

퍼지수학의 연구동향

- 국내 학자들을 중심으로 -

부경대학교 수리과학부 박진한

우리나라에서의 퍼지수학 분야에서의 연구는 본 학회가 형성되기 이전인 80년대 말부터 연세대 민경찬교수, 원광대 허결교수, 동아대 이부영교수등 몇몇 수학자들에 의해서 자생적인 소규모 연구그룹이 형성되어져 왔으며, 이들 연구자의 논문발표, 학회발표 및 홍보에 힘입어 90년대 초중반에는 많은 수학자들의 관심을 가져, 위상수학, 대수학 및 해석학분야에서 많은 연구결과를 보였고, 90년도 후반부터 수학의 다양한 분야에로의 접목시도가 여러 연구자들에 의해서 이루어져 오고 있다. 하지만, 연구의 추상적인 이론분야에 치우침과 연구자의 수가 부족한 이유에서 공학분야를 포함한 응용분야에로의 적용이 미흡한 까닭에 이것이 퍼지수학 분야를 연구하는 국내학자들의 큰 과제라 하겠다.

1. 1968년 C.L. Chang에 의해서 퍼지위상이 소개된 이후 국내외 많은 학자들에 의해서 위상공간에서의 다양한 개념들이 퍼지위상공간으로 확장과 여러 가지 관점에서의 다양한 퍼지위상의 연구가 진행되어져 오고 있으며, 퍼지근접공간, 퍼지위상군 및 퍼지위상벡터공간 등에 대한 연구도 70년대 후반에 시작되어 여러 연구자들에 의해서 연구가 진행되고 있다. 퍼지위상분야의 국내에서의 연구동향은, 퍼지위상공간의 일반화인 퍼지수렴공간에 대한 연구는 민경찬교수와 이부영교수, 부경대 박진한교수등에 의해서 진행되었고, 퍼지위상공간상에서의 분리공리, 연결성, covering properties 및 연속성에 관한 연구는 허결교수, 이부영교수, 민경찬교수, 박진한교수 등에 의해서 진행되고 있으며, 퍼지 syntopogenous공간에 대한 연구는 경원대 정세화교수에 의해서 진행되었다. Sostak's sense의 퍼지위상공간에 대한 연구는 충북대 이석종교수, 서남대 이은표교수, 임영빈교수와 강릉대 김용찬교수 등에 의해서 진행되고 있으며, Sostak's sense의 퍼지근접공간에 대한 연구는 김용찬교수를 중심으로 이루어지고 있다. 그리고, 직관적 퍼지위상공간과 Sostak's sense의 구간값퍼지위상에 대한 연구는 이석종교수와 박진한교수 등에 의해서 진행되고 있다.

2. 많은 상태에서는 두점사이의 거리가 정확히 한 실수라기에는 오히려 부정확하다는 사실로 인해서 거리공간의 일반화로써 확률거리공간이 Menger 에 의해서 처음 소개되었고, 최근까지도 확률거리공간에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다. 그러나 일반적인 길이의 측정처럼 불확실성이 randomness보다는 fuzziness에 의존하므로, 확률거리공간보다 더 적합한 퍼지거리공간의 개념이 소개되었다. 거리공간의 일반화인 퍼지거리공간을 정의하는데는 두가지 방법이 있는데, t-노름(triangular norm)에 의해서 확률거리공간의 개념을 퍼지상태로 일반화함으로써 얻었지는 Kramosil과 Michalek의 방법과 두 점사이의 거리가 음이아닌, 위반연속(upper semicontinuous)이고, 정규화이고 불룩한 퍼지수가 되도록하는 Kaleva와 Seikkia의 방법이 있다. Kaleva와 Seikkia는 퍼지수의 집합에 순서와 가법을 정의함으로써 일반적인 삼각부등식과 유사한 삼각부등식을 얻고, probabilistic 거리공간과 Schweizer와 Sklar가 소개한 statistical 거리공간과의 관계를 조사하였고, 또한 퍼지거리공간에서의 부동

점정리를 소개하였다. 또한, Kramosil과 Michalek가 소개한 퍼지거리공간에 대한 최근의 연구동향은 거리공간에서의 고전적인 정리들로부터 얻어질 수 있는 풍부한 위상구조들을 제공하는 fuzzy metric의 다양한 (위상적)성질연구와 Grabiec에 의해서 시도된 퍼지거리공간에서의 부동점정리에 대한 연구이다. 국내에서의 연구동향은 확률거리공간상의 퍼지사상에 대한 부동점정리에 대한 연구는 경성대 이병수교수, 동아대 정종수교수 등을 중심으로 이루어졌으며, 퍼지거리공간의 completion에 대한 연구는 이병수교수에 의해 진행되었다. 그리고, 최근에 부경대 박진한교수는 Kramosil과 Michalek가 소개한 퍼지거리공간보다 일반화된 직관적 퍼지거리공간을 소개하고 이 공간에서의 위상적성질을 연구하였고, 이공간상에서의 부동점정리는 진주교대 박종서교수, 동아대 권영철교수에 의해서 시도되고 있다.

3. 1971년 A. Resenfeld에 의해 퍼지군(fuzzy group)의 개념이 처음 소개된 후 많은 국내외 학자들에 의해서 대수분야에서의 연구가 진행되어져 오고 있는데, 국내에서의 연구동향은 order개념을 도입한 퍼지 부분군의 연구는 경성대 김재겸교수에 의해서 진행되었고, symmetric group으로의 응용은 김진배교수와 원광대 최규혁교수에 의해서 시도되었고, Lie algebra에로의 적용인 퍼지 Lie 부분대수와 퍼지 Lie ideal에 대한 연구는 김충국, 이동수교수등에 의해서 시도되었고, 또한 BCK/BCI algebra상에서의 퍼지 ideal과 구간값 퍼지 ideal의 연구는 경성대 전영배교수를 중심으로 한 그들의 연구그룹에서 활발히 진행되고 있으며, 최근에는 퍼지집합의 일반화인 직관적 퍼지집합을 algebra분야에 적용한 연구가 원광대 허결교수와 송형기교수등에 의해서 시도되고 있다.

4. J.B. Kim에 의해서 처음 소개된 퍼지행렬에서의 연구분야는 adjoint행렬과 determinant의 이론 및 block fuzzy matrix의 연구, fuzzy relational equation 문제로 크게 나눌 수 있는데 국내에서의 연구동향은, 퍼지행렬에 대한 adjoint행렬과 inverse의 일반화와 퍼지방정식 분야에는 원광대 최규혁교수와 서울대 조한혁교수 등에 의해서 연구되고 있으며, 최근에는 직관적 퍼지집합의 개념을 도입한 직관적 퍼지행렬의 연구는 서남대 임영빈교수, 이은표교수와 박세원교수에 의해서 시작되었고, 또한 일반화된 퍼지집합의 개념을 도입한 일반화된 직관적 퍼지행렬의 연구도 부경대 박용범교수와 박진한교수에 의해서 시도되고 있다.

5. 퍼지미분방정식분야에의 연구는 1982년 Kloeden이 fuzzy dynamical systems을 발표하여 시작되었고, 그 후 Kaleva는 R^n 상에서의 퍼지미분방정식의 해의 존재성과 유일성을 연구하였고, Seikkala가 퍼지초기치문제를 구간을 이용하여 해결하였다. 최근에는 퍼지이계시스템에 대한 퍼지 fundamental solution에 관한 연구가 Kloeden에 의해 진행되었다. 국내에서는 동아대 권영철교수등에 의해서 퍼지미분방정식에 대한 최적제어문제가 연구되어졌고, 권영철교수, 진주교대 박종서교수와 강점란 등은 퍼지수를 계수로 갖는 퍼지미분제어시스템에 대한 제어가능성과 관측가능성에 관하여 연구하였다. 또한, 최근에는 권영철교수, 박종서교수와 박진한교수등은 Kloeden의 방법과는 다른 method를 이용한 fundamental solution을 연구하였다.

그밖에, 동신대 김윤경교수는 퍼지확률변수에 관한 연구와 함께 퍼지수 공간에 대한 여러 가지 성질을 연구하였고, 건국대 장이채교수는 Choquet적분에 관한 다양한 연구와 제2형 퍼지집합에 대한 연구를 공주대 김태균교수와 경희대 전종득교수등과 진행하고 있다.