

직관적 퍼지집합은 인간의 사고방법인가

헝가리의 부다페스트 공과대학교에서 1년동안 객원교수로 퍼지이론의 응용에 대하여 연구할 수 있는 기회가 있었다. 연구 기간 중에 불가리아의 소피아를 방문하여 논문발표를 마친 후 대화를 나눴던 직관적 퍼지 집합(Intuitionistic Fuzzy Set)의 창안자 크라시미르 아타나소브(Krassimir Atanassov)와 늦여름에 아드리아 해변을 여행했던 일은 지금도 잊을 수가 없다.

야마 동굴· 불가사의한 요정의 세계

아름답게 펼쳐진 아드리아 해안으로 연결되는 도로에 슬로베니아의 조그만 도시 포스타니야가 있고 이 곳에 유럽에서 가장 큰 '야마' 라는 동굴이 있다.

이 동굴은 약 2백만년 동안에 형성되었다. 아마도 이곳의 기후가 지중해의 따뜻한 공기와 대륙의 찬 공기가 만나는 요충지대여서 연중 비가 많이 내리고 이 빗물이 갈라진 석회암층으로 흘러 들어가 수많은 세월동안 물방울들이 자연의 가장 훌륭하고 기이한 화랑-자연의 요정 나라를 이루었다.

이 동굴이 발견된 것은 1818년인데 세계에서 가장 출입하기가 쉽다고 한다. 발견 당시에는 물론 지금과 같은



金 順 基
(전북대학 수학·통계정보과학부 교수)

큰 경관은 볼 수 없었고 몇백미터를 걸어다니며 볼 수 있었다. 1884년 전기조명장치를 하여 지금과 같이 훌륭한 조명을 하게 되었고 1887년에 동굴에 트랙이 놓여지고 당시엔 안내원들이 사륜마차로 방문객들을 싣고 다녔다고 한다. 지금의 전동차가 놓이게 된 것은 세계 2차대전 후이며 이 전동차가 방문객들을

세계에서 가장 깊은 곳에 있는 휴게소까지 실어다 준다.

깊숙한 동굴 속은 한겨울 날씨였고 아직도 떨어지는 물방울은 모여서 제법 큰 웅덩이를 만들고 유일한 미생물의 서식처가 되고 있었다. 한방울 두방울 떨어지는 물방울이 어떻게 이런 거대한 바위를 뚫고 들어와 큰 종유석의 기둥과 석순의 숲을 이루고 지하 조각 전시장을 열다니 불가사의라 아니할 수 없다.

이 전시장에는 부드러운 팔로 아가를 안고 있는 여인도 있고 언제 오시었는지 부처님이 많은 불제자들과 같이 오셔서 좌상하고 있었으며 멧쟁이 신사, 새초롬한 아가씨들이 멧진 옷을 차려입고 거리로 나와 즐겁고 재밌어 까르르 웃음을 터트리고 있었다. 또 한편으로는 십자가에 달린 예수님께서 피를 흘리시며 하늘을 우러러 영혼을 부탁하는 마지막 숨결을 느낄 수 있었으며 또 12제자의 모습도 있었다.

직관적 퍼지집합은 애매성을 다루는 퍼지이론의 확장일 뿐 아니라 불확정 부분을 갖고 정보의 불충분성, 부정확성도 취급할 수 있는 강력한 수학적 도구이다. 0-1적 사고방식을 벗어나 새로운 천년에 새로운 사고방식, 직관적 퍼지집합의 발전을 기대해본다. 아름답게 펼쳐진 아드리아 해안 길을 따라 찾아간 포스타니아에 있는 야마동굴 - 자연의 조화라기보다는 좀더 높은 신의 작품이며 인간이 생각할 수 없는 수수께끼 같은 불가사의한 요정의 세계였다.

이들은 석순과 종유석이 아닌 살아 있는 돌 사람이었다.

엄청나고 웅장한 발도크풍의 돌기둥들, 셀 수도 없는 괴상한 형상의 석순들, 반 투명체의 휘장물이 들어있는 도자기 그릇, 절묘한 접시... 이 곳은 자연의 미술관이며 최대의 박물관이라 아니할 수 없다. 가장 잊을 수 없는 인상을 준 것은 이 동굴의 심벌이라 부르는 보석기둥(The Brilliant)의 종유석으로 우아하고 반 투명체의 순수한 색상과 웅장한 모습은 고딕식 성당인 성 베드로성당의 기둥감이라고 하는데 마치 고대 여자 노예들의 살결 같은 부드러움을 느끼게 한다.

가장 재미있는 모습은 '콘서트홀'이라 부르는 곳으로 1천여개가 넘는 종유석들로 이루어진 그 모습이 마치 오케스트라가 웅장한 심포니를 열연하고 있는 듯하며 웅장한 심포니가 온 홀을 가득 메우는 것 같다.

그 옆 무도회장에서는 화려한 드레스의 여인들과 프록코트(연미복)의 신사들이 신나게 왈츠를 추며...; 지하의 향연이자 돌들의 축제이다.

휴먼-피쉬(HUMAN-FISH) - 이 동굴에서 살았다는 유일한 생물의 표본. 이름이 재미있다. 모양이 우리나라 도마뱀 비슷한데 얼굴 모습이 사람얼굴 같고 발이 마치 사람의 팔처럼 보여서 그런 이름을 붙였나 보다.

야마 동굴-자연의 조화라기보다는 좀더 높은 신의 작품이며 인간이 생각할 수 없는 수수께끼 같은 불가사의한 요정의 세계이다.

아타나소브의 직관적 퍼지집합 이론

당시 나는 불가리아 과학원에서 개최된 퍼지 전문가 시스템94에 참석하여 '두통 감별진단'이라는 논문을 발표하였는데 참석자들이 많은 관심을 보였다. 당시에 불가리아 과학원의 아타나소브는 나의 연구에 직관적 퍼지집합이론을 적용하는 것이 바람직하다고 제언을 하였다. 이후 아타나소브와 시드니 공과대학교의 사논과 함께 직관적 퍼지집합 이론 및 응용, 일반화 넷의 공동 연구를 계속하고 있다. 직관적 퍼지집합이론의 전망을 생각하면서 성공적인 개회기가 오기를 기대해 본다.

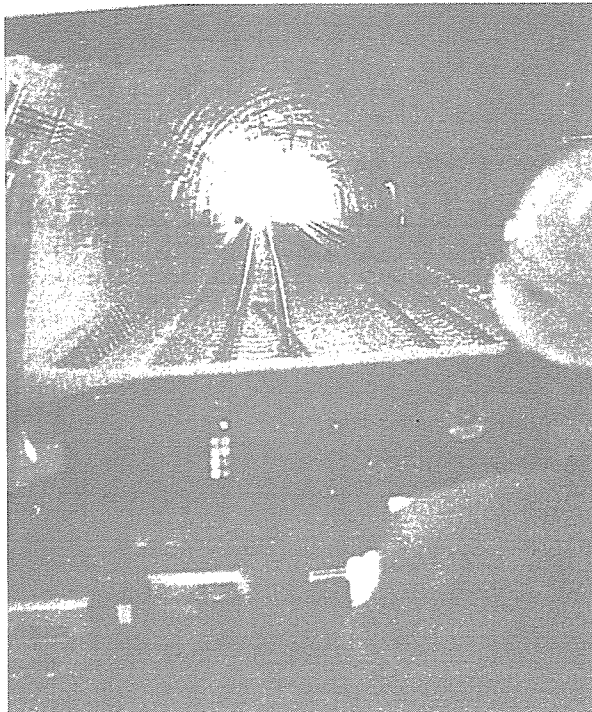
우리는 일상생활에서 애매한 부정확한 또는 불충분한 정보를 취급하게 되는데 이러한 정보는 고전적 집합이론으로는 다루기가 어렵다. 애매한 정보를 처리할 수 있는 수학적 도구가 발전되었는데 1965년에 자데(Zadeh)교수가 제안한 퍼지집합, 포락(Pawlak)의 러프집합(Rough Set)이론과 아타나소브의 직관적 퍼지집합이론 등이 있다. 퍼지집합과 러프집합은 서로 독창성을 가지고 있으나 함께 사용하면 더욱 유용한 도구가 될 것으로 생각한다.

'아름다운 학생'은 집합이 될 수 없으나 퍼지이론에서는 {김, 0.9}, {이, 0.6}, {박, 0.4}와 같이 귀속도를 정하여 퍼지집합으로 사용한다. 귀속도를 확정하는 것은 불가능하므로 귀속도를 정하는 여러 가지 방법이 알려져 있으나 일반적인 방법은 없다. 아울러 비 귀속도(non-membership value)를 생각하게 되면 귀속도의 결정에

서와 같은 현상이 일어난다. 이와 같은 이론으로 생각하면 불확정성 부분이 있게 되는데 퍼지이론에서는 이것을 무시하고 있다. 예를 들어보자. 후보자의 지지율 조사에서 다음과 같은 결과를 얻었다고 생각해보자.

후보자	A	B	기권(무효)
득표수	300	150	50
비율	0.6	0.3	0.1

퍼지이론에서는 A의 지지율은 (A, 0.6)으로 표시되며 $\bar{A}=1-0.6=0.4$ 는 A의 비 지지율이 되나, 직관적 퍼지 집합 이론에서는 $\langle A, 0.6, 0.3 \rangle$ 으로 A의 지지율은 0.6, 비 지지율은 0.3이고 불확정 부분은 $1-0.6-0.3=0.1$ 이 된다. 이와 같은 불확정 부분이 존재하는 것은 애매성 뿐만 아니라 불충분한 자료에서도 기인한다. 직관적 퍼지 집합이론은 애매성을 다루는 퍼지이론의 확장일 뿐 아니라 불확정 부분을 갖고 정보의 불충분성, 부정확성을 취급할 수 있는 강력한 수학적 도구이다. 위에서 살펴본 바와 같이 직관적 퍼지 집합은 귀속도 함수를 이용하여



퍼지제어로 일본 센다이시영 지하철을 시운전하고 있다

표시하는데 이것은 퍼지 집합을 표시하는 방법과 같으나 퍼지 집합과는 다르다.

그러나 퍼지 집합은 직관적 퍼지 집합에 속하는 것이다. 따라서 직관적 퍼지 집합 이론과 응용은 퍼지 과학자들의 관심에 의하여 발전될 수가 있다. 퍼지 집합의 특징은 인간의 사고방식이나 자연언어를 표현하는 주관적인 애매량을 무리없이 표현할 수 있는 점에 의해 응용분야도 인간의 마음에 관련된 분야가 많다. 기계를 고도로 지능화하고 인간의 문제를 애매한 형태로 모형화 하며 인간만으로도 기계만으로도 이룰 수 없는 일은 양자가 협동하여 이루어 내는 일들로 예를 들면 화상정보나 자연언어를 이해할 수 있게 하는 것 등이다. 퍼지 세탁기, 퍼지 엘리베이터, 퍼지 헬리콥터 등은 퍼지이론을 이용한 제품들이다.

퍼지이론이 발전하게 된 것은 첫째로, 과학의 논리성과 인간사회의 복잡함을 동시에 나타내는 커뮤니케이션의 미디어로써 퍼지 집합은 부상하고 있으며 둘째로, 확률의 개념도 포함한 넓고 애매한 현상의 척도로써 수학적으로 확립되어 있어 방법론으로서의 애매함은 없어지고 있다.

셋째로, 연구분야로써의 매력은 이론적으로 새로운 개념을 받아들여 수학적 체계가 확장되고 과학자나 공학자들에게 필요한 수학적 구조를 제공해주고 첨단 전자공업의 발달과 더불어 산업에 응용되어 퍼지 제어, 자동설계, 지능 로봇, 퍼지시스템, 의학, 경영, 증권 등에 널리 응용되고 있다.

현재 이 분야에 심혈을 기울이는 불가리아를 중심으로 하는 동구권의 활동과 스페인, 독일, 영국, 호주, 인도, 한국 등에서 연구하는 학자들이 있으며 연구논문지도 발간되고 있다.

직관적 퍼지 집합의 발전은 퍼지 이론과 응용을 연구하는 많은 퍼지 과학자들이 이 새로운 이론에 관심을 가지고 연구하면 발전의 계기를 마련할 것이다. 새 천년에는 우리가 0-1적 사고방식을 벗어나 엄연히 존재하는 불확정성을 인정하는 사고로 전환되어야 할 것이다. 특별히 직관적 퍼지 집합을 구현할 수 있는 소프트웨어의 개발은 필수적이다. 새로운 천년에 새로운 사고방식 직관적 퍼지 집합의 발전을 기대한다. ④7