

인공신경망을 이용한 SF₆ 절연파괴 전압 추정

(The presumption that breakdown characteristics of SF₆ used to the Neural Network)

최은혁, 김태은, 임창호, 박용권*, 최상태**, 이광식

(Eun-Hyuck Choi, Tae-Eun Kim, Chang-Ho Lim, Yong-Kwon Park, Sang-Tae Choi, Kwang-Sik Lee)

영남대학교, *대구광역시, **경주대학교

Abstract

The paper used to the Neral Netwok for a forecasting conservation system. A neural network is a powerful data modeling tool that is able to capture and represent complex input/output relationships. The motivation for the development of neural network technology stemmed from the desire to develop an artificial system that could perform "intelligent" tasks similar to those performed by the human brain. The true power and advantage of neural network lies in their ability to represent both linear and non-linear relationships and in their ability to learn these relationships directly from the data being modeled. Form results of this study, the Neral Netwok is will play an important role for insulation diagnosis system of real site GIS and power equipment using SF₆ gas.

1. 서 론

산업사회의 발달과 더불어 신뢰성 높은 양질의 전기 에너지와 운전 및 보수의 간편화, 계통 운용의 신뢰성, 안전성 확보가 요구되고 있다. 이에 따라 절연 특성이 매우 우수한 고압의 SF₆가스를 절연체로 사용하는 전력기기의 사용이 증가되고 있다. 또, 현대사회가 첨단과학의 이기를 갈망함에 따라 현재보다 더 많은 전기에너지를 필요로 함과 동시에 도시의 공간 활용의 효율성 측면에서 전력기기들의 소형화 및 고 신뢰화가 시도되고 있다.

이에 고압가스를 절연매체로 하는 가스절연개폐장치나 변압기 등과 같은 고전압 전력기기는 신뢰성 향상을 위해 기기의 운전 중에 이상 유무를 검출할 수 있는 상시감시 시스템체제 구축이 대단히 중요하다.

대표적인 전력기기인 GIS(Gas Insulated Switchgear)는 설계 및 운전 중에 결함이 존재할 경우 운전시간이 경과함에 따라 이 결함에 의해 절연열화가 진전되는 것이 일반적인 현상이며, GIS의 사고는 전체 시스템의 정전을 초래할 수 있어 사고에 대한 예방 보전을 위한 조기감지시스템의 적용이 절실히 요구된다.

따라서 본 논문에서는 인간의 뇌 구조를 이용하여 모델링된 알고리즘으로 패턴 인식(숫자인식)을 이용하여 SF₆의 기압별 갭 변화시 절연파괴전압을 추론할 수 있는 신경망 모델을 개발함으로써 수변전설비의 결함 발

생시 측정되는 절연파괴전압을 추론 및 인식하여 GIS 시스템의 안전상태를 진단할 수 있는 유용한 도구로서의 활용이 기대된다.

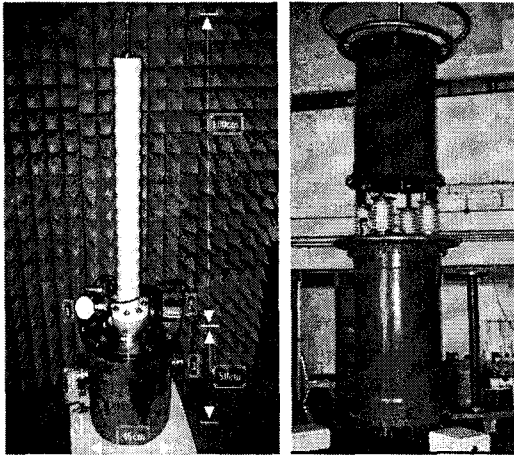
2. 인공신경망 해석을 위한 모델

2.1. 실험장치 / 방법

본 연구에 사용된 실험용 챔버의 외관은 사진 1-(a)과 같고 이것은 SF₆의 방전 특성을 연구하기 위해 설계·제작한 챔버이다. 최대 인가전압은 AC 300[kV]까지 인가 가능하다. 사진 1-(b)와 같이 전원은 DY-106 (AC 300[kV] / 120[mA])을 사용하였다. 실험용 챔버 내부온도를 관측하기 위하여 온도센서(UNICON, -90[°C]~90[°C])를 실험용 챔버 내부 중심부에 전극부와 평행하게 전극 수직 중심축과 8[cm] 떨어진 곳에 설치하였다. 실험용 챔버 내부압력을 측정하기 위해 압력계(WISE, 0~15기압)를 설치하였다. 실험용 챔버 내부를 진공펌프(SINKU KIKO Co.Ltd, GUD-050A, pumping speed 60 l/min)로 5×10⁻⁴[Torr]까지 진공을 유지할 수 있으며, 열 절연을 위하여 챔버 내·외부사이에 진공층을 두었다. 실험용 챔버 내부에 설치된 온도센서와 전극부를

관측할 수 있는 관측창(직경 110[mm], 두께 20[mm])을 설치하였다. 이 관측창의 재질은 투명 아크릴이며, 원통형으로 제작 설치하였다.

실험용 챔버의 주요 사양은 압력 변화(2~6[atm])를 위해 안전상 10기압 정도의 가압이 가능하고 압력 유지를 위해 실험용 챔버 내의 기밀성 유지가 가능하다. 또한 높은 절연성을 가진 SF₆ 가스의 절연내력 시험을 위해 300[kV]까지 고압인가를 할 수 있도록 절연설계가 되어있다.



(a) 모의 GIS 챔버 (b) AC 전원장치
 사진 1. 실험용 모의 GIS 챔버, AC 300[kV] 전원장치

본 연구의 전극의 재료는 스테인레스 스틸을 사용하였다. 사용된 전극 형상의 종류는 Plane-Needle 전극 (Plane ; 상부, Needle; 하부, P-N), N-P 및 Sphere-Plane 전극 (Sphere ; 상부, Plane; 하부, S-P)을 사용하였다. 전극의 배치는 수직 배치하였으며, 전극은 구전극(직경 41[mm]), 평판전극(직경 59[mm])과 침전극(직경 5[mm], 침단각도 20°)을 제작하였다. 전극간 거리(d)는 Micrometer로 외부에서 조정 (정도 : 5×10⁻²[mm]) 가능한 구조이다.

실험방법은 SF₆에 관한 실험은 모의 GIS 내부를 진공(5×10⁻⁴[torr])으로 한 후 SF₆ gas를 3, 4, 5 기압 주입시킨 상태에서 전극간 거리(d)를 1[mm]~ 10[mm] 증가 시 AC 전원 인가에 따른 절연 파괴전압을 5회 측정하였다.

2.2. 실험결과 및 고찰

그림 1은 일정압력별 갭변화시 절연과파특성을 나타내고 있다. 그림과 같이 갭 길이가 상승함에 따라 절연 파괴전압도 상승하는 하는 형상을 확인하였다.

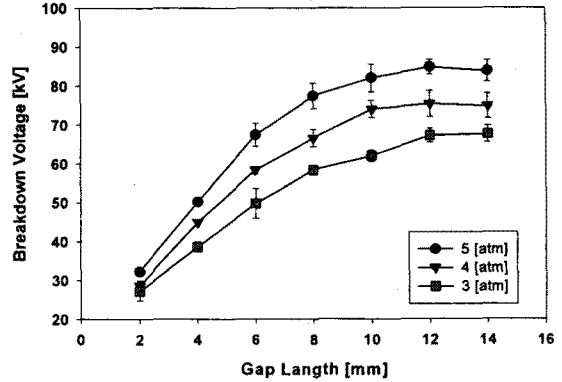


그림 1. 일정압력별 갭 변화에 따른 V_B 특성

3. 신경망모델 설계

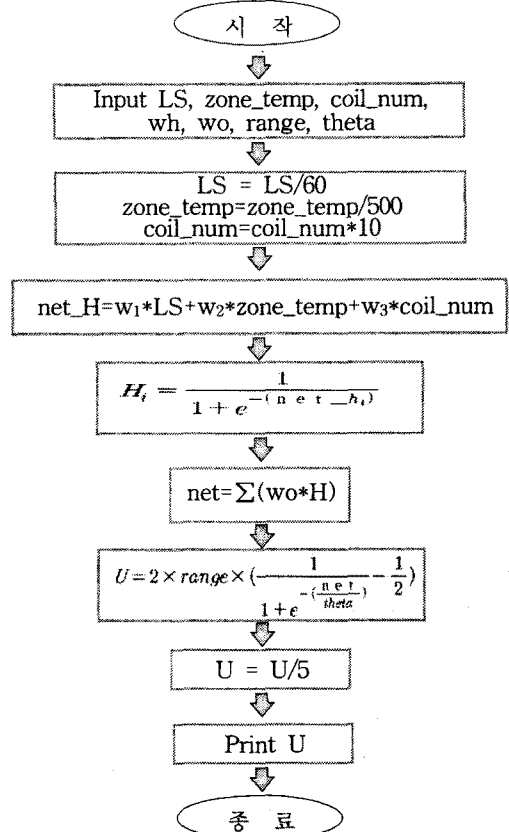


그림 2. 신경망모델 플로우차트

압력별 갭 변화에 따른 절연과파전압의 실험 데이터를 기초하여 초기값을 압력, 갭 길이와 절연과파전압으로 하여 알고리즘을 설계하였다.

설계된 알고리즘을 이용하여 기압 3.5[atm]일 때 갭 변화에 따른 절연과파전압을 신경망모델로 추정하여 실제 값과 비교/분석하였다.

그림 2는 신경망모델에 사용된 압력에 따른 절연과파전압 추정 플로우차트를 나타내고 있다.

4. 신경망 모델 결과

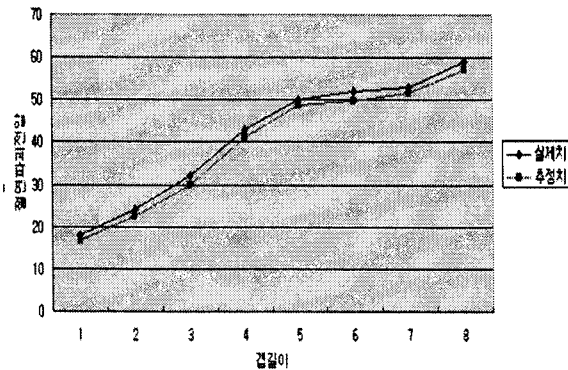


그림 3. SF₆ 3.5 [atm]일 때 추정치와 실제 V_B 비교

그림 3은 신경망 모델을 이용하여 SF₆ 3.5[atm]일 때 추정된 V_B의 값과 실제 측정값을 비교하여 나타낸 그래프이다. 그림과 같이 갭 길이에 따른 V_B 특성곡선의 형태는 실제 측정된 값과 비슷하였으며, 갭 변화에 따른 실제치와 추정치 사이의 오차는 평균적으로 6% 이내로 나타났다. 실제 3.5[atm]일 때 V_B는 5회를 측정하여 평균한 값으로 갭에 따라 평균값에 1%~9.7% 정도의 변화를 가지고 있었다. 따라서 신경망 모델을 이용한 V_B의 값과 실제치 사이의 오차율 6%는 실측 변화를 범위내에 있음을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 인간의 뇌 구조를 이용하여 모델링된 알고리즘으로 패턴 인식(숫자인식)을 이용하여 SF₆의 압력별 갭 길이변화에 따른 절연과파전압을 기초로 하

여 특정 기압에 대한 절연과파전압을 추론할 수 있는 신경망 모델을 개발하였다.

본 신경망 모델을 이용하면 데이터에 주어지지 않은 결함이 발생했을 때, 발생할 수 있는 절연과파전압을 추론할 수 있는 장점이 있다. 따라서 GIS 시스템 및 수변전설비의 안전 상태를 진단할 수 있는 유용한 도구로 활용 될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] Toshio Suzuki, "Future Power System & Challenges in Electric Power Engineering", 8th International Symposium on High Voltage Engineering, Yokohama, Japan, August 23-27, 1993.
- [2] 土森紀之, 長澤隆土, "21세기의 전력에너지-と轉送技術 III・系統成・運用の高速化", 電學誌, Vol. 112, No. 8, pp592-596, 1992
- [3] 財團法人電力中央研究所, 電力輸送技術の長期研究ビジョンを定", 電中研ニュース, No. 213, 平成 3-12
- [4] 김현숙, 김소운, "미래를 준비하는 신경망 컴퓨터", 크라운출판사, 1994
- [5] 한학용, "패턴인식개론", 한빛미디어, 2005
- [6] 오성권, "프로그래밍에 의한 컴퓨터 지능", 내하출판사, 2002
- [7] R.J.Meats : 3rd Int. Conf., "Gas Discharge", London, Sep, 1974
- [8] 이광식, 최은혁 외, "인공신경망을 이용한 방전전하량 추정에 관한 연구", 한국조명전기설비학회 추계 학술대회는 문집, 2006.11