

영상처리를 이용한 부분방전 측정에 관한 연구*

김형균*, 김단환*, 오태석**, 오무송*
*조선대학교 컴퓨터공학과
**목포과학대학 정보통신과

A Study on Measurement of Partial Discharge using Image Processing

Hyeong-Gyun Kim*, Dan-Hwan Kim*, Tae-Seok Oh**, Moo-Song Oh*
Dept. of Computer Eng, Chosun University
**Dept. of Information-Communication, Mokpo Science College
E-mail : multikim87@hanmail.net

요약

부분방전의 특성을 연구하기 위하여 트리패턴을 추출하는 과정을 이용하는데, 트리열화 과정의 재현성이 떨어지고 트리의 패턴이 복잡함으로 기존의 시각적 관측으로는 트리성장의 정확한 정량화가 어렵기 때문에 영상처리에 의한 실시간 처리가 제안되고 있다. 본 연구에서는 부분방전의 측정을 위해 영상처리에 필요한 전반적인 과정을 제시하고, 특히 제안된 전경 물체 추출기법을 이용하여 측정된 영상에서 배경과 전경을 분할하여 전기트리를 측정하고자 한다. 전경 물체를 추출하기 위하여 전기트리를 측정한 영상에서 현재 프레임과 다음 프레임과의 차이 영상을 이용한 차이 검출 마스크를 사용하고, 추출된 전경 물체에서 에지를 검출하여 부분방전시 발생되는 전기트리를 실시간으로 계측 및 정량화하고자 한다.

1. 서론

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. 부분방전의 특성을 연구하기 위하여 전기트리 영상을 측정하여 여기서 트리패턴을 추출하는 과정을 이용하는데, 트리열화 과정의 재현성이 떨어지고 트리의 패턴이 복잡함으로 기존의 시각적 관측으로는 트리성장의 정확한 정량화가 어렵기 때문에 영상처리에 의한 실시간 처리가 제안되고 있다.

본 연구에서는 트리열화의 영상처리에 필요한 전반적인 과정을 제시하고, 특히 제안된 전경 물체 추출기법을 이용하여 측정된 영상에서 배경과 전경을 분할

하여 전기트리를 측정하고자 한다. 전경 물체를 추출하기 위하여 전기트리를 측정한 영상에서 현재 프레임과 다음 프레임과의 차이 영상을 이용한 차이 검출 마스크를 사용하고, 추출된 전경 물체에서 에지를 검출하여 부분방전시 발생되는 전기트리를 실시간으로 계측 및 정량화하고자 한다.

2. 부분방전의 관측

부분방전 현상을 관측하기 위하여 제작된 시료에 일정한 교류 전압을 인가한 후 광학현미경(일본, 올림프스)을 통하여 트리를 관측하고 비디오테이프에 기록하였다. 전압을 가하는 전극부분은 스프링 압력을 이용하였으며, 동일한 압력을 가하기 위하여 스프링의 위치를 일정하게 하였으며, 연면방전을 방지하기 위해 실리콘 오일 내에서 시행하였다. 시료에 가해지는 압력은 15[Kg/Cm²]이며 면압의 측정은 프레스-겔법을 이용하였다.

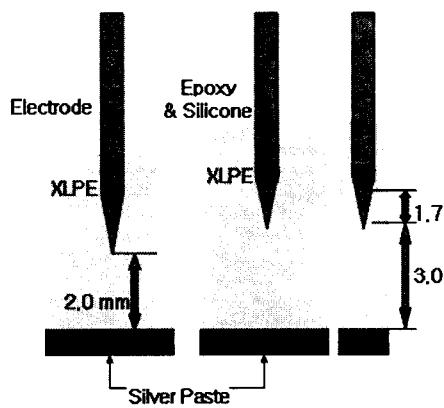
원화상의 입력을 위하여 최초 1분간은 전압을 인가

하지 않았고, 승압속도 500[Volt/sec]의 전압을 목적한 전압까지 상승하였다. 계면 유무에 따른 결과를 조사하기 위한 범위는 6[KV]에서 16[KV]로 하였다.

시료는 2가지의 형태로 제작하였으며, 각각을 트리시료 및 보이드 트리시료로 구분하였다. 트리시료는 보이드가 존재하지 않는 형태로 실험전압에 따른 트리의 발생을 연구하기 위한 트리연구용 기초시료이며, 보이드 트리시료는 전극형 보이드를 갖는 시료에 곡률반경이 큰 전극을 삽입한 형태이다.

절연재료는 가교폴에틸렌 (XLPE, 일본, 후지쿠라)을 이용하였으며, 시료는 12x12x3.5[mm]의 평판형을 이용하였다.

다음 그림은 실험을 위하여 제작된 시료의 모형이다.



(좌 : 트리시료, 우 : 보이드 트리시료)

그림 1. 시료의 모형

부분방전시 발생하는 전기트리 관측시 현미경의 배율은 40배로 하였으며, CCD카메라의 해상도는 512 x 512이다. CCD로 부터의 출력은 VTR에서 기록하고, 아날로그 출력을 VTR용 모니터에서 관측한다.

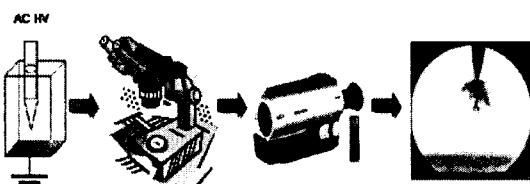


그림 2. 부분방전 관측 시스템

3. 영상처리를 이용한 부분방전의 측정

부분방전 현상의 실시간 측정을 위하여 관측된 트리자료를 컴퓨터에 입력할 수 있도록 FRAME GRABBER의 하나인 CORECO 사의 제품을 이용하였다. Grab Board로부터 입력되는 영상은 단순 촬영에 의한 영상으로 실험에 사용하기 위해서는 몇 가지 작업이 필요하였다. 입력 영상을 실험에 사용하기 위한 자료로의 가공을 위하여 Grab Board의 출시 회사로부터 제공받은 Bandit Driver에 포함된 Library을 이용하여 BitMap (BMP) Format으로 변환하였다.

이렇게 변환된 영상자료의 측정을 위하여 본 연구에서는 전경 물체 추출기법을 이용하여 측정된 영상에서 배경과 전경을 분할하여 전기트리를 측정하고자 한다. 전경 물체를 추출하기 위하여 전기트리를 측정한 영상에서 현재 프레임과 다음 프레임과의 차이 영상을 이용한 차이 검출 마스크를 사용하고, 추출된 전경 물체에서 에지를 검출하여 부분방전 시 발생되는 전기트리를 실시간으로 계측 및 정량화 하고자 한다.

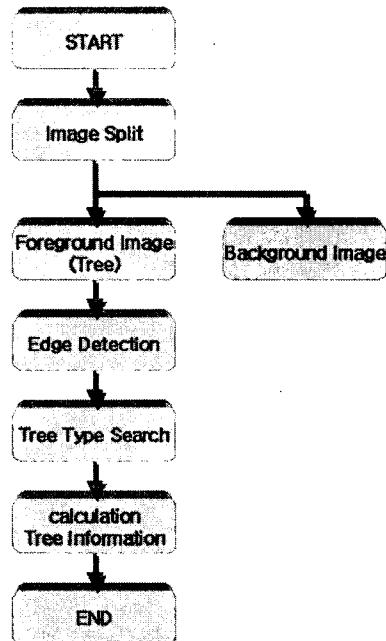


그림 3. System Flow Chart

본 연구에서 사용한 시간 분할 방법은 CCD camera를 이용해 측정한 전기트리 영상에서 인접한 프레임간의 픽셀 차이를 이용해 차이 영상을 구하게 되는데, 전경 부분의 움직임이 배경에 비해 크다는 점

을 이용한 것이다. 이미지 차연산은 인접한 두 프레임 $f(x,y)$ 와 $h(x,y)$ 픽셀의 차이 값으로 구하게 되는데, 이때 결과 값이 '0' 이하가 되는 것을 방지하기 위하여 다음 식과 같이 절대값을 사용했다.

$$g(x,y) = | f(x,y) - h(x,y) |$$

여기서 얻어지는 영상 g 는 f 와 h 로부터 서로 대응되는 픽셀의 모든 쌍들 사이의 차를 계산함으로써 얻어지는데, 이 결과로 고정된 배경은 사라지고 움직이는 대상이 나타나게 된다.

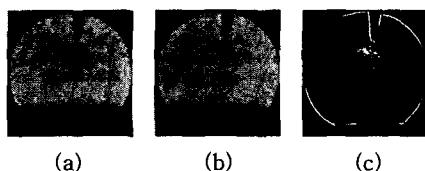


그림 4. 트리 이미지 차연산

그림 4의 (a)와 (b)는 인접한 두 프레임의 전기트리 영상이고 (c)는 이 두 프레임간의 이미지 차연산을 수행한 결과 영상이다. 이미지 차연산을 통하여 인접한 프레임 사이에서 변화가 없는 픽셀은 겹게 나타나고 변화가 발생한 픽셀은 비교적 회개 나타남으로써, 고정된 배경은 사라지고 움직이는 이미지 정보를 얻게 되었다.

그림 5는 전기트리 측정 시스템의 실행화면으로 추출된 프레임들 간의 이미지 차연산을 수행한 결과를 보여주고 있다.

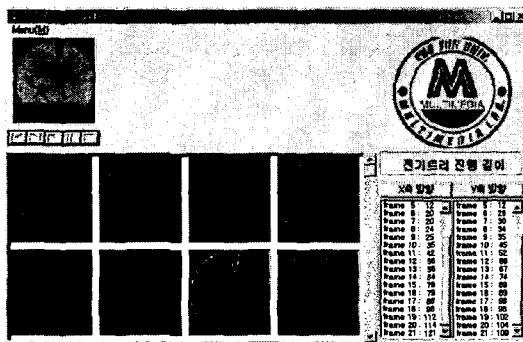


그림 5. 부분방전 측정 시스템

그림 5의 측정시스템 화면 우측의 “전기트리 진행 길이”는 추출된 전경 물체에서 에지를 검출하여 부분방전시 발생되는 전기트리를 실시간으로 계측 및 정량화하였다.

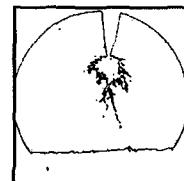


그림 6. 전기트리의 윤곽선 영상

에지란 영상 안에서의 영역의 경계를 나타내는 특징으로 픽셀 밝기의 불연속적인 점을 나타낸다. 따라서, 에지는 영상에서 물체의 윤곽에 대응되며, 위치, 모양, 크기 등에 대한 정보를 알려준다.

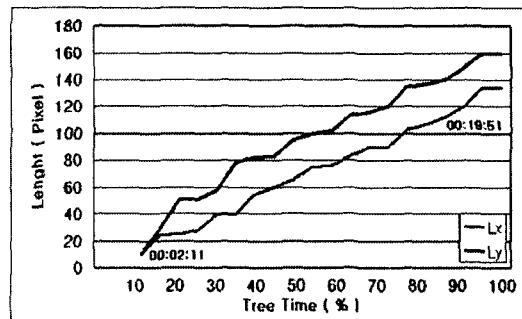
1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

(a) 행 검출기 (b) 열 검출기

그림 7. 프리윗 마스크

본 연구에서는 전기트리의 진행 길이를 X축과 Y축 방향으로 측정하기 위하여 수평·수직 에지에 민감한 프리윗(Prewitt) 마스크 기법을 이용하여 에지를 검출하였다.

그림 8. 10[kV]전압 인가 시 트리의 진행
(Bush Type , Test No : 14)

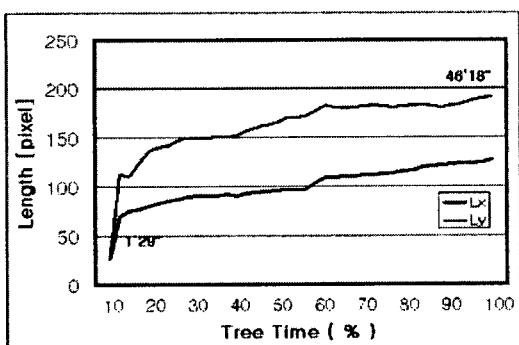


그림 9. 14[kV]전압 인가 시 트리의 진행
(Chestnut Type , Test No : 28)

그림 8,9는 전기트리의 측정 사항을 그래프로 표시한 것이다. 수평축은 전압을 인가하여 방전이 개시된 시각에서부터 절연 파괴시점까지의 시간을 100으로 규격화시켜 나타내었으며, 수직축은 시간의 경과에 따른 X축과 Y축의 트리의 Length를 Pixel의 갯수로 나타내었다. 이때, Lx는 x방향(침전극의 축방향)의 진전 길이를 나타내며, Ly는 y방향(축에 수직인 방향)으로의 진전 길이를 나타낸다. 트리의 진전길이는 추출된 트리의 에지영상에서 Pixel들을 스캔하여 각 방향의 최대값을 구해서 얻게 된다.

4. 결론

본 연구에서는 부분방전의 측정을 위해 영상처리에 필요한 전반적인 과정을 제시하고, 특히 전경 물체 추출기법을 이용하여 측정된 영상에서 배경과 전경을 분할하여 전기트리를 측정하였다. 전경 물체를 추출하기 위하여 전기트리를 측정한 영상에서 현재 프레임과 다음 프레임과의 차이 영상을 이용한 차이 검출 마스크를 사용하고, 추출된 전경 물체에서 에지를 검출하여 부분방전 시 발생되는 전기트리를 실시간으로 계측 및 정량화하였다.

향후에 트리 패턴의 정량화와 영상처리 알고리즘의 속도를 향상시켜 실제적인 전력설비에 이용하기 위한 절연파괴 예측 시스템을 설계하고자 한다.

참고문현

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 Korea Japan Joint Symposium on Electrical Insulation and Dielectric Materials at Seoul, pp.6265,1993.
- [5] James D. Murray & William Varryper ,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, Vol.1. No.1, pp10-28,1993.
- [7] Rajiv Mehrotra, James E. Gray, "Feature based 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.