rule for Guarantee Repair Continuation
  (defrule
    start-guarantee-repair-continuation-analysis
    (Analysis guarantee)
    =>
    (focus GRC)
  )
  ::: The startup rule for quality was not shown here for reason of space
  ::: Templates for the selling degree and the computed number of points
  (deftemplate SellingDegree
    (slot Analysis (type SYMBOL))
    (slot Evaluation (type SYMBOL))
  )
  (deftemplate Points
    (slot Analysis (type SYMBOL))
    (slot Value (type integer))
  )
  
```

퍼지 규칙베이스는 다음과 같이 작성될 수 있으며, [그림 7]은 퍼지 입출력 변수들 간의 목표 함수를 그래프로 출력한 것이다.

```

(deftemplate GRC
  0 24 month
  ( (verysmall (PI 1.5 0))
    (small (PI 1.5 6))
    (medium (PI 1.5 12))
    (large (PI 1.5 18))
    (verylarge (PI 1.5 24))
  )
)
(deftemplate Quality
  1200 1600 thousand
  ( (low (1200 1) (1350 0))
    (medium (1300 0) (1400 1) (1500 0))
    (high (1450 0) (1600 1))
  )
)
(deftemplate Selling
  550 770 thousand
  ( (decrease (550 1) (600 0))
    (stagnation (580 0) (660 1) (740 0))
    (increase (720 0) (770 1))
  )
)
(defrule one
  (GRC verysmall)
  (Quality low)
  =>
  (assert (Selling stagnation))
)
::: The remaining rules were not shown here for reason of space
::: Defuzzify the result fuzzy set.
(defrule crisp-result-1 "with maximum defuzzification"
  (declare (saliency -10))
  ?f <- (Selling ?)
  =>
  (bind ?result (maximum-defuzzify ?f))
  (printout t "Automobile selling is " ?result "%") crlf)
  
```



[그림 7] 목표 함수 플롯

4. 결론

본 논문에서는 최근 자동차 판매에 있어서 보증수리 연장이 중요한 요소로 등장함에 따라 이를 기존 애플리케이션에 추가하여 판매 정책에 활용할 수 있는 소프트웨어 개발 접근 방식을 나타내고, 2002년부터 2004년에 걸쳐 측정된 데이터를 기반으로 모의실험을 한 결과를 목표 함수 플롯 그래프로 나타내었다. 이를 기존 자동차 회사의 시스템에 적용하여 사용함으로써 판매정책 수립 및 관리에 필요한 정보를 미리 예측 파악하여 판매 리스크를 최소화 시킬 수 있다. 보증수리연장과 관련된 자동차 판매 활동은 고객과 수익이라는 측면에서 금융기관에서 신용도 평가를 하는 것과 유사한 문제에 해당되며, 기존의 계량경제적인 모형보다는 퍼지 논리에 의한 분석이 보다 적절하다. 퍼지 전문가 시스템 구축은 지식 기반 언어인 Clips를 사용하였고, 이를 기존의 윈도우 애플리케이션에 접근 하는 형태로 나타냈으며, 이러한 접근 방식은 다른 전문가 시스템 셀에서도 이용 가능하다.

참고 문헌

- [1] Altman, E.I.(1968). "Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy" The Journal of Finance 23, 589-609.
- [2] Altman, E.I.-Marco, G.- Varetto, F. (1994). "Corporate distress diagnosis: Comparison using discriminant analysis and neural network (the italian experience)". Journal of Banking and Finance 18, 505-529.
- [3] Zimmermann H. J (1997)"Operators in models of decision making". In "Fuzzy Information Engineering" p. 471-496.
- [4] Eisebeis, R.A. (1977). "Pitfalls in the application of discriminant analysis in business and economics". The Journal of Finance 32, 875-900.
- [5] Kasabov, N.K.(1996) "Foundation of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge" Engineering(MIT Press).
- [6] Messier, W.F.; Hansen, J.V. (1988). "Including rules for expert systems development: An example using default and bankruptcy data". Management Sciences 34, 12, p.1403-1415.
- [7] Ohlson, J.A. (1980) "Financial ratios and probabilistic prediction of bankruptcy" Journal of Accounting Research, Spring, p. 109-131.
- [8] C. von Altrock (1997). "Fuzzy Logic and neurofuzzy applications in business and finance." (Prentice Hall).
- [9] Simon, D. (2004). "H-infinity estimation for fuzzy membership function optimization," submitted for publication.
- [10] Simon, D. (2002). "Training fuzzy systems with the extended Kalman filter," Fuzzy Sets and Systems, vol. 132, pp. 189-199.
- [11] Zadeh, L.A. (1965)."Fuzzy sets" Information and Control, 8, p.338-353
- [12] Zimmermann, H. J. Zysno P.(1980) ."Latent Connectives in Human Decision Making", Fuzzy Sets and Systems, 4, 37-51.