

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2016.16.1.221>

IIBC 2016-1-30

문자 및 색 인식을 혼용한 검사시스템의 구현

Implementation of Vision System combining Character and Color Recognition

양우석*

Woo-Suk Yang*

요약 본 논문은 자동차용 퓨즈 및 릴레이 박스의 취부상태를 검사하기 위한 비전시스템의 구현 예를 보여준다. 검사를 위한 vision system은 영상 취득부와 검사 알고리즘, 그리고 사용자 인터페이스의 세 부분으로 구성된다. 영상 취득부는 box의 영상을 grabbing하는 부분으로 조명부와 광학부로 이루어진다. 검사 알고리즘은 영상을 이용하여 검사작업을 수행하는 부분이다. 사용자 인터페이스는 fuse & relay box의 모양과 부착되는 fuse와 relay를 등록하기 위한 사용자 인터페이스와 검사 작업을 수행하기 위한 사용자 인터페이스 두 부분으로 이루어진다. 본 연구에서 제시하는 검사 알고리즘은 신뢰도가 높아 실제 생산 현장에 사용이 가능하다.

Abstract This paper is about vision system that exhibits automatic examination of the conditions of fuses and relay boxes using a camera. Proposed vision system is composed of three parts: image acquisition, vision algorithm, and user interface. The image acquisition part is composed of illumination and optics. The vision algorithm is the examining part, using the grabbed fuse box image. Lastly, user interface is divided into two parts, user interface for registering features of fuse box and user interface for examination operation.

Key Words : Vision System, Fuse Box Inspection, Color recognition, Image Processing, Pattern Recognition

1. 서론

자동차는 품목이 다양하다는 특성을 갖고 있으므로 자동차용 하네스에는 여러 종류의 접속단자와 box들이 사용되고 있다. 특히 엔진 room과 실내에 하나씩 설치되는 fuse 및 relay box들은 차종에 따라 서로 다른 모양을 갖고 있다. 더욱이 box에 취부하는 fuse와 relay들의 종류와 취부위치가 서로 다르기 때문에 작업 모델의 변경 시 비숙련된 작업자에 의한 誤취부는 자동차 하네스 불량량의 주요한 원인의 하나가 되고 있다.

현재 하네스 업체에서는 품질관리를 위하여 별도의

검사 작업자를 현장에 배치하여 fuse 및 relay box에 대한 전수검사를 하고 있다. 그러나 수작업의 경우 숙련된 작업자가 요구될 뿐만 검사 결과에 대한 100% 확신이 어렵다. Fuse 및 relay box는 차종에 따라 모양과 사용하는 fuse 및 relay가 다르므로 수 10 가지 이상으로 다양한 각종 fuse 및 relay box에 대한 완전한 품질관리가 어려운 실정이다. 더욱이 이들 box들은 생산 차종이 바뀔 때마다 함께 바뀌어져 하루에도 여러 번씩 검사 항목을 수정해야하므로 수작업에 의한 완벽한 검사는 거의 불가능하다고 할 수 있다. 그림 1은 자동차 fuse & relay box의 예이다.

*정회원, 홍익대학교 전자전기공학과 교수
접수일자: 2015년 11월 22일, 수정완료: 2016년 1월 6일
게재확정일자: 2016년 2월 5일

Received: 22 November, 2015 / Revised: 6 January, 2016 /
Accepted: 5 February, 2016

*Corresponding Author: wsyang@hongik.ac.kr

Dept. Electronic & Electrical Eng., Hongik University, Korea

1. 색 인식

색 인식을 위한 영상의 전처리 과정은 영상으로부터 fuse에 해당하는 부분영상을 추출하고 글자영역이나 조명등에 인하여 색이 왜곡된 부분을 삭제하여 fuse의 색이 제대로 나타나는 부분만 추출하는 과정^[2,3,4]이다. 전처리과정은 다음과 같다.

우선 카메라가 찍은 영상에서 fuse box의 데이터 베이스를 참조하여 fuse에 해당하는 부분을 선택한다. Fuse의 위치를 검색하고 fuse에 해당하는 부분영상이 얻어지면, 색깔 인식에 방해되는 퓨즈 용량이 표시된 숫자와, 불규칙한 조명과 그림자의 영향으로 중간 중간에 섞여있는 회거나 검은 색으로 나타나는 노이즈를 제거한다. Fuse의 색들이 지닌 고유한 hue 값을 알고 있으므로 hue 값이 특정 범위를 벗어나는 화소들을 찾아냄으로써 노이즈를 제거할 수 있다.

전처리 과정을 거치고 fuse의 고유한 색만 나타내는 영상이 얻어지면 색깔을 인식한다. 인간의 색 지각 능력은 세 가지 cone들의 반응에 의해 결정된다. 이 때문에 색은 세 개의 숫자로 이루어진 벡터 값으로 나타낼 수 있다. 이 숫자들은 삼중 자극값이라고 부른다. 색 모형(또는 색 공간)은 어떤 색깔과 다른 색깔들과의 관계를 표현하는 방법으로 삼중 자극값의 종류 따라 RGB, CMY, HSI, YCbCr 색 모형 등이 사용된다.

RGB 조합은 표현이 간단한 반면 조명에 민감한 단점이 있어 본 연구에 적용할 경우에는 작업환경에 따라 인식률이 변할 가능성이 매우 높다. 본 논문에서는 색상(hue), 채도(saturation), 명도(brightness)를 토대로 컬러 영상 정보를 인지한다. 색상, 채도 그리고 명도라는 세 가지 특성들과 대응되는 색 모델이 HSI 색 공간이다. HSI 색 공간을 사용할 때는, 색을 만들어 내기 위해서 몇 퍼센트의 과량색이나 녹색이 필요한지 알 필요가 없다. 진한 빨강색을 분홍색으로 바꾸기 위해서는 단순히 채도를 조절하면 된다. 어두운 것을 밝게 하려면 명도를 조절하면 된다. 많은 어플리케이션이 HSI 컬러 모형을 사용한다. 색상(H)은 조명과 관계없이 색이 지닌 고유한 성질을 나타내므로 본 과제에서는 Hue를 이용하여 컬러를 인식한다.

2. 문자인식

색 인식의 전처리 과정처럼 문자인식을 위한 전처리 과정도 퓨즈 박스 전체의 영상이 아닌 퓨즈가 있는 부분

영상만을 사용한다. 문자 인식의 전처리 과정을 통하여 fuse 영상으로부터 글자 부분만 추출한다. 우선 지정된 fuse 부분의 영상의 intensity 값들에 대한 히스토그램을 구한다. Intensity 히스토그램은 bimodal 형태의 분포를 가지므로 숫자부분과 퓨즈부분을 쉽게 구분할 수 있다. 문자와 배경을 구분하는 임계값은 fuse의 intensity 히스토그램의 상위 10%가 되는 값으로 설정한다. 히스토그램을 통하여 임계값이 찾아지면 fuse 영상을 이진화 시킨 후, 문자인식에 필요한 숫자영역만 추출하여 가로 28픽셀 세로 42픽셀의 일정한 크기로 Normalize 시키게 된다. Normalize된 숫자 영상은 신경망을 통하여 문자를 인식하게 된다.

본 논문에서는 문자 인식 알고리즘으로 카운터-프로퍼게이션 네트워크^[1]를 사용하였다. 학습 패턴은 퓨즈에서 취득한 영상을 사용하는데, 퓨즈의 숫자는 0, 1, 2, 3, 5의 숫자만을 학습하였고, 같은 글자라 할지라도 1~2 픽셀씩 움직인다 해도 인식에 많은 영향을 미칠 수 있기 때문에 원본 패턴에 대해 x, y 축으로 ±1 픽셀씩 움직인 패턴을 같이 학습에 사용한다. 패턴의 크기는 28×42 pixel이고, 패턴의 수는 모두 225개, 학습 계수는 0.1로 학습한다.

네트워크의 구조는 코호넨 층의 뉴런을 300개, 그로스버그 층의 뉴런은 6개이고, 출력은 입력 패턴의 숫자와 동일한 그로스버그의 뉴런이 승자가 되어 출력 1을 내는 구조로 구성하였다.

IV. 시스템 구현

개발한 fuse 용량 알고리즘에 대한 실험을 위하여 용량별 270개, 그리고 혼합된 것 270개 총 540개의 fuse 샘플에 대한 인식 시험을 하였다. 조명에 대한 영향을 고려하여 자연광이 있을 때와 없을 때를 구분하여 동일한 용량의 fuse를 27개씩 꽂아서 만든 box 샘플과 다양한 fuse를 섞은 box 샘플을 대상으로 매 1시간에 한번씩 아침부터 밤까지 10회에 걸쳐 샘플 영상을 취득하였다.

색 인식을 위한 영상의 전처리로 fuse에 해당하는 부분영상을 추출하고 글자영역이나 조명등에 인하여 색이 왜곡된 부분을 삭제하여 fuse의 색이 제대로 나타나는 부분만 추출한다. 그림 4는 Fuse 위치 검색을 보여주는 영상이다.

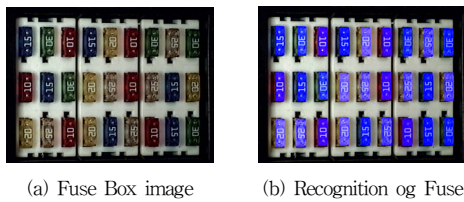


그림 4. Fuse 위치 검색
Fig. 4. Localization of Fuse Image

다음 그림 5는 색 인식에 방해되는 부분을 제거한 영상이다. 빨강과 파랑 그리고 녹색을 가진 10, 15, 30A fuse는 hue 값만으로도 색 인식이 가능하다. 10A fuse는 $-40^{\circ}(320^{\circ})\sim 20^{\circ}$, 15A fuse는 $200^{\circ}\sim 290^{\circ}$, 30A fuse는 $60^{\circ}\sim 200^{\circ}$ 범위의 hue 값을 가진 화소수가 일정수 이상 존재하면 색을 인식하는 것으로 한다. 20A와 25A는 우선 $10^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 범위의 hue 값을 가진 화소수가 일정수 이상 존재할 경우 saturation 값에 따라 구분한다.

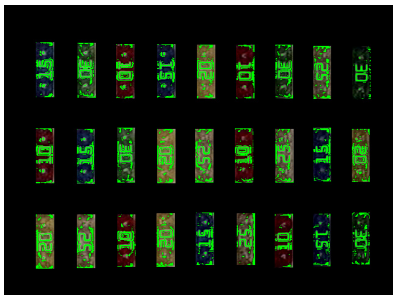


그림 5. 글자와 노이즈 부분을 제거한 Fuse 영상
Fig. 5. Fuse Image after the elimination of Character & Noise

문자 인식 알고리즘은 카운터-프로퍼게이션 네트워크를 사용한다. 그림 6은 학습을 위한 패턴 영상을 보여준다.

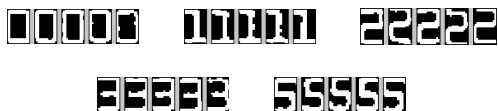


그림 6. 학습 데이터 샘플
Fig. 6. Data Sample for NN Learning

프로토타입에 대한 실험에서 문자와 색을 동시에 검사할 경우 불량률이 0이 됨을 볼 수 있었다. 그러나 검사

장비는 최종제품에 대하여 정·부 판정을 내리기 위한 것으로 100%의 정확도를 보장하여야만 현장에 적용할 수 있다. 본 개발에서의 실험 데이터에 의하면 색 인식만으로도 100%의 정확도를 나타내고는 있으나 현장 적용 시 문제 발생을 최소화하기 위하여 fuse의 색과 문자를 함께 사용하여 fuse 용량을 최종적으로 판단하는 알고리즘을 사용하여야 한다.

V. 결론

현재 우리나라에서는 수십 종류의 자동차가 생산되고 있다. 이를 위하여 하네스 생산업체에서도 차종에 따라 다양한 종류의 fuse & relay box가 연결된 하네스를 공급하고 있다. 자동차 하네스는 차종에 따라 전선과 접속 단자, 하우징, 그리고 fuse와 relay까지 서로 다른 종류의 부품이 사용된다. 특히 엔진 room과 실내에 하나씩 설치되는 fuse 및 relay box들은 차종에 따라 서로 다른 모양을 갖고 있으며, box에 취부되는 fuse와 relay들의 종류와 취부 위치도 다양하다. 이는 작업 모델의 변경시 비숙련된 작업자에 의한 오취부 문제를 유발한다.

본 연구로 개발되는 자동 검사 장치는 자동차용 fuse & relay box에 취부된 각종 fuse에 대한 최종 검사를 하기 위한 장치이다. 개발된 장치는 실험용 생산 공정에 설치하여 사용 후 수정·보완 작업을 거쳐 생산 현장에 투입하여 사용할 수 있을 것이다.

References

- [1] ARipley B.D.(1996), "Pattern Recognition and Neural Networks", CAMBRIDGE University Press.
- [2] G. J. Awcock and R. Thomas, "Applied image processing", New York, USA, Macmillan, 1995
- [3] Phillip A. Laplante, "Software engineering for Image processing systems", Boca Raton, USA, 2004.
- [4] JLeonid Yaroslavsky, "Digital holography and digital image processing principles methods, algorithms", London, USA, Kluwer Academic,

2004.

- [5] Woo Suk Yang, "Vision System for Fuse Box Inspection", Industrial Technology, Hongik University.
- [6] Catalogs of Vision Inspection Machine, Gobiz Korea Co.

저자 소개

양 우 석(정회원)



- 1979년 : 서울대학교 전기공학과 학사
- 1986년 : University of Toledo, Department of Electrical Eng. (MS)
- 1990년 : North Carolina State University, Department of Electrical & Computer Eng. (Ph. D.)
- 1991년 ~ 현재 : 홍익대학교 전자전기공학과 교수

<주관심분야 : 영상처리, 신호처리, 공장자동화>

※ 이 논문은 2015학년도 홍익대학교 학술연구 진흥비에 의하여 지원되었음.