

α -수준집합을 이용한 퍼지기반 교우관계 분석시스템 설계

정인준[○], 전우천[○]
서울망우초등학교[○], 서울교육대학교 컴퓨터교육과
sopa@chol.com[○], wocjun@snue.ac.kr

The Design of Fuzzy-Based Peer Relationship Analysis System Using α -cut

In-Joon Jeong[○], Woo-Chun Jun[○]
Seoul Mangwoo Elementary School[○], Seoul National University of Education

요 약

학급에서의 아동 상호간의 관계 파악은 아동 성향 파악 및 생활지도 등에 유용하게 사용될 수 있다. 이러한 교우관계를 파악하게 되면 서로 잘 어울리는 친구들이나 외톨이로 있는 아동을 미리 찾아내어 아이들 상호간의 감정의 흐름을 파악할 수 있고 서로 협력하는 학급을 만들기 쉬울 것이다. 이에 본 논문에서는 학급 아동 상호간의 호감도에 의해 교우관계를 분석할 수 있는 시스템을 퍼지 (Fuzzy) 이론을 응용하여 설계하고 그룹화 할 수 있는 방안을 제시하였다. 교우관계의 특성상 애매모호하고 불확실한 감정과 호감도를 몇 마디 말 또는 '좋아한다', '좋아하지 않는다'는 이분법적인 방법으로 분석하기에는 아동 상호간에 복잡한 감정을 다 표현하기 어렵기 때문에 퍼지이론을 적용하여 수치화된 정보로 상대적 비교가 가능하도록 함으로써 좀 더 정확한 아동 상호 관계를 분석할 수 있도록 설계하였다. 또한, 퍼지이론을 바탕으로 연결차수를 계산한 그룹화 방안을 제시하였다. 본 논문에서 제안하는 시스템과 분석화 방법의 특징은 첫째, 인간관계의 애매하고 모호한 점을 상대적 비교가 가능하게 함으로써 정확한 분석을 가능하게 하고, 둘째, 퍼지 이론의 적용을 통하여 해밍거리 (Hamming Distance)에 의한 유사도 분석이 가능한 시스템과 α -수준집합 (α -cut)에 의한 그룹화 방법을 제안하였으며, 셋째, 교육현장에서 발생할 수 있는 애매한 상황과 아동의 성향파악 등 수치적인 파악이 불가능한 부분을 분석이 가능한 데이터로 만들 수 있는 기초를 마련하였다.

1. 서 론

초등학교 학급에서 학생들은 다양한 인간관계를 형성하면서 학교생활을 이루어가고 있다. 특히 고학년 여학생인 경우 친한 친구와 친하지 않은 친구가 명백히 구분되어 있고 학급의 활동에서도 친구를 가리면서 활동하는 경향을 보이고 있다. 초등학교 교육과정에서는 다양한 그룹 활동을 필요로 하는 내용들이 많이 있다. 이에 교사들은 아동들을 몇 개의 그룹으로 자리를 배정하고 학습 활동을 전개해 나가는 경우가 많다. 일정 기간이 지나면 다시 그룹을 지어주게 되고 이런 그룹을 어떻게 조직하느냐에 따라 그 그룹의 학습 능력에는 큰 차이

를 보이는 경우가 많다. 이에 아동 상호간의 관계를 분석이 용이하도록 수치화하고 그것을 어떤 방법으로 분석하느냐 하는 것은 아동들의 학습 및 생활 지도에 큰 도움이 될 것이다.

아동들의 교우관계를 파악하고자 할 때 어려움은 '좋아하는 친구', '그저 그런 친구', '싫은 친구' 등으로 표현되는 아이들의 애매한 감정을 수치화하고 그것을 비교하는 방법이 쉽지 않다는 것이다. 이러한 애매하고 모호함을 수치로 표현하여 좀 더 비교가 가능하고 분석이 용이한 자료로 만든다면 교실에서 아동 상호간의 관계를 손쉽게 파악할 수 있을 것이다. 즉 애매하고 불확실함을 수치화하여 불확실성들의 상대적 비교가 가능하도록 하는 퍼지이

론을 응용한다면 아동 상호간의 모호한 관계 표현을 좀 더 수학적으로 전환시켜 분석하는데 용이할 것이다.

1965년 미국 Berkely 대학의 Zadeh 교수는 이전까지 사용되어오던 일반 집합 이론(Crisp Set Theory)이 우리 인간의 사고, 추론, 판단과 결정에 관한 모든 사항을 처리하기에는 부적합하며 이를 적절하게 처리하기 위한 새로운 집합 이론이 필요하다고 주장하였고 그 새로운 집합 이론으로서 퍼지 집합 이론(Fuzzy Set Theory)을 발표하였다[1].

1980년대 들어서면서 퍼지의 응용분야가 자동제어에 국한되지 않고 공학계(엔지니어링 설계, 지능제어, 신호처리, 패턴인식, 이상진단), 사회계(의사결정, 의료, 행동과학, 경제, 사회모델), 자연계(기상, 지도, 생태계, 물리 화학적 현상규명)등 다방면에 걸쳐 유용하게 응용될 수 있다는 것이 입증되면서 여러 분야에서 활발히 퍼지이론 및 응용에 관하여 연구하고 있다[2].

퍼지 이론은 이제 자동제어나 공학설계 등의 범위를 벗어나서 각종 분야에서 골고루 연구되고 있다. 이에 초등학교 학급 내에서 이루어지는 학생 상호간의 복잡한 교우관계를 퍼지 이론을 이용하여 분석해낼 수 있다면 이는 퍼지이론의 응용분야를 더욱 더 넓힐 수 있는 계기가 될 것이다.

학급은 목적이 같고 동질적이며 가치규준이 비슷한 학생들이 모여 형성한 몇 개의 하위집단으로 구성되어 있으며, 학생들의 다양한 관계를 통해서 집단의 성격을 결정하는 중요한 요인이 된다. 따라서 아동의 건전한 사회적 발달을 도모하고 학급을 효과적으로 운영하기 위하여서는 학생들의 바람직한 사회적 관계를 조성할 필요가 있다[3].

교우관계는 복잡하고 다양한 요소들을 내포하고 있어 그 개념을 명확히 정의하기는 어렵다. 하지만 가장 기본적인 요소로 '좋아한다'라는 '선호(Liking)'를 특징으로 가질 수 있다. "친구란 도움을 요청할 때 도와주며, 서로 이해하고 사적인 생각을 공유할 뿐만 아니라 감

정, 비밀을 이야기하는 등 심리적 문제 해결을 돕고 심리적 고통이나 불편함을 주지 않도록 하는 지속적이며 양방적인 관계"[4]인 것이다.

이러한 교우관계는 아동들 상호간에 맺어지는 다양한 변수들에 의해 쉽게 파악하기 어려운 점들이 많은데 이러한 부분을 퍼지 이론으로 해결해보고자 하는 연구는 교육현장의 여러 문제를 과학적으로 풀어보고자 하는 노력의 초석이 될 것이다.

이에 본 논문에서는 아동 상호간의 교우관계를 선호도 분석을 중심으로 한 교우관계 분석 시스템을 제안하고자 한다. 즉, 아동 상호간의 선호도를 온라인으로 입력받아 데이터베이스에 저장하고 입력된 자료를 퍼지이론을 이용하여 분석하며, 퍼지이론의 의사결정 문제에서 응용된 그룹화방법을 도식화하고 연결차수 계산에 의해 그룹화하는 방법으로 변형하고, 이 방법에 의해 아동 상호간의 교우관계를 분석할 수 있는 시스템을 제안하여 교육현장에서 필요한 여러 가지 자료로 재해석될 수 있는 유용한 시스템을 설계하는 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 교우관계 분석에 대한 이론과 퍼지이론에 대한 기초를 설명하고 본 논문에서 사용되는 퍼지이론에 대하여 다루었으며, 3장에서는 교우관계 분석 시스템의 기본방향과 시스템을 설명하고 α -cut 을 이용한 교우관계분석 시스템의 프로그램을 설계하여 그룹화 분석 방법을 제안하였다. 또한 마지막 4장에서는 결론 및 향후 연구과제를 제시하였다.

2. 이론적 배경

2.1 교우관계의 분석

교우관계를 분석하기 위하여 질문을 던질 때 '좋아한다', '보통이다', '좋아하지 않는다'의 단순한 결과처리는 불확실한 인간의 감정을 담기에는 부족하다. 이에 교우관계의 적절한 측정 방법을 위해 사회성측정(Sociometry) 방법을 사용한다. 사회성측정이란 개발 초기에 집단내 인간관계의 개선 및 치료를 위하여 개

발되었으며 집단내의 감정구조를 양적으로 측정하는 기술로써 사용되었다. 이 사회성 측정은 치료나 지도를 위한 수단을 찾아내기 위한 것이므로 교육적인 지도에 효과적으로 사용할 수 있으며 현재 이 사회성 측정 기술은 집단내의 대인관계를 조사하고 학습을 개선하는데 중요한 수단으로 되어있다[4].

아동의 사회성을 측정하기 위한 방법으로는 일정한 기준에서 같이 앉고 싶은 친구를 지명하게 하는 동료지명법 (Peernomination Method) 과 각 아동으로 하여금 학습의 전 아동 개개인에게 모두 등급을 매기게 하는 동료평정법 (Peerrooster and Rating Method) 이 가장 널리 쓰이고 있다[5].

본 논문에서는 모든 아동이 또래들에게 어떻게 받아들여지고 있는지를 평가하는 방법으로 하며, 입력 항목도 인간의 감정을 처리하기 위한 방법으로 단순화보다는 세밀한 처리를 위해 10가지 단계로 구분하여 입력받는다. 이러한 세분화한 단계는 퍼지이론을 적용하면서 분석이 가능해진다.

어린이가 차차 나이가 많아지고 자라남에 따라 집단의식이라는 구성원성 (Memberships) 의 획득이라든가 감정적인 안정성을 구하기 위해 다른 여러 사람과의 동일시 (Identification) 및 그에 따르는 “우리감정 (We-Feeling)”으로 부터 오는 “우리의식 (We-Consciousness)”이 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 여러 감정은 결국 남과의 교우관계를 통해서 형성되는 것이다. 교우관계는 상호간의 사회적인 결합을 만드는 조건으로서 매우 중요한 의미를 가지고 있으며 또 아동다운 명랑한 활동력이 개발될 수 있다는 점에서 큰 의의가 있다[6].

학습내의 교우관계 파악은 이러한 집단의식을 한쪽으로만 치우치지 않고 골고루 가질 수 있도록 하여 학습 전체의 우리의식을 심어주기 위해서도 필요하다.

2.2 퍼지이론의 정의

1965년 캘리포니아 대학의 Zadeh 교수가 제창한 퍼지이론은 종래의 집합 이론의 틀에

서 벗어난 확장된 새로운 집합 개념이다.

퍼지이론은 애매성을 수학적으로 잘 표현할 수 있는 도구이다. 애매성의 수학적 표현에 대하여 살펴보기 위해 20세에서 70세 사람들에 한정해서 ‘젊다’는 개념을 생각해 보면, 보통의 집합론적인 개념으로 ‘젊다’는 것은 20, 21, 22, ..., 30세인 사람이라고 생각할 수 있다. 그런데, 이러한 개념의 의미는 명확하지 않은 부분이 생긴다. 연령과 ‘젊다’는 개념을 대응시키면 실제로는 20은 젊다, 25도 젊다, 35는 그럭저럭, 40은 이미 중년, 60은 결코 젊지 않다는 것처럼 젊기의 정도라는 것이 생각된다.

퍼지 이론에서는 이 정도를 0에서 1까지의 수치로 표시한다. 20은 1, 25는 0.9, 35는 0.5, 40은 0.2처럼 연령에 수치를 적용해서 그 수치에 따라서 ‘이러이러한 연령의 사람이 젊다고 간주되는 것은 이 정도다’라고 표현한다. 간주하는 정도를 0에서 1사이의 수치로 표현하면 <표 1>과 같다[7].

<표 1> 연령에 따른 ‘젊다’ 정도의 수치화

젊다						
연령	20	25	30	35	40	45
수치	1	0.9	0.7	0.5	0.2	0

2.3 퍼지이론의 해밍거리와 α -cut

(1) 해밍거리 (Hamming distance)[8]

선호도의 차이를 알아내기 위해서는 퍼지집합간의 차이를 나타내는 거리 (Distance)라는 개념을 이용한다.

해밍거리는 다음과 같이 각 원소의 소속함수 값의 차이에 절대값을 취하여 합한 값과 같다.

$$d(A,B) = \sum_{\substack{i=1 \\ x_i \in X}}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|$$

예를 들어서 다음 두 집합을 생각해 보자.

$$A = \{(x_1, 0.4), (x_2, 0.5), (x_3, 1), (x_4, 0.3), (x_5, 0.2)\}$$

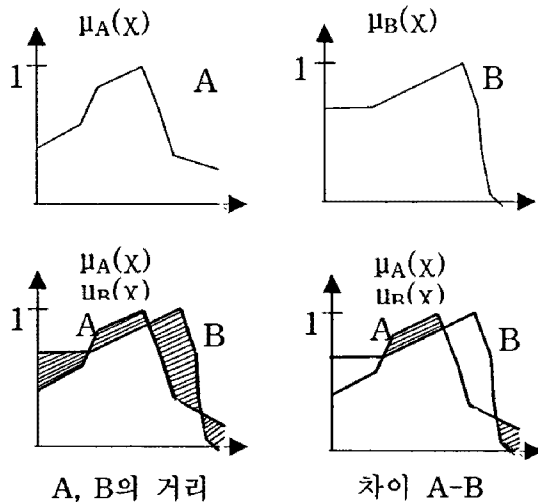
$$B = \{(x_1, 0.6), (x_2, 0.6), (x_3, 0.9), (x_4, 1), (x_5, 0)\}$$

이 때 A와 B의 해밍거리 $d(A,B)$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$d(A,B) = |0.2| + |0.1| + |0.1| + |0.7| + |0.8| = 1.9$$

<그림 1>은 해밍거리와 두 집합의 차이를

그래프로 표현한 것이다.



<그림 1> 해밍거리와 집합의 차이 비교[8]

여기서 전체집합 X의 원소가 n 개 있을 때, 즉 |X| = n 일때, 다음을 상대 (Relative) 해밍 거리라고 부른다.

$$\delta(A,B) = \frac{1}{n} d(A,B)$$

(2) α-수준집합

퍼지집합에 포함된 원소들 중에서 일정한 가능성 (소속함수 값) 이상 포함된 원소들로만 구성된 보통집합을 만들 수 있다. 이것을 α-수준 (α-cut) 집합이라고 부르는데, 소속함수의 값이 α 이상인 원소들로 이루어진다.

$$A_\alpha = \{ x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha \}$$

이 때 α는 임의로 선택할 수 있다. 이렇게 만들어진 α-수준집합은 보통집합이 된다. 예를 들어서 <표 2>의 퍼지집합 “젊은이”에서 α=0.2로 하여 만든 α-수준집합은 다음과 같다.

<표 2> 연령에 따른 ‘젊은이’의 정도

원소(나이)	5	15	25	35	45	55	65	75	85
젊은이	0	0.2	1	0.8	0.4	0.1	0	0	0

젊은이_{0.2} = {15, 25, 35, 45}

이것의 의미는 “0.2 이상의 가능성으로 젊은이라고 할 수 있는 나이”이다.

만약 α=0.4로 하면

젊은이_{0.4} = {25, 35, 45}

가 되고 α=0.8로 하면 젊은이_{0.8} = {25, 35}가 된다.

2.4 퍼지이론에서 분류 및 선정의 문제

퍼지이론의 다양한 응용분야 중에서 퍼지 의사결정분야의 한 응용방법 중에 분류 및 선정에 관한 것이 있다[9]. 퍼지이론에서 응용된 분류 및 선택의 의사결정 문제를 예를 통하여 살펴보자. 다음 <표 3>은 7가지 상품 { 가, 나, 다, 라, 마, 바, 사 }에 대하여 6명의 사람 { E1, E2, E3, E4, E5, E6 }이 각각 주관적인 선호도를 나타낸 퍼지관계 행렬이다.

<표 3> 선호도를 나타내는 퍼지관계 행렬

	가	나	다	라	마	바	사
E1	0.1	0.8	0.5	1	1	0.4	0.3
E2	0.8	1	0.6	0.4	0.3	0.7	0.6
E3	0.4	0.7	0.8	0.2	0.1	1	1
E4	0.6	0.9	1	0.5	0.7	0.4	0.4
E5	0.4	0.3	0.2	0.8	0.9	0.6	0.2
E6	1	1	0.5	0.3	0.7	0.9	0.8

<표 3>에서 1은 선호도가 가장 높은 것을 나타내며, 0이 가장 낮은 선호도를 나타낸다. 고객 E1, E2 간의 상대해밍거리는 다음과 같이 표현될 수 있다.

δ(E1, E2) : 각 견해에 대한 선호도차의 절대값을 평균한 값.

$$\delta(E1, E2) = 1/7 * \{ |0.1-0.8| + |0.8-1| + |0.5-0.6| + |1-0.4| + |1-0.3| + |0.4-0.7| + |0.3-0.6| \} = 0.41$$

δ(E1, E2)는 바로 비유사도 (Dissimilarity) 및 유사도 (Similarity = 1 - Dissimilarity) 표현으로 변환될 수 있으며, 그 결과는 <표 4>와 <표 5>와 같은 관계행렬 (Relation Matrix)로 나타난다.

<표 4> 사람사이의 비유사도

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
E1	0	.41	.51	.28	.24	.44
E2		0	.28	.24	.42	.17
E3			0	.38	.51	.31
E4				0	.35	.30
E5					0	.44
E6						0

<표 5> 사람사이의 유사도

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
E1	1	.59	.49	.72	.76	.56
E2		1	.72	.76	.58	.83
E3			1	.62	.49	.69
E4				1	.65	.70
E5					1	.56
E6						1

이러한 선호도 조사의 결과를 통하여 α -수준을 이용하면 각각의 유사도 지표에 의한 상관 관계 분석을 행할 수 있다.

1) $\alpha=0.76$ 수준으로 유사한 사람들을 분류하면 <표 6>과 같이 5집단으로 나누어진다.

{E1,E5}, {E2,E4}, {E2,E6}, {E3}, {E6}

<표 6> $\alpha=0.76$ 수준으로 분류한 그룹

	1	2	3	4	5	6		1	5		2	4
1	1					1		1	1		1	1
2		1			1			1	1		1	1
3			1									
4		1			1							
5	1					1						
6		1						1	1		1	1

2) $\alpha=0.70$ 수준으로 유사한 사람을 분류하면 <표 7>과 같이 4집단으로 나누어진다.

{E2,E4,E6}, {E2,E3}, {E1,E4}, {E1,E5}

<표 7> $\alpha=0.70$ 수준으로 분류한 그룹

	1	2	3	4	5	6		2	4	6		1	4
1	1				1	1		1	1	1		1	1
2		1	1		1			1	1	1		1	1
3			1	1				1	1	1		1	1
4	1	1			1								
5	1					1							
6		1			1			1	1	1		1	1

3) $\alpha=0.62$ 수준으로 분류하면 2집단으로 나누어진다.

{E1,E4,E5}, {E2,E3,E4,E6}

이 때 분류선정의 문제에 있어서 상호 유사한 최대 집단 (Maximal Sub-Relation)은 반드시 상호배타적 (Disjoint)이지 않음을 알 수 있다. 예를 들어, 유사도 수준 0.62에서 E4는 {E1,E4,E5} 또는 {E2,E3,E4,E6}에 분류될 수 있고, 유사도 수준 0.70에서 E2는 {E2,E4,E6} 또는 {E2,E3}에 분류될 수 있기 때문이다.

2.5 관련 연구

교우관계에 관련된 연구는 주로 어떤 상황이 교우관계에 미치는 영향이나 일정한 태도나 행동과의 관계 등을 연구하는데 그치고 있다.

[10]에서는 부모의 양육태도에 따라서 자녀가 어떤 교우관계를 맺고 지내는지를 연구하였다.

[11]에서는 초등학생이 인터넷 게임을 하면서 게임에 중독이 되면 감성지능과 교우관계에는 어떤 영향을 미치는지를 연구하였다.

[12]에서는 교우관계 개선 프로그램을 개발하여 아동들의 주의력 결핍과 과잉행동에 어떤 효과를 줄 수 있는지를 연구하였다.

교우관계와는 거리가 있기는 하나 [13]에서는 웹기반 심리검사 시스템을 설계하고 구현하였다.

[14]에서는 퍼지이론을 학업성취도 평가에 적용하여 웹기반 원격교육시스템을 설계하고 구현하였다.

관련 연구들을 살펴보면 아동들의 교우관계를 직접 파악하고 분석하고자 하는 연구가 현재까지 없었으며, 특히 불확실함을 수치화하여 확실함을 더해줄 수 있는 퍼지이론을 적용한 연구는 전무한 실정이다.

3. 교우관계 분석 시스템의 설계

3.1 설계의 기본 방향

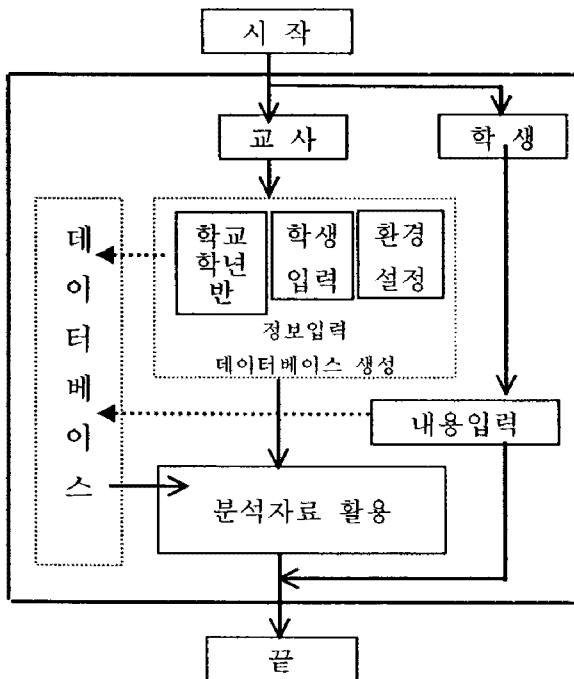
교우관계 분석 시스템을 설계하기 위한 기본 방향은 다음과 같다.

첫째, 데이터베이스가 구축된 환경을 전제로 한다. 컴퓨터실이나 인터넷이 되는 환경에서 아동들이 각자 접속을 하여 모든 아동에 대한 자신의 생각을 입력할 수 있도록 하기 위함이다. 이는 인터넷이 없었던 시기에 종이 쪽지에 좋아하는 사람을 적어내어 일일이 표를 그려가면서 분석하던 때와는 달리 입력을 좀 더 편하게 하고 아울러 분석도 쉽게 할 수 있게 된다. 둘째, 다양한 형식과 방법으로 결과를 확인할 수 있도록 한다. 데이터베이스가 구축된 환경에서 입력된 자료는 다양한 형태로 분석이 되어 저장이 되고, 교사는 필요에 의하여 여러 가지 방법과 표현으로 아동 상호관계의 내용을 직접 확인할 수 있게 되어야 한다. 이는 학교 현장에서 필요한 여러 자료,

예를 들어 짝을 바꾸거나 모둠을 새로 편성할 경우 조건에 따라 교사가 원하는 형태로 화면이나 프린터로 출력해 볼 수 있어야 하고 아동의 성향 파악이나 친구관계 등을 손쉽게 확인할 수 있도록 한다. 셋째, 분석된 자료는 환경설정에 의하여 학생들이 열람할 수 있는 자료와 비열람자료가 구별될 수 있도록 하여야 한다. 아동들의 호감도가 입력된 자료는 중요한 개인정보가 됨으로써 데이터에 대한 접근을 할 수 없도록 하고 필요에 의하여 관리자의 접근허용에 의해 공개 가능한 부분을 적절히 보여줄 수 있는 시스템을 만들어 교사의 통제하에서 운영이 될 수 있도록 한다.

3.2 시스템 설계

<그림 2>는 자료를 입력하고 분석하는 과정과 데이터베이스와의 구조를 간단히 도식화한 것이다.



<그림 2> 자료입출력과 데이터베이스 구조

교우관계 분석 시스템은 교사가 먼저 시스템에 등록을 한 후, 학교와 학년 반 등의 자료를 입력하고 학생의 이름을 입력해야 학생들이 접속할 수 있는 시스템으로 구성한다. 이는 학생들이 접속했을 때 자신들이 입력해야 할 반 친구들이 모두 나타나도록 하기 위함으로 교사가 환경설정과 함께 학생이름을 먼저 등

록함으로써 데이터베이스의 기초가 구축이 되도록 한다.

학생들이 그 이후에 접속하게 되면 친구들의 이름과 선택항목을 선택할 수 있도록 하고 이 자료는 데이터베이스로 저장이 된다. 이렇게 저장이 된 자료는 교사가 다양한 방법으로 분석하여 사용할 수 있다.

학생들이 이 결과를 알 수 있도록 할지는 교사의 권한으로 공개할지 안할지를 환경설정에서 미리 결정하도록 한다.

본 논문에서는 입력된 자료를 계산하여 조별로 그룹화하는 방법을 제시하고자 한다. 그룹화 방법이 기초가 마련되면 짝배치나 아동성향파악 등에 약간의 응용만 한다면 다른 계산법도 충분히 개발될 수 있을 것이기 때문이다.

프로그램의 흐름을 보면 첫째, 입력받은 자료를 바탕으로 구성원별 해밍거리를 계산한다. 해밍거리는 비유사도를 나타내므로 유사도로서치를 바꾸어 계산한다. 둘째, α -수준집합을 정하기 위한 α 값을 찾아낸다. 이 α 값은 나누고자 하는 그룹의 수와 인원수를 같도록 하는 가장 맞는 α 값을 찾아내는 것이다. 셋째, α 값에 의해 그룹화시키고 그룹의 수에 의해 아동을 배치한다.

1) 룰베이스에 의한 상호관계 분석

본 논문에서는 계산의 결과를 알아볼 수 있도록 '초등학교 6학년 3반' 학생들의 자료를 바탕으로 12명의 학생의 자료만 뽑아서 계산에 이용하도록 한다.

학생들의 아동끼리의 상호 호감도를 10단계로 기록하도록 한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 학생들이 기록한 호감도

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1	1	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7	0.5	0.4	0.7	0.6	0.7	0.3
S2	0.8	1	1	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.5
S3	0.7	1	1	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6
S4	0.5	0.5	0.5	1	0.4	0.1	0.5	1	0.5	0.4	0.5	0.4
S5	0.4	0.5	0.4	0.3	1	0.9	0.4	0.6	0.7	1	0.7	1
S6	0.8	0.5	0.7	1	1	1	0.1	0.3	0.9	1	0.9	1
S7	0.5	0.3	0.4	0.6	0.5	0.2	1	0.5	1	0.3	1	0.5
S8	0.3	0.5	0.5	1	0.5	0.1	0.5	1	1	0.4	1	0.4
S9	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6	0.9	0.9	0.8	1	0.7	1	0.8
S10	0.8	0.6	0.1	0.8	0.8	0.7	0.1	0.4	0.5	1	0.5	1
S11	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	1	0.9	1	0.5	1	0.5
S12	0.5	0.4	0.3	0.8	1	0.8	0.4	0.4	0.8	1	0.7	1
인기	7.6	6.6	6.3	8.8	8.2	7.1	6.6	7.6	9.3	8.1	9.4	8

자기에 대한 호감도는 1로 계산을 해서 입력하였고, 각각에 대한 호감도가 적게는 0.1에서부터 1까지 골고루 분포되어 있음을 알 수 있다. 위의 수치에서 단순한 인기도를 알아보면 9.4와 9.3을 받은 S11학생과 S9학생이 높다는 것을 알 수 있다. 또한 인기도 6.3과 6.6의 S2, S3, S7 학생은 학급에서 많은 친구를 얻지 못하고 있는 학생으로 외톨이가 될 가능성이 높은 학생이다.

이 결과에서 상호 호감도에 따라 룰베이스에 의한 관계를 정리하면 다음과 같다.

룰베이스는 하나의 퍼지룰에 의해 퍼지입력에 대한 새로운 출력데이터를 얻는 방법으로 다수의 퍼지룰에 의해 표현되는 룰셋을 퍼지규칙기반 - 또는 퍼지룰베이스 (Fuzzy Rule Base) 라고 부른다. 주어진 룰베이스에 대해 어떤 방식으로 퍼지입력에 대한 출력을 어떻게 계산하느냐가 문제인 셈이다[2].

룰베이스 : S_i 과 S_j 의 상호 호감도 =

(S_i 의 S_j 에 대한 호감도 + S_j 의 S_i 에 대한 호감도) * 1/2

<표 9>는 룰베이스에 의한 상호호감도를 보여주고 있다.

<표 9> 룰베이스에 의한 상호호감도

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1		0.55	0.55	0.55	0.50	0.75	0.50	0.35	0.65	0.70	0.70	0.40
S2			1.00	0.55	0.55	0.50	0.45	0.55	0.50	0.60	0.60	0.45
S3				0.60	0.50	0.65	0.50	0.60	0.60	0.35	0.60	0.45
S4					0.35	0.55	0.55	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60
S5						0.95	0.45	0.55	0.65	0.90	0.65	1.00
S6							0.15	0.20	0.90	0.85	0.75	0.90
S7								0.50	0.95	0.20	1.00	0.45
S8									0.90	0.40	0.95	0.40
S9										0.60	1.00	0.80
S10											0.50	1.00
S11												0.60
S12												

위 표에서 상호호감도가 1.00이 되는 아동들은 (S2,S3), (S4,S8), (S7,S11), (S9,S11), (S5,S12), (S10,S12) 와 같은데, 이 아동들은 서로 절친한 친구로 인식하고 있다.

이 룰베이스에 의한 상호호감도로 그룹화 분석을 하면 해밍거리 계산에 의한 그룹과 비

슷하게 나오기는 하나 수치의 차이가 많지 않아 그룹화 과정을 거치기가 난해한 점이 있다.

2) 해밍거리 계산

위 표에서처럼 상호호감도를 입력받고 이 수치에서 다음 계산식으로 해밍거리를 계산한다. 해밍거리는 서로간의 의견차이가 얼마큼 되는가를 알아보는 척도가 된다.

$$d(A,B) = \sum_{\substack{i=1 \\ x_i \in X}}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|$$

예를 들어, S1과 S2의 해밍거리는

$$d(S1,S2) = |1-0.8| + |0.3-1| + |0.4-1| + |0.6-0.6| + |0.6-0.6| + |0.7-0.5| + |0.5-0.6| + |0.4-0.6| + |0.7-0.5| + |0.6-0.6| + |0.7-0.7| + |0.3-0.5| = 2.4$$

상대해밍거리 $\delta(S1,S2)$ 는

$$\delta(S1,S2) = \frac{1}{12} d(S1,S2) = 0.20$$

이렇게 계산된 상대해밍거리는 의견차이를 나타내므로 1에 가까울수록 다른의견을 나타내고 0에 가까울수록 같은의견을 나타내는 것이므로 비유사도라고 할 수 있다. <표 10>은 비유사도를 계산한 표이다.

<표 10> 해밍거리 계산에 의한 비유사도

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1	0	0.20	0.21	0.28	0.26	0.32	0.23	0.30	0.25	0.26	0.23	0.23
S2		0	0.06	0.28	0.33	0.37	0.30	0.33	0.28	0.31	0.24	0.34
S3			0	0.28	0.30	0.34	0.31	0.31	0.23	0.32	0.20	0.30
S4				0	0.37	0.43	0.26	0.11	0.31	0.35	0.25	0.35
S5					0	0.21	0.36	0.38	0.24	0.22	0.33	0.10
S6						0	0.42	0.38	0.27	0.19	0.34	0.16
S7							0	0.18	0.20	0.43	0.14	0.33
S8								0	0.23	0.44	0.18	0.36
S9									0	0.33	0.09	0.24
S10										0	0.37	0.15
S11											0	0.32
S12												0

비유사도를 유사도로 고치는 과정을 한 번 더 거치게 된다. 다음은 비유사도를 유사도로 고치는 식이고, <표 11>은 유사도로 계산된 표이다.

$$\text{유사도} = (1 - \text{비유사도})$$

<표 11> 비유사도에 의해 계산된 유사도

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1	1	0.80	0.79	0.72	0.74	0.68	0.77	0.70	0.75	0.74	0.77	0.77
S2		1	0.94	0.72	0.67	0.63	0.70	0.67	0.72	0.69	0.76	0.66
S3			1	0.72	0.70	0.66	0.69	0.69	0.77	0.78	0.80	0.70
S4				1	0.63	0.57	0.74	0.89	0.69	0.65	0.75	0.65
S5					1	0.79	0.64	0.62	0.76	0.78	0.67	0.90
S6						1	0.58	0.62	0.73	0.81	0.66	0.84
S7							1	0.82	0.80	0.57	0.86	0.67
S8								1	0.77	0.56	0.82	0.64
S9									1	0.67	0.91	0.76
S10										1	0.63	0.85
S11											1	0.68
S12												1

유사도를 살펴보면 가장 낮은 0.56에서부터 가장 높은 0.94까지 골고루 있음을 알 수 있다.

3) α -수준집합의 결정

α -수준집합을 만들기 위하여 α -수준집합으로 잘라낸 상위집합의 원소 개수는 만들고자 하는 그룹의 수로 정한다.

$$A_\alpha = \{ x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha \}$$

$$|A_\alpha| = n \quad (n : \text{그룹의 수})$$

조사된 유사도 표에 의하여 α -수준집합을 나누어볼 때, 4개의 그룹으로 구성하고자 한다면 가장 집합의 원소가 많은 상위집합의 원소의 수가 4가 되는 α 값을 찾아낸다.

이 α 값은 다음 그룹화 과정에서 가장 적절한 값이 선택되어진다.

4) 그룹화

기존의 퍼지 이론으로 그룹화하는 과정에서 그룹화가 이루어진 과정을 쉽게 이해할 수 없는 단점이 있었다. 이에 그룹화가 이루어진 것을 알 수 있는 연결차수를 이용하여 계산하고 도식화하여 나타낸다.

연결차수를 계산하고자 할 때 다음과 같은 계산법을 이용하여 내부에 1차 연결차수의 개수를 알 수 있다.

$$N(\text{1차 연결의 수}) = \sum_{i=1}^{n-1} - n$$

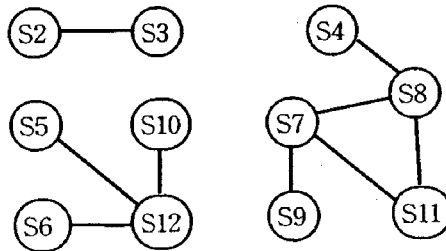
4명 그룹 : $N = 2$

5명 그룹 : $N = 5$

6명 그룹 : $N = 9 \dots\dots$

먼저 α 값으로 그룹화하고자 할 때, 상호연결관계가 완벽한 그룹이 나타나는 α 값을 알아내야 한다.

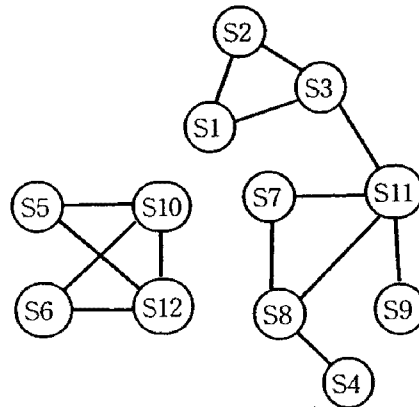
$\alpha=0.82$ 일 경우, 그림과 같은 연결패턴이 나타나는데, 한사람으로부터 출발한 연결선이 1차, 2차, 3차로 연결되어 돌아온다면 이는 3명이 상호연결관계가 이루어짐을 알 수 있다. <그림 3>은 α 값이 0.82일 때, 3차 상호연결이 된 것을 보여준다.



<그림 3> $\alpha=0.82$ 일 때, 그룹화 패턴.

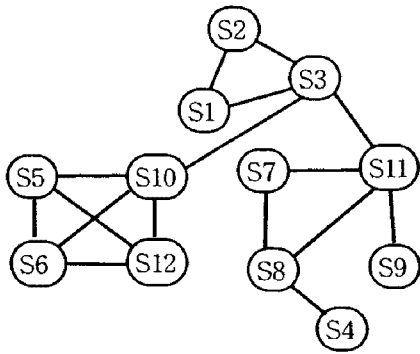
α 값이 0.79인 경우에도 연결차수가 3으로 이루어진다.

<그림 4>는 α 값이 0.79인 경우 그룹화 패턴을 보여준다.



<그림 4> $\alpha=0.79$ 일 때, 그룹화 패턴.

α 값을 조금 더 낮춰 $\alpha=0.78$ 일 경우에는 연결차수가 4차인 경우가 생긴다. 연결차수가 4차인 경우에는 내부에 적어도 3차의 연결차수가 2개 이상 나타나거나 내부의 1차 연결이 2개여야 한다. <그림 5>는 α 값이 0.78 이상 일 때 나타난 그룹화 패턴을 보여준다.



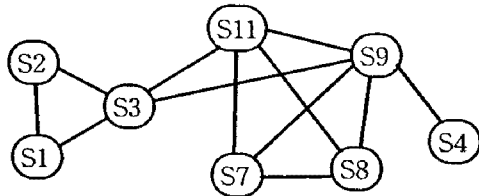
<그림 5> $\alpha=0.78$ 일 때, 그룹화 패턴.

이렇게 α 값 0.78에서 1차그룹은 {S5, S6, S10, S12} 으로 생성이 되었다.

$$X_{0.78} = \{S5, S6, S10, S12\}$$

1차 그룹 멤버들을 제외한 다음 2차 그룹을 찾기 위한 α 값을 계산한다.

<그림 6>은 α 값이 0.77 이상 일 때, 나타난 그룹화 패턴을 보여준다.



<그림6> $\alpha=0.77$ 일 때, 2차 그룹화 패턴.

상호연결관계가 완벽한 2차 그룹이 생긴다.

α 값 0.77에서 2차그룹은 {S7, S8, S9, S11} 이다.

$$X_{0.77} = \{S7, S8, S9, S11\}$$

나머지 4명도 α 값 0.72에서 모두 그룹화가 된다.

$$X_{0.72} = \{S1, S2, S3, S4\}$$

1차 그룹 = {S5, S6, S10, S12}

2차 그룹 = {S7, S8, S9, S11}

3차 그룹 = {S1, S2, S3, S4}

이것을 X로 재구성하면

$$\text{Max} (0.78 \{S5, S6, S10, S12\}, 0.77 \{S7, S8, S9, S11\}, 0.72 \{S1, S2, S3, S4\})$$

이렇게 생긴 그룹은 실제로 친한 친구들이고 각 그룹에서 원소 1개씩을 임의적으로 뽑아서 모으면 실제로 편성되는 그룹은 친한 친구들을 골고루 흩어놓아서 학급 전체적으로

여러친구들과 친할 수 있는 기회를 제공하게 된다. 예를 들어

1조 = {S5, S7, S1}

2조 = {S6, S8, S9}

3조 = {S10, S9, S3}

4조 = {S12, S11, S4} 등이다.

5) 결과의 표현

이렇게 분석된 자료와 그룹화된 자료는 다양한 방식으로 표현될 수 있다.

첫째, 단순한 선호도 표에서 인기있는 학생과 인기가 없는 학생의 수치를 그래프 등의 형태로 표현가능하고 둘째, 그룹화 결과를 도식으로 표현하여 그룹간의 상관관계 및 아동별로 교우관계의 넓이를 표현할 수 있다. 이는 아동 상호간의 인간관계를 쉽게 파악해 볼 수 있는 잇점이 있을 것이다. 셋째, 한 아동에 대하여 각각의 아동의 친한 정도 등을 표현할 수도 있다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

학급 경영에 있어서 아동들의 상호 교우관계를 파악해야 될 필요성을 느끼게 될 때가 많다. 아동들끼리 좋아하는 호감도를 수치로 나타내어 파악하고 분석할 수 있는 시스템은 학급 경영이나 생활지도 면에 많은 도움이 될 것이다. 본 논문에서는 단순히 교우관계 파악의 측면에서 이분법적인 질문으로 '좋아한다', '좋아하지 않는다'라는 조건만으로 시스템을 구축하기에는 애매하고 모호한 인간상호관계를 차악하기에는 부족한 점이 많다고 느끼고 좀 더 불확실한 자료들을 비교 분석이 가능한 자료로 활용하기 위하여 퍼지이론을 응용하였다. 구체적으로 퍼지이론에서 퍼지집합 간의 선호도의 차이를 알아내기 위한 해밍거리를 계산하고, α -수준집합으로 그룹을 분리한 후 연결차수의 계산으로 그룹의 수에 따라 아동을 배치하는 시스템을 제안하고 그 실제적인 방법을 제시하였다.

본 시스템의 특징은 다음과 같다.

첫째, 인간관계의 불확실한 면을 퍼지이론

을 응용하여 좀 더 상대적 비교가 가능한 방법으로 표현이 가능하도록 하였고, 둘째, 퍼지 이론의 해밍거리와 α -수준집합을 이용하여 성향이 비슷한 아동끼리 그룹화 시킬 수 있는 방법을 제시하였고, 셋째, 교육현장에서 생겨나는 애매모호한 여러 상황을 해결할 수 있는 기초를 마련하였다.

본 연구의 향후 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 퍼지이론의 깊은 연구를 통하여 상호관계를 더욱 심층적으로 분석해야 한다. 둘째, 의견 차이에 따른 분석 방법이므로 아동 성향이나 행동양식의 차이에 따라 유용한 각종 분석 자료들이 나올 수 있도록 연구해야 된다. 셋째, 분석된 자료를 표현하는 방법의 다양성을 가미하여 짝이나 조로 편성하는 법, 남녀별로 표현하는 법 등의 다양하게 나타낼 수 있는 연구가 필요하다. 또한, 다양한 환경에 따른 다양한 변수를 접목시켜 좀 더 정확하고 확인 가능한 분석 자료가 되도록 하는 연구가 필요하다.

6. 참고문헌

- [1] 엄정국, “퍼지 이론 -기초와 응용입문-”, 박영사, pp. 10, 1991.
- [2] 변중남 저, “퍼지 논리 제어”, 홍릉과학출판사, pp. 6~105, 1997.
- [3] 송재홍, “아동의 사회성지도를 위한 학급내 교우관계의 구조분석”, 행동연구 vol-no2, pp. 293, 1980.
- [4] 이현정, “아동이 지각한 교우관계의 질에 관한 연구”, 원우논총, 제12집, pp. 194~197, 1994.
- [5] 허창범, “사회측정법에 관한 연구”, 대불대학교논문집 제3집, pp. 124. 1997.
- [6] 진순열, “청소년 교우관계의 선택과 배척에 영향을 주는 요인”, 군자교육vol.8, p178, 1977.
- [7] 퍼지기술연구회, “퍼지이론해설”, 기전연구사, pp. 11, 1999.
- [8] 이광형 오길록 공저, “퍼지이론 및 응용 I 권: 이론”, 홍릉과학출판사, pp. 327, 1997.
- [9] 이광형 오길록 공저, “퍼지이론 및 응용 II 권: 응용”, 홍릉과학출판사, pp. 826, 1997.
- [10] 김복희, “부모의 양육태도와 자녀의 교우관계와의 관련성”, 경상대학교 석사논문, 2004.
- [11] 이은주, “초등학생의 인터넷 게임 중독이 감성 지능 및 교우관계에 미치는 영향”, 경운대학교산업정보대학원 석사논문, 2004.
- [12] 진은경, “교우관계 개선 프로그램이 주의력결핍 및 과잉행동성 아동에게 미치는 효과”, 서울교육대학교 교육대학원 석사논문, 2004.
- [13] 김연아, “웹기반 심리검사 시스템의 설계 및 구현”, 인천대학교 교육대학원 석사논문, 2003.
- [14] 정창욱, “퍼지이론을 이용한 학습평가 방법에 관한 연구”, 신라대학교 교육대학원 석사논문, 2003.