

Vision 검사의 정확도 향상을 위한 영역 분할 히스토그램 지정 기법

Area Separation Histogram Specification Method for Accuracy Improvement of Vision Inspection

박 세 혁*, 허 경 무**
Se-Hyuk Park*, Kyung-Moo Huh**

Abstract – The goal of this paper is improvement of vision inspection accuracy by using histogram specification operation. The histogram is composed of horizontal axis of image intensity value and vertical axis of pixel number in image. In appearance vision inspection, the histogram of reference image and input image are different because of minutely lighting distinction. The minutely lighting distinction is main reason of vision inspection error in many cases.

Therefore we made an effort for elevation of vision inspection accuracy by making the identical histogram of reference image and input image. As a result of this area separation histogram specification algorithm, we could increase the exactness of vision inspection and prevent system error from physical and spirit condition of human. Also this system has been developed only using PC, CCD Camera and Visual C++ for universal workplace.

Key Words : Histogram Specification, Vision, Lighting, Accuracy

1장 서 론

현재 각종 전자 제품 및 부품의 외관 검사는 생산 공정에서 사람의 시각에 의해 이루어지고 있다. 그러나 이러한 사람에 의한 검사는 검사자의 육체적, 정신적 상태에 따라서 일정하지 않은 결과를 초래하게 되며, 검사 속도 또한 그 검사자의 검사 숙련도에 따라 정해지므로 일정한 검사 속도를 유지할 수도 없다. 즉, 정규화 되지 않은 검사로 인하여 제품의 신뢰성 및 정확성을 떨어뜨리고 있는 것이다.

따라서 사람에 의한 검사 대신 자동화된 머신 비전 시스템에 의해 각종 전자 부품의 외관 검사를 시행한다면 이러한 단점을 보완할 수 있고, 일정한 검사 성능을 유지할 수 있다.

하지만 현재 자동화된 머신 비전 장비들은 작업장의 환경, 특히 조명에 아주 큰 영향을 받고 있다. 즉 사람의 눈으로는 구별할 수 없는 미세한 조명의 변화에 따라 일정치 않은 검사 결과를 보이고 있다.

이에 본 논문에서는 검사 환경에 영향을 받지 않고, 일정한 검사 결과를 얻을 수 있는 비전 검사 시스템을 만들기 위해 영역 분할 히스토그램 지정 기법(Area Separation Histogram Specification Method)을 제안하였다.

또한 본 논문에서 제안한 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 실제 비전 검사 환경에서 검증해 보기 위해서, 리모컨 외관 검사를 실시하였다. 현재 리모컨은 대다수의 가전제품에

많이 쓰이고 있으며, 대단히 복잡한 구성을 갖고 있다. 리모컨의 외관은 많은 버튼과 글자들로 이루어져 있고, 이러한 많은 버튼과 글자의 이상 유무를 사람의 시각에 의존해서 한다면 일정하지 않은 결과를 보이게 된다. 그리고 머신 비전 시스템에 의해 검사를 한다면 사람의 시각에 의한 검사 보다는 안정적인 검사 결과를 보이지만 검사 환경의 미세한 조명 변화에 민감하게 반응하게 된다.

그래서 리모컨 외관 검사 시스템에 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 적용하기 전과 후를 비교함으로써, 조명변화에 얼마나 대응할 수 있는지 검증하였다.

2장 히스토그램 지정

2.1 절 히스토그램 지정 개요

히스토그램이란 영상의 밝기(Intensity)값을 수평축으로 하고, 그 값에 대응되는 퍼센트수가 영상 내에서 몇 개나 되는지 나타내는 빈도수(Frequency)를 수직축으로 만든 그래프로서, 일반적인 흑백영상의 경우 수평축은 “0”부터 “255”的 범위를 가지며 수직축은 영상의 크기와 밝기의 분포에 따라 달리 나타나게 된다. 히스토그램은 영상분석을 위한 중요한 도구로써, 입력되는 영상의 히스토그램을 분석함으로써 영상의 밝기 구성, 명암의 대비 등에 대한 정보를 알 수 있으며 이러한 분석 정보를 이용하여 영상개선 및 화질 향상을 위한 출발점으로 사용할 수 있다.

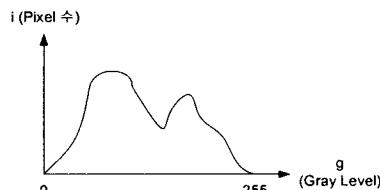
또한 처리된 영상이 우리가 바라는 히스토그램의 형태를 명시할 수 있는 것은 때때로 매우 유용하다. 즉 머신 비전 시스템에서 미세한 조명 변화에 의한 영상 변화는 히스토그

저자 소개

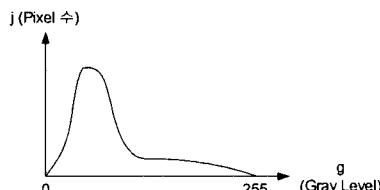
* 박세혁 : 檀國大 진자컴퓨터공학과 博士課程
** 허경무 : 檀國大 공학대학 전자공학과 教授

램의 변화로 수치화 할 수 있고, 이렇게 변화된 히스토그램을 우리가 원하는 형태로 지정한다면 미세한 조명의 변화에 민감하지 않은 검사 시스템을 구성할 수 있는 것이다.

2.2 영역 분할 히스토그램 지정



(a) Reference Image Histogram



$j = I(g)$

(b) Input Image Histogram

그림 2.1 Reference Image와 Input Image Histogram

많은 비전 검사 시스템은 Reference Image를 저장해 놓은 상태에서 검사대상 Input Image를 카메라를 통해 입력받고, Reference Image와 Input Image 사이의 차이를 비교하는 방식으로 이상 유무를 판별한다. 본 논문에서 사용한 리모컨 검사도 이와 같은 형태로 시스템이 이루어져 있다. 이 때, Reference Image는 시스템 구성 초기단계에서 저장하게 되며 Input Image는 검사 대상 물체를 교체하면서 계속 입력받게 된다. 따라서 Input Image의 히스토그램은 검사장의 환경, 미세한 조명의 차이에 따라 계속 변하게 된다.

따라서 실제 검사 대상에는 이상이 없지만 이렇게 Input Image의 히스토그램이 변화함에 따라, 비전 검사 시스템은 Reference Image와 Input Image가 일치 하지 않다고 판별하게 된다. 즉 Input Image에 오류가 있다고 판단하게 된다.

하지만 미세한 조명의 차이에 의해 변화된 Input Image의 히스토그램을 Reference Image의 히스토그램과 똑같이 매칭(Matching)시켜 준다면 비전 검사 시스템은 일정한 검사 결과를 출력할 수 있고, 그 만큼 시스템의 안정도가 높아진다고 할 수 있을 것이다.

$$\begin{aligned} I(g_1) - R(g_m) &\cong 0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, 255) \\ I(g_2) - R(g_m) &\cong 0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, 255) \\ &\vdots \\ I(g_{255}) - R(g_m) &\cong 0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, 255) \end{aligned} \quad (2.1)$$

예를 들면 Input Image 히스토그램의 $I(g_1)$ 에 대해서 식

(2.1)을 만족하는 $R(g_m)$ 을 찾고, $R(g_m)$ 에 해당되는 i_m 을 $I(g_1)$ 의 픽셀수인 j_1 대신 넣어준다. 이런 과정을 $I(g_{255})$ 까지 반복하면 히스토그램 지정 연산이 완료된다. 하지만 히스토그램은 각 픽셀들의 영상 내부 위치정보를 갖고 있지 않다. 즉 “40” Gray값을 가지는 픽셀이 영상의 (24, 50), (54, 120)에 위치해 있을 때, 히스토그램에서는 위치를 구별하지 않고 단지 “40” Gray값을 가지는 픽셀이 두 개 있는 것으로 판별한다. 따라서 이미지 사이즈가 커지면 히스토그램 지정 연산의 정확도가 상당히 떨어지는 문제점이 있고 실험 결과, 크기가 400×600 픽셀 이상인 이미지에서는 히스토그램 지정 연산의 정확도가 상당히 떨어지는 것을 알 수 있었다.

이에 본 논문에서는 400×600 픽셀을 히스토그램 지정 가능 영역으로 정의하고, Reference Image와 Input Image가 400×600 보다 클 경우, 이미지를 400×600 으로 나눠서 히스토그램 지정 연산을 수행하는 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 제안하였다.

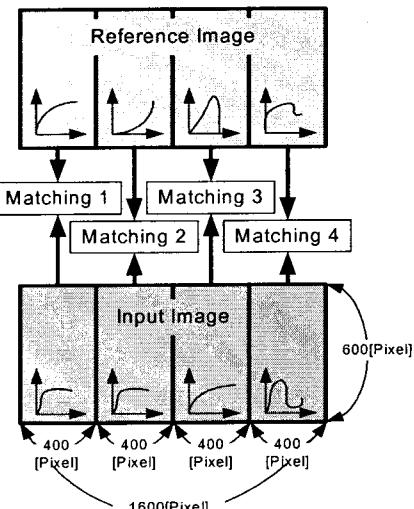


그림 2.2 영역 분할 히스토그램 지정

3장 리모컨 검사 시스템

본 리모컨 검사 시스템에서 검사할 구체적 내용은 리모컨 버튼의 유무, 모양, 색깔의 이상 유무이다. 이러한 검사 내용은 컬러불량 검출과 외관불량 검출로 나눌 수 있고, 컬러불량 검출은 리모컨에 있는 컬러로 도색된 버튼을 R, G, B값을 이용해서 불량을 검출하는 것이다. 컬러불량을 검출하는데 있어서 정량화된 R, G, B값을 사용함으로써 판별기준을 객관화하는데 노력하였다. 또한 외관불량 검사에서는 Reference Image의 리모컨 외관을 버튼과 문자로 각각 모델링하고 버퍼에 저장한다. 그리고 검사대상인 Input Image와 버퍼에 저장된 모델들을 비교하여 차이를 분석하는 방법으로 외관불량을 검사하였다.

아래 그림 3.1은 리모컨 불량 검사 시스템의 흐름도를 나타내고 있다.

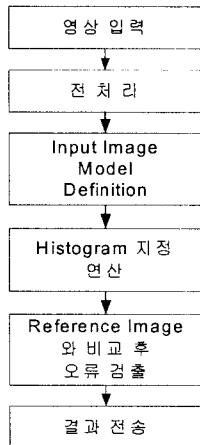


그림 3.1 리모컨 검사 시스템 흐름도

4장 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 머신 비전 시스템의 검사 정확도에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 조명이라는 점에 착안하여, 조명의 변화에도 안정적인 검사 결과를 출력할 수 있도록 하기 위해서 히스토그램 지정 기법을 사용하였다. 히스토그램은 Gray Level의 분포정도를 나타내는 그래프로 각 픽셀의 이미지 내 위치 정보는 가지고 있지 않다. 따라서 이미지의 크기가 커지면 히스토그램 지정의 정확도가 상당히 떨어지는 단점이 있다. 이에 본 논문에서는 Reference Image와 Input Image를 1/4씩 나눠서 히스토그램 지정을 실행하는 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 제안하였다.

표 4.1 영역 분할 히스토그램의 검사 정확도

밝기 (LUX)	검사 정확도 (%)		
	히스토그램 지정 Off	히스토그램 지정	영역 분할 히스토그램 지정
1000	91	94	95
1250	93	94	95
1500	94	94	94
1750	96	96	97
2000	98	97	99
2250	96	97	99
2500	93	97	100
2750	89	97	99
3000	86	97	99
3250	84	92	93
3500	83	87	87
3750	81	86	87
4000	Fail	85	85

조명을 1000[lux]에서 4000[lux]까지 변화시키면서 검사 정확도를 측정한 결과, 표 4.1에서 알 수 있듯이 히스토그램 지정 인산을 수행하지 않았을 경우 평균 검사 정확도는 83[%], 히스토그램 지정 인산을 수행했을 경우는 93[%], 본 논문에서 제안한 영역 분할 히스토그램 지정 인산을 수행했을 경우는 95[%]의 검사 정확도를 보였다.

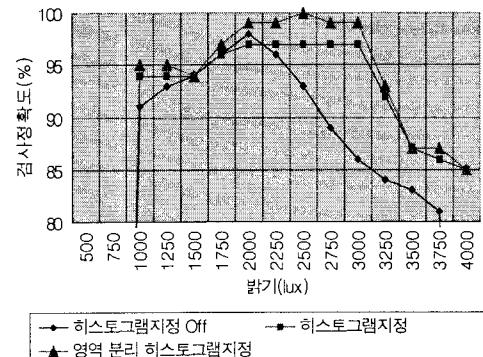


그림 4.1 리모컨 검사 정확도

본 논문에서 제안한 영역 분할 히스토그램 지정을 사용함으로써 비전 검사의 정확도를 향상시킬 수 있었다. 본 알고리즘을 통해서 각종 전자 제품 및 부품의 비전 검사 시, 제품의 검사품질 및 신뢰성 향상 효과를 기대할 수 있을 것이다.

이 연구는 단국대 지역혁신센터(RIC)의 산학공동연구로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] "Matrox Inspector User Guide", Version 4, Matrox Electronic System Ltd, 2002.
- [2] Randy Crane, "A Simplified Approach To Image Processing", Prentice Hall, Page 85-184, 1996.
- [3] Maria Retrou and Panagiota Bosdogianni, "Image Processing", John Wiley & Sons Inc, Page 265-282, 1999.
- [4] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Prentice Hall, Page 94-102, 2002.
- [5] Scott E Umbaugh, Ph.D, "Computer Vision and Image Processing", Prentice Hall PTR, Page 199-218, 1998.
- [6] Milan Sonka, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", PWS Publishing, Page 68-108, 1999.
- [7] Bernd Jahne, "Digital Image Processing", Springer, Page 79-116, 2002.
- [8] C H Chen & P S P Wang, "Pattern Recognition and Computer Vision", World Scientific, Page 445-480, 2005.
- [9] Tamal Bose, "Digital Signal and Image Processing", WILEY, Page 552-599, 2004.
- [10] Wesley E. Snyder and Hairong Qi, "Machine Vision", Cambridge, Page 298-325, 2004.
- [11] Bernd Jahne & Horst HauBecker, "COMPUTER VISION AND APPLICATIONS", Academic Press, Page 517-540, 2000.