

전기트리의 영상처리를 이용한 절연케이블의 수명에측에 관한 연구

A Study on Life Estimate of Insulation Cable for Image Processing of Electrical Tree

°정기봉*, 김형균*, 김창석**, 최창주**, 오무송*, 김태성***

(Ki-Bong Joung*, Hyeng-Gyun Kim*, Kim Chang-Suk**, Chang-Ju Choi**, Moo-Song Oh*, Teh-Sung Kim***)

Abstract

The proposed system was composed of pre-processor which was executing binary/high-pass filtering and post-processor which ranged from statistic data to prediction. In post-processor work, step one was filter process of image, step two was image recognition, and step three was destruction degree/time prediction. After these processing, we could predict image of the last destruction timestamp. This research was produced variation value according to growth of tree pattern. This result showed improved correction, when this research was applied image Processing. Pre-processing step of original image had good result binary work after high pass- filter execution. In the case of using partial discharge of the image, our research could predict the last destruction timestamp. By means of experimental data, this prediction system was acquired $\pm 3.2\%$ error range.

Key Words : Insulation Cable, Insulation degradation, Tree discharges, Electrical Tree
Image Processing

1. 서 론

절연재의 운용중에 일반적으로 일어나는 절연파괴의 주된 원인으로 알려져 있는 부분방전은 제작상태 및 운용중의 열화진단 시스템으로 널리 연구되고 있으며¹⁾, 이러한 부분방전의 특성을 연구하기 위하여 부분방전시 발생하는 전기트리 영상을 측정하는데, 여기서 트리패턴을 추출하는 과정을 이용한다. 하지만, 트리열화 과정의 재현성이 떨어지고 트리의 패턴이 복잡하여 기존의 시각적 관측으로는 트리성장의 정확한 정량화가 어렵기 때문에 영상처리에 의한

실시간 처리가 제안되고 있다.²⁾³⁾

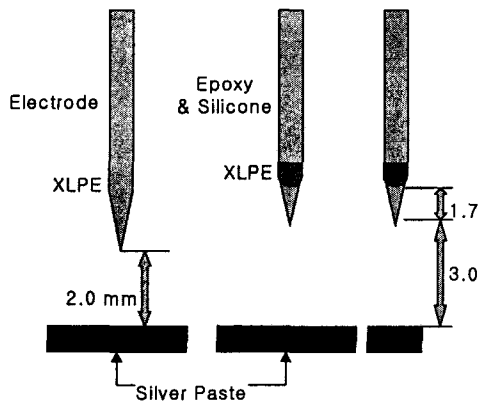
본 연구에서는 절연케이블의 수명예측을 위하여 부분방전시 발생하는 전기트리의 영상을 복합적으로 분석하고, Computer 분야의 영상처리에서 이용되고 있는 이진화 및 고주파 변환 알고리즘 등을 적용하였다. 전기트리의 초기 발생 영상을 측정·분석하여 통계적인 자료값을 산출하고, 기 분석된 자료를 이용해서 제안된 알고리즘을 수행하여 차후 파괴가 발생되어 완전파괴 단계에 이르기까지의 시간과 파괴정도를 예측함으로써 절연케이블의 수명을 예측하고자 한다.

* : 조선대학교 컴퓨터공학과
(광주광역시 동구 서석동 375
Fax : 062-230-7381
E-mail : topman@netsgo.com)
** : 조선대학교 전기공학과
*** : 전남대학교 전기공학과

2. 전기트리의 영상처리

시료는 2가지의 형태로 제작하였으며, 각각을 트리 시료 및 보이드 트리시료로 구분하였다.

제작된 시료에 교류 전압을 인가한 후 광학현미경 (일본, 올림프스)을 통하여 트리를 관측하고 비디오 테이프에 기록하였다. 원화상의 입력을 위하여 최초 1분간은 전압을 인가하지 않았고, 승압속도 500 [Volt/sec]의 전압을 목적인 전압까지 상승하였다. 계면 유무에 따른 결과를 조사하기 위한 범위는 6[KV]에서 16[KV]로 하였다.



(좌 : 트리시료, 우 : 보이드 트리시료)

그림 1. 시료 형태

전기트리관측 시스템으로부터 취득된 영상 Tape 은 AV 단자를 포함하는 캠코더를 통하여 재생되었으며, 재생되는 영상을 컴퓨터에 입력하기 위하여 FRAME GRABBER의 하나인 CORECO 사의 제품을 이용하였다.

그림 2는 전기트리의 영상처리 절차에 관한 구조도이다.

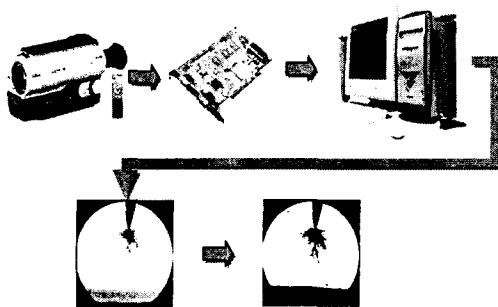
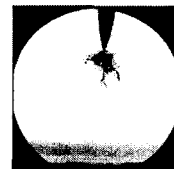


그림 2. 전기트리 영상처리도

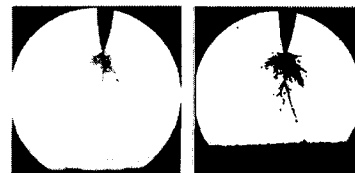
Grab Board로부터 입력되는 영상은 단순 촬영에 의한 영상으로 실험에 사용하기 위해서는 몇가지 작업이 필요하였다. 입력 영상을 실험에 사용하기 위한 자료로의 가공을 위하여 Grab Board의 출시 회사로부터 제공받은 Bandit Driver에 포함된 Library 을 이용한 Program을 제작하였다.

작성된 Program은 Visual Basic을 이용하였으며, 본 Program에서는 입력되는 Image 자료의 가공이 편리하며, Computer 및 OS에 영향을 받지 않는 BitMap (BMP) Format으로 저장하는 처리가 수행되었다.⁵⁾⁶⁾

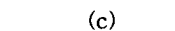
본 연구에서는 입력된 영상을 고주파 강화 필터를 이용하여 먼저 트리의 형태를 강화시킴으로써 취득된 영상의 잡음을 줄일 수 있었으며, 필터를 통과한 영상을 배경 영상과 전기트리 영상으로 분리하기 위하여 이진화 작업을 수행하였다. 그러나, 이진화 작업 중 단순히 고정된 분기 값을 가지는 이진화는 영상에 많은 잡음이 발생되거나, 전기트리의 작은 부분이 일부 삭제됨을 발견하게 되었다. 따라서, 이러한 부분을 최소화하기 위하여 몇 차례의 실험 결과 영상에 고루 분포된 픽셀의 Color값 중에서 분포도에 따라 중위수를 구한 후 중위수의 비중을 고려한 이진화 작업을 실시하였다.



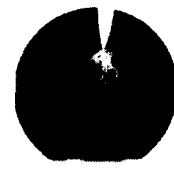
(a)



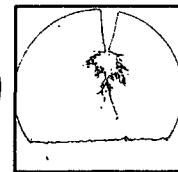
(b)



(c)



(d)



(e)

그림 3. 전기트리의 단계별 영상처리

그림 3의 (a)는 전기트리의 초기 입력 영상이며, (b)는 초기 입력 영상에 고주파 강화필터를 통과시킨 영상이고, (c)는 이진화 작업이 수행된 후의 영상이다.

다시, 그림 3의 (c) 영상을 이진화 기법에 의한 0과 1의 대소 관계를 이용하여 2개의 영상((d)배경영상, (e)트리영상)으로 분리되었으며, (e)는 추출된 전기트리 영상에서 전기트리의 정량적 성분분석을 위하여 외곽선만을 추출한 영상이다.

3. 절연케이블의 수명예측

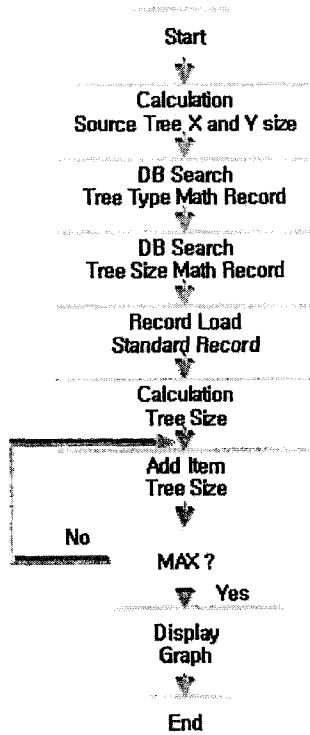


그림 4. 절연케이블의 수명예측 알고리즘

전기트리가 발생된 초기 정보를 이용하여 추후 파괴가 일어날 시간을 예측하기 위하여, 트리의 분류 형식 및 입력된 영상의 경과 시간 및 현 트리의 파괴 정도에 관한 수치적 자료를 각각 연산하여 파괴가 일어날 시점의 시간별 파괴 정도를 백분율로 표시한다. 인지에 따른 트리의 성장 예측은 기 분석된 실험결과에서 취득된 트리 종류 및 인가 전압에 따라 분류된 자료표의 인수에 신규 입력된 영상의 인지 자료인 트리의 크기를 연산하여 차후 트리의 진

척 사항을 예측함으로써 절연케이블의 수명을 예측할 수 있게 된다.

Tree 예측 Routine 은 입력되는 영상정보로부터 인식 작업 단계에서 생성되는 트리 정보 및 사용자로부터 입력받은 기본 정보를 기반으로 하여, 트리의 성장 과정을 예측하는 부분이며, 자료철로부터 과거 집약된 트리 정보를 검색하고 검색된 정보를 기반으로 현재 입력된 영상의 정보와 비교 판단 및 연산 과정을 반복하며, 트리의 파괴가 일어나는 시점까지의 트리 성장 과정을 X 축과 Y축의 값으로 분할하여 예측한 후, 자료철에 저장하는 과정이 포함되어 있다.

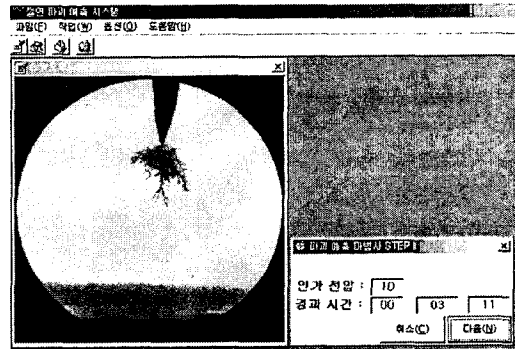


그림 5. 예측 기본 정보 입력 화면

그림 5는 수명예측 시스템의 메인화면으로 파일, 작업, 옵션, 도움말 메뉴로 구성되어 있다. 파일 작업에서는 예측을 위한 기본 영상화면을 선택하여 입력하는 작업을 시행하고, 작업 메뉴에는 영상분석과 파괴예측 항목으로 구성 되어있으며, 영상 분석 작업은 영상인식을 위하여 처리되는 과정을 보여주기 위하여 추가되었다. 옵션 메뉴에는 프로그램의 실행 환경을 위한 몇 가지의 정보 입력항목을 포함하고 있다.

그림 5의 메뉴 하단부는 입력 영상을 기준으로 하여 파괴 예측 작업을 실행하는 기본 단계로, 파괴 예측 작업에 필요한 기본 정보의 입력과정이다.

입력되는 자료는 초기 발생된 전기트리의 영상자료와 영상 촬영시 인가된 전압 및 촬영 당시의 경과 시간을 입력하도록 되어 있다. 그림 5의 입력 영상은 전압을 10[kV]인가한 후 전기트리가 발생된 3분 11초의 시점에서 촬영된 영상의 정보가 입력되고 있다.

그림 6은 절연케이블의 수명예측이 종료된 후 결과 화면이며, 분석 결과의 자료는 두 가지 형태로 보여 주고 있다. 영상 분석 결과 창에서는 파괴가 일어나는 시점에서 전기트리의 크기를 X축과 Y축의 값으로 보여 주고 있다.(크기는 Pixel 단위) 하단에 보이는 예측 결과 Graph는 입력 영상 및 기본 입력 정보로부터 시작하여 절연 케이블의 최종 파괴가 일어나는 시점까지의 예측 정보를 X 축과 Y축을 기준으로 하여 그래프로 표시하고 있다.

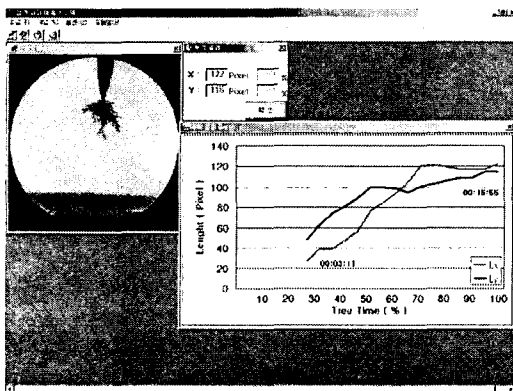


그림 6. 절연케이블의 수명예측 결과 화면

예측된 자료는 시간대별 전기트리의 크기로서 표시한 그래프로 나타난다. 입력된 초기 전기트리 영상의 촬영 시점은 트리 발생시간 00:03:11초의 영상이며, 예측 시스템을 통하여 최종 파괴가 일어나는 시점의 시간을 00:15:55초로 예측한 것이다.

실험 자료를 기준으로 하여 예측 자료의 오차율은 Lx(x방향 전기트리 진행 길이) 오류율 0.00757로서 0.75%로 산출되었으며, Ly(y방향 전기트리 진행 길이) 오류율 0.0263로서 2.63%로 산출되어 예측 한도 오류율 3.2%안에서 예측됨을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 절연 케이블의 수명예측을 위하여 먼저, 발생 초기의 전기트리 영상정보를 인식하여 형태별로 분리하고 영상의 고주파 필터링 과 이진화 기법을 사용해서 정보를 산출하였다. 여기서 산출된 정보를 제안된 알고리즘을 이용하여 이를 기 분석된 통계적인 자료값과 비교하여 차후 파괴가 발생되어 완전 파괴 단계까지의 시간과 파괴 정도를 예측함으

로써 절연케이블의 수명을 예측할 수 있었다.

향후에는 영상처리 및 수명예측의 속도 향상을 위한 새로운 알고리즘 기법에 관한 연구와 현장에서 발생하는 사고 케이블에 대한 절연파괴의 영상 처리 및 DB화에 관한 연구 등이 진행될 예정이다.

참고 문헌

- [1] 임장섭, 김태성 "마이카에폭시 계면층에서의 열화 현상", 대한전기학회 방전 및 고전압공학 연구회 학술발표회, pp.71-74, 1992.
- [2] 이은학, "마이카에폭시 복합절연계 계면층에서의 전기적 열화에 관한연구", 전남대학교 박사학위 청구논문, pp.4895, 1992.
- [3] Lim jangseob, "The Measurement of Partial Discharge at interface Layer in MicaEpoxy Composite", Proceeding of the 2nd KoreaJapan Joint Symposium on Electrical Insulation and Dielectric Materials at Seoul, pp.6265,1993.
- [4] James D. Murray & William Varrayper , "Graphics file format", second edition, O'Reilly & Associates Inc, 1996.
- [5] Hong Jiang Zhang, Atreyi Kankanhalli, and Stephen W.Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video":Multimedia system, Vol1.No1 ,pp10-28,1993.
- [6] Rajiv Mehrotra, James E. Gray, "Featurebased Retrieval of similar Shapes", 9th International Conference on Data Engineering, pp108-115, 1993
- [7] 김태성, "마이카-에폭시 복합재료의 계면에서의 절연파괴특성", 한국전기전자재료학회지 5(2) : pp. 224-236, 1993.
- [8] 임장섭, 김태성, "전력용 기기의 예방진단을 위한 부분방전 측정", 한국전기전자재료학회지 7(1) : pp. 42-48, 1994.