

개선된 에지검출을 이용한 전기트리 영상분석에 관한 연구

°이명주*,김형균*,오택석**,오무송*,김태성***
*조선대학교 컴퓨터공학과,**목포과학대학 정보통신과,
***전남대학교 전기공학과

A Study on Image Analysis of Electrical Tree using Improved Edge Detection

°Myung-Ju Lee*,Hyeng Gyun Kim*,Teh Seok Oh**,Moo Song Oh*,Teh Sung Kim***
*Dept. of Computer Eng. Chosun Univ.
**Dept. of Information-Communication. Mokpo Science College.
***Dept. of Electrica Eng. Chonnam Univ.

요 약

전기트리는 절연체의 제작상태 및 운용중의 열화진단 방법으로 널리 연구되고 있다. 이러한, 전기트리 영상을 측정할 때는 일반적으로 트리패턴을 추출하는 과정을 사용한다. 하지만, 트리열화 과정의 재현성이 떨어지고 트리의 패턴이 복잡함으로 기존의 시각적 관측으로는 트리성장의 정확한 정량화가 어렵기 때문에 영상처리에 의한 실시간 처리가 제안되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 측정된 전기트리 영상을 고주파 강화필터링과 이진화 과정 등을 거쳐 최적의 분석영상으로 변환한 후, 개선된 에지검출 기법을 이용해 전기트리 영상을 분석함으로써, 트리의 실시간 계측 및 정량화, 부분방전의 패턴 인식, 측정결과를 통한 절연재료의 파괴 정도를 예측할 수 있었다

1. 서 론

장기간 사용 중인 전력용 설비에서 치명적인 절연 파괴의 주된 원인으로 알려져 있는 부분방전은 제작상태 및 운용중의 열화진단 시스템으로 널리 연구되고 있다. 이러한 부분방전의 특성을 연구하기 위하여 부분방전 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.

본 연구에서는 측정된 전기트리 영상을 고주파 강화필터링과 이진화 과정 등을 거쳐 최적의 분석영상으로 변환한 후, 개선된 에지검출 기법을 이용해 부분방전시 발생하는 전기트리의 영상을 복합적으로 분석하여, 트리의 실시간 계측 및 정량화를 실시한 후, 부분방전의 패턴을 인식하여 절연재료의 파괴

정도를 예측할 수 있었다.

2. 전기트리 영상의 측정

전극사이를 완전하게 연결하지 못하는 전기적 방전을 부분방전이라고 하는데, 이러한 방전의 크기는 비록 작지만, 점진적인 절연성 저하를 진행시키고 궁극적인 파괴의 원인이 된다. 그러므로 비파괴 절연시험에서 부분방전의 존재를 검출하는 것은 필수적이다. 이러한, 고체절연물의 국부적인 파괴진전의 상황을 관찰하여 보면 進展經路가 樹脂狀으로 형성되므로 진전로를 트리, 이 현상을 전기트리라 한다. 대개 두꺼운 시료에 불평등 고전계가 인가된 경우에 일어나기 쉽다. 기체, 액체의 코로나 방전과 비슷하고 트리는 인가전압을 제거한 후에도 흔적으로 관찰할 수 있으며, 1개의 경로는 직경이 수[μm] ~ 수백[μm]인 미세한 구멍으로 이루어진다. 대개 높은 누설저항을 가지며, Tree형, Bush형, Chestnut형 트리

등이 있다.



(a)Tree Type (b) Bush Type (c)Chestnut Type

그림 1. 전기트리의 형태

절연 재료의 부분 방전으로 인하여 발생되는 전기 트리는 일반적인 환경하에서 관측하기란 불가능하다, 그러므로 관측을 위하여 착색을 이용한 전기 트리의 추출은 가능하였으나, 취득된 영상은 많은 수의 잡음 영상이 포함되어있다.

그러므로, 본 연구에서는 입력된 영상을 1차 필터링을 통하여 잡음을 해소하였으며, 트리 성분만을 강화시키는 필터링 기법을 적용하였다. 또한, 필터링 처리된 영상을 이진화 기법을 이용하여 배경 영상과 트리 부분을 분리하였으며, 분리된 트리 영상을 인식이 편리하도록 하기 위하여 외곽선 검출을 통하여 트리 부분만의 면적 및 예측에 필요한 기본 수치의 산출에 사용하였다.

다음 그림은 제작된 시료에 일정한 전압을 가하여 부분방전의 영상을 취득하기 위한 장치이다.

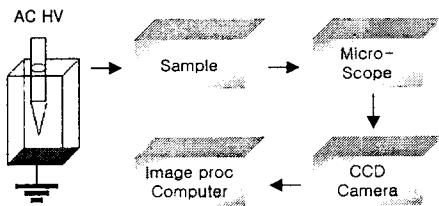


그림 2. 전기트리 영상측정 장치의 Block Diagram

교류 전압을 인가한 후 광학현미경(일본, 올림프스)을 통하여 트리를 관측하고 비디오테이프에 기록하였다. 전압을 가하는 전극부분은 그림과 같이 스프링 압력을 이용하였으며, 동일한 압력을 가하기 위하여 스프링의 위치를 일정하게 하였으며, 연면방전을 방지하기 위해 실리콘 오일 내에서 시행하였다. 시료에 가해지는 압력은 $15[\text{Kg}/\text{Cm}^2]$ 이며 면압의 측정은 프레스-겔법을 이용하였다.

원화상의 입력을 위하여 최초 1분간은 전압을 인가하지 않았고, 승압속도 $500[\text{Volt}/\text{sec}]$ 의 전압을 목

적인 전압까지 상승하였다. 계면 유무에 따른 결과를 조사하기 위한 범위는 $6[\text{KV}]$ 에서 $16[\text{KV}]$ 로 하였다. 트리관측시 현미경의 배율은 50배정도로 하였다. CCD카메라의 해상도는 512×512 이다.

3. 전기트리 영상분석시스템의 구조

본 시스템은 관측된 트리 영상의 인식 효율을 높이기 위하여, 몇 가지 영상 변환 작업을 실시한다. 처리된 영상의 결과를 통하여 면적 및 진행정도에 관한 수치적인 자료를 산출하게 되며, 산출된 정보를 이용하여 추후 파괴까지 가는 시간을 예측하게 된다. 이 과정은 3단계에 걸쳐 실행된다.

STEP I에서는 관측된 트리 영상을 컴퓨터에 입력하는 작업으로부터 시작된다.

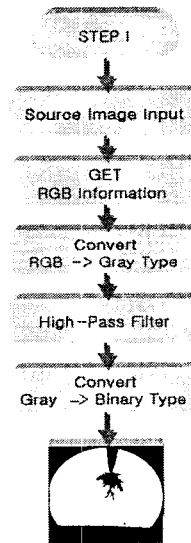


그림 3. STEP I의 영상처리 알고리즘

저장되는 Image는 발생되는 전기트리의 정밀한 인식과 Computer를 이용한 처리속도 및 효율성을 위하여 256 Color 상태의 RGB Mode로 저장되었다. 그러나 저장된 Image는 인식과정을 수행하는데 많은 문제점을 내포하고 있다. 인식하고자 하는 Image는 배경 영상과 방전이 발생하여 나타나는 전기 트리의 영상이 하나로 구성되어 있어 인식을 위해서는 배경 영상과 전기 트리영상을 분리하는 작업이 필요하다.

본 연구에서는 배경 영상과 전기 트리영상을 분

리하기 위하여 이진화 작업을 수행하려 하였으나, 몇 차례의 실험에서 추출된 전기트리 영상은 많은 부분이 배경 영상과 혼합되거나 잡음 등이 포함되어 있음을 알 수 있었다.

이러한 문제점을 해결 하고자 본 실험에서는 몇 가지의 필터를 통하는 실험을 한 결과 이진화된 영상을 필터링 하는 것보다는 이진화 전의 원 영상을 필터링 함으로서 보다 좋은 결과를 가져 올 수 있다는 것을 볼 수 있었으며, 실험된 필터링 알고리즘 중에서도 고주파 강화 필터링 기법이 좋은 결과를 가져온다는 결과를 볼 수 있었다.

그러므로, 본 실험에서는 입력된 영상을 고주파 강화 필터를 이용하여 먼저 트리의 형태를 강화시킴으로써 잡음을 줄일 수 있었으며, 필터를 통한 영상을 다시 이진화 작업을 통하여 배경 영상과 전기 트리 영상을 분리하기 위한 작업을 수행하였다.

그러나, 이진화 작업 중 단순히 고정된 분기 값을 가지는 이진화는 영상에 많은 잡음 또는 전기 트리의 작은 부분이 일부 삭제됨을 발견하게 되었다. 삭제된 부분을 최소화하기 위하여 몇 차례의 실험 결과 영상에 고루 분포된 픽셀의 Color값 중에서 분포도에 따라 중위수를 구한 후 중위수의 비중을 고려한 이진화가 좋은 결과를 가져 왔다.

다음 그림은 STEP I 에서 생성되는 영상을 단계별로 표시한 그림이다.



그림 4. STEP I 단계별 영상

(a) 영상은 초기 입력 영상이며, (b) 영상은 초기 입력 영상을 그레이 레벨로 변환한 후 고주파 필터를 통과한 영상이다. 그리고 (c) 영상은 이진화 작업이 수행된 후의 영상으로 STEP I을 최종 수행한 결과 영상이다.

STEP II 에서는 STEP I 에서 이진화 처리된 영상을 이용하여 에지를 검출한다. 이때 정량화 분석에 필요한 이미지는 트리 부분이므로, 이진화 영상의 배경 부분과 전기 트리 영상의 분리 작업을 먼저 수행한다. 분리된 영상 중 전기 트리 부분을 이용하

여 트리의 전체적인 윤곽을 인식하기 위하여 외곽선 검출을 실행한다. 이때, 영상 명암도의 구배도를 이용하는 에지 검출 기법을 사용했다. 이는 STEP I 에서 고주파 강화필터링과 이진화 작업을 실시했고, STEP II에서 트리 영상의 분리작업이 완료된 후이므로 구배도를 이용한 에지 검출이 최적의 효율을 보였다.

검출된 영상은 분류된 형식 중에서 일치하는 형태를 찾아내며, 트리의 가로 및 세로의 길이를 환산하게 된다.

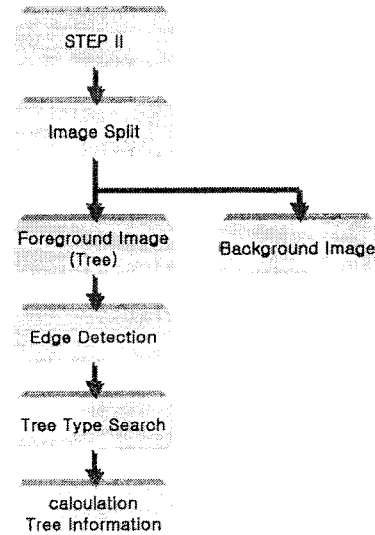


그림 5. STEP II의 영상처리 알고리즘

아래 보이는 영상은 STEP II에서 처리되는 내용을 영상으로 보인 것이다.

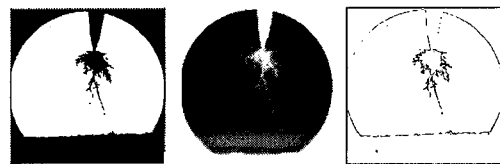


그림 6. STEP II 단계별 영상

(a)의 영상을 이진화 기법에 의한 0과 1의 대소 관계를 이용하여 2개의 영상으로 분리되었으며, (c)의 영상은 그림 (b)에서 추출된 전기 트리 영상에서 외곽선만을 추출한 영상이다.

다음 과정은 STEP II에서 산출된 트리의 정보를

이용하여 추후 파괴가 일어날 시간을 예측하는 것으로, 트리의 분류 형식 및 입력된 영상의 경과 시간 및 현 트리의 파괴 정도에 관한 수치적 자료를 각각 연산하여 파괴가 일어날 시점을 백분율로 표시한다.

인지에 따른 트리의 성장 예측은 트리 종류 및 인가 전압에 따라 분류된 자료표의 인수에 신규 입력된 영상의 인지 자료인 트리의 크기와 트리의 면적을 연산하여 차후 트리의 진척 사항을 예측하게 된다.

여기서, 적용된 자료는 실험된 시료 중 각 트리 및 인가 전압별로 발생하는 자료를 산출하여 통계처리된 자료이며, 각 자료별 실험 횟수 30회 이상에서 발생하는 자료를 사용하였으며, 통계자료 수치는 오차율 +3.2% ~ -3.2% 이내의 오차를 포함한다.

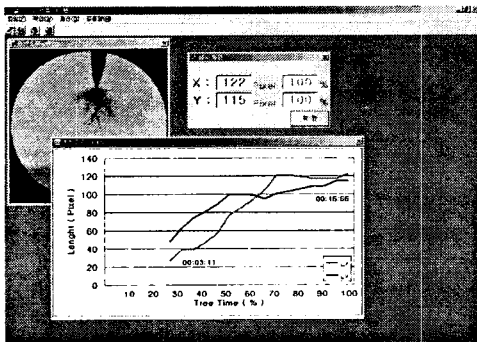


그림 7. 전기트리 영상분석시스템의 결과화면

위 그림은 전기트리의 영상분석이 종료된 후 결과 화면이다. 부분방전 원본 영상과 기본정보(인가 전압, 부분방전 발생시점)를 입력받은 후 분석을 실시하는데, 분석 결과의 자료는 두 가지 형태로 보여 주도록 하였다. 영상 분석 결과의 분석 결과 화면에서는 파괴가 일어나는 시점에서의 트리의 크기를 X축과 Y축의 값으로 보여 주고 있으며, 크기는 Pixel 단위로 하였다.

하단에 보이는 예측 결과 Graph화면은 입력 영상 및 기본 입력 정보로부터 시작하여 최종 파괴가 일어나는 시점까지의 예측 정보를 X 축과 Y축을 기준으로 하여 그래프로 표시하고 있다

4. 결 론

전기트리는 열화과정의 재현성이 떨어지고 패턴이 복잡함으로 기존의 시각적 관측으로는 트리성장의

정확한 정량화가 어려워 영상처리에 의한 실시간 처리가 제안되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 절연 재료의 부분방전시 초기에 발생하는 전기 트리의 영상을 이용하여 절연 재료의 파괴가 발생하는 최종 단계까지의 영상을 유추할 수 있다는 연구 결과를 이용하여, 측정된 전기 트리 영상을 고주파 강화필터링과 이진화 과정 등을 거쳐 최적의 분석영상으로 변환한 후, 개선된 에지 검출 기법을 이용해 부분방전시 발생하는 전기트리의 영상을 복합적으로 분석하여, 트리의 실시간 예측 및 정량화를 실시한 후, 부분방전의 패턴을 인식하여 절연재료의 파괴 정도를 예측할 수 있었다.

향후에 실제적인 전력설비에 이용하기 위한 예측 시스템을 설계하기 위해서는 트리패턴의 정량화와 영상처리 알고리즘의 속도 향상을 위한 연구, 트리 관측을 위한 영상 촬영으로부터 컴퓨터 자료로의 변환을 수행하는 Hardware의 일체화, 절연 재료의 파괴 현상을 판독하기 편하도록 할 수 있는 Software의 개발 등이 고려되어야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] Lim Jangseob, "The Partial Discharge due to Mica-Epoxy Interface Condition", Proceeding of the 6th Asian Conference on Electrical Discharge at Oita, pp.179-184,1993
- [2] 김태성, 임장섭, "마이카에폭시 계면층에서의 열화 현상", 대한전기학회 방전 및 고전압공학 연구회 학술발표회, pp.71-74, 1992.
- [3] 이은학, "마이카에폭시 복합절연계 계면층에서의 전기적 열화에 관한연구", 전남대학교 박사학위 청구논문, pp.4895, 1992.
- [4] 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.
- [5] James D. Murray & William Varrayper, "Graphics file format", second edition, O'Reilly & Associates Inc, 1996.
- [6] Hong Jiang Zhang, Atreyi Kankanhalli, and Stephen W.Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video":Multimedia system, Vol1.No. 1, pp10-28,1993.
- [7] Rajiv Mehrotra, James E. Gray, "Featurebased Retrieval of similar Shapes", 9th International Conference on Data Engineering, pp108-115,1993
- [8] W. Niblack et al. The Qbic project Querying images, by content using color, texture, and shape. In SPIE 1908, Storage and Retrieval for Image and Video Databases, Feb. 1993.