

이미지 보간법을 이용한 열 특성 검출

박건호^o

청강문화산업대학교 모바일IT스쿨^o

e-mail: ghpark@ck.ac.kr^o

Detection of Thermal Properties using Image Interpolation

Geon-Ho Park^o

School of Mobile Information Technology, Chungkang College of Cultural Industries^o

● 요약 ●

전력사용량이 산업 발전과 더불어 기하급수적으로 증가하고 있으며, 한정된 공간 내에서 대용량의 전력설비를 설치하기 위해 폐쇄형 배전반이 운영되고 있다. 통계에 의하면, 고압 이상 전기설비 검사 결과 절연내력이 불합격한 경우가 다수 발생하고 있다. 특히 수배전반의 경우 부하설비 또는 외부의 영향을 확인할 수 있는 장치 및 보호설비가 설치되어 있으나 자체 안전장치가 마련되어 있지 않아 자체 사고를 신속히 검출하고 판단할 수 있는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 열 감지 센서에 고속 디지털 신호 처리를 2차원 보간법으로 해상도를 올려서 사용하는 기술을 이용하여 아크플래시에 의해 발생하는 열 특성을 검출할 수 있는 장치 개발을 위한 기초 특성 조사를 실시하였다.

키워드: 열 특성(Thermal Properties), 열 감지 센서(Thermal Detecting Sensor), 디지털 신호 처리(Digital Signal Process), 2차원 보간법(2 Dimension Interpolation)

1. 서론

수배전반은 고장, 사고 시 정전으로 인한 피해가 크므로 여러 가지 안전 대책을 마련해야 한다. 수배전반의 내부에서 아크폭발 사고는 작업자의 실수, 노후로 인한 절연파괴, 동물 및 곤충의 침입 등의 이유로 종종 발생되고 있다. 미국의 경우 아크플래시 사고가 1년에 2,000건 이상 보고되고 있고, 국내에서도 전기사고의 약 25% 이상이 아크플래시 사고로 발생하고 있는 현실이다. 수배전반의 경우 부하설비 또는 외부의 영향을 확인할 수 있는 장치 및 보호설비가 설치되어 있으나 자체 안전장치가 마련되어 있지 않아 자체 사고를 신속히 검출하고 판단할 수 있는 기술이 필요하다. 국내의 경우 수배전반을 제작하는 업체는 수십여개가 있지만, 수배전반 자체의 아크플래시에 대한 이상 여부를 감지하는 업체는 전무한 실정이다. 반도체공장, 철강공장에서는 전기재해를 예방하기 위해 수배전반 부스바에 온도 센서를 내장하여 접촉 불량 등 이상 여부를 감지하고 있다. 국외에서는 SIEMENS사의 다이내믹 Arc-Flash 감지장치를 이용하여 안전정격 감지 센서모듈과 함께 사용되는 경우 작업자가 전압이 가해지기 기에 일정한 거리 이내로 접근하면 자동 감지하여 Arc-Flash 에너지를 감소시키기 위해 차단기의 트립 시간을 자동으로 감소시키는 장치가 있으며, ABB사 및 VAMP사에서 개발된 제품은 최소값으로 정정된 순시 차단 기능을 자동으로 사용하며 Arc-Flash 광섬유 센서를 이용하여 차단기를 수 사이클 이내에 차단하는 방법이지만 Arc-Flash 광섬유 센서는 과전류 및 Arc 시 발생하는 자외선, 가시광선을 감지하여

트립 신호를 내보내므로 단순히 빛에 의한 오동작을 방지하는 기술이 개발되어지고 있다. 한편 실제 아크 검출 장치의 가격은 매우 고가로 상시 점검을 위한 장치로는 개발이 미흡한 상황이다. 따라서 본 논문에서는 해상도가 낮은 저가의 열화상 센서에 고속 디지털 신호 처리를 사용하여 영상 처리 기법인 2차원 보간법으로 해상도를 제고할 수 있는 기술을 이용하여 아크플래시에 의해 발생하는 열 특성의 검출용 장치를 개발하기 위한 기초 특성 연구를 수행하였다.[1]-[3]

II. 본론

1. 위험 분석

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

$$\log I_a = K + 0.6621 \log I_{bf} + 0.0966 V + 0.000526 G + 0.5588 V(\log I_{bf}) - 0.00304 G(\log I_{bf})$$

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

$$\log I_a = 0.00402 + 0.9831 \log I_{bf}$$

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.

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

$$\log E_n = K_1 + K_2 + 1.081 \log I_a + 0.0011 G$$

여기서 E_n 는 시간과 거리에 대해 정규화된 사고 에너지[J/cm], K_1 는 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] 이상), 1.5(1[kV] 이하), x 는 거리지수이다.

2. 이미지 보간

임베디드 프로세서에 적용하기 위한 2차원 보간법은 성능의 검증은 물론이고 구현 방법도 CPU에 부하를 최소로 하는 알고리즘을 사용해야 하므로 구현된 감시 시스템에서는 곱셈형 보간법을 사용하였다. 곱셈형 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 할당 받지 못한 빈 픽셀에 대입 시키는 방법을 사용하였다. 이는 4개의 주어진 값들 사이의 새로운 값을 만들어내는 방법이다.

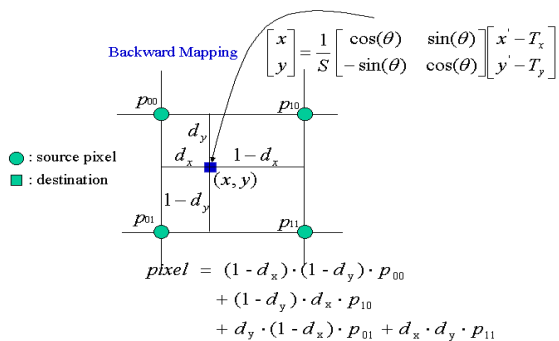


Fig. 1. Bilinear Interpolation

III. 결론

2차원 보간법을 이용하여 폐쇄분전반 아크 검출을 위한 열 특성 연구를 수행한 결과 실제 열화상 카메라와 비교하면 최고 온도 1[°C]의

경미한 오차가 나타났음을 확인할 수 있었으므로 스마트폰 앱의 구현을 통해 이미지 데이터를 실시간으로 전송시켜 상호 연동을 용이하게 하면 비용 절감의 효과를 도출할 수도 있고 궁극적으로 전기화재사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] Kunikazu Lzumi, "Application of Polymeric Outdoor Insulation in Japan", IEEE Trans. DEI, Vol. 6, No. 5, pp.595-604, 1999
- [2] W. S. Lee, C. M. Jeong, "Monitoring on the Properties of Temperature Variation in PT", Proceeding of 4th KIEEME, pp.69-72, 2002
- [3] 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