

인공지능 알고리즘을 이용한 부분방전 진단에 관한 연구

김진수*, 김일권*, *, 박건우*, 김광순*, 김영일**
 (주) 케이디파워*, 대림대학**

A Study on Partial Discharge Diagnosis Using AI Algorism

JinSu Kim*, Il-Kwon Kim*, Keon-Woo Park*, Kwang-Soon Kim*, Young-II Kim**
 KD Power Co., Ltd*, Daelim College**

Abstract - In this paper, we have studied for analysis of the partial discharge(PD) signal based on fuzzy algorism. Partial discharge signal detector is difficult because of partial discharge signal is very non-linear. Also, it is very difficult work that separate partial discharge signal from noise. We constructed partial discharge accumulation detection system that use Labview for detection of non-linear partial discharge signal. And analyzed Partial discharge signal that is detected by Labview system utilizing Fuzzy model.

1. 서 론

최근 산업이 고도로 발달하면서 전력에너지 수요가 급격히 증가하고 있으며 이러한 이유로 전력 시스템은 대용량화/초고압화가 되고 있다. 따라서 전력 시스템의 안정적 가동을 위한 진단 기술이 더욱 필요해지고 있다. 전력 시스템 중 수변전 설비의 몰드 변압기의 경우 주로 절연체에 존재하는 돌기나 이물 등에 의해 형성된 고전계로 인한 절연파괴가 설비의 치명적인 고장과 사고로 이어지는 메커니즘을 갖고 있다. 이때 돌기나 금속이 물 등으로 형성된 고전계로 인해 절연파괴가 일어나는 과정에서 부분방전(Partial Discharge: PD) 신호가 펄연적으로 발생하게 되는데, 이러한 부분방전 신호를 미연에 검출하여 그 원인을 파악한다면 수변전 설비의 안정성을 진단 할 수 있을 것이다.

근래에 들어 컴퓨터를 이용한 계측기술의 진보로 인한 데이터 처리 기술이 발달함에 따라 국내외에서 여러 가지 방법의 부분방전 패턴 인식법이 제시되고 있다. 부분방전 신호의 패턴 인식을 통한 분석이 가능해짐에 따라 이러한 패턴을 컴퓨터에 인식시켜, 인공지능 알고리즘을 이용한 부분방전 신호의 해석 가능성에 제시되면서 국내외에서 부분방전 신호의 인공지능 알고리즘을 이용한 컴퓨터 분석이 활발히 연구되고 있다. 국내에서는 특히 신경망 알고리즘을 이용한 부분방전 유무 진단에 대한 연구 결과가 주로 발표되고 있으며, 최근에는 카오스 이론을 도입하여 새로운 측면에서 부분방전 신호를 해석하려는 연구도 이루어지고 있어 부분방전 신호의 컴퓨터 진단이라는 진보된 부분방전 분석법이 개발되고 있다[1,2,3]. 하지만 현재의 컴퓨터 계측 기술로 부분방전 신호를 완벽하게 진단한다는 것은 거의 불가능에 가깝다고 판단된다. 따라서 본 논문에서는 부분방전 신호를 완벽하게 진단하는 알고리즘보다는 부분방전 신호에 대한 좀 더 많은 정보를 획득할 수 있는 분석 알고리즘을 개발하는데 중점을 두었다.

이러한 알고리즘으로써 애매함을 수치로 나타낼 수 있는 퍼지 알고리즘이 비선형적인 부분방전 신호의 해석에 적합하다고 판단되는 바 본 연구에서는 부분방전 신호의 컴퓨터 분석 알고리즘을 구축함에 있어서 퍼지이론을 사용하였다[4,5].

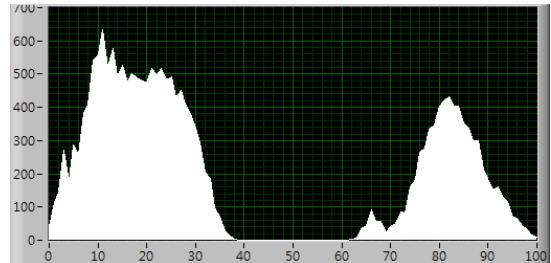
2. 본 론

2.1 원인별 부분방전 발생 패턴

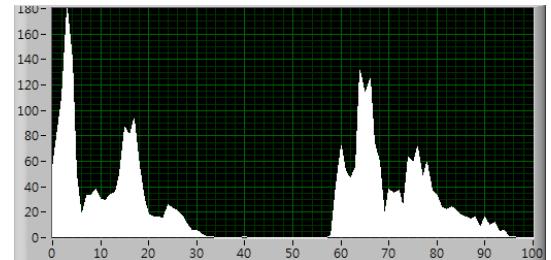
본 논문에서는 수변전 설비 중 주로 몰드 변압기에서 발생하는 부분방전을 진단하기 위한 알고리즘을 개발하고자 몰드 변압기에서 발생할 수 있는 연면 방전과 보이드 방전의 패턴을 형성하였으며, 이를 노이즈와 구분하기 위한 알고리즘으로 퍼지 알고리즘을 사용하였다.

검출된 데이터는 Labview를 이용하여 누적그래프로 표현하였으며, 다음 그림 1,2,3은 각각 연면 방전, 보이드 방전, 노이즈의 누적 형태를 나타낸 그래프이다. 누적 형태는 한주기를 100point로 잡아 누적 시키는 형태를 취하였으며, 9주기의 데이터를 누적

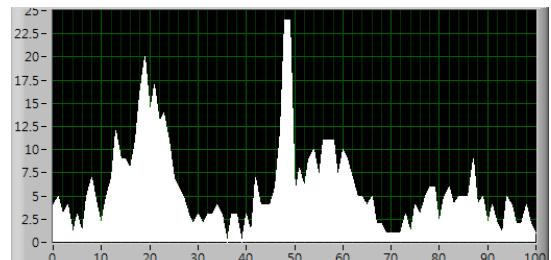
시킨 형태로 패턴을 형성하였다.



〈그림 1〉 연면 방전 한주기 누적 그래프



〈그림 2〉 보이드 방전 한주기 누적 그래프



〈그림 3〉 노이즈 한주기 누적 그래프

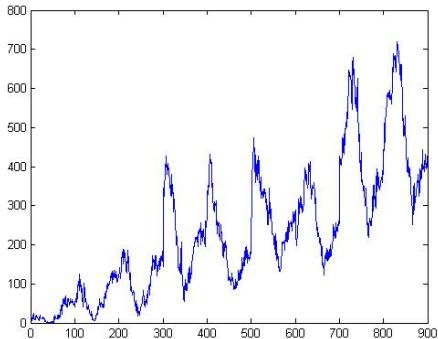
2.2 퍼지 알고리즘을 이용한 부분방전 패턴 분석

본 논문에서는 부분방전 패턴을 분석하기 위한 알고리즘으로써 퍼지 알고리즘을 사용하였으며, 부분방전 패턴의 정확한 분류보다는 검출된 데이터가 기준 부분방전 신호의 패턴과 얼마나 유사한지에 대한 정보를 제공하여 현장의 오퍼레이터가 부분방전을 진단하는데 도움을 줄 수 있는 알고리즘을 개발하고자 하였다.

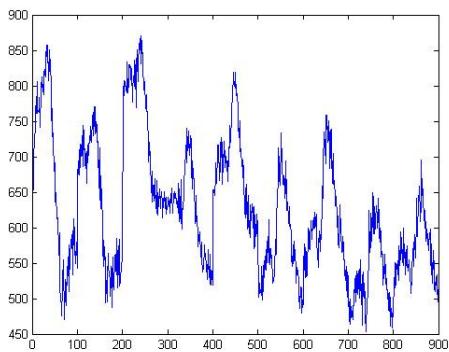
본 연구에서 사용된 퍼지 알고리즘은 멤버쉽 함수를 5개 사용하였으며, 후반부 구조는 선형 구조로 구성하였다. 또한, 분석 방법은 캘리브레이터를 이용한 정확한 부분방전 신호를 기준 신호로 잡아 연면 방전, 보이드 방전, 노이즈가 기준 신호와 얼마나 유사한지를 지수로써 나타내었다.

그림 4~9는 부분방전의 원인별 패턴 데이터를 퍼지 알고리즘에 적용하여 얻은 학습(Training)과 테스트(test) 결과를 나타낸 그

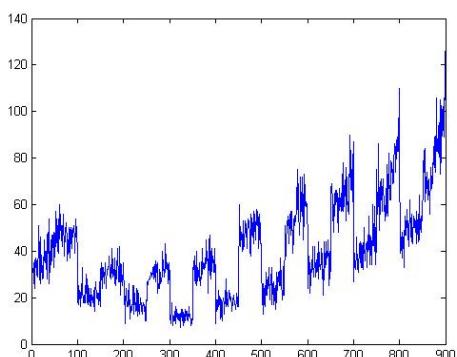
래프이며, 표1은 이때의 학습과 테스트 지수를 타나낸 표이다. 학습 지수와 테스트 지수가 낮을수록 기준 신호와 더 유사함을 나타낸다.



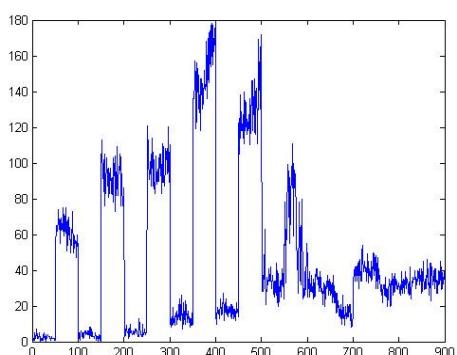
<그림 8> 연면 방전 학습 그래프



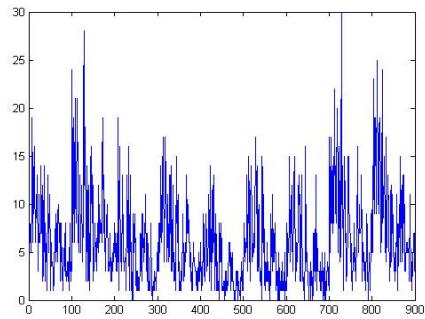
<그림 9> 연면 방전 테스트 그래프



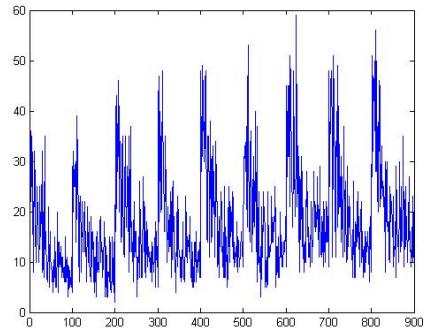
<그림 6> 보이드 방전 학습 그래프



<그림 7> 보이드 방전 테스트 그래프



<그림 4> 노이즈 학습 그래프



<그림 5> 노이즈 테스트 그래프

<표 1> 각 원인별 트레이닝 테스팅 지수

	학습 지수	테스트 지수
연면 방전	0.004297	0.004251
보이드 방전	0.004993	0.004925
노이즈	0.007891	0.007631

3. 결 론

본 연구에서는 연면 방전, 보이드 방전, 노이즈의 패턴을 형성하였으며, 퍼지 알고리즘을 적용하여 각각의 패턴 중 어떤 신호가 웰리브레이터로 발생시킨 기준 부분방전 신호와 더 유사한지를 비교 분석하였다. 그 결과 연면 방전과 보이드 방전의 경우 노이즈 신호에 비해 웰리브레이터로 발생시킨 부분방전 신호와 더 유사함을 알 수 있었다.

이 결과를 통해 퍼지 알고리즘이 부분방전 진단에 도움을 줄 수 있음을 알게 되었으며, 부분방전 진단 분야에서 인공지능 알고리즘의 도입을 위한 연구는 계속되어야 할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Kai Wu, Toshiro Ijichi, Akira Kojima, Fumitaka Komori, Yasuo Suzuki, "Influence of PD rest time on Φ -q-n patterns from voids", IEEE 7th International Conference on solid Dielectrics, p. 93, 2001.
- [2] 김종서, 이은석, 천종철, "신경회로망을 이용한 GIS용 단로기의 이상신호 패턴분석", 전기전자재료학회논문지, Vol. 16, No. 12S, p. 1310, 2003.
- [3] Y. S. Lim and J. Y. Koo, "Comparative Analysis of Partial Discharge Patterns from Different Artificial Defects by Means of Conventional Phase-Resolved Partial Discharge Analysis and a Novel Chaotic Analysis of Partial Discharge", Journal of the Korean Physical Society, Vol. 42, No. 6, p. 755, 2003.
- [4] 오성권, "C프로그래밍에 의한 퍼지모델 및 제어시스템", 내하출판사, p. 3, 2002.
- [5] 오성권, "프로그래밍에 의한 컴퓨터지능", 내하출판사 p. 15, 2002.