

신발 제조 물류 자동화를 위한 다중 QR코드 인식 알고리즘 개발

김범규*, 박상현*, 장원보*, 김우림*
한국로봇융합연구원*

Multiple QR code recognition algorithm for shoe manufacturing logistics automation

Bumgyu Kim*, Sang Hyun Park*, Won Bo Jang*, Maolin Jin*
KOREA INSTITUTE OF ROBOTICS & TECHNOLOGY CONVERGENCE*

Abstract - 최근 제조 산업 분야에서는 공정 자동화를 통한 스마트 팩토리화가 진행 중이다. 그러나 신발 제조 공정은 신발의 인체 공학적인 형태와 복잡하고 다양한 구조로 인해 부품 인식이 어려워 자동화가 쉽지 않다. 이를 해결하기 위한 수단으로 신발 부품에 QR 코드를 프린트하여 인식을 원활히 하는 방법이 사용될 수 있다. 이때, 원거리에서 작은 크기의 QR 코드 스캔이 이루어질 경우 주변 환경으로 인한 인식률 저하의 문제를 가지게 된다. 본 논문에서는 신발 제조 및 물류 공정에서 원거리로 QR코드를 스캔할 때 발생할 수 있는 문제를 해결하기 위해 QR 코드의 인식률을 개선하는 방법에 대하여 제안한다. 인식률 개선은 외부 요인을 극복하고 높은 인식률을 가지도록 하는 이미지 프로세싱 알고리즘을 개발했다.

1. 서 론

최근 스마트 팩토리를 위한 제조 산업의 자동화에 관한 관심이 증가하고 있다. 이에 맞추어 신발 제조 산업 또한 자동화를 위하여 여러 가지 기술을 개발하고 있다. 신발은 인체의 형태에 맞추기 위하여 결창, 중창, 안창, 갑피와 같이 여러 가지 부품으로 구성되며 각 부품의 형태 또한 불규칙적이고 다양한 곡선의 형태를 가지고 있다. 이런 환경에서 다양하고 복잡한 형태를 가진 신발 부품들을 자동적으로 인식하고 분류하도록 하는 것은 매우 어려운 문제이다.

신발 제조 공정을 자동화하기 위한 최신 기술로는 3D 비전 스캐너를 이용하여 신발 부품들을 구분하는 방법이 있다. 그러나 3D 비전 스캐너를 이용한 방법은 신발 창(sole)들을 인식할 때 오랜 시간이 걸린다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 제조 및 물류 공정에서 신발 부품의 종류를 구분하는 방법으로 QR코드를 부품 상부에 프린팅하고 이를 인식하는 방법을 도입하고 있다. 이러한 방법은 3D 비전 스캐너만을 사용했을 때보다 빠르게 부품의 종류를 인식 가능하다. 프린팅된 QR코드는 부품의 사이즈, 제품 종류, 신발 방향 등의 정보를 가지고 있다.

QR코드를 스캔할 때 로봇의 동작을 방해하지 않도록 충분한 먼 거리에서 촬영할 필요가 있다. 그러나 이러한 방법은 조명의 변화나 로봇 그림자와 같은 주변 환경으로 인한 노이즈, 거리에 따른 해상도 저하 문제가 발생하여 인식률이 낮아지는 문제가 발생한다. 또한 물류 처리를 위하여 QR코드를 동시에 인식하는 과정에서 QR코드 처리기의 특성으로 인한 동일 QR코드 인식 불가 문제가 발생하기도 한다.

본 논문에서는 신발 제조 및 물류 공정 자동화를 위해 원거리(long distance) 환경에서 QR코드의 인식률을 높일 수 있도록 개선하는 알고리즘과, 영상으로부터 이미지 영역을 분할 및 병합하여 동일한 QR코드를 다중으로 처리할 수 있도록 하는 알고리즘에 대하여 제안한다.

2. 본 론

QR코드는 1994년 일본의 Denso Wave에서 신속한 정보 입력을 위해 개발한 2차원 형태의 코드로, 세 개의 위치 찾기 심벌

(Position detection patterns)을 이용하여 코드의 위치를 인식하도록 하는 광학 마커이다[1]. 본 논문에서 사용하는 QR코드는 25×25mm의 사이즈이며 신발 창(sole)의 상부에 위치하도록 한다.

카메라는 로봇의 동작을 방해하지 않도록 신발의 창이 있는 곳으로부터 상부 1m 위치에 설치했다. 실험에 사용한 카메라는 4,000×3,000px 해상도의 FLIR Flea@3 USB 3.0 Camera이며 1m 거리에서 약 775×581mm의 화각(FOV, Field of view)을 가진다. 해당 환경에서 촬영한 카메라 영상 내 QR코드는 평균적으로 125×125px의 해상도를 가진다.

일반적인 환경에서 QR코드를 스캔할 경우 높은 인식률을 유지하는 최적의 촬영거리는 QR코드 한 변 길이의 10배 정도이다[2]. 그러나 이처럼 먼 거리에서 QR코드를 스캔할 경우 노이즈로 인해 낮은 인식률을 가지게 된다[3]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 이미지 프로세싱을 거쳐 인식률을 개선할 필요가 있다.

2.1 이미지 프로세싱을 통한 QR코드 인식률 개선

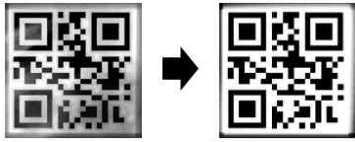
QR코드 인식을 위한 기존의 방법에는 Google의 오픈소스 라이브러리인 Zxing[4]이나 영상처리를 위한 컴퓨터 비전 라이브러리인 OpenCV[5]를 사용하는 것이 대표적이다. 그러나 두 방식 모두 기본적인 탐지를 통해 QR코드를 인식하므로 조명에 따른 빛 반사나 그림자 같은 노이즈에 취약하다는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 명도(Brightness) 및 대비(Contrast)를 자동으로 조절하여 원거리 환경에서 QR코드 인식률을 개선하는 알고리즘을 개발했다.

알고리즘의 진행은 다음과 같다. 카메라로부터 입력받은 영상에서 QR코드 스캔을 진행한다. 스캔 과정에서 QR코드를 찾을 수 없을 경우 grayscale로 이미지를 변환한 후 평균적인 색상을 검출하여 이미지의 밝은 정도를 측정한다. QR코드의 어두운 부분의 색상을 비교하여 grayscale의 평균적인 색상이 너무 어두울 경우 <그림 1>과 같이 명도를 증가시키도록 한다.



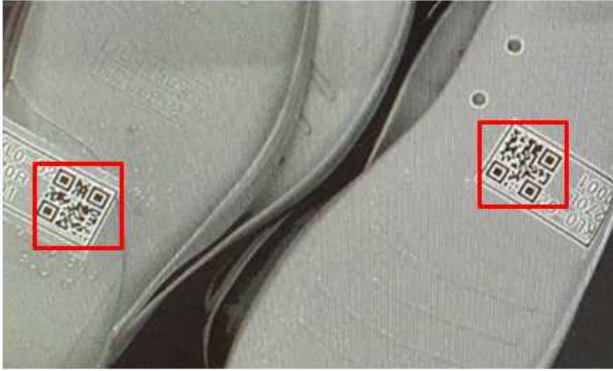
<그림 1> QR코드 명도(Brightness) 조절

그러나 이미지의 명도만을 증가시킬 경우 QR코드의 어두운 부분의 색상도 같이 밝아지게 되어 인식률을 높이는 데 한계가 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 이미지의 대비를 증가시키기 위한 이미지 처리 과정이 필요하다. 이미지의 대비를 증가시키기 위해 원본 grayscale 영상에 필터링을 거쳐 이미지의 곱 연산을 진행한다. 곱 연산을 통한 이미지의 합성은 pixel의 명도 값을 배수화하여 <그림 2>와 같이 밝은 영역과 어두운 영역의 격차를 증가시킨다.



〈그림 2〉 QR코드 대비(Contrast) 조절

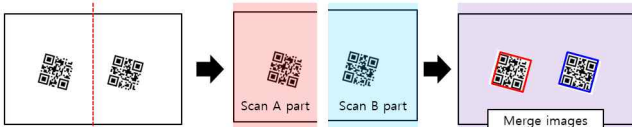
신발 창을 촬영한 상태에서 QR코드가 인식될 때까지 명도와 대비의 증감을 순차적으로 반복하여 스캔하는 과정을 거친다. 이미지 프로세싱 과정을 거친 grayscale 이미지는 <그림 3>과 같이 QR코드의 선명도가 증가한 것을 볼 수 있다..



〈그림 3〉 명도 및 대비 조절 QR코드 이미지

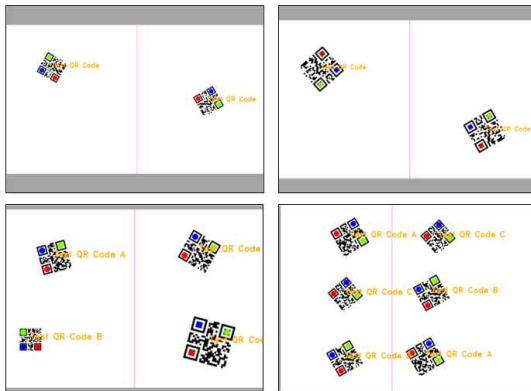
2.2 QR코드 다중인식

ZXing은 다중 QR코드를 처리하는 기능을 자체적으로 가지고 있다. 그러나 동일한 형태의 QR코드가 중복되어 스캔 될 경우 decode event를 무시하게 되어 있다는 한계를 가진다[6]. 신발의 제조 및 물류 환경에서 같은 종류의 물품을 처리하기 위해서는 동일한 QR코드를 인식할 필요가 있다. 동일한 다중 QR코드를 인식하기 위하여 QR코드가 존재하는 이미지를 분할하고 각각의 영역에 대하여 다시 스캔하는 알고리즘을 개발했다.



〈그림 4〉 이미지 분할 및 병합 과정

동일 QR코드 처리를 위한 알고리즘의 순서는 <그림 4>와 같다. 카메라로 촬영한 이미지를 신발의 위치에 따라 분할하도록 한다. 각 영역에서 스캔을 시행한 뒤 QR코드를 찾은 이미지를 원본 영상의 형태로 병합한다. 분할된 이미지에서 찾은 QR코드의 좌표를 원본 영상에서의 좌표로 변환한다. <그림 5>는 이미지의 분할 및 병합의 과정을 거쳐 스캐닝에 성공한 QR코드의 병합 결과를 나타내고 있다.



〈그림 5〉 다중 QR코드 인식결과

2.3 결과



〈그림 6〉 QR코드 원거리 및 다중 인식

본 논문에서 제안하는 방법을 통해 신발의 제조 및 물류 환경에서 다중 QR코드 인식 알고리즘을 적용한 결과는 <그림 6>와 같이 1m 거리에서 25mm 사이즈의 QR코드를 동시에 인식할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 제안된 알고리즘을 통한 QR코드 인식은 먼 거리에서도 조명이나 그림자와 같은 노이즈에 대해 강인하고 동일한 QR코드를 동시에 다중으로 처리를 할 수 있음을 보였다.

3. 결 론

본 논문은 신발 제조 및 물류 자동화 과정에서 신발의 부품을 자동으로 인식하고 분류하기 위한 원거리 QR코드 다중 인식 알고리즘에 대하여 제안하고 있다. 제안된 알고리즘은 기존의 스캔 방법에 비하여 원거리 환경에서 조명 변화나 그림자로 인한 노이즈를 잘 극복하고 동일한 QR코드를 인식 오류 없이 다중 처리 가능하다는 장점을 가지고 있다. 제안된 알고리즘을 통해 실제 신발 제조 및 물류 공정에 적용하였으며 개선된 인식률을 통해 자동화 공정에 유용하게 사용할 수 있음을 보였다.

감사의 글

이 연구는 산업통상자원부의 로봇산업기술개발사업 (No. 20012602 유연 케이블 와이어링을 위한 인식 파지 조작 기술 개발)의 지원을 받아 수행되었음을 밝힙니다.

[참 고 문 헌]

- [1] DensoWave: QRcode.com. <http://www.denso-wave.com/qrcode/index-e.html>. Access on November 17, 2011
- [2] Qian, Jianping, et al. "Optimization of QR code readability in movement state using response surface methodology for implementing continuous chain traceability." Computers and Electronics in Agriculture 139 (2017): 56-64.
- [3] Kato, Yuji, et al. "Low resolution QR-code recognition by applying super-resolution using the property of QR-codes." 2011 International Conference on Document Analysis and Recognition. IEEE, 2011.
- [4] Wave, D. "Multi-format 1D/2D barcode image processing library with clients for Android." (2013).
- [5] Bradski, Gary. "The openCV library." Dr. Dobb's Journal: Software Tools for the Professional Programmer 25.11 (2000): 120-123.
- [6] Niklas Gruhn, Vue-Qrcode-Reader [Sorce code]. <https://github.com/gruhn/vue-qrcode-reader>.