

비전시스템을 이용한 이동물체 자동검사에 관한 연구*

조 영 석**

A Study on Automatic Inspection Algorithm for Moving Object using by Vision System

Cho, Young Seok

〈Abstract〉

Recently the research is much interested in about the inspection system using by computer vision system. In this paper, we deal with shape inspection technique for moving to be long and narrow object on conveyor belt. first, we are acquired for moving object on conveyor belt. then the object segmentation is using by color information for background and object. the object position be calculated by horizontal and a vertical histogram. second, we are checked for two hole in front part, widths and top/bottom side information in middle part, and finally checking for two holes in rear part. The performance of our proposed model is evaluated by experiments, within error of 1mm, and can be checking to 17 object /min.

Key Words : Model base inspection, Horizontality and a vertical histogram, Color base segmentation, Inspection system

I. 서론

고성능 마이크로컴퓨터의 발전과 더불어 PC를 이용한 영상처리에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있으며, 이러한 연구의 결과가 산업 현장에 직접 적용되는 사례가 점점 증가되고 있다.

영상처리는 움직임 정보의 유무에 따라 동영상처리와 정지영상 처리로 대별된다. 이들 중 동영상처리에 대한 연구는 배경의 변화여부에 따라 여러 가지 관점에서 연구가 진행되고 있으며, 이동물체의 추출, 이동물체의 정합, 이동벡터계산 등을 이용한 이동물체 추적과 이동물

체로부터 추출된 파라미터를 기반으로 양·불량을 판별하는 영상 판별 및 영상인식 등이 주요 연구과제로 부각되고 있다[1-4].

이동물체를 판별하기 위한 동영상처리의 첫 번째 단계는 영상 평면 내에 이동물체를 검출하고 정확한 이동물체의 영역을 배경으로부터 분리하는 것이다. 이동물체 주위의 환경변화가 존재하는 연속 영상에서 이동벡터를 구하여 이동영역을 추출하는 방법을 이용하거나 배경과 이동물체의 휘도 또는 색상 정보를 이용하여 이동물체를 분할할 수 있다[5, 6].

이동물체를 인식하고 검사하는 방법으로는 모델을 기반으로 하는 방법, 영역을 기반으로 하는 방법, 능동 윤곽선을 기반으로 하는 방법, 특징을 기반으로 하는 방법

* 본 논문은 극동정보대학 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음.

** 극동정보대학 컴퓨터정보과 부교수

등이 있다[7-9], 검사 모델이 소수이고 한정된 모델일 경우 정확한 기하학적 모델이 주지면 고속 정밀한 영상인식 및 계측이 가능한 장점을 가지고 있다[10, 11].

본 연구에서는 콘베어에서 이동물체의 색 정보를 이용하여 분할하고 모델을 기반 계측하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

연속된 동영상 입력영상에 대하여 배경 부분과 검사하고자 하는 물체 부분을 분할한 후, 수직과 수평 누적 히스토그램을 구하여 이동물체의 양·불량을 판별하도록 구성한다. 제안된 알고리즘은 생산현장에서 사용되는 길이가 길고 폭이 좁은 용기의 손잡이를 가지고 검증하고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 색 정보를 이용한 이동물체 분할에 대하여 논하고 제 3장에서는 마스크 기법과 히스토그램을 이용한 이동물체 검사기법을 제안하고 제 4장에서는 제안된 시스템에 대한 실험 및 고찰 부분이고, 마지막으로 5장은 결론으로 구성한다.

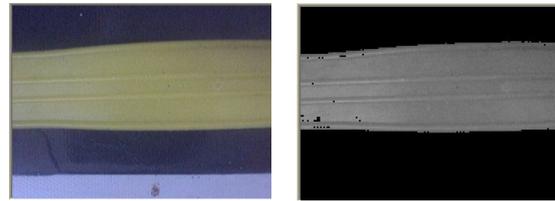
II. 색 정보를 이용한 이동물체 분할

배경으로부터 이동물체의 분할은 배경과 이동물체 사이의 불일치성을 이용하여 수행한다. 배경과 물체의 휘도 차가 큰 경우 각각의 화소 값과 스톱 쉬 홀드 값을 비교하여 분할하는 방법이 이용되나 본 연구에서는 이동물체의 색상이 노란색이므로 반사가 심하여 밝기성분인 휘도 값과 색상정보를 이용하여 이동물체를 분할하고자 한다.

먼저 RGB 형식으로 각각 8Bit로 취득된 입력영상에서 물체 영역에 해당 하는 노랑 영역을 분리하기 위하여 RGB형식을 CMYK 성분으로 변환한 후 Y 성분의 크기를 기준으로 배경과 물체 영역을 분할 하고자 한다. RGB 모델을 CMYK로 변환은 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned} C &= 255 - R \\ M &= 255 - G \\ Y &= 255 - B \\ K &= \min(C, M, Y) \end{aligned} \quad (1)$$

식(1)에서 C는 청록(Cyan), M은 자홍(Magenta), Y는 노랑(Yellow), 그리고 K는 검정(Black)을 의미한다. 입력 영상에 대하여 식(1)을 이용하여 Y값을 구한 후 Y값이 기준 값보다 큰 화소는 물체 영역으로, 나머지 부분은 배경으로 분할한다. <그림 1>은 검사물체의 영상과 색상정보를 이용하여 분할한 영상의 예를 보였다.



(a) 입력 영상

(b) 분할 영상

<그림 1> 색상정보를 이용한 물체분할의 예

2.1 검사물체의 기하학적 고찰

검사할 물체는 액체상태의 제품을 담기위한 용기의 손잡이로서 길이는 약 250mm 폭은 약 18mm 두께는 2mm 정도의 노란색 합성수지로서 양쪽에 2개의 구멍이 뚫려 있으며 이 구멍은 약 1mm 정도의 간극으로 연결되어 있는 형태이고, 이 구멍은 용기에 조립되어지는 부분이다. 또한 앞면과 뒷면을 구분할 수 있도록 앞면에는 튀어나온 돌기 2줄이 있으며 뒷면은 평평한 구조로 되어 있다. 검사 물체의 형상을 <그림 2>에 보였다.



<그림 2> 검사 물체 형상

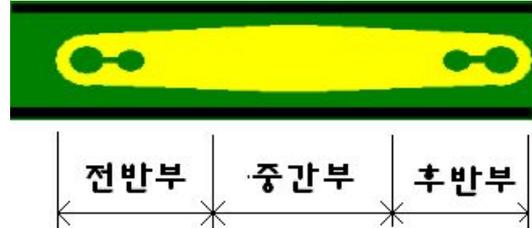
이동물체에 대한 불량은 몇 가지 유형으로 분류되며, 첫 번째 이동물체의 옆면에 밀려나와 불량이 생긴 경우,

두 번째로 바깥쪽 구멍 두 개가 연결되지 않고 붙은 경우, 세 번째로 제품의 길이가 길거나 짧아 정상 범위를 넘어선 경우 등으로 요약된다. 이러한 유형을 검사할 수 있는 제품 검사 시스템을 구성 하여야 한다.



<그림 3> 불량품의 예

을 설정하여 검출 마스크 내의 화소수를 이용하여 전반부, 중간부 그리고 후반부로 3가지 부분으로 나누어 검사하고자 한다.



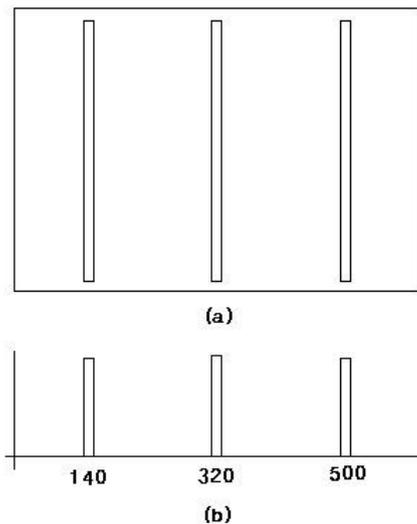
<그림 4> 콘베어 위의 검사 물체

<그림 4>은 콘베어에서 이동하는 물체의 영상이다.

III. 마스크기법과 히스토그램을 이용한 이동물체 검사

이동물체의 기하학적 특성은 종횡비가 크고, 양쪽 끝 부근에 두 개씩의 구멍이 있다는 것이다. 정밀한 계측을 하기 위해서는 이동물체를 가능한 크게 확대하여 이미지를 취득하는 것이고, 빠른 처리를 위해서는 한 개의 화면에 전체 이미지를 촬영하여 원하는 부분을 모두 계측하는 것이다. 이러한 경우 한 화면에 전체를 촬영하여 검사하게 되면 처리시간이 짧은 반면 화소 당 거리(Pixel Per Inch)가 커져 측정 정밀도가 낮아진다. 또한 근접 촬영하여 화소당 거리를 작게 촬영하면 한 화면에 이동물체 전체에 대한 영상을 얻을 수 없어 여러 장으로 분할하여 처리하여야 하기 때문에 검사 정밀도가 높아지지만 처리 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

본 연구에서는 물체 전체의 영상을 취득하지 않고 부분영상을 취득하여 정밀한 이동물체를 검사하고자 한다. 이동물체는 콘베어 벨트 강에서 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하도록 구성하였으며, 이동물체의 위치를 검출하기 위하여 영상평면에 왼쪽, 중간 오른쪽에 검출 마스크 영역



(a) 영상평면에서의 검사 영역
(b) 수직 히스토그램 영역에서의 검사영역

<그림 5> 이동물체의 위치 검출의 예

그림 5의 (a)는 영상 평면의 검출 마스크로서 영상의 크기가 [640X480]인 입력 영상에 140,320, 500의 수평좌표에 검출 마스크를 설치한 예를 그림 5(b)에 표시하였다. 콘베어 위에서 이동하는 물체를 카메라를 이용하여 영상을 취득한 후 배경부분과 물체 부분을 분할한다.

<그림 2>에서 배경 부분은 초록색이고 물체 부분은 노란 색이므로 색상 정보를 이용하여 물체와 배경을 분할한다.

이동물체의 위치는 히스토그램으로부터 식 (2)를 이용하여 계산한다.

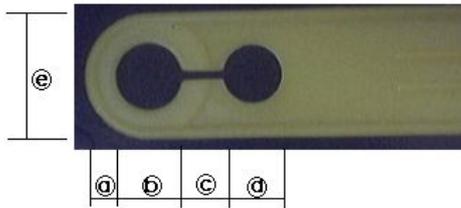
if((SaL < ThL) (SaC > ThC) (SaR > ThR))then 전반부
 elseif((SaL > ThL) (SaC > ThC) (SaR > ThR))then 중간부
 elseif((SaL > ThL) (SaC > ThC) (SaR < ThR))then 후반부

(2)

식 (2)에서

$\begin{cases} SaL = \text{좌측 검사 마스크 상 화소수의 합} \\ SaC = \text{중앙 검사 마스크 상 화소수의 합} \\ SaR = \text{우측 검사 마스크 상 화소수의 합} \end{cases}$ 이고,
 $\begin{cases} ThL = \text{좌측 검출 임계값} \\ ThC = \text{중앙 검출 임계값} \\ ThR = \text{우측 검출 임계값} \end{cases}$ 이다.

식 (2)에 의하여 물체의 위치가 전반부일 경우 두 개의 홀에 대한 검사와 두 홀 사이의 관통 여부를 검사한다. <그림 6>는 이동물체의 검사 영역이며 ㉠ 부분은 두께가 일정한지 검사하고 ㉡ 부분은 구멍이 막혔는지 검사한다. 또한 ㉢ 부분은 커팅 여부를 검사하고, ㉣도 ㉠와 마찬가지로 구멍이 막혔는지 검사한다. ㉤는 높이를 측정한다.



<그림 6> 이동물체의 검사영역

또한 현재 위치가 후반부일 경우 전반부와 같이 두 홀의 크기와 관통 여부를 검사한다. 이동물체의 위치가 중간부에서 물체의 높이 검사와 앞/뒷면을 판별한다. 물체의 높이는 수평 히스토그램을 구해 검사한다. <그림 7>

은 입력영상에 대한 수직 히스토그램 추출의 예를 보였다.



<그림 7> 입력영상에 대한 수직 히스토그램 추출의 예

콘베어 상에 이동물체의 검사는 다음과 같다.

- Step 1 콘베어 벨트를 촬영하여 색상 정보를 이용하여 물체 영역을 분할한다.
- Step 2 마스크 영역을 이용하여 현재 촬영된 물체가 전반부, 중간부 후반부를 판별한다.
- Step 3 이동물체의 위치가 전반부이면 <그림 7>과 같이 수직 및 수평 히스토그램을 이용하여 검사영역을 ㉠~㉣를 검사한다
- Step 4 이동물체의 위치가 중간부이면 이동물체의 에지를 구한 후 에지영상에 대한 수평 히스토그램을 계산하여 앞면/뒷면을 판별한다. 또한 물체의 높이 검사는 분할 영상에 대한 수평 히스토그램을 구하여 높이를 측정한다.
- Step 5 이동물체의 위치가 후반부이면 전반부와 같이 검사영역을 ㉠~㉣를 검사한다.

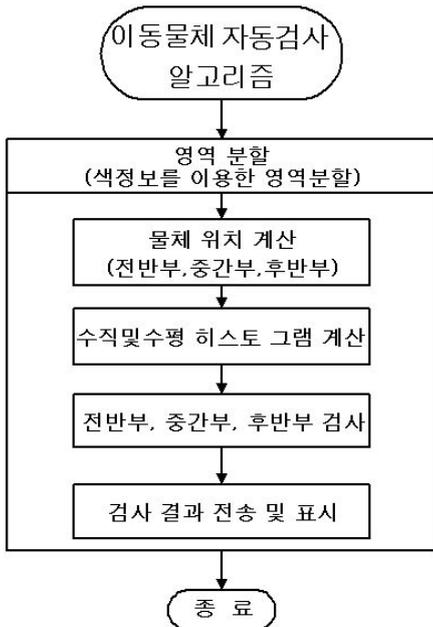
IV. 실험 및 고찰

본 실험은 비전시스템을 이용한 이동물체 자동검사 알고리즘의 성능 평가하기 펜티엄 4 2GHz이고 1G 메모리가 장착된 PC에서 로지텍 Quick Cam과 C언어를 이용하여 프로그램을 작성하여 수행하였다. <그림 8>은 구

축된 검사 시스템을 그리고 <그림 9>은 처리 순서도이다.

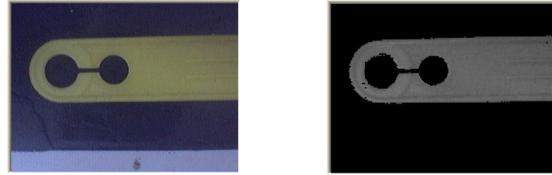


<그림 8> 자동 검사 시스템



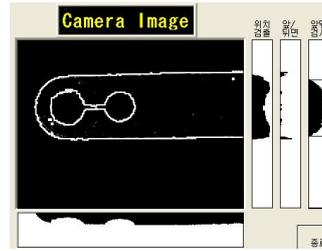
<그림 9> 이동물체 검사 알고리즘

먼저 컨베어 벨트에서 이동하는 물체의 영상을 취득한 후 첫 번째로 물체 영역을 분할하기 위하여 RGB 모델에서 CMYK 모델로 변환하여 검사를 진행 하였다. <그림 10>는 전반부에 대한 검사 과정에 대한 화면이다.



(a) 전반부 입력영상

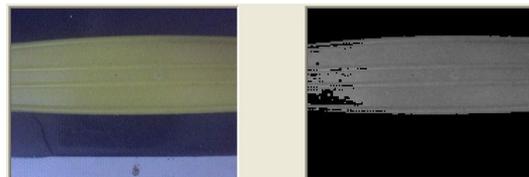
(b) 분할 영상



(c) 검사 화면

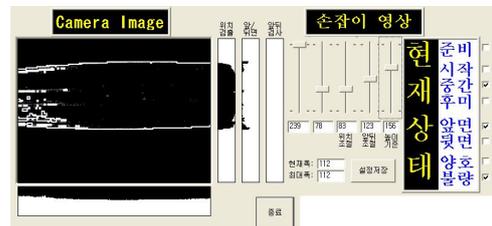
<그림 10> 전반부에 대한 검사 화면

<그림 11>은 중간부의 검사 화면이다. 분할된 물체 영상에 대하여 에지를 구한 후 수평 히스토그램을 구한다. 수평 히스토그램에서 피크의 수를 계산하여 앞/뒤를 판정하도록 하였다.



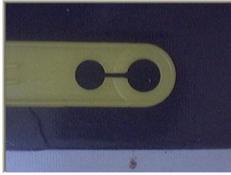
(a) 중간부 입력영상

(b) 분할 영상

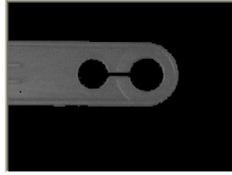


(c) 검사 화면

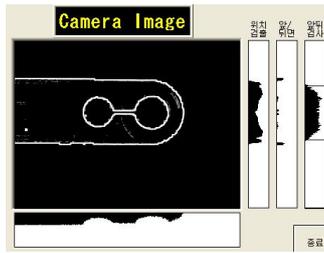
<그림 11> 중간부에 대한 검사 화면



(a) 후반부입력영상



(b) 분할 영상



(c) 검사 화면

<그림 12> 후반부에 대한 검사 화면

검사에 필요한 값은 <그림 13>와 같이 조절부에서 값을 조절하도록 하였고 검사 진행 상태를 화면으로 출력하고 또한 RS-232를 통하여 PLC와 통신하여 기계장치를 제어하도록 하였다.



<그림 13> 검사 시스템의 조절부와 표시부

검사 시스템에 대한 속도를 평가는 콘베어의 이동속도를 변화시키며 검사하여 판정여부를 평가하였다. 판정에 대한 평가는 전문가의 주관적 판정과 본 검사 시스템에 의한 판정을 비교하였다.

<표 1>은 이동속도 변화에 따른 판정률을 보였다.

<표 1> 이동 속도 변화에 따른 판정률

이동속도 [개/min]	5	10	15	20
판정률 [%]	99.5	99.0	99.5	85.0

본 시스템에서는 17개/min 속도까지 99%이상의 판정률을 보였으나 속도를 높일 경우 판정률이 급속히 낮아져 오류가 높아짐을 확인할 수 있었다. 이때 모든 검사 영역에서 1mm 이내의 오차에서 검사가 가능하였다. 이동물체의 속도가 빨라짐에 따라 카메라의 영상 취득속도인 초당 프레임 수에 의하여 결정되는 것으로 분석되었다, 더 빠른 이동물체 검사가 요구될 경우 고속 취득 카메라를 이용하면 가능하리라 사료된다.

V. 결론

본 논문에서는 이동물체 자동 검사 모델을 제안하고, 제안된 알고리즘을 가지고 이동물체 자동 검사 시스템을 구현하였다.

제안한 알고리즘의 검증은 용기를 고정하는 노란색 PVC 손잡이 대상으로 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

입력 영상은 RGB 모델을 CMYK 모델로 변환한 후 Y 정보를 이용하여 물체 영역을 분할하였다. 이동물체에 대한 검사는 전반부, 중간부, 그리고 후반부로 나누어 수행하였으며 17개/min의 속도로 이동할 경우 검사영역에 대한 오차가 1mm 이하로 확인되었으며, 99% 이상의 판정률을 보여 검사 가능함을 확인하였다.

향후 연구과제로는 자동 모델 생성에 대한 연구와 고속 카메라를 이용한 다양한 이동물체 검사에 적합하도록 알고리즘을 발전시키는 것에 관한 연구라 하겠다.

참고문헌

- [1] 이주신, 김윤희, “퍼지 추론에 의한 2-D이동물체의 동일성판별”, 한국통신학회논문지, Vol. 17, No. 4, 1992. pp. 346-360.
- [2] 이주신, 이명길, “DCT와 신경 회로망을 이용한 패턴인식에 관한 연구”, 한국통신학회논문지, Vol. 22, No. 3, 1997. pp. 481-492.
- [3] 전춘, 김태석, 이명길, 이주신, “동적 배경에서 Hausdorff 거리를 이용한 이동물체의 추적”, 한국통신학회 하계종합학술대회 논문집 Vol. 19, No. 11999, pp. 537-540.
- [4] 한창호, 조상희, 오춘석, 유영기, “도광판의 자동결합 검출을 위한 템플릿 검사와 블록매칭 방법”, 정보처리학회 논문지B 제13B 제14호, 2006, pp. 377-382.
- [5] 박영민, 장주석, “동영상에서 물체의 추출과 배경영역의 상대적 깊이추정”, 정보처리학회 논문지B 제 12-B권, 제 3호, 2005, pp. 247-256.
- [6] 조재형, “부품 형상 인식 및 자동검사설비에 관한 연구”, 한국 부품공학 연구원 논문집, Vol. 11, No 1, 2006, pp. 147-158.
- [7] 석정철, 김진구, 백낙훈, “색상과 에지에 대한 통계처리를 이용한 번호판 영역분할 알고리즘”, 정보처리학회 논문지B 제13B 제4호, 2006, pp. 353-360.
- [8] 이호근, 정성태, “실시간 얼굴검출 시스템 설계 및 구현”, 한국 멀티미디어학회 논문지, Vol. 8, No. 8, 2005, pp. 1057-1068.
- [9] 서정구, 이정구, 윤태원, 황병원, “영상의 실시간 처리에 의한 차량속도의 계측알고리즘”, 한국항공학회 논문지, 제 9권 제 1호, 2005, pp. 10-18.
- [10] 박찬혁, 조재영, “컴퓨터비전시스템을 이용한 이진 패턴형상의 자동 검사장치 개발”, 한국 부품공학 연구원 논문집, Vol. 8, No 2, Jun 2003, pp. 41-52.
- [11] 양길모, 최규홍, 조남홍, 박종률, “영상처리를 이용한 고구마 자동 선별시스템 개발”, 바이오시스템공학회 논문집, Vol. 30, No. 3, 2005, pp. 172-178.

■ 저자소개 ■



조 영 석
Cho, Young Seok

2002년 9월 청주대학교 공학박사
1998년 3월 ~ 현재
극동정보대학 컴퓨터 정보과
부교수
2002-현재컴퓨터 정보학회 종신회원, 충북
지부장
2009-현재디지털산업정보학회 정회원
관심분야 : 영상처리, 영상 검사, 유비쿼터스
E-mail : yscho@kdc.ac.kr

논문접수일 : 2009년 2월 13일
수 정 일 : 2009년 2월 25일
게재확정일 : 2009년 3월 3일