

# 적외선 카메라를 이용한 아크 검출 기법

박건호<sup>0</sup>

<sup>0</sup>청강문화산업대학교 모바일스쿨 모바일통신전공

e-mail: ghpark@ck.ac.kr<sup>0</sup>

## A Method of the Arc Detection using IR Camera

Geon-Ho Park<sup>0</sup>

<sup>0</sup>School of Mobile Communication, Chungkang College of Cultural Industries

### ● 요약 ●

본 논문에서는 수배전반에서 부하 설비 또는 외부의 영향을 확인할 수 있는 장치 및 보호설비가 설치되어 있으나 자체 사고를 신속히 검출하고 판단할 수 있는 기술의 확보를 위하여 해상도가 낮은 저가의 열화상 센서에 고속 DSP(Digital Signal Process)를 사용하여 영상 처리 기법인 이차원 보간법 기술을 이용하여 아크플래시에 의해 발생하는 열 특성을 검출하고 검출된 데이터를 전송하여 전기화재사고를 미연에 방지할 수 있는 장치 개발을 위한 기초 특성 연구를 수행하였다.

**키워드:** 디지털 신호 처리(Digital Signal Process), 이차원 보간법(2 Dimension Interpolation), 열 특성(Thermal Properties)

### I. 서론

전력 사용량이 산업 발전과 더불어 기하급수적으로 증가하고 있으며 한정된 공간 내에서 대용량의 전력설비를 설치하기 위해 폐쇄형 배전반이 운영되고 있는 현실을 고려하면 밀집형 전력설비 설치공간에서의 전기안전성 평가와 대책이 절실하다. 특히 아크 플래시 사고는 수배전반에서 발생하는 사고 중 가장 큰 사고로서 지속 시간이 길어질 경우 수배전반 패널과 전력기기가 파손되어 장시간의 정전을 유발할 뿐만 아니라 사고 발생 순간 작업자가 아크에 노출될 경우 심각한 인명 피해를 유발할 수 있으므로 여러 가지 안전 대책을 마련해야 한다. 따라서 본 논문에서는 해상도가 낮은 저가의 열화상 센서에 고속 DSP를 사용하여 영상처리 기법인 이차원 보간법으로 해상도를 제고할 수 있는 기술을 이용하여 아크에 의해 발생하는 열 특성을 검출하고 검출된 데이터를 전송하여 전기화재사고를 미연에 방지할 수 있는 장치 개발을 위한 기초 특성 연구를 수행하였다.[1]~[3]

1[kV] 이하 시스템 전압이 사용되는 경우 다음의 식을 적용하였다.

$$\log I_a = K + 0.662 \log I_{bf} + 0.0966 V + 0.000526 G + 0.5588 V(\log I_{bf}) - 0.00304 G(\log I_{bf})$$

또한 1[kV] 이상 시스템 전압이 사용되는 경우에는 다음 식을 적용한다.

$$\log I_a = 0.00402 + 0.983 \log I_{bf}$$

여기서  $I_a$ 는 아크고장 전류[kA],  $V$ 는 시스템 전압[kV],  $K$ 는 각각 -0.153(open 형태), -0.097(box 형태),  $I_{bf}$ 는 대칭분 3상 단락전류(rms)[kA],  $G$ 는 도체 사이의 간격[mm] 이다.



그림 1. 아크플래시의 위험 분석 절차

Fig. 1. Analysis Procedure of Danger by Arc Flash

### II. 본론

#### 1. 아크플래시의 위험 분석

사고 에너지를 계산하기 위해서는 대칭분 3상 단락전류 계산이 선행되어야 하는데 이를 단선결선도와 상용 단락전류 계산 프로그램 등을 이용하여 구할 수 있다. 임의 고장 지점의 3상 단락전류는 전력 계통 운용 모드에 따라 최대 단락전류와 최소 단락전류의 차이가 분명하기 때문에 이것을 구분하여 계산한다. 아크 고장전류의 계산은

아크 고장전류를 계산한 후, 계산값의 85[%]에 해당하는 아크 고장전류도 사고에너지를 구하는데 적용한다. 한편, 아크 지속시간 0.2[sec], 아크발생점에서 작업자 간 간격 610[mm]에 대해 정규화된 데이터를 이용하여 구하면

$$\log E_n = K_1 + K_2 + 1.0811 \log I_a + 0.0011 G$$

여기서  $E_n$ 은 시간과 거리에 대해 정규화된 사고 에너지[J/cm],  $K_1$ 은 각각 -0.792(개방형), -0.555(박스형),  $K_2$ 는 각각 -0.113(직접 접지 계통), 0(비접지 계통, 고저항 접지 계통) 이다.

위의 식을 통해 구해진 사고에너지( $E_n$ )를 이용하여 실제 작업거리에서의 사고에너지( $E$ )를 구한다.

$$E = 4.184 C_f E_n \left( \frac{t}{0.2} \right) \left( \frac{610^x}{D^x} \right)$$

여기서  $C_f$ 는 각각 1.0 (1[kV] 이상의 전압), 1.5(1[kV] 이하의 전압),  $x$ 는 거리지수 이다.

## 2. 시스템 구현

### 2.1 이미지 보간법

임베디드 CPU에 적용하기 위한 2차원 보간법은 성능의 검증은 물론이고 구현 방법도 CPU에 부하를 최소화 하는 알고리즘을 사용하여 하므로 구현된 감시 시스템에서는 곁선형 보간법을 사용하였다.

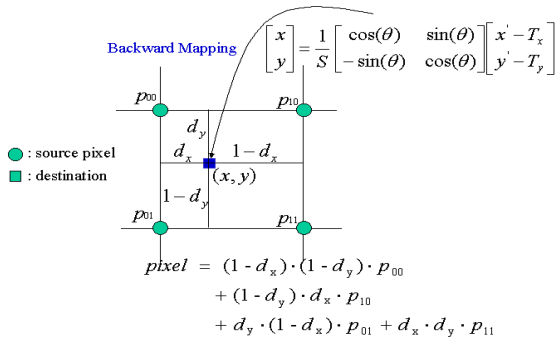


그림 2. 곁선형 보간법  
Fig. 2. Bilinear Interpolation

곁선형 보간법에서 생성되는 픽셀은 네 개의 가장 가까운 픽셀들에 가중치를 곱한 값들의 합이며, 가중치들은 선형적인 방법으로 결정된다. 각각의 가중치는 각각의 존재하는 픽셀로부터 거리에 반비례한다. 즉, 주변 픽셀들의 평균값을 계산하여 확대된 영상에서 해당 받지 못한 빈 픽셀에 대입 시키는 방법을 사용하였다. 이는 4개의 주어진 값들 사이의 새로운 값을 만들어내는 방법이다.

### 2.2 스마트폰 앱 개발

jQuery Mobile은 모바일 웹 애플리케이션 개발을 위한 자바스크립트 프레임 워크이다. 웹 앱으로 개발하면 개발하기 편하지만 네이트브 앱에서 사용하는 기능보다 많이 떨어진다. 하지만, jQuery Mobile 프레임 워크를 사용함으로써 웹 앱의 부족함 점을 많이 보완할 수 있고 거의 모든 스마트폰에서 사용할 수 있는 장점이 있다.

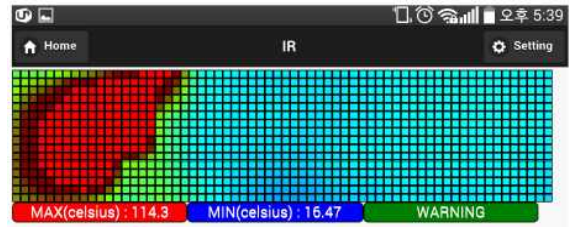


그림 3. 앱의 구현  
Fig. 3. Embody of App.

## III. 결론

적외선 카메라를 이용한 폐쇄분전반 아크 검출을 위한 연구를 수행한 결과 열 특성에 대하여 실제 열화상 카메라와 비교하면 최고 온도 [1°C]의 경미한 오차가 나타났으며 앱을 통해 데이터가 실시간으로 전송되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 폐쇄분전반과 스마트폰과의 연동이 매우 용이하여 궁극적으로 비용 절감의 효과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

## References

- [1] K. S. Lee, "An Analysis of Temperature Properties in High Voltage PT using IR Camera", Doctor's Thesis of Chosun Univ., pp.1-6, 2002
- [2] Kunikazu Lzumi, "Application of Polymeric Outdoor Insulation in Japan", IEEE Trans. DEI, Vol. 6, No. 5, pp.595-604, 1999
- [3] W. S. Lee, C. M. Jeong, "Monitoring on the Properties of Temperature Variation in PT", Proceeding of 4th KIEEME, pp.69-72, 2002