

절연파괴 예측을 위한 트리방전의 영상처리에 관한 연구

A Study on Image Processing of Tree Discharges for Insulation Destructive Prediction

오무송*, 김태성**

(Moo Song Oh*, Teh Sung Kim**)

Abstracts

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 material, Insulation degradation, Tree discharges

1. 서 론

전력용 설비에서 절연파괴의 주된 원인으로 알려져 있는 부분방전은 제작상태 및 운용중의 열화 진단 시스템으로 널리 연구되고 있으며[1], 이러한 부분방전의 특성을 연구하기 위하여 부분방전시 발생하는 전기트리 영상을 측정하는데, 여기서 트리패턴을 추출하는 과정을 이용한다. 하지만, 트리 열화 과정의 재현성이 떨어지고 트리의 패턴이 복잡하여 기존의 시각적 관측으로는 트리성장의 정확한 정량화가 어렵기 때문에 영상처리에 의한 실시간 처리가 제안되고 있다.[2][3]

본 연구에서는 절연 재료의 열화진단을 위해 부

분방전시 발생하는 전기트리의 영상을 복합적으로 분석하고, 절연파괴 예측을 위하여 Computer 분야의 영상처리에서 이용되고 있는 이진화 및 고주파 변환 알고리즘 등을 적용하여 절연파괴 예측 시스템을 구성하였다. 전기트리의 초기 발생 영상을 측정·분석하여 통계적인 자료값을 산출하고, 기 분석된 자료를 이용해서 제안된 알고리즘을 수행하여 차후 파괴가 발생되어 완전파괴 단계에 이르기까지의 시간과 파괴 정도를 예측하였다.

2. 전기트리 영상의 변환

전기 절연물에 고전계가 인가된 때의 절연파괴는 일반적으로 재료고유의 파괴, 부분방전 열화, 트리링 같은 과정에 의하여 진행된다.

전극사이를 완전하게 연결하지 못하는 전기적 방전을 부분방전이라고 하는데, 이러한 방전의 크기는 비록 작지만, 점진적인 절연성 저하를 진행시키고 궁극적인 파괴의 원인이 된다. 그러므로 비파

* : 조선대학교 컴퓨터공학부

(광주광역시 동구 서석동 375

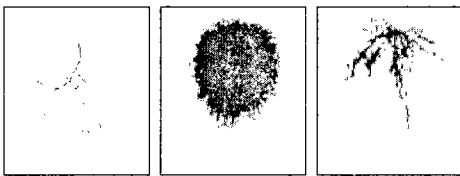
전화 : 062-230-7100, FAX : 062-230-7381

E-mail : msoh@mail.chosun.ac.kr

** : 전남대학교 전기공학부

2000년 9월 28일 접수, 2000년 12월 7일 심사완료

피 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, 이러한 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.[4]



(a)트리 형 (b) 부시 형 (c) 체스트넛 형

그림 1 영상시스템을 이용한 전기트리의 형태

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

Fig. 1 Electrical tree type using image system

절연 재료의 부분 방전으로 인하여 발생하는 전기 트리영상을 측정해 보면 많은 수의 잡음 영상이 포함되어 있어 이러한 영상을 바로 분석하기에는 많은 어려움이 따른다. 그러므로, 본 연구에서는 입력된 영상을 High Pass Filter를 통하여 잡음을 해소하였으며, 필터링 처리된 영상을 이진화 기법을 이용하여 배경 영상과 트리 부분을 분리하였다. 분리된 트리 영상을 인식이 편리하도록 하기 위하여 외곽선 검출을 통하여 트리 부분만의 면적 및 예측에 필요한 기본 수치의 산출에 사용하였다.

3. 실험 및 고찰

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

먼저 트리시료는 보이드가 존재하지 않는 형태로 실험전압에 따른 트리의 발생을 연구하기 위한 트리연구용 기초시료이다. 절연재료는 가교폴리에틸렌 (XLPE, 일본, 후지쿠라)을 이용하였으며, 시료는 12x12x3.5[mm]의 평판형을 이용하였다.

실험에서 사용된 침전극은 곡률반경 5 μm , 선단각도 30° 의 오후라트리전극 (Okura Treeing-Electrode, 일본, 오후라보석전기 공업주식회사)을 이용하였으며, 하부의 평판전극에서의 접촉저항 감

소를 위하여 사포(#40, #400, #1000, #3000)를 이용하여 순차적으로 연마하였다. 침전극과 평판전극과의 거리는 2[mm]로 하였다. 보이드 트리시료는 전극형 보이드를 갖는 시료에 곡률반경이 큰 전극을 삽입한 형태이다. 따라서 보이드의 형태는 곡률반경 5 μm , 선단각도 30° 의 침전극 형태이다. 삽입되는 전극은 곡률반경 500 μm , 선단각도 30° 이고 보이드 끝에서 침전극까지의 길이가 약 1.7[mm]이다. 삽입 후에는 방습 및 고정을 위하여 실피콘 접착제와 에폭시 접착제로 고정시켰다.

다음 그림은 실험을 위하여 제작된 시료의 모형이다.

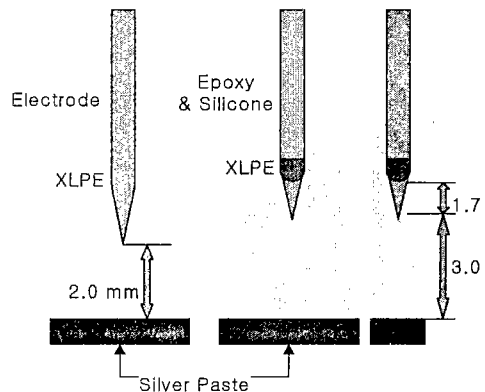


그림 2 시료 형태

(좌 : 트리시료, 우 : 보이드 트리시료)

Fig. 2 Sample Type

(Left : Tree Sample , Right : Void-tree sample)

절연파괴의 예측을 자동화하기 위하여 구성된 시스템은 처리 내용과 환경에 따라 전반부와 후반부로 구분하여 설계 되었다.

전반부는 제작된 시료에 일정한 전압을 가하여 부분방전의 영상을 취득하기 위한 트리 관측 시스템이며, 후반부는 관측 시스템으로 부터 취득된 전기 트리 영상을 컴퓨터를 이용하여 처리하는 부분과 절연 파괴 예측을 위한 부분으로 구분하여 설계되었다.

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 측

정은 프레스-겔법을 이용하였다.

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. 화상관측 시스템은 입력된 데이터를 화상 보드를 이용하여 디지털화하고 트리의 진전특성을 고찰하였다. 화상처리보드의 화소수는 255 x 255이며 흑백단계는 256단계이다. 광원은 트리부분의 명암을 조절할 수 있는 부분으로 시표의 투명도에 따라 시험초기에 적절히 조절하였다. 일반적으로 광원이 어두운 경우 트리부분과 배경부분의 구분이 어려워지고, 너무 밝은 경우에는 트리의 선단부를 관측할 수 없는 단점이 있다. 트리관측시 현미경의 배율은 40-50배정도로 하였다. CCD카메라의 해상도는 512 x 512이며 흑백출력이다.

CCD로 부터의 출력은 VTR에서 기록하고, 아날로그 출력을 VTR용 모니터에서 관측한다. 실험에서 사용된 화상처리보드 (IFM사, 일본, IFM/PC)의 입력력은 NTSC방식이며 해상도는 256 x 256이고 흑백단계는 256이다. 컴퓨터 프로그래밍에 의하여 디지털 출력은 적절한 이진화 단계를 결정하고 컴퓨터로 데이터의 샘플링 및 트리관측 프로그래밍을 실행하였다. 예측 시스템은 연구된 시스템의 후반부로서 전반부의 트리관측 시스템으로부터 추출된 전기트리 영상의 인식 효율을 높이기 위하여, 몇 단계의 영상 필터링을 통하여 인식된다. 인식된 영상의 결과를 통하여 번적 및 진행정도에 관한 수치적인 자료를 산출하게 되며, 산출된 정보를 이용하여 추후 파괴까지 가는 시간을 예측하게 된다.

다음에 설명되는 내용은 처리과정을 기준으로 하여 영상의 필터 처리에 해당되는 STEP I과 영상인식을 수행하는 STEP II 그리고 최종적인 파괴 정도 및 시간을 예측하게 되는 STEP III로 구분하였다. STEP I에서는 트리관측 시스템으로부터 생성되어 VTR Tape에 기록된 영상을 컴퓨터에 입력하는 작업으로부터 시작된다. 그림 3은 STEP I의 시스템 구조 및 영상 처리 절차에 관한 구조도이다.

트리관측 시스템으로부터 취득된 영상 Tape은 AV 단자를 포함하는 캠코더를 통하여 재생되었으며, 재생되는 영상을 컴퓨터에 입력하기 위하여 FRAME GRABBER의 하나인 CORECO 사의 제품을 이용하였다. 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 Library을 이용한 Program을 제작하였다.

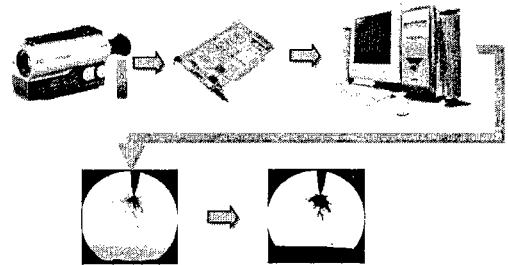


그림 3 STEP I의 시스템 구조
Fig. 3 System organization on STEP I

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]

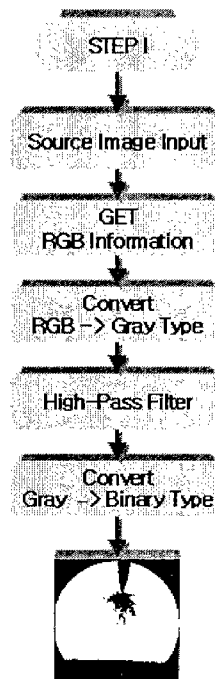


그림 4 STEP I의 알고리즘
Fig. 4 Image processing algorithm on STEP I

저장되는 Image는 발생하는 전기트리의 정밀한 인식과 Computer를 이용한 처리의 속도 및 효율성을 위하여 256 Color 상태의 RGB Mode로 저장되었다, 그러나 저장된 Image는 인식과정을 수행하는데 많은 문제점을 내포하고 있다.[7][8] 인식하고자 하는 Image는 배경 영상과 방전이 발생하여 나타나는 전기 트리의 영상은 하나의 영상으로 구성되어 있어 인식을 위해서는 배경 영상과 전기 트리영상을 분리 하는 작업이 필요하다.

본 연구에서는 배경 영상과 전기 트리영상을 분리하기 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 해결하고자 본 실험에서는 몇 가지의 필터를 실험한 결과 이진화된 영상을 필터링 하는 것보다는 이진화전의 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 부분은 일부 삭제됨을 발견하게 되었으며, 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 단계 별로 표시한 그림이다.

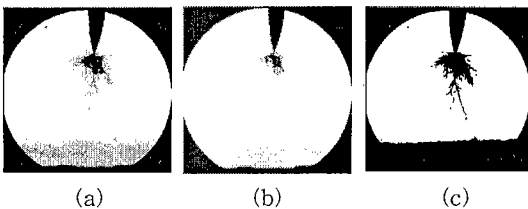


그림 5 STEP I 단계별 영상
Fig. 5 Step of image on STEP I

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

그림 6은 STEP II의 알고리즘으로 STEP I에서 이진화 처리된 영상을 이용하여 배경과 전기 트리 영상을 분리 작업을 수행하며, 분리된 영상 중 전기 트리 부분을 이용하여 트리의 전체적인 윤곽을 인식하기 위하여 외곽선 검출을 실행한 후 검출된 영상을 분류된 형식 중 일치 영상을 찾아내며, 트리의 가로 및 세로의 길이를 환산하게 된다.

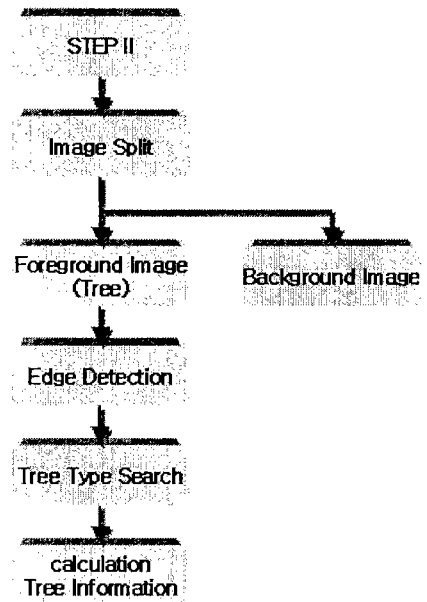


그림 6 STEP II의 영상처리 알고리즘
Fig. 6 Processing algorithm on STEP II

다음 그림은 STEP II에서 처리되는 내용을 영상으로 보인 것이다.

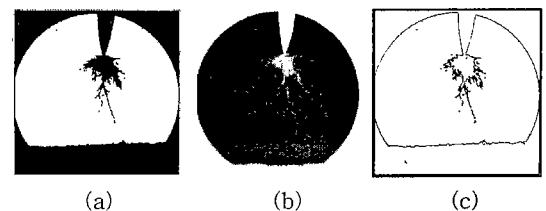


그림 7 STEP II 단계별 영상
Fig. 7 Step of image on STEP II

(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.

STEP III는 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 시점의 시간별 파괴 정도를 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.

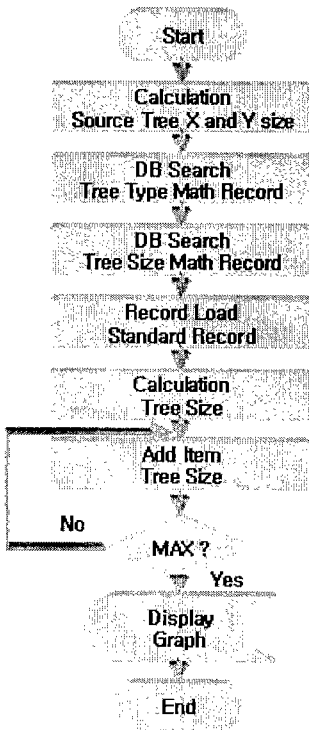


그림 8 STEP III의 알고리즘
Fig. 8 Processing algorithm on STEP III

표 1. 에서 좌측의 시간은 인가 전압에 따라 트리의 진척 속도의 차이로 인하여 최종 파괴가 일어나는 시점을 100%로 하여 각 시간 간격 2.5%에 해당되는 시간대별 트리의 크기를 표시한 내용이다. 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.

다음에 보이는 그림은 각 종류별 통계 산출을 위하여 실험된 자료중 트리의 진척 사항을 그래프로 표시한 것으로 각각 Tree, Bush, Chestnut Type 별로 해당 전압을 인가한 경우로서 1회, 9회, 28회 때의 실험 자료를 그래프로 표시한 것이다. 방전 개시 시각에서부터 파괴시점에서의 시간을 표시하며, 시간의 경과에 따른 X축과 Y축의 트리의 Length의 크기를 나타내 주고 있다.

표 1 시간대별 인가전압에 따른 트리의 진척상태

Table 1 Tree length at arbitrary voltage according to time

시간	전압	8KV	10KV	14KV
2.50 x		0	0	37
5.00 x		0	0	113
7.50 x		0	0	113
10.00 x		0	0	125
12.50 x		0	5	133
15.00 x		11	25	142
17.50 x		25	50	144
20.00 x		35	58	150
22.50 x		58	66	150
25.00 x		66	85	150
27.50 x		68	88	150

77.50 x		100	133	160
80.00 x		100	134	161
82.50 x		100	137	162
85.00 x		101	142	163
87.50 x		102	145	163
90.00 x		102	147	164
92.50 x		102	150	167
95.00 x		105	154	168
97.50 x		108	158	190
100.00 x		109	159	192

수평축은 전압을 인가하여 파괴가 일어날 때까지의 시간을 100으로 규격화시켜 나타내었다. 시간을 규격화하여 트리의 진전을 형태별로 비교할 수 있는 기준을 정한 것이다. 수직축의 길이는 Pixel의 갯수로 나타내었다.

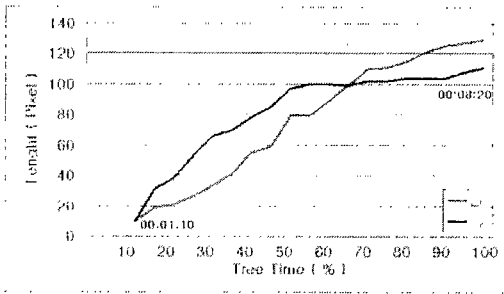


그림 9 8[kV]에서 시간대별 트리 길이
 Fig. 9 Tree length for the tree time at 8[kV]
 (Tree Type , Test No : 1)

그림에서 Lx는 x방향(침전극의 축방향)의 진전 길이를 나타내며, Ly는 y방향(축에 수직인 방향)으로의 진전 길이를 나타낸다. 진전길이는 STEPⅡ에서 추출된 트리의 에지영상에서 Pixel들을 스캔하여 각 방향의 최대값을 구해서 얻게된다.

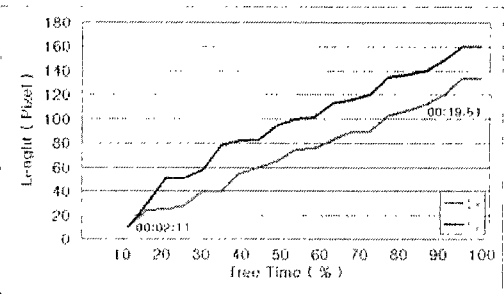


그림 10 10[kV]에서 시간대별 트리 길이
 Fig. 10 Tree length for the tree time at 10[kV]
 (Bush Type , Test No : 14)

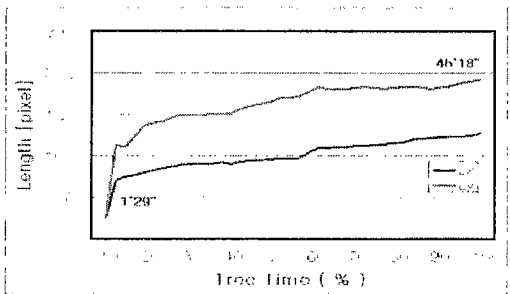


그림 11 14[kV]에서 시간대별 트리 길이
 Fig. 11 Tree length for the tree time at 14[kV]
 (Chestnut Type , Test No : 28)

다음 Program은 STEP Ⅲ의 알고리즘에서 중요 부분의 Source Program 이다.

[Program] Tree 예측Routine

```

Private Sub Gen(Sor_X As Integer, Sor_Y As Integer, _
    Sor_MX As Integer, Sor_MY As Integer, _
    Sor_Time As Date, Sor_Kv As Integer, _
    Sor_TreeType As Integer, Sor_GenType As Integer)
    Dim Obj_X, Obj_Y As Integer
    Dim SqlQuery As String
    Dim Tr_Per
    Dim Temp, Temp_X, Temp_Y, Temp_Rs
    Tr_Per = (Int(((Sor_X * Sor_Y) / 2) * 10)) / 10
    Frm_DataList.List_Box_X.Clear
    Frm_DataList.List_Box_Y.Clear
    SqlQuery = "SELECT *"
    SqlQuery = SqlQuery & "FROM Tree_Data"
    SqlQuery = SqlQuery & "WHERE TType = " & Sor_TreeType & "
        And TKv = " & Sor_Kv
    SqlQuery = SqlQuery & "AND ( T_Val >= (" & (Tr_Per - 0.5) & ")
        And ( T_Val <= (" & (Tr_Per + 0.5) & ")")"
    Frm_DataList.Data_Rec01.RecordSource = SqlQuery
    Frm_DataList.Data_Rec01.Refresh
    Temp = Frm_DataList.Data_Rec01.Recordset.Fields("Tree_No")
    SqlQuery = "SELECT *"
    SqlQuery = SqlQuery & "FROM Tree_Data"
    SqlQuery = SqlQuery & "WHERE Tree_No = " & Temp
    Frm_DataList.Data_Rec02.RecordSource = SqlQuery
    Frm_DataList.Data_Rec02.Refresh
    Frm_DataList.Data_Rec02.Recordset.Seek ("(T_Val >= "
        & (Tr_Per - 0.5) & ") And ( T_Val <= " & (Tr_Per + 0.5) & ")")
    Obj_X = Sor_X
    Obj_Y = Sor_Y
    Cont_Rtn:
    Temp_X = Frm_DataList.Data_Rec01.Recordset.Fields("T_X")
    Temp_Y = Frm_DataList.Data_Rec01.Recordset.Fields("T_Y")
    Temp_Rs = Frm_DataList.Data_Rec01.Recordset.NextRecordset
    If Temp_Rs = False Then
        GoTo End_Rtn
    End If
    Obj_X = Obj_X +
        (Frm_DataList.Data_Rec01.Recordset.Fields("T_X") - Temp_X)
    Obj_Y = Obj_Y +
        (Frm_DataList.Data_Rec01.Recordset.Fields("T_Y") - Temp_Y)
    Frm_DataList.List_Box_X.AddItem Obj_X
    
```

```

Frm_DataList.List_Box_Y.AddItem Obj_Y
If ((Obj_X < Sor_MX) Or (Obj_Y < Sor_MY)) Then
    GoTo Cont_Rtn
End If
End_Rtn:
End Sub
    
```

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 Y 축의 값으로 분할하여 예측한 후, 자료철에 저장하는 과정이 포함되어 있다.

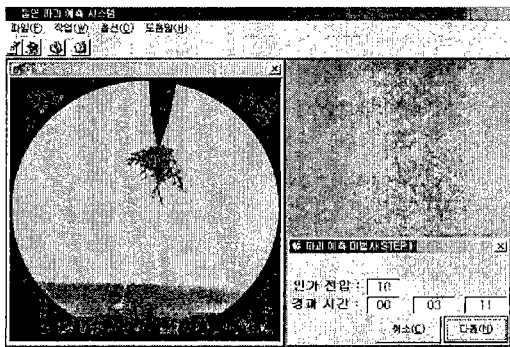


그림 12 예측 기본 정보 입력화면
 Fig. 12 The step 1 of destructing prediction

그림 12는 절연 파괴 예측 시스템의 메인화면이다. 본 프로그램에서는 파일, 작업, 옵션, 도움말 메뉴로 구성되어 있으며, 파일 작업에서는 예측을 위한 기본 영상화면을 선택하여 입력하는 작업이 포함되어 있다. 작업 메뉴에는 영상분석과 파괴 예측 항목으로 구성되어 있으며, 영상 분석 작업은 영상인식을 위하여 처리 되는 과정을 보여주기 위하여 추가 되었다. 옵션 메뉴에는 프로그램의 실행 환경을 위한 몇 가지의 정보 입력항목을 포함하고 있다.

진행중인 작업은 입력 영상을 기준으로 하여 파괴 예측 작업을 실행하는 기본 단계이며, 파괴 예측 작업에 필요한 기본 정보의 입력과정이다.

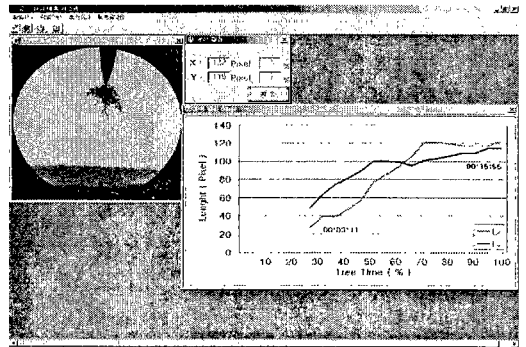


그림 13 예측 결과 화면
 Fig. 13 Screen of result

입력되는 자료는 영상자료와 영상 촬영시 인가된 전압 및 촬영 당시의 경과 시간을 입력하도록 되어 있다. 현재 위에 보이는 입력 영상은 인가 전압 10[kV]에서 부분 방전이 발생된 시점 3분 11초의 시점에서 촬영된 영상의 정보가 입력되고 있다.

그림 13은 파괴 예측이 종료된 후 결과 화면이며, 분석 결과의 자료는 두 가지 형태로 보여 주도록 하였다. 영상 분석 결과 화면에서는 파괴가 일어나는 시점에서의 트리의 크기를 X축과 Y축의 값으로 보여 주고 있으며, 크기는 Pixel단위로 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 표시 하고 있다.

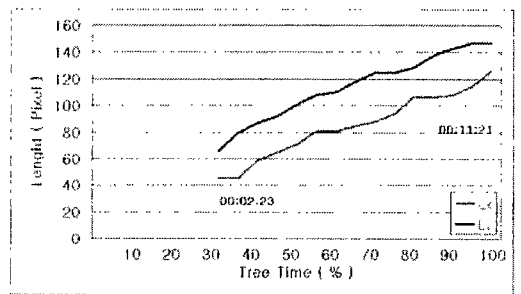


그림 14 예측결과 (부시 형 , 10[kV])
 Fig. 14 Prediction result (Bush Type , 10[kV])

그림 14는 예측 시스템을 통하여 예측된 자료를 시간대별 트리의 크기로서 표시한 그래프이다. 입력된 자료 영상의 촬영 시점은 트리 발생시간 00:02:23초의 영상이며, 예측 시스템을 통하여 최종

파괴가 일어나는 시점의 시간을 00:11:21로 예측한 것이다.

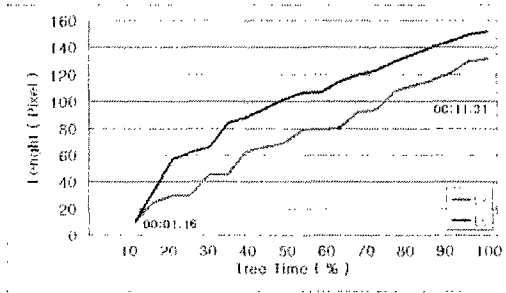


그림 15 실험결과 (Bush Type , 10[kV])

Fig. 15 Tree length for the tree progress time at 10[kV]

그림 15는 직접 실험을 통하여 취득된 트리정보를 이용하여 그려진 그래프이다.

두 그래프의 내용을 비교해 본 결과, 실험 자료를 기준으로 하여 예측 자료의 오차율은 최종 예측 결과의 픽셀별 예측 크기를 비교하여 산출한 결과 Lx 오류율 0.00757로서 0.75%로 산출되었으며, 결과 Ly 오류율 0.0263로서 2.63%로 산출되어 예측 한도 오류율 3.2%안에서 예측됨을 확인 할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 트리의 성장 과정이란 절연 재료의 부분방전시 초기에 발생하는 전기 트리의 영상을 이용하여 절연 재료의 파괴가 발생하는 최종 단계까지의 영상을 유추할 수 있다는 연구 결과를 이용, 입력된 초기 영상의 트리 정보를 인식하여 형태별로 분리하고 영상의 이진화 및 고주파 필터링을 사용해서 정보를 산출한 후, 형태별 승수값을 가산하며, 통계적인 자료값을 이용하여 차후 파괴가 발생되어 완전 파괴 단계까지의 시간과 파괴 정도를 예측 할 수 있었다. 그리고, 다양한 인가 전압별 환경에 따른 실험 자료의 추가 입력에 따라 본 알고리즘은 다양한 형태의 자료 유추가 가능하다는 결론을 얻을 수 있었다.

향후에 실제적인 전력설비에 이용하기 위한 예측 시스템을 설계하기 위해서는 트리패턴의 정량화, 영상처리 알고리즘의 속도 향상을 위한 신 알고리즘에 관한 연구, 트리 관측을 위한 영상 촬영으로부터 컴퓨터 자료로의 변환을 수행하는 Hardware의 일체화, 절연 재료의 파괴 현상을 판

독하기 편하도록할 수 있는 Software의 개발 등이 고려되어야 한다.

【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 열화현상", 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 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, Vol1.No1, 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.
- [9] 김태성, "마이카-에폭시 복합재료의 계면에서의 절연파괴특성", 한국전기전자재료학회지 5(2) : pp. 224-236, 1993.
- [10] 임장섭, 김태성, "전력용 기기의 예방진단을 위한 부분장전 측정", 한국전기전자재료학회지 7(1) : pp. 42-48, 1994.
- [11] 임장섭, 김태성, "화상처리에 의한 XLPE의 트리열화판측", 한국전기전자재료학회지 8(5) : pp. 551-557, 1995.