

칼라영상을 이용한 저항 칼라 코드 판별에 관한 연구

조영준, 신동욱
한국기술교육대학교 전자공학과
shin@kut.ac.kr

A Study on Resistor Color Code Identification Using Color Image

Youngjoon Cho, Donguk Shin
Dept. of Electronic Eng. of Korea University of Technology and Education

요약

본 논문에서는 저항 생산 과정에서 실제저항값과 칼라 코드값이 잘못 표기되는 경우에 이를 검사·인식하는 시스템에 이용할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 본 알고리즘에서는 칼라 영상에서의 효과적인 경계선 추출 방법과 칼라 영상의 명암도 변화 차이를 이용한 저항의 칼라 코드 영역 추출법, 그리고 역전파 알고리즘을 이용한 칼라 코드 판별법이 제시된다.

1. 서론

시각 시스템의 활용은 제조업 분야나 방위 산업 분야에서 찾을 수 있는데, 특히 제조업 분야에서의 시각 시스템은 검사, 측정, 인식 등의 여러 가지 역할을 한다. 현재 제조업 분야에서 대량 생산되는 부품의 검사에 대부분 작업자의 눈에 의해서 이루어지고 있지만, 사람의 눈으로는 주관적인 판단에 의한 정확한 검사가 이루어지기 힘들다[1,2].

특히, 저항 생산 업체에서는 대부분의 생산과정이 자동화되어 있으며, 그 중 칼라 코드를 페인팅하는 과정에서는 실제저항값과 칼라 코드값이 서로 다르게 표기되어 업체에 손해를 입히는 경우가 종종 발생한다. 따라서, 생산라인 상에서 이러한 오류를 찾아 낼 수 있는 시스템의 개발이 요구되고 있으며, 이러한 시스템은 시각 시스템을 이용하여 미리 설정된 저항의 값과 인식된 저항의 값을 비교함으로써 칼라코드의 오류를 찾아 낼 수 있을 것으로 생각된다.

본 논문에서는 위와 같은 시스템 개발에 이용할 수 있도록, 저항의 칼라영상을 이용하여 칼라 코드를 분리하고, 신경망의 역전파 알고리즘을 이용하여 저항의 칼라 코드를 인식하는 칼라 코드 판별법을 제안한다. 또한 광택이 있는 저항의 칼라 영상을 얻기 위한 조명법에 대해서도 실험 결과와 함께 소개한다.

2. 인식 알고리즘

인식 알고리즘은 칼라 코드 추출을 위한 전처리 과정과 칼라 코드 추출, 그리고 추출된 칼라 코드값을 이용한 인식과정으로 그림1과 같이 나눌 수 있다.

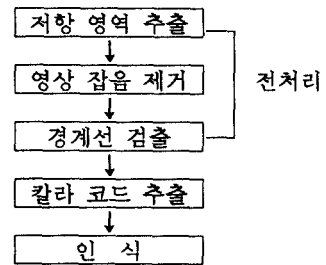


그림1 저항 칼라 코드 인식 과정

2.1 저항 영역 추출

저항 영역 추출은 영상 내에서 저항이 놓여 있는 영역을 찾는 것으로 저항 영역은 영상을 스캔하면서 찾을 수 있으며, 이웃하는 픽셀과의 칼라의 차이가 큰 곳을 저항의 외곽 정보로 사용한다. 저항 영역은 다음과 같이 수직 영역을 먼저 추출한 후 수평 영역을 추출한다.

- ① 영상의 상단 중앙 위치로부터 아래 방향으로 스캔하면서 칼라의 변화가 큰 곳을 Y1으로 한다.
- ② 영상의 하단 중앙 위치로부터 위 방향으로 스캔하면서 칼라의 변화가 큰 곳을 Y2로 한다. Y1과 Y2는 저항의 수직 영역을 나타낸다.
- ③ 영상의 수직 위치 Y1의 맨 왼쪽으로부터 오른쪽으로 스캔하면서 칼라의 변화가 큰 곳을 X1으로 한다.
- ④ 수직 위치 Y1의 맨 오른쪽으로부터 왼쪽으로 스캔하면서 칼라의 변화가 큰 곳을 X2로 한다. X1과 X2는 리드선을 제외한 저항의 수평 영역을 나타낸다.

그림2는 위의 과정을 거쳐 추출된 저항의 영역을 나타내며, 앞으로의 모든 처리 과정은 (X1, Y1)과 (X2, Y2)의 사각형 영역 내에서 이루어진다.

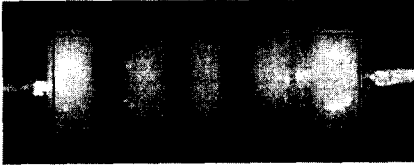


그림2 추출된 저항 영역

2.2 영상의 잡음 제거 및 경계선 검출

영상의 잡음 제거 과정에서는 입력 영상 내에서 고립 점이나 조명에 의한 잡음을 제거하며, 메디안 필터[3]를 이용하여 G성분과 B성분의 영상에 대해서만 잡음을 제거한다.



(a) 검출된 경계선



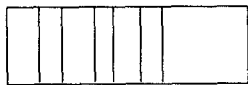
(b) 경계선의 히스토그램



(c) 고주파 성분 제거



(d) 수직 영역 60%미만 성분 제거



(e) 세션화



(f) 칼라 코드 영역 추출

그림3 입력 영상의 경계선과 히스토그램

칼라 코드 후보 영역을 구하기 위하여 잡음이 제거된 영상에 대해 경계선 검출을 행하며, 경계선은 G성분과 B성분 영상에 대해 Sobel 연산자를 이용하여 얻어진 두 영상을 오버랩시켜 검출한다. 경계선 검출에서는 칼라 코드가 세로 성분만 존재하기 때문에 Sobel 연산자의 세로 성분만을 이용하며, 추출된 경계선은 2치화되어 그림3(a)와 같이 얻어진다.

2.3 칼라 코드 추출

칼라 코드 추출은 인식 과정에서 사용하는 칼라 코드 값을 추출하기 위해 그림4와 같은 순서로 처리된다.

칼라 코드 추출에서는 우선 수직방향으로 흑점의 개수를 나타내는 수평방향의 히스토그램을 작성한 후(그림3b), 고주파 성분을 제거하기 위해 이웃하는 3점의 값을 평균 처리한다(그림3c), 그리고 저항의 표면 광택에 의한 조명반사로 발생하는 불필요한 경계선을 제거하기 위해 저항 수직 영역 (Y2-Y1)의 60%미만의 값을 갖는 성분은 제거한다(그림3d). 칼라 코드 경계선의 정확한 위치를 구하기 위해 이상의 처리 결과 얻어진 히스토그램에 대해 수평방향으로 세션화처리(그림3e)를 하여 히스토그램의 중앙선만을 남긴다. 이렇게 처리하여 얻어진 히스토그램에는 칼라코드 후보영역의 경계선이 남게되며, 이 중에는 저항의 각진 부분 때문에 그림자가 발생하여 생성되는 경계선도 남게되어 불필요한 경계선 제거과정이 필요하다. 이 불필요한 경계선은 칼라 코드와 저항 몸체 칼라와의 변화 차이를 이용하여 제거할 수 있으며, 저항 몸체에서 칼라 코드의 변화가 왼쪽에서 양(음)이면 오른쪽에서는 음(양)이 되어야 한다는 조건을 이용한다. 그리고, 칼라 코드 영역 추출에서는 추출된 경계선에 대해 X1으로부터 X2의 방향으로 한 쌍씩 묶어 3개의 칼라 코드영역을 추출한다(그림3f). 마지막으로, 추출된 3개의 칼라 코드 영역에서 중간 위치의 수직영역 전체 픽셀을 인식에 이용될 칼라 코드로 RGB 성분에 대해 각각 추출한다.

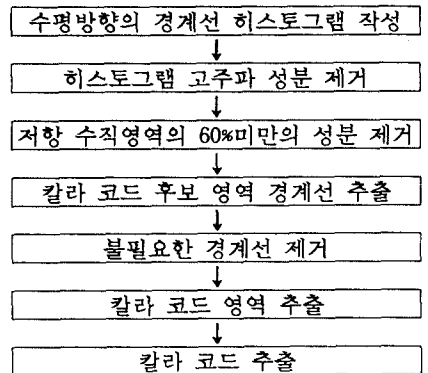


그림4 칼라 코드 추출 과정

2.4 인식

저항의 칼라 코드는 RGB 성분을 이용하며, 인식 과정에서는 이 값들을 다음 여섯 개의 형태로 변환하여 신

경망의 입력 데이터로 사용한다.

$$\begin{aligned}
 I_1 &= R / 255 \\
 I_2 &= G / 255 \\
 I_3 &= B / 255 \\
 I_4 &= R / (R + G + B) \\
 I_5 &= G / (R + G + B) \\
 I_6 &= B / (R + G + B)
 \end{aligned}$$

I_1 부터 I_3 는 칼라의 절대적인 값을, I_4 부터 I_6 는 칼라의 상대적인 값을 나타낸다. 칼라의 절대적인 값은 이웃하는 칼라와의 구별을 위해 사용되며, 칼라의 상대적인 값은 조명의 전체적인 변화에 대응하기 위한 정보로 이용된다. 두 값은 각각 0과 1사이의 값으로 정규화되어 신경망의 입력으로 사용된다.

학습과정에서는 미리 획득한 영상 중에서 흑, 갈, 적, 동, 황, 녹, 청, 자, 회, 백 10개의 칼라 코드값을 추출하여 이루어진다.

인식 과정에서는 신경망의 입력에 추출된 칼라 코드 값이 사용되며, 신경망의 출력은 인식 결과로서 저항의 칼라 코드값이 된다. 이때 오인식을 줄이기 위해 추출된 칼라 코드 영역의 중앙 수직선상의 모든 픽셀들의 칼라 코드값을 신경망에 각각 입력하여 빈도수가 높은 출력 값을 칼라 코드값으로 인식하도록 하였다.

3. 실험 및 결과

본 논문에서는 Matrox사의 MeteorII 영상보드와 SONY사의 가정용 홈 비디오에 접사렌즈를 장착하여, 104개의 1/2W 피막 저항에 대해 300x120 픽셀 크기의 24비트 칼라 영상을 획득하였다. 사용된 시스템은 Pentium MMX 200MHz, RAM 32M의 IBM 호환 PC이며, 프로그램은 Visual C++ 5.0으로 구현했다.

조명은 16개의 백색 LED를 그림5와 같이 직경 약 5cm의 원형으로 배치하였으며, LED는 각각 On/Off와 밝기 조절이 가능하도록 제작하였다. 광택이 있는 피막 저항은 표면에서 반사를 일으키기 때문에 다양한 각도로 비추면서 실험한 결과 3-6번과 11-14번 LED를 On시켰을 경우 반사광의 영향으로 경계선 검출이 어려웠다. 반면에, 저항의 리드선 부분(15-16, 1-2 와 7-10번)의 LED를 On시키면 조명이 반사되는 부분이 적어 경계선의 검출이 용이했다.

본 실험은 온라인 상에서 작업을 수행 한 것이 아니라 미리 저장된 입력 영상에 대해서 인식한 것이기 때

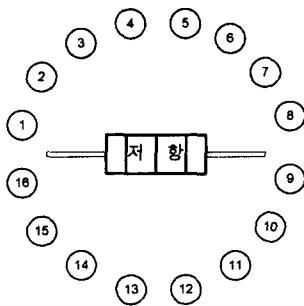


그림5 조명 장치에서 백색 LED의 배치

문에 저항의 칼라 코드의 인식 속도는 전처리, 칼라 코

드 추출과 인식의 시간을 측정하였으며, 평균 인식 시간은 50ms 정도의 처리 능력을 보였다.

104개의 영상에 대해서 실험을 해본 결과 전체의 영상에서 칼라 코드는 추출이 되었지만, 칼라 코드의 인식은 102개만이 정상적으로 수행되었다. 잘못된 인식된 영상은 흑색이 갈색으로 적색이 등색으로 각각 오인식되었으며, 이는 저항 생산 업체마다 표준화되지 않은 칼라를 사용하고 있기 때문에 발생한 문제로 생각된다.

본 논문에서는 기존의 칼라 영상 경계선 검출법[4,5]에 필요한 YIQ 칼라 모델의 Y성분이나 HSI 칼라 모델의 I성분을 이용하지 않았다. 이것은 저항 물체가 살색이어서 노란색이 Y성분과 I성분에서는 검출되기 어려웠기 때문에 본 논문에서는 RGB 칼라 모델을 이용하였고, RGB성분 중 모든 칼라 코드에 대해서 경계선이 잘 검출되는 G성분과 B성분의 영상을 이용하였다. 신경망의 학습에 사용된 데이터는 10가지색 54개이며, 신경망은 입력층 6개, 중간층 6개, 출력층 10개의 구조를 가진다.

4. 결론

본 논문에서는 저항 생산업체에서 발생할 수 있는 저항 칼라 코드의 잘못된 표기를 작업자의 눈이 아닌 시각 시스템을 이용하여 이를 인식하는 시스템에 필요한 알고리즘을 제안하였다. 칼라 코드 추출은 저항인식에 효과적인 경계선 추출 방법과 저항의 각진 부분 때문에 그림자가 발생하여 생성되는 경계선을 칼라 코드와 구별하여 제거하는 방법을 제시하였다. 칼라 코드의 인식에서는 역전과 알고리즘을 이용하여 칼라의 상대적인 값과 절대적인 값을 학습데이터로 이용하는 방법을 제안했다. 본 논문에서 제안된 방법으로 행해진 실험에서는 만족할 만한 결과를 보였지만, 칼라 코드의 두께와 코드간의 거리 그리고 코드의 칼라 등에 표준화되어 있지 않아 일정한 규칙을 만들어 내기가 어려웠다. 이러한 부분의 표준화가 이루어지면 실질적인 생산라인의 검사시스템에 보다 안정적인 알고리즘으로 적용될 수 있을 것이다. 그리고, 금색은 저항 물체와 칼라의 차이가 적어서 경계선 검출에 어려움이 있어 제외시켰으나, 향후에는 저항의 모든 칼라 코드에 대해서 효과적인 알고리즘과 시스템 개발에 관해 연구할 계획이다.

참고문헌

- [1] 노경환, 전정희, 김충원 "트랜지스터 검사용 온라인 비전 시스템." 대한전자공학회, '98 하계 종합 학술대회 논문집, 제21권 제 2호, pp769-772, 1998
- [2] 강유선, 노경환, 김충원 "Queue 구조를 이용한 실시간 전해 콘텐서 외관 검사 시스템 구현", 한국통신학회논문지 '99-3 Vol. 24 No.3B, pp551-556, 1999
- [3] 김희승, "영상인식-영상처리, 컴퓨터 비전, 패턴인식, 신경망", 생능출판사, pp129-135, 1993
- [4] 박승규, 허진경, 김만진, 이용재, "칼라 화상 합성을 위한 윤곽선 추출의 고속화 알고리즘", 한국정보과학회, '98년도 봄 학술발표논문집 Vol. 25 No. 1, pp675-677, 1998
- [5] 이인, 이승우, 오해석, "컬러 결 분할을 사용한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회, '97년도 가을 학술발표논문집 Vol. 24 No. 2, pp459-462