

지능형 퍼지 추론 기법을 적용한 공교육의 정성 평가방법

김영택[†]

요 약

공교육 현장에서 일어나고 있는 각종 정량적 평가의 문제점을 고려하고, 학생들의 교과목 점수 외의 개별 특성을 반영하여 평가에 적용 할 수 있는 정성적 평가 기법을 제안하기 위해 지능형 퍼지논리 추론의 적응성과 가능성을 이용하는 방법론적 고찰을 연구하였다. 각 급 학교의 평가에서 정량적 점수에 추가하여 평어평가를 활용하여 개인의 정성적 특징을 반영하는 기법을 제안하고, 한편으로, 교육정책 관련 사안으로서의 실제적인 실험 환경구축 및 구현의 어려움으로 인해 가상적인 환경에서의 실험결과를 제시하였다.

주제어 : 퍼지논리, 근사추론, 정성평가, 언어정성자, 경계점문제, 등급화문제

Qualitative Evaluation by using Intelligent Fuzzy Logical Inference for the Public Education

Kim, Youngtaek[†]

ABSTRACT

To enhance the practical usage of solely quantitative evaluation method for each students on the current public education fields which might cause some social problems, an intelligent and adaptive fuzzy logical inference methodology for the additional qualitative evaluation technique is proposed to utilize each students personal characteristic properties to be evaluated. Proposed method uses some verbal descriptions for the linguistic qualifier in addition to the grade points. An imaginary virtual experimentation only has been implemented due to some difficulties with the critical national educational policy problems in the case of some possibly real and practical experimental environments to be utilized for the simulation.

Keywords : Fuzzy Logic, Approximated Inference, Qualitative Evaluation, Linguistic Qualifier, Boundary Problem, Classification Problem

[†] 정 회 원: 경성대학교 컴퓨터 공학부
논문접수: 2014년 08월 21일, 심사완료: 2013년 12월 10일, 게재확정: 2013년 12월 16일

1. 서론 - 정성평가의 필요성

국내 교육계의 각급 평가 문제를 개선하기 위한 노력은 반복적으로 제시 되지만, 실제적인 바람직한 개선책은 얻을 수 없다는 것이 사실이다. 그 대표적인 예는 대학 입시문제이다. 평가의 목표는 자질 있는 학생을 선발 할 수 있게 하는 데 있다. 하지만 각종 폐단이 가시화 되어 지고 그에 따른 사회적인, 경제적인 부담을 지불하는 심각한 상황으로 귀착되어졌다. 이 문제에 방편으로 제시되는 입학사정관제의 효과는 적절한 실행 결과의 자료가 준비 되지 않은 관계로 일반화가 불가능하다. 그 이유로는, 제도의 적용대상이 극소수의 집단에 국한하고 있고 기법의 과정 및 결과가 확일적이지 못하다는 사실이다.

그렇다면, 이 평가 방법은 어떤 문제점을 내포하고 있으며 어떻게 이 제도를 사회적으로 확산할 수 있을 것인가 하는 데 대한 구체적인 방안이 제시 될 필요성이 있다.

본 연구의 주제는 이런 평가방법 문제점을 파악하고 그에 대한 일반적이고 지능적인 대비책을 제안 하는데 있다.

여기서 제안되는 기법으로는, 기존의 정량적 평가(quantitative evaluation)의 개선책으로서 정성적 평가(qualitative evaluation)를 제도적으로 유인하는 기법을 제안 하고자 한다.

물론, 입학사정관제 자체는 정성평가를 기반으로 하고 있지만, 실제로 적용되었을 때 의도와는 다르게 비효율적인 결과 및 불합리한 상황에 도달되는 문제점이 도출될 가능성이 있기 때문에 본 연구에서는 지능형 근사추론 기법을 이용한 새로운 방법을 제안 한다.

본 연구 목표는 정성평가의 적용이 특수한 집단의 소수 몇 명이 아닌, 일반적인 학생에게 모두 공평하게 적용될 수 있는 방법을 제시 할 것이며, 또한 이를 위해서는 기법의 적용이 국가적으로 제도화 될 수 있는 기계적이고 시스템적인 방안을 제안 하는 것이다.

이런 맥락으로서 같이 시행되어야하는 교사에 의한 평어평가 방법은 이미 선진국에서의 제도화된 기법으로서 입학사정관제도와는 공통적인 발상으로 간주되어진다.

평어평가의 큰 문제점은 먼저, 평어평가 자체의 신뢰성문제를 들 수 있고, 그 결과 자료의 제도적 이용 때 생기는 비 확일성(inconsistency) 문제가 해결되지 않기 때문 일 것이다.

본 연구에서는, 이런 불합리성을 고려하여 인공지능형이면서 적응성과 가용성(feasibility) 을 가지는 평가 기법을 제안하고 각 개인의 창의성이나 독창성과 같은 필수적인 특징 요인이 평가의 기준으로 활용되어 질 수 있는 방법에 기여 하고자 한다.

여기에서 적용 되어지는 인공지능형 논리 기법은 여러 근사추론(approximated inference) 기법들 중에서도 가장 인간의 사고방식과 유사하면서도 경험적 전문가(heuristic expert)시스템의 구현에 가장 적합한 퍼지(fuzzy)논리를 사용하여 제안 한다[1][2].

본 연구에서는 제안되는 시스템을 실험적으로 구현 및 적용하기 위해 가상적 시뮬레이션 결과를 이용하여서 현재 시행되고 있는 정량적 평가 시스템 결과와 비교 연구하였다.

결과적으로, 기존의 정량평가에서 보여주는 계단형 등급화에 따른 등급 간의 비합리적인 경계점 문제(boundary problem)는 지능형 정성평가에서 얻을 수 있는 결과와 팔목할 만한 차이가 있음을 확인하였다.

다음 장에서 등급 간 경계점 문제를 정의하고 대안으로 제시되는 정성평가의 예로 퍼지논리 형 평어평가 적용시스템을 제안한다.

1.1 정량평가의 경계점 문제

어떠한 정량평가이든 정성적인 개인의 특징이 고려되지 않은 평가에서 생길 수 있는 상황의 예는 어느 대학의 입시 결과에서 보듯이, 수 천 명의, 혹은 수 만 명의 지원 분포에서의 커트라인 동점자 집결현상은 심각한 것이 일반적이고 총점 소수점이하 두 자리 혹은 세 째 자리까지를 확장하여서 까지도 동점자를 배출하여, 종래에는 나이순, 생일 순으로 우선순위 선발 기준을 마련해야 하는 일이 흔히 국내 대학의 입학관리 현장에서 벌어지는 일이 되고 있다.

그렇다면, 그런 근소한 차이를 두고 합격과 불합격의 갈림길에 서게 된 두 지원자의 경우, 실제적인 정량적 평가의 기준인 선다형시험에서 한번의 잘한 짐작(guess)으로 인한 얻은 점수와 잘못된 짐작으로 잃은 점수의 영향력은 막중한 인생의 역전현상을 초래 할 수 있는 심각한 정점을 만들어 주는 셈이 되고 평가의 최후 목표가 되는 개인의 특성에 의한 평가라는 공정성을 훼손되게 되는 계기를 마련하게 된다. 여기서 생겨난 부조리가 ‘죽집게 과외’ 이기도하다.

사실 그 두 사람의 능력을 근소한 점수 차이로 가능하기는 힘든 것이고 오히려 정성적 평가 기법이 여기서는 개인의 특성을 바르게 평가하는 방법이 되는 것이 사실이다[1][2].

위의 경계점 문제의 개선을 위해 본 연구에서는 지원자의 개인 특성을 정성적으로 비교하여 공평하게 우수자를 선택할 수 있는 평어평가를 위한 퍼지논리 기법을 제안한다.

2. 퍼지 제어기법을 적용한 제도적 정성평가

앞 절에서 언급된 평어 평가에 의한 정성평가 기법은 초, 중등 교육에서 이미 시도 되어진 적이 있었고 현재도 일부에서는 적용을 하고 있을 것으로 보여 진다.

하지만, 그 평가의 두 가지 문제점이란, 먼저, 평가자 개인의 사적인 주관성 때문에 객관성의 결여 가능성을 들 수 있을 것이고 또 한 가지, 평가 결과의 사용자 측면에서의 제도적인 적용 및 사용이 어렵다는 점이다.

두 가지 언급한 문제점 중에서, 제시된 평가자의 주관적 사건의 문제는 얼마든지 교육 당국의 노력에 의한 해결책이 있다고 보지만, 두 번째 문제로 제시된 제도 적인 적용기법의 문제는 상당히 난해 할 수 있고 논쟁의 여지가 충분히 있을 것으로 사료되어진다.

여기서 적용해야 하는 평가의 사용 방법이 입학 사정관제에서처럼 전부 인위적인 해결책만이 유일한 기법인가 하는 문제로 귀착되어진다.

만약, 교사들의 정성평가 된 성적을 입학사정에

서 역시 인위적인 기법으로 사용한다면 앞에서 제시된 객관성 결여 가능성은 두 번 연달아서 생겨 날 수 있을지도 모르는 일이다.

마찬가지로, 입학 사정관에 의한 인위적인 사정의 경제성은 극히 상위층 고득점 및 상류 대학의 극소수 지원자를 위한 제도로 고착되어져 있어서 더 이상 일반성 및 보편성에는 부적합 한 것으로 분류되어져 있다.

더불어서, 사회적으로는 입학사정 대비를 위한 특수 사교육 열풍이라는 획기적인 아이디어가 유아원 교육에서부터 초,중,고 교육현장에 까지 만연 할 수 있다 점이다. 이런 공교육의 황폐 및 붕괴 현상이 정성적 평가의 선부른 시도로 초래될 수 있기에, 본 연구에서는 새로운 기법의 사정 방법을 이론적으로 제안 하고 실험적으로 적용된 자료를 제시 하여 이런 교육 현실에 어느 정도의 변화와 개선에 이바지 하고자 한다.

본 연구에서 제안 하는 퍼지 제어기법을 통한 지능형 정성평가의 사정처리 시스템은 교사들이 작성한 모든 평어 평가된 성적을 입력하고 인식 하여 모든 학생들의 개별 특성을 전문 입학사정관의 인위적인 판단과 동일한 전문가 시스템(expert system)으로 구성된 규칙기반 시스템(rule based system)으로 자동적으로 계산, 사정하기 때문에 처리 속도 면에서나, 처리 결과의 객관성 및 공정성을 유지 할 수 있다는 면에서 획기적인 결과가 얻어 질 수 있다.

2.1 퍼지 제어의 경계점문제 처리

이 장에서는, 연구의 관점이 되는, 각 급 학교의 정량적인 성적평가 판단(decision) 기준에서 부터 생길 수 있는 경계점 문제가 여러 종류의 계급화, 등급화(classification), 내지는 점수에 의한 줄 세우기 등, 교육현장에서의 불합리한 현실에서 부터 해방되기 위한 새로운 평가 기법을 제안하기 위해, 퍼지 시스템의 한 가지 설계의 예를 통해서 경계점 문제를 다루고자 한다.

일반적인 시스템의 계단화(steping) 처리 결과에서 생기는 각 단계의 이산적(discrete)인 경계점에서는 대부분, 전이충격(transmission shock) 현

상을 피할 수는 없다.

그것은 각 단계에서 다른 단계로의 전이시점에 생기는 부자연스러운 충격을 이야기 하는 것이고 대표적인 예로서는 앞 장에서 예든 입학사정에서의 커트라인 문제나, 근대적인 자동차의 자동변속기에서 볼 수 있다.

여기서 자동변속기 문제를 처리하는 퍼지제어나, 혹은 다른 여러 가지 기법의 논리적인 적용으로 많은 발전이 있었고 더 개발이 진행되고 있다는 것이 사실이지만 입학사정에서의 새로운 기법의 시도는 없었다.

더불어서, 본 절에서 경계점 문제의 예로서 제시하는 다수의 시스템들은 언어적(linguistic)으로 퍼지화(fuzzification)가 가능한 두개의 입력변수와 한 개의 목표(goal) 출력변수의 구성으로 설계되어진 것이고, 경계점에서 처리되기 힘든 연속적(continuous)인 출력을 가능하게 하여 전이충격을 방지하는 효과를 얻을 수 있다는 예를 보여주고 있다.

여기서 사용되는 언어적인 입력 변수들의 퍼지화 형태는, 본 연구의 관점인 학생들의 평가에서 쓰이는 정성평가의 언어적 표현과 구조적인 맥락을 같이하고, 또, 실제 전문가(expert) 시스템의 규칙기반 설계의 규칙베이스(rule base)의 형태가 되고 있다.

본 연구의 정성평가에 필요한 모든 변수들은 퍼지의 근사추론(approximated inference)의 근대적 기법의 일반적인 장점에 기인하고 있고, 이 점이 바로 언어적인 평어를 사용하는 정성적인 전문가시스템의 형태가 기본적으로 일치하고 있다는 점을 강조한다.

본 절에서 예시되는 모든 퍼지 시스템들의 논리형태가 서로 일치하고 연구 목표의 정성평가에 필요한 논리적 표현이 동일하다는 것은 퍼지 기법의 설계상의 재사용성(reusability) 및, 가용성(feasibility)을 확인 해 주고, 퍼지 응용에 필요한 PFLA (programmable fuzzy logic array) chip의 형태로 구성이 쉽게 되어서 각종 응용 설계의 간편성과 경제성까지를 동반 할 수 있다는 장점이 된다.

<표 1> 퍼지 전문가시스템에서의 언어변수 구성 비교 예시

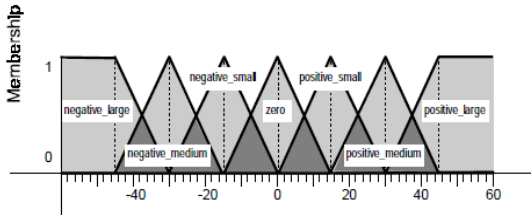
	교 차 신호 제어	전동차 속도제어	엔진 분사 제어	정성평가 평어평가
in	arrival # (주행대기) queue # (상대대기)	curvature (굴곡도) slope (경사도)	temp. (엔진온도) press. (엔진압력)	creativity (창의성) numeracy (수리성)
out	extension (신호주기 연장시간)	speed (굴곡경사 속도조절)	throttle (연료분사 최적화)	scientific ability (과학 사정)

첫 번째 예에서, 퍼지로 설계된 교차로 교통제어 신호주기의 자동 조정에서 사용되는 입출력 변수들의 구성과, 두 번째 예시되는 부산시의 지하철 1호선에서 사용되고 있는 전동차의 자동 속도조절 시스템의 입출력 변수, 그리고 세 번째 예의 엔진 분사장치(throttle body)의 최적화 시스템 및 본 연구의 정성평가 항목에서의 가상적으로 설계된 변수들의 구조적인 형태와 그에 해당되는 규칙베이스 및 실행의 결과를 서로 비교 분석한다. 여기서 예시 되어진 각 시스템 변수들의 수는 편의상 2-input/1-output 으로 제한하고 실제 시스템의 구현에서는 얼마든지 확장 설계하는 것은 어려움이 없다. 각 시스템의 근사적(approximated), 퍼지화(fuzzify) 가능한 언어적(linguistic)인 변수들의 구성을 아래 표에서 비교 분석한다.

위의 정의된 시스템 변수들이 각각 7개 언어정성자(linguistic qualifier)로 퍼지화 되면, 각 시스템은 공히 49개(7*7)로 규칙(rule) 시스템을 형성하고, 그에 따른 규칙 (rule base)을 다음절과 같은 형태로 만들 수 있다.

2.2 퍼지화 및 규칙 설계의 표준

위 예의 공통적인 표준형 퍼지화를 삼각형 소속함수(triangle membership function)로 정의한다면, 전체적으로 아래와 같이 구성 할 수 있다. 여기서의 표준형 설계란, 각 정성자의 정도(degree) 표시가 공통적인 표현을 사용한다는 것이고 본 연구에서는, 아래의 언어로 설계될 수 있다는 뜻이다.



```
fuzzy_variable( example ) :-
[ -60 , 60 ] ;
negative_large, \, linear, [ -45 , -30 ] ;
negative_medium, ^, linear, [ -45 , -30 , -15 ] ;
negative_small, ^, linear, [ -30 , -15 , 0 ] ;
zero, ^, linear, [ -15 , 0 , 15 ] ;
positive_small, ^, linear, [ 0 , 15 , 30 ] ;
positive_medium, ^, linear, [ 15 , 30 , 45 ] ;
positive_large, /, linear, [ 30 , 45 ] ;
centroid(largest_membership,mirror_rule,shrinking)
```

<그림 1> 퍼지 변수의 표준형 퍼지화의 예

위의 퍼지화 표현에서 사용되는 정성자의 수는 설계자에 따른 주관적인 판단으로 결정할 수 있고 전체 영역(range)의 음, 양의 구분도 필요에 따른 선택의 여지가 있다.

하지만 여기서 적용될 퍼지화에는 아래와 같이 양의 값 영역이 정의되는 것이 타당하다.

- * 교차로 신호제어 양방향 차선 입력 차량 수 [0, 100] / 출력 연장시간 [0, 10]
- * 지하철 전동차 속도제어 입력 굴곡, 경사도 [0, 90] / 출력 속도 [0, 10]
- * 엔진 분사장치 입력 엔진 내부 온도, 압력 [0, 100] / 출력 분사량 [0, 10]
- * 정성평가 시스템 입력항목 창의성, 수리성 [0, 100] / 출력 능력사정 [0, 10]

여기서 보인 수치 자료의 언어적 근사의 단위(units) 처리는 퍼지 특성상 센서의 물리적인 수치 생산에만 의미가 있고 논리적인 정도의 차이로 변환되어 시스템이 설계되므로 각 변수 간의 단위에 대한 종속성은 없다.

엔진 분사장치 예의 rule에서 보여 지는 설계형태는 다음과 같다. 변수, 온도(temperature)와 압력(pressure)은 각각 5개의 언어 정성자로 설계되었지만, 출력변수인 분사량(throttle)은 7개의 정성자로 제시된 예를 보여준다[6].

```
fuzzy_matrix( t ) :-
temperature * pressure -> throttle ;

NL * NL -> positive_large ;
NL * NS -> positive_medium ;
NL * ZR -> positive_small ;
```

```
NL * PS -> negative_small ;
NL * PL -> negative_medium ;
NS * NL -> positive_large ;
NS * NS -> positive_medium ;
NS * ZR -> zero ;
NS * PS -> negative_medium ;
NS * PL -> negative_medium ;
ZR * NL -> positive_medium ;
ZR * NS -> positive_small ;
ZR * ZR -> zero ;
ZR * PS -> negative_small ;
ZR * PL -> negative_medium ;
PS * NL -> positive_medium ;
PS * NS -> positive_small ;
PS * ZR -> negative_small ;
PS * PS -> negative_medium ;
PS * PL -> negative_large ;
PL * NL -> positive_small ;
PL * NS -> positive_small ;
PL * ZR -> negative_medium ;
PL * PS -> negative_large ;
PL * PL -> negative_large .
```

3. 퍼지 정성평가 설계의 가용성

본 연구에서 주된 관점은, 과연 정성평가의 장점을 살리고 공교육붕괴를 개선하기 위해, 교사의 평어평가가 입시사정자료로 능력을 발휘 할 수 있을까 하는 점이었고 그에 대한 퍼지 시스템의 접근 및 사용가능성을 증명하고 예시를 보여주는 것에 있었다.

지능형 시스템의 적용의 시도는 여태껏 겪어온 제도에서부터 탈피를 위해 철저한 설계의 사전 시뮬레이션 결과를 확인 한 후 정착 시키는 것이 타당 한 것으로 보여 진다.

아울러서, 다른 한 가지 문제점이라면 현장 교사들의 본 시도의 정성평가에 대한 이해와 숙련도 문제를 들 수 있다. 하지만, 이점은 아래와 같은 형태의 입출력 관계를 관찰한다면 별 어려움이 없으리라 생각된다. 그 이유는 위의 예시에 보인 시스템의 의미는 논리적으로나 물리적으로 전혀 복잡성을 가지지 않는 단순한 조건문 형태이기 때문이다.

예를 든다면, 위의 매트릭스에서 첫 번째 라인에 설계된 rule experting에서 보여준 의미는 다음과 같다[6].

```
if temperature is NL(cold)
and pressure is NL(weak)
then throttle is positive_large .
NL : negative large
```

‘만약 엔진 내부온도가 아주 낮으면서, 압력이 아주 낮다면, 연료분사를 최대로 설정하라’

이런 근사적 표현으로 평가하는 일선 교사들의 평어평가의 예에서 형태는 다음과 같은 포맷을 가질 것이다.

*if creativity is normal
and numaracy is very good
then scientific ability is good*

‘만약 창의성이 (보통)이면서, 수리성이 (매우 우수)하다면, 과학적 능력은 (우수)하다’

위의 평가 예에서 본 관점은, 지금까지 불가능 하였던 학생평가 표현의 단어 ‘매우’, ‘보통’, ‘조금’, ‘아주 많이’ 등의 수식어를 평가에서 구사 할 수 있고 또 그 의미와 정도의 차이가 계산에 반영 될 수 있다는 점이다. 이 점은, 어떤 사람이 다른 사람의 특성을 인위적으로 표현 할 때 필요한 수사들이고 퍼지학문이 1980년대 후반에서부터 발전하기 전에는 전산 처리하기 힘들었던 개념이었다.

위에서 든, 평어평가 예에서, 과학적 능력을 위한 두 가지 기준인 창의성 및 수리성 뿐 만 아니라, 다른 필수 항목들도 고려되어야 한다는 것은 사실이다. 이것은 얼마든지 변수 확장으로 조건문에 추가, 확장 할 수 있으며, 각 확장된 변수의 정성적 표현의 다양성을 위한 더 상세하고, 다양한 언어 정성자 확장도 쉽게 설계될 수 있다,

또한, 각 등급의 경계점 문제를 해결하는 표현의 예시로서 표 1.1에서의 교차로의 신호주기 선택에 사용된 정성자의 결과에서는 아래와 같은 설계의 시뮬레이션 자료를 참고하여, 각 제어 등급의 경계가 유연하게 처리되는 상황을 확인 할 수 있다.

센서차선 arrival # : north + south

상대차선 queue # : west + east

- R1 if Arrival = Z and Queue = Z then Ext = Z
- R2 if Arrival = Z and Queue = S then Ext = Z
- R3 if Arrival = Z and Queue = M then Ext = Z
- R4 if Arrival = Z and Queue = L then Ext = Z
- R5 if Arrival = S and Queue = Z then Ext = S
- R6 if Arrival = S and Queue = S then Ext = Z
- R7 if Arrival = S and Queue = M then Ext = Z
- R8 if Arrival = S and Queue = L then Ext = Z
- R9 if Arrival = M and Queue = Z then Ext = M
- R10 if Arrival = M and Queue = S then Ext = S
- R11 if Arrival = M and Queue = M then Ext = Z
- R12 if Arrival = M and Queue = L then Ext = Z
- R13 if Arrival = L and Queue = Z then Ext = L
- R14 if Arrival = L and Queue = S then Ext = M

- R15 if Arrival = L and Queue = M then Ext = S
- R16 if Arrival = L and Queue = L then Ext = Z

Arrival = 7 이고 Queue = 5 일 때 Extension = ?

위의 예에서 제시된 계단형 제어등급으로 근사 추론을 사용하지 않은 제어와 사용 할 때 제어 결과의 차이를 비교 아래와 같이 할 수 있다. 만약, 센서 차선의 차량이 7대 대기이고, 상대 차선이 5대 일 때의 언어적 정성자의 설계가 아래 <표 2>와 같다면.

<표 2> 표준 언어 정성자 출력의 예

언어정성자	연 장 (Ext)
Z(zero)	0 sec
S(short)	3 sec
M9medium)	6 sec
L9long)	9 sec

여기서, 실제적으로 실행되는 두 입력 변수의 정성적 판단(decision)으로서 COG(center of gravity) 역-퍼지화(de-fuzzification) 과정 방법으로 할 경우 2 초간의 연장시간을 결과로 얻어낼 수 있다[4].

이 결과는 분명히 위의 등급 상에서 정의되지 않은 경계선상의 Z(zero)와 S(short) 출력값의 0 sec 와 3 sec 사이의 연속적이면서 근사적인 퍼지 추론의 결과가 되는 것이다.

4. 가상적 실험 및 결과

위 절 에서의 평어평가 적용의 예를 위한 실험 환경 구축은 실제적으로 국가정책 중에서도 많은 시행착오와 더불어서 중요한 시책의 결정 문제와 관련되고 입시문제를 직간접적으로 연관시키기 때문에 선부른 실험이나 자료의 이용은 바람직하지 않다. 또한, 입학사정관제 관련 개인정보는 실험대상이 아닌 관계로 본 연구에서 평어평가를 적용하는 예시로서의 실험은 가상(virtual)환경에서의 구현이 문제를 제시하는데 가장 적합하다고 보여 진다.

4.1 중등학교의 우열반 판정문제

일반적인 중등교육에서 과목별 우열반 편성적용은 오랜 시간을 거쳤지만 많은 문제점이 등급판정기준점에서 생겨나고 있고, 위절에서 언급한 경계점 문제를 내포하고 있다.

첫 번째 문제로서는 학부모의 요구와 학생의 현실적 능력 간의 차이에서 오는 괴리현상이고, 두 번째 문제는 등급판정 시점에서의 학생의 과목점수의 급격한 일시적 변화에 따른 괴리현상을 들 수 있다. 본 연구에서는 학부모 과육에 의한 문제는 실험대상으로 취급하기 힘들지만, 학생의 일시적 성적의 급변에 의한 우열반 편성의 오류를 평소 학생 능력을 과거 특정 기간 동안의 '성적변화율'을 평어평가로 적용한 정성평가를 등급판정에 추가하여 실행하는 실험 결과를 분석하였다.

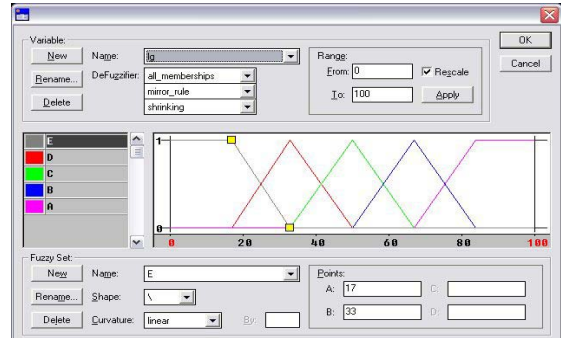
여기서의 급변한 학생의 성과 평소 능력과의 괴리현상을 두 가지 방향으로 구분하면 아래와 같다. 먼저 평소 전 학기 동안 과목의 점수변화가 성적 상승기류이면서 판정시험에서 급 하락한 경우, 또 그 반대의 상황은 평소 하락기류이면서 갑자기 급상승한 경우이다. 두 다른 경우 공통적으로 결과는 바람직하지 못한 것이 사실이다. 첫 번째 경우의 학생은 자신의 능력보다 더 열등반에서 아는 내용을 다시 공부한 비효율성과, 반대의 경우는 자신의 능력보다 더 우수한 반에서 학업진도에 부담은 느끼는 비합리성이 있다.

4.2 우열반 판정의 가상 환경구축

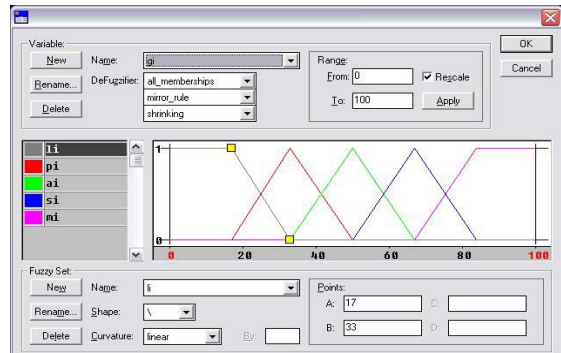
본 실험에서 퍼지 언어정성자의 적용은 표준형으로 실험하였고 그 이유는, 표준형의 범용성과 시스템의 재활용성을 고려하였기 때문이다. 또한, 근사추론 관점의 정성자의 세분화는 다섯 개의 정성자평가로 한정하였다. 세 개 만으로의 정성평가척도는 어떤 개인평가로서의 불충분성 및 일곱 개 구분에서의 과다세분화로 인한 시스템의 복잡성을 우려하였다.

연구에 적용된 두 가지 입력변수는, 아래와 같이 마지막으로 치른 시험의 정량적인 '최근성적(recent grade)'과, 최근성적 이전의 전 학기 동안의 정성적인 성적변이(grade variation)를 같이 적

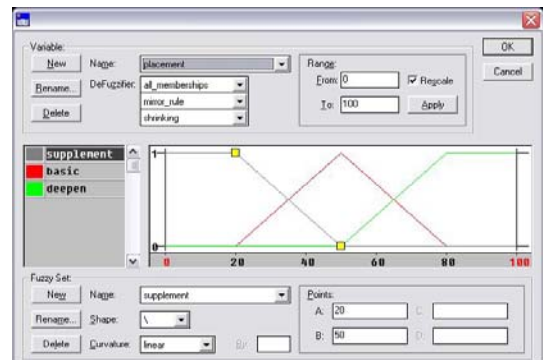
용하여 정량평가 만의 적용에서 생기는 불합리한 경계점 문제해결을 시도하였다.



[그림 2] recent grade (최근성적)입력변수



[그림 3] grade variation (성적변이)입력변수



[그림 4] placement (편성) 출력변수

본 실험에서 사용된 (5*5) rule matrix에서 사용된 규칙형태는 아래와 같다.

If recent grade is (A,B,C,D,E) and grade variation is (least improved, poorly improved, average improved, significantly improved, most improved) then placement is (deepen, basic, supplement)

입력변수 최근성적(recent grade)

- A : 최우수
- B : 우수
- C : 보통
- D : 미달
- E : 열악

입력변수 성적변이(grade variation)

- least improved : 최악 하향변이
- poor improved : 부족 하향 변이
- average improved : 보통 변이
- significant improved : 충분 상향변이
- most improved : 최고 상향 변이

출력변수 반 편성(placement)

- deepen : 우수 반
- basic : 기본 반
- supplement : 보충 반

4.3 가상 실험 결과 분석 - 경계점문제

본 실험의 두 입력 수치는 가상적 수치이다.

적용된 우열반 편성 뿐 아니라 모든 커트라인 관련 판정에서 공통적으로 발생하는, 경계점부근의 과도한 밀집현상을 원만히 해결하는 것이 필요하다. 여기서 반영되어야 할 평가가 정성적으로 표시될 수 있는 평소 성적향상도의 정도(degree)가 되는 것이다.

아래의 Win-Prolog system에서 구현되어 COG 기법의 역퍼지화 처리의 두 가지 출력 그룹의 형태는 최근점수가 같은 두 다른 성적변이를 가진 학생의 편성결과이다.

```
!?- find_placement( 88, 86, placement ).
placement = 85
!?- find_placement( 88, 68, placement ).
placement = 67
```

첫 번째 그룹 결과의 예에서, 두 번째 학생의 경우, 최근성적 88%일 때 당연히 우수 반에 편성이 되었겠지만, 성적변이 과정이 반영되어 보충 반으로 판정되어진 결과이고,

```
!?- find_placement( 25, 76, placement ).
placement = 50
```

```
!?- find_placement( 25, 32, placement ).
placement = 34
```

두 번째 그룹의 예는 첫 번째 학생의 최근점수가 보충반 편성이지만 역시 성적의 변이과정이 반영된 결과로 기본 반 편성 예를 보여주고 있다.

학생의 단순한 한 번의 실수에 의한 최근성적만의 반영에서부터 구제가 되는 결과를 얻을 수 있었다.

5. 결론

위절의 예시와 실험기법에서 보인 학생들의 여러 가지 특성(characteristic)을 이용한 근사적인 판단시스템이 바로 중등교육 현장에서의 학생의 능력평가를 필요로 하는 각종 판정에서 교사의 주관적이고 정성적인 판단기법을 사용하게 함으로써 교사의 교권을 강화하는 효과 뿐 만 아니라, 교육당국의 대학입시의 입학사정관제에서도 활용 할 수 있는 기법이라고 보여진다. 그 이유로서는, 위의 표준형 언어정성자의 예에서와 같이 여러 지원자의 근접한 점수 차를 가지는 입시사정의 경우, 바로 정성평가의 평어평가가 적용되어서 두 점수 등급사이의 연속적(continuous)인 관점에서 학생의 특징과 자질을 정성적으로 활용한 사정평가의 결과를 얻을 수 있고 그것이 근접한 점수 분포를 가진 두 다른 학생 사이의 정확한 능력 판단이 될 수 있다는 점을 보여준다.

그리고 이 시스템의 보급을 위해, 앞서 소개한 PFLA 형태의 software tool 및 chip의 생산과 준비가 필요 한 것이 사실이다. 또한 이런 종류의 평가를 사용하여 손쉽게 평가를 주관적으로 구사하는 교사들의 시스템 접근성은 시스템의 손쉬운 사용 인터페이스로 인해 크게 어려움이 없을 것이고, 본 연구에서 제시 했던 정량적 평가에서의 개인 특성무시 현상과 등급화 경계점에서 발생하는 문제점을 개선 할 수 있는 계기가 될 것이다.

학생들의 지도를 담당했던 교사의 교실에서의 주관적인 평가를 시험성적 평가보다 더 비중이 있게 입시에서 다룰 수 있게 되고 또 그에 대한 신뢰도를 증진시킨다면, 교실 밖으로 사교육 현장으로 내 몰리는 학생과 학부모들의 초점을 공교

육과 교실로 되돌릴 수 있는 긍정적인 교육 평가 기법의 발전이 되리라 생각한다.

본 연구의 제시된 바와 같이 교실에서의 정성적 평가의 논리적인 발전이 종래의 단순한 물리적 사교육 금지를 통한 공교육 해결책 보다는 훨씬 더 정량적 평가의 문제점들을 개선하는데 첩경이 될 수도 있다는 점을 강조하는 바이다.

참 고 문 헌

- [1] L.A. Zadeh (1973) The concept of a linguistic variable and its application to approximated reasoning memorandum.
- [2] C. C. Lee (1990) Fuzzy logic I control systems : Fuzzy logic controller-Part I, IEEETrans. on Syst. Man Cybrn. vol 20
- [3] H. J. Zimmermann (1985) Fuzzy set theory and its applications, Kluwer - Nijhoff
- [4] 도용태, 김일곤, 김종완, 박창현 (2009) 인공지능 개념 및 응용, 사이텍미디어
- [5] Hyun Mun Kim, Julie Dickerson 1, Bart Kosko*, Fuzzy throttle and brake control for platoons of smart cars
Signal and Image Processing Institute, Department of E.E., USC
- [6] Logic Programming Associate (2002) Win-Prolog system 4.300(Dve Edn) UK



김 영 택

1982 Fairleigh Dickinson Univ.
Computer Sci.(학사)

1983 Polytech Univ.
Computer Sci.(석사)

1986 Polytech Univ.(박사 수료)

1987 수성대학교 전자계산학과

1988~현재 경성대학교 컴퓨터공학부

관심분야: 인공지능

E-Mail: ytkim@ks.ac.kr