

특징형상 추출을 위한 영상처리 기법의 연구

구경모 서영욱 박영미 차의영
부산대학교 컴퓨터공학과
kookyungmo@hanmail.net

A Study on the Image Processing Technique for Feature Extraction

Kyungmo Koo Younguk Seo Youngmi Park Euiyoung Cha
Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

기존의 재활용기계는 광센서, 근접센서, 자장센서를 이용하여 캔의 부분적인 정보들을 수집하고 캔의 종류를 구별하였다[1]. 이는 시스템 제작비용이 저렴하고 수행속도가 빠르다는 장점이 있지만 오인식 확률이 크기 때문에 제품화 하였을 때 위험부담이 크다는 한계를 지닌다. 따라서, 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 기계 내부에 카메라를 설치하여 획득된 캔 영상의 특징을 분석하고, 파쇄 가능한 일반 캔과 파쇄해서는 안될 부탄가스 캔을 선별하기 위한 영상처리 기법을 제안한다.

1. 서 론

최근 환경문제에 따른 재활용의 필요성이 부각되면서 세계 각국에서는 생산자에게 재활용 의무를 부여하는 '생산자 책임 재활용 제도'가 시행되고 있다. 가까운 일본의 경우 이미 의무 재활용 대상인 캔, PET류 생산자들은 '반 용기 보증금제도'를 이용하여 수요자 또는 판매자 차원에서 수집·선별을 도와 인건비절감 및 수거시간 비용 절감의 효과를 극대화하기 위한 연구를 지속적으로 진행 중이며, 그 결과물로서 재활용기계 등을 제작하게 되었다.

이러한 기존의 재활용기계는 광센서, 근접센서를 이용하여 캔의 길이·너비 등을 측정하고, 자장 값의 변화를 측정하여 캔을 선별한다. 하지만 이처럼 기존의 센서만을 이용한 방식은 두 센서 감지점 사이의 시간차 계산만으로 선별이 이루어지므로 신뢰성이 떨어진다.[1] 만약 부탄가스캔과 같이 폭발가능성이 있는 캔을 일반 캔으로 인식하여 파쇄할 경우에는 기계를 이용하는 사용자에게 큰 위험을 초래할 수도 있다.

본 연구에서는 기계 내부에 카메라를 설치하고, 카메라로부터 얻어진 캔 영상의 특징형상을 분석하여 센서만을 이용했을 때 생기는 오인식 문제를 해결할 수 있는 향상된 영상처리기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 최상의 이미지를 획득하기 위한 시스템의 구성에 대해 설명하고, 3장에서는 획득된 두 개의 영상을 이용하여 캔의 특징형상을 추출하는 과정을 보이며, 4장에서는 다양한 형태를 가지는 캔들을 통한 실험 및 결과를 비교·분석하고, 5장에서 결론 및 추후 과제에 대해 언급한다.

2. 하드웨어 구성

기계 내부로 들어온 캔은 카메라로부터의 영상획득을

위해 가이드 위에 일정하게 놓여진다. 영상처리에 최적화된 이미지를 얻기 위하여 반드시 반사가 적은 가이드 표면 재질, 광량제한이 가능한 조명 등이 요구된다.

2.1 가이드 표면 재질

일반적으로 가이드는 금속으로 제작되어있다. 이는 캔을 올려두었을 때 캔의 상이 가이드 표면에 비치어 캔의 영역을 제대로 인식하지 못하는 직접적인 원인이 된다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 가이드의 표면에 빛을 흡수하면서 또한 색을 발하지 않는 '검은색 면'을 씌워 사용한다.

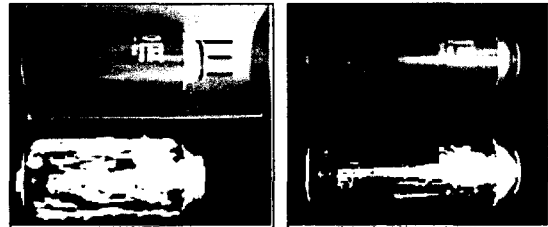


그림 1 가이드 표면 재질에 따른 이진화 결과

a) 일반 금속 재질의 가이드 b) 검은색 면을 씌운 가이드

2.2 조명

형광램프는 저압 방전램프이고, 방전에 의해 발생된 자외선이 유리관 내면에 도포된 형광물질을 자극하여 빛을 생성하므로, 길이가 긴 형광등을 사용하여 캔과 가이드 전체에 균일한 조명을 준다.[2] 이때 강한 빛은 흔들림이 존재하고 캔 주변으로 반사가 심하므로 반투명한 아크릴을 이용하여 1차 조명을 피하고, 부분적으로 여러 개의 조명을 설치함으로써 기계 내부를 전체적으로 밝게 하였다.

3. 특징형상 추출을 위한 영상처리 기법

본 장에서는 카메라로부터 획득되어진 영상을 이용하여 캔의 특징형상을 추출해내는 방법을 살펴본다. 캔의 특징형상 추출을 위한 영상처리의 단계는 다음과 같다.

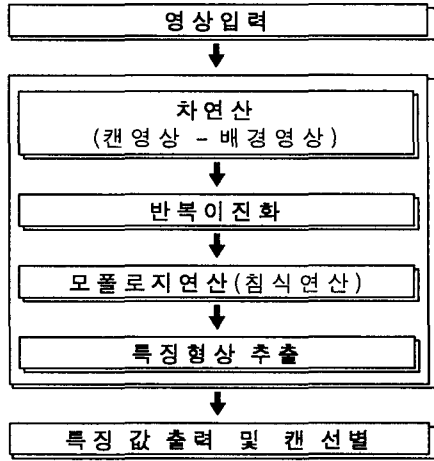


그림 2 특징형상 추출을 위한 영상처리 과정

3.1 영상입력

캔 내부의 이물질이 가이드 혹은 그 주변을 오염시킬 가능성이 있으므로 프로그램은 캔이 입력되기 직전의 가이드 상태를 찍은 배경영상과 캔이 가이드 위에 자리한 후 획득한 캔영상 각각 한 프레임씩을 사용한다.

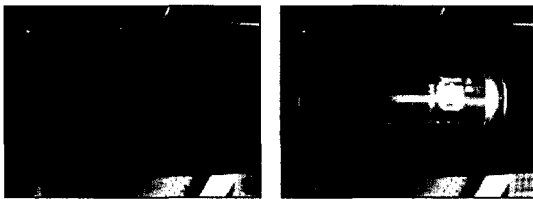


그림 3 입력 영상 a) 배경영상 b) 캔영상

3.2 차연산과 반복이진화

배경영상과 캔영상의 차연산을 통해 캔의 영상만을 추출한 후 이진화 과정을 거친다. 이때 그림 4에서 보는 것과 같이 Green Value의 이진화 결과는 캔의 금속부분

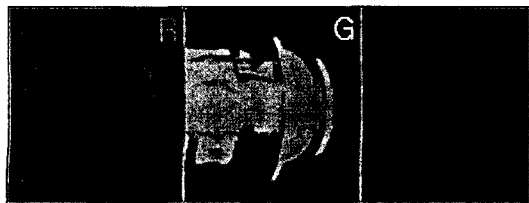


그림 4 R, G, B Value 각각의 차연산 결과

에 관련된 정보를 많이 포함하고 있는 반면 Blue Value의 경우는 빛에 의한 잡음을 많이 포함하고 있으므로 이 점을 최종적인 캔의 이진화 과정에 반영한다.

$$VAL_{(x,y)} = \frac{1}{3} (0.3R_{(x,y)} + 0.5G_{(x,y)} + 0.2B_{(x,y)}) \quad (1)$$

$VAL_{(x,y)}$ 는 좌표(x, y)의 최종 픽셀 값이며, 이는 곧 R, G, B 각각 3 : 5 : 2의 비율로 얻어진 캔의 이미지이다. 이 값을 미리 정의해둔 threshold 값을 적용하여 이진화한다.

3.3 모폴로지 연산

1×7pixel 마스크를 이용한 침식연산을 수행한다. 이때 3.2에서 얻은 이진화 결과영상과 침식연산 결과를 비교하여 잡영 부분의 위치만을 파악해냄으로써 실제 캔 영역의 손실은 극소화 하면서 잡영만을 지우는 방법을 이용한다.



그림 5 a) 이진화 결과 b) 모폴로지 연산 결과

3.4 특징형상 추출

전처리를 거친 영상에서 세로축 우선검색을 통해 왼쪽 끝점(LE)과 오른쪽 끝점(RE)을 찾아내고, 가로축 우선검색을 통해 캔의 오른쪽 위 끝점(TR)과 오른쪽 아래 끝점(BR)을 각각 구할 수 있다. 이들 특징점들로부터 얻어지는 캔의 정보는 다음과 같다.

- 전체 길이 $L_1 = RE_x - LE_x$ (2)

- 헤드 길이 $L_2 = RE_x - TR_x$ (3)

- 너비 $W = BR_y - TR_y$ (4)

- 헤드길이와 너비의 비 $P = \frac{L_2}{W} \times 100$ (5)

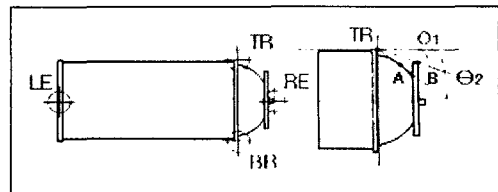


그림 6 캔의 특징점과 특징 형상

또한 특징점 TR를 지나는 두 직선의 교점을 각각 A, B로 둘 때, 이들의 좌표는 식 6의 기울기 a를 변화시킴으로써 구할 수 있다.

$$y = a(x - TR_x) + TR_y \quad (6)$$

교점 A는 $[TR_x, TR_x + \frac{RE_x - TR_x}{2}]$ 범위에서, 교점 B는 $[TR_x, RE_x]$ 범위에서 발견되며, 특징점 TR을 지나는 수평선분과의 각 θ_1, θ_2 는 각각 식 7, 8을 통해 구할 수 있다.

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{A_y - TR_y}{A_x - TR_x} \right) \quad (7)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{B_y - TR_y}{B_x - TR_x} \right) \quad (8)$$

이들 θ_1, θ_2 값이 선별 대상인 부탄가스 캔의 경우 일반 음료 캔과는 다른 고유한 값(일반 음료 캔의 경우 $0^\circ-30^\circ$ 또는 $70^\circ-90^\circ$, 부탄가스 캔의 경우 $30^\circ-50^\circ$)를 가지므로, 기존의 센서만을 이용한 방식에서 선별해내지 못했던 모양의 캔들도 선별이 가능하다.

4. 실험

본 실험은 실내 환경의 일반적인 조명과 흰색 반투명 아크릴로 앞을 가린 형광램프 하에서 수행되었다. 영상 획득을 위해 32만 화소의 저가형 USB카메라를 사용하였으며, Celeron 1.2G, 256MB 환경에서 실험하였다.

입력영상은 640×480 pixel 크기의 영상이지만, 수행속도를 감안하여 가이드 외부의 영역 즉, 영상에서의 아래 위 각각 100pixel씩을 제외한 640×280 pixel 크기의 영상으로 테스트하였으며 캔 하나의 선별에 걸린 시간은 평균 0.64초가 걸렸다.

실험 결과는 표 1과 같다. a)와 b)의 경우 선별하여 배출해야 하는 캔들이며 3장에서 언급한 것과 같이 θ_1, θ_2 의 값이 $30^\circ-50^\circ$ 를 만족하고 있다. 반면 c)와 d)의 경우는 기계 내부에서 파쇄 후 적재 할 캔들이며 θ_1, θ_2 의 값은 $0^\circ-30^\circ$ 또는 $70^\circ-90^\circ$ 를 만족하고 있다. 비록 d)의 θ_1 값이 39.54° 로 나타났지만, 식 5과 같이 a), b)의 헤드 길이(L_2)와 너비(W)의 비 P를 d)의 P값과 비교했을 때 a)의 경우 41%, d)의 경우 68%로 많은 차이가 있으므로 충분히 선별 가능함을 알 수 있다.

5. 결론 및 추후 과제

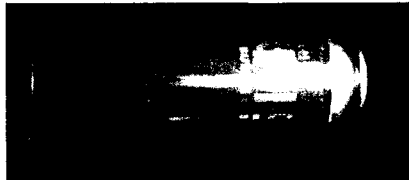
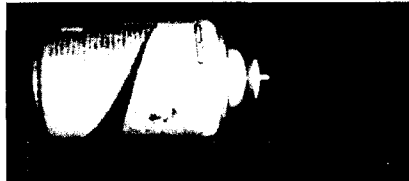
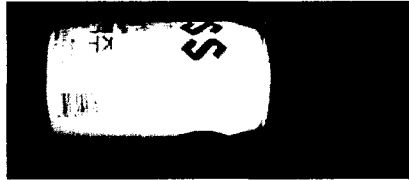

본 논문에서는 캔의 특징형상을 효과적으로 추출하기 위한 하드웨어 구성과 배경영상, 캔영상 두 이미지의 차연산, 반복이진화, 모폴로지연산 등을 이용한 향상된 영상처리 기법을 제안했다. 더불어 실험을 통해 기존의 방법으로 선별하지 못한 형상들을 구별해 내는 것을 확인

하였다.

추후에는 조명, 표면 재질 및 색상, 등에 영향을 적게 받는 개선된 알고리즘, PET류의 선별에 대한 연구를 진행할 예정이다.

표 1 실험결과 : 최종출력영상과 특징형상 값 비교

a) 부탄가스 캔 b) 스프레이 c) 맥주 캔 d) 음료 캔

최종 출력 영상	특징형상 값	
	L ₁	538px
	L ₂	75px
	W	183px
	θ_1	43.21°
	θ_2	31.43°
	L ₁	381px
	L ₂	75px
	W	191px
	θ_1	48.72°
	θ_2	42.75°
	L ₁	379px
	L ₂	15px
	W	185px
	θ_1	76.87°
	θ_2	76.87°
	L ₁	532px
	L ₂	128px
	W	187px
	θ_1	39.54°
	θ_2	23.15°

[참고문헌]

- [1] 구경모, 이상걸, 박영미, 차의영, "비전시스템을 이용한 재활용기계의 성능향상을 위한 연구", 한국멀티미디어학회, 제 6권, 제 1호, 2003
- [2] 김도현, 강동구, 차의영, "논금 블록과 분할정복 기법을 이용한 신발 밀착 자동 검사 시스템", 제어·자동화·시스템공학 논문지 제 8권 제 8호, 2002
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing 2nd ed.", Prentice Hall, 2002
- [4] John C. Russ, "The Image Processing Hand Book 3rd ed.", CRC Press with IEEE Press, 1999