

논문 2007-44SC-5-2

# 멱함수 변환과 히스토그램 지정을 사용하여 정확도를 향상시킨 Vision 검사 방법 개발

( Vision Inspection Method Development which Improves Accuracy By  
using Power-Law Transformation and Histogram Specification )

허 경 무\*, 박 세 혁\*\*, 강 수 민\*\*

( Kyung-Moo Huh, Se-Hyuk Park, and Su-Min Kang )

## 요 약

각종 전자 제품 및 부품의 외관 검사는 사람의 시각에 의해 이루어졌다. 그러나 사람의 시각에 의한 외관 검사 결과는 검사자의 육체적, 정신적 상태에 따라 변하기 때문에, 일정한 검사 결과를 얻을 수 없다. 따라서 사람에 의한 검사 대신 머신 비전 검사 시스템이 많은 외관 검사 분야에 사용되고 있다. 그러나 머신 비전 시스템의 외관 검사 결과는 작업장의 조명에 의해 변하게 된다. 이에 본 논문에서 우리는 비전 검사 정확도의 개선을 위해 멱함수 변환과 히스토그램 지정 기법을 사용했다. 그리고 멱함수 변환과 히스토그램 지정 알고리즘을 통해서 비전 검사의 정확도를 향상시키고, 검사자의 육체적, 정신적 상태에 따른 검사 오류를 막을 수 있었다. 또한 이 시스템은 일반적인 검사 환경을 위해서 PC, CCD 카메라와 비주얼 C++ 만을 사용해서 개발됐다.

## Abstract

The appearance inspection of various electronic products and parts has been executed by the eyesight of human. But inspection by eyesight can't bring about uniform inspection result. Because the appearance inspection result by eyesight of human is changed by condition of physical and spirit of the checker. So machine vision inspection system is currently used to many appearance inspection fields instead of the checker. However the inspection result of machine vision is changed by the illumination of workplace. Therefore we have used a power-law transformation and histogram specification in this paper for improvement of vision inspection accuracy. As a result of these power-law transformation and 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.

**Keywords :** Power-law transformation, Histogram specification, Illumination, Accuracy

## I. 서 론

생산 현장에서 각종 전자 부품과 제품의 외관 검사는 사람의 시각에 의해 이루어지고 있다.

이러한 외관 검사는 LCD Panel, Flexible PCB, 전자 제품에 사용되는 리모컨 등 거의 모든 전자 제품 및 부품에 적용되고 있다. 또한 크기가 미세하고 복잡한 구성을 가지고 있는 전자 제품 일수록 외관 검사의 중요성은 크다고 할 수 있을 것이다. 크기가 미세하고 복잡한 구성을 가지고 있을수록, 제조 공정에서 불량품이 만들어질 가능성이 높기 때문이다.

이렇게 미세하고 복잡한 구성을 가지고 있는 전자 제품의 외관을 사람의 시각에 의해 검사한다면, 검사자의 육체적, 정신적 상태에 따라 일정하지 않은 결과를 초래하게 된다. 즉 불량 판정 오류의 가능성이 큰 것이다.

\* 정회원, 단국대학교 공학대학 전자공학과  
(Dept. of Electronic Eng Dankook University)

\*\* 학생회원, 단국대학교 전자컴퓨터공학과  
(Dept. of Electronic Computer Eng Dankook University)

※ 이 연구는 2006학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

접수일자: 2007년5월18일, 수정완료일: 2007년8월31일

또한 불량 판정 오류 뿐만 아니라 검사 시간이 일정하지 않으므로 대량 생산되는 전자 제품의 생산성에도 나쁜 영향을 미치게 된다.

따라서 현재 사람에 의한 외관 검사 대신 머신 비전에 의한 검사 방법이 광범위하게 적용되고 있으며, 사람의 시각에 의해 검사가 수행됐을 때 발생할 수 있는 많은 문제점들이 머신 비전 환경에서는 발생하지 않고 있다. 결과적으로 전자 제품의 신뢰성 및 생산성이 향상되고 있는 것이다.

하지만 자동화된 머신 비전에 의한 검사는 작업장의 환경, 특히 조명에 아주 큰 영향을 받고 있다. 미세한 조명의 변화는 머신 비전 시스템에 입력되는 이미지의 픽셀값 변화로 나타나고, 이런 이미지를 분석하는 비전 시스템은 불량 판정의 오류를 일으킬 수밖에 없는 것이다. 이에 본 논문에서는 검사 환경에 영향을 받지 않고, 일정한 검사 결과를 얻을 수 있는 비전 검사 시스템을 만들기 위해, 멱함수 변환(Power-Law Transformation)과 히스토그램 지정 기법(Histogram Specification Method)을 제안하였다. 멱함수는 입력이미지의 픽셀값에 따른 출력이미지의 픽셀값을 지수함수의 형태로 변환시키는 것으로, 조명에 의해 발생한 입력이미지 변화에 대해 일정대역을 강조 혹은 감소시킴으로써, 조명 변화에 대응할 수 있도록 했다. 그리고 히스토그램 지정 기법은 입력 이미지의 히스토그램을 원하는 형태로 변환시키는 방법으로, 조명 변화에 의해 왜곡된 히스토그램을 우리가 원하는 형태로 지정함으로써, 조명 변화에 민감하지 않은 시스템을 구성할 수 있는 것이다<sup>[1]</sup>.

또한 본 논문에서 제안한 멱함수 변환과 히스토그램 지정에 의한 조명 영향의 감소를 실제 비전 검사 환경에서 검증해 보고자, 리모컨 외관 검사를 실시하였다.

## II. 기존 검사 방법

기존 검사 방법에서는 Reference Image의 리모컨 외관을 버튼과 문자로 각각 모델링하고, 에지를 추출한 후 버퍼에 저장한다. 그리고 검사대상인 Input Image와 버퍼에 저장된 에지 모델들을 비교하여 차이를 분석하



그림 1. 버퍼에 저장된 모델 예  
Fig. 1. Model example which is stored in the buffer.

는 방법으로 외관불량을 검사하였다<sup>[2]-[5]</sup>.

이러한 기존의 에지 기반 검사 방법은 조명 변화 등에 의해서 검사 대상 이미지의 에지가 약해진다면, 정확한 오류 검출을 할 수 없는 단점이 있었다. 본 논문에서는 이런 기존 검사 방법의 단점을 보완하고자, 멱함수 변환과 영역 분할 히스토그램 지정 알고리즘을 제안하였다.

## III. 제안하는 검사 방법

### 1. 멱함수 변환

#### 가. 멱함수 변환의 개요

멱함수란 지수함수 형태로써, 이 함수의 의미는 입력 불량 증가의 초기에는 출력 변량이 둔감하나, 갈수록 급격하게 증가하는 형태이다. 또한 멱함수 변환은 다음 식과 같은 형태를 가진다.

$$y = cx^\gamma \tag{1}$$

여기서  $c$ 와  $\gamma$ 은 양의 상수들이고,  $y$ 는 출력,  $x$ 는 입력을 나타낸다. 이러한 형태의 함수는  $\gamma$ 의 값에 따라서 밝은 입력 값의 좁은 범위를 넓혀서 출력시킬 수 있고, 그 반대의 경우도 가능하다. 즉 검사 환경의 조명 변화에 의해 변형된 입력 이미지 픽셀값을 좁은 범위, 혹은 넓은 범위의 출력 값으로 매핑 할 수 있는 것이다<sup>[6]</sup>.

그림 2에서 보는 바와 같이  $\gamma$  값을 변화시킴으로써, 변환 곡선을 간단히 얻을 수 있다.  $\gamma=1$  인 경우, 입력과 출력은 완전히 같은 값이 된다. 또한  $\gamma > 1$  인 경우는 입력 값이 작을 때는 넓은 범위를 좁혀주고, 입력 값이 클 때는 좁은 범위를 넓혀 주는 동작을 수행한다. 만

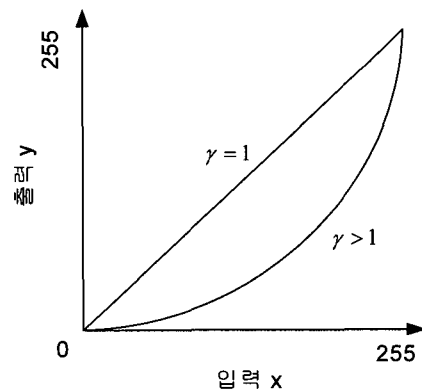


그림 2. 멱함수 변환 그래프  
Fig. 2. Power-low transformation graph.

약 검사장의 조명이 밝게 변한 경우, 위 함수를 적용한다면 밝은 픽셀값의 출력범위를 넓혀 줌으로써 물체 인식의 가능성을 높일 수 있는 것이다.

나. 제안하는 멱함수 변환

이미지를 비전 검사 시스템 상에 정확하게 표시하는 것은 상당히 중요하고, 이미지 프로세싱의 핵심 과정이다. 적절하게 교정되지 못한 영상은 너무 밝거나 혹은 너무 어둡게 표시된다. 이 때 식 (1)의  $\gamma$  에 변화를 줌으로써 영상을 교정할 수 있는 것이다. 하지만 영상을 부분적으로 어둡게 하거나 밝게 강조하는 과정은 단일  $\gamma$  값에 의해서는 불가능하다.

즉 입력 이미지의 픽셀값에 따라 다른  $\gamma$  값을 적용함으로써, 해당 머신 비전 시스템에 적합한 이미지를 만들어 낼 수 있는 것이다. 비전 검사 대상이 밝은 조도에서 촬영했다면, 일정 레벨 이상의 입력 픽셀에 대해서 큰  $\gamma$  값을 적용해서 대비를 향상시키고, 일정 레벨 이하의 입력 픽셀에 대해서는 작은  $\gamma$  값을 적용함으로써, 하나의  $\gamma$  값이 적용됐을 경우의 부작용을 해결할 수 있다<sup>[7]</sup>.

$$y = \begin{cases} cx^{\gamma_1} & \text{if } 255 \geq x \geq I \\ cx^{\gamma_2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식 (2) 에서  $I$  는 상수이고,  $\gamma_1$  과  $\gamma_2$  의 적용기준이 된다. 이때 해당 머신 비전 시스템의 응용 분야에 따라서  $\gamma_1 > \gamma_2$  가 될 수도 있고,  $\gamma_1 < \gamma_2$  가 될 수도 있을 것이다.

식 (2)를 머신 비전 시스템에 적절하게 사용하면, 입력 변량 증가의 초기에는 출력 변량이 둔감하나, 갈수록 출력 변량이 급격하게 증가하는 멱함수 고유의 성질은 유지하면서 각종 머신 비전 시스템의 특성에 맞는 이미지를 생성할 수 있다.

그림 3은 정상적인 조명환경에서 촬영된 리모컨 이미지를 보여준다. 이 이미지는 비전 검사 시스템의 구성 초기 단계에 저장되고, 검사 대상 리모컨의 이미지

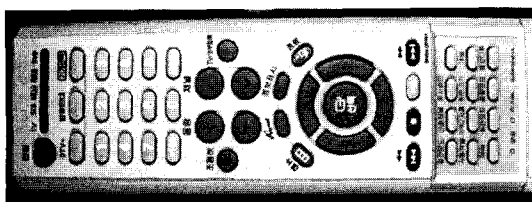


그림 3. 정상 리모컨 이미지  
Fig. 3. Normal remote control image.

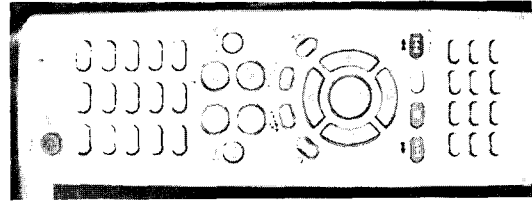


그림 4. 5200[LUX] 조명에서 촬영된 리모컨 이미지  
Fig. 4. Remote control image captured from 5200[LUX].

는 계속 입력받게 된다. 그리고 컴퓨터에 저장된 이미지와 입력되는 검사 대상 이미지를 비교, 분석하는 방식으로 오류판별을 하게 되는 것이다.

이때 만약 작업 환경의 조명 변화에 의해서 그림 4와 같은 리모컨 이미지가 검사 시스템에 입력된다면, 실제 리모컨에는 오류가 없지만 머신 비전 시스템에서는 오류 판정을 하게 될 것이다.

그림 4의 이미지가 비전 검사 시스템에 입력된 후, 적절히 조정된  $\gamma_1$  과  $\gamma_2$  을 가지는 멱함수 변환 과정을 거친다면 주변 조명 환경 변화에 의한 이미지의 전체적인 밝기 변화를 수정할 수 있고, 결과적으로 판별 오류의 가능성이 그만큼 줄어들 것이다.

다음 그림 5는 본 논문에서 사용한 멱함수 변환 그래프로서, 식 (2)에  $c = 1, \gamma_1 = 3, \gamma_2 = 2, I = 200$ 을 적용한 그래프이다.

이런 멱함수 변환을 거치면 조명 변화에 의한 입력 이미지의 왜곡을 보정할 수 있다. 하지만 시스템 구성 초기 단계에 저장된, 예러 판정의 기준이 되는 Reference Image와는 여전히 미세한 차이를 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 멱함수 변환을 적용한 후, Reference Image와 검사 대상인 Input Image의 히스토

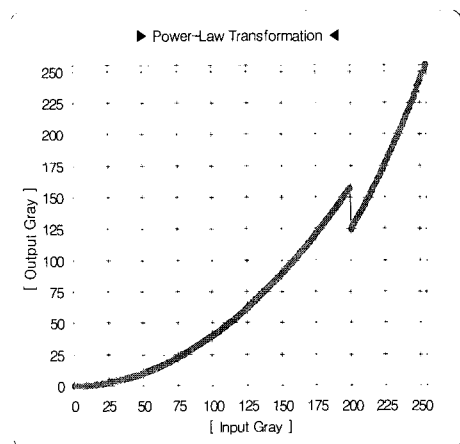


그림 5. 제안된 멱함수 변환  
Fig. 5. Proposed power-law transformation.

그램을 동일하게 만들어 주는 영역 분할 히스토그램 지정 연산을 수행하였다.

## 2. 히스토그램 지정

### 가. 히스토그램 지정 개요

히스토그램이란 영상의 밝기(Intensity)값을 수평축으로 하고, 그 값에 대응되는 픽셀수가 영상 내에서 몇 개나 되는지 나타내는 빈도수(Frequency)를 수직축으로 만든 그래프로서, 일반적인 흑백영상의 경우 수평축은 "0"부터 "255"의 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 히스토그램의 변화로 수치화 할 수 있고, 이렇게 변화된 히스토그램을 우리가 원하는 형태로 지정한다면 미세한 조명의 변화에 민감하지 않은 검사 시스템을 구성할 수 있는 것이다.

### 나. 제안하는 영역 분할 히스토그램 지정

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 일치하지 않다고 판별하게 된다. 즉 Input Image에 오류가 있다고 판단하게 된다.

하지만 미세한 조명의 차이에 의해 변화된 Input Image의 히스토그램을 Reference Image의 히스토그램

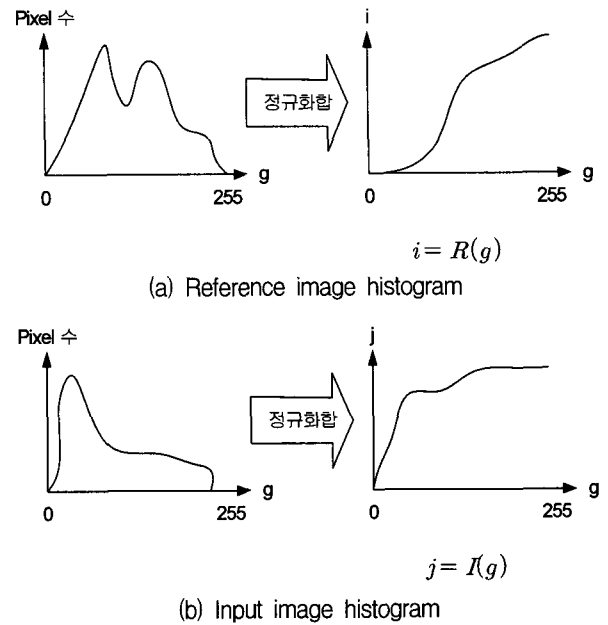


그림 6. Reference image와 Input image histogram  
Fig. 6. Reference image and Input image histogram.

과 똑같이 매칭(Matching)시켜 준다면 비전 검사 시스템은 일정한 검사 결과를 출력할 수 있고, 그 만큼 시스템의 안정도가 높아진다고 할 수 있을 것이다<sup>[8][9]</sup>.

$$\begin{aligned}
 I(g_1) - R(g_m) &\cong 0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, 255) \\
 I(g_2) - R(g_m) &\cong 0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, 255) \\
 &\vdots \\
 I(g_{255}) - R(g_m) &\cong 0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, 255)
 \end{aligned} \tag{3}$$

히스토그램 지정 연산을 위해서는 우선 Reference Image와 Input Image 각각의 히스토그램에 대해서 정규화함 연산을 수행한다. 정규화함 연산을 수행하면 히스토그램의 모양이 단순 증가함수 모양으로 바뀌게 된다<sup>[10]</sup>.

그리고 Input Image 히스토그램의  $I(g_1)$ 에 대해서 식 (3)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 위치 정보를 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 800×600픽셀 이상인 이미지에서는 히스토

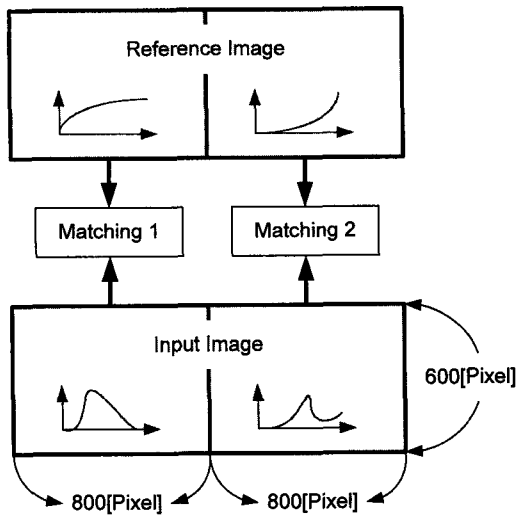


그림 7. 영역 분할 히스토그램 지정  
Fig. 7. Area separation histogram specification.

그램 지정 연산의 정확도가 상당히 떨어지는 것을 알 수 있었다.

이에 본 논문에서는 800×600픽셀을 히스토그램 지정 가능 영역으로 정의하고, Reference Image와 Input Image가 800×600보다 클 경우, 이미지를 800×600으로 나눠서 히스토그램 지정 연산을 수행하는 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 제안하였다.

즉 본 논문에서는 검사 대상의 이미지를 입력받은 후, 비전 검사 정확도를 높이기 위해 우선 멱함수 변환을 적용하였다. 그리고 좀 더 정확한 비전 검사를 위해서 영역 분할 히스토그램 매칭 연산을 수행했다. 또한 마지막으로 이런 알고리즘을 검증해 보고자 리모컨 외관 검사를 수행했다.

#### IV. 리모컨 외관 검사 시스템

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, 에지를 추출한 후 버퍼에 저장한다. 그리고 검사대상인 Input Image와 버퍼에 저장된 에지 모델들을 비교하여 차이를 분석하는 방법으로 외관불량을 검사하였다<sup>[11]</sup>.

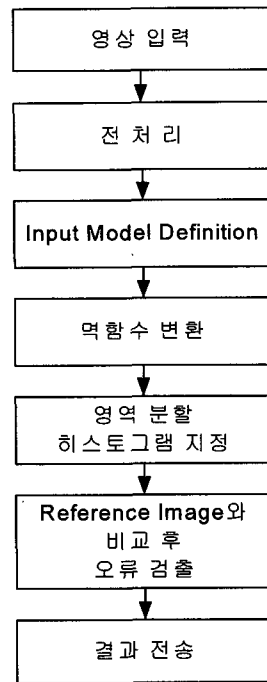


그림 8. 리모컨 외관 검사시스템 흐름도  
Fig. 8. Remote control inspection system flow chart.

#### V. 실험

본 논문에서는 머신 비전 검사 시스템에 최적화된 이미지를 만들기 위해서, 입력 이미지의 픽셀값에 따라서 각기 다른  $\gamma$  값을 적용해서 멱함수 변환을 적용했다. 이렇게 해서 입력 변량 증가의 초기에는 출력 변량이 둔감하나, 갈수록 출력 변량이 급격하게 증가하는 멱함수 고유의 성질을 유지하면서, 리모컨 비전 검사 시스템에 최적화된 이미지를 만들 수 있었다. 또한 멱함수

표 1. 리모컨 비전 검사 에러율  
Table 1. Remote control vision inspection error rate.

조도 [LUX]	검사 에러율[%]	
	기존 검사 방법	멱함수+히스토그램 지정 적용 검사 방법
2400	1	0
2800	0	0
3200	0	0
3600	0	0
4000	1	0
4400	1	0
4800	11	0
5200	13	1
5600	15	1
6000	15	3
6400	20	8

변환 후에는 Reference Image와 Input Image의 히스토그램을 동일하게 만들어 주는 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 수행함으로써, 조명의 영향을 최소화했다.

실제 비전 검사 환경에서 본 알고리즘이 검사 결과에 미치는 영향을 관찰하기 위해서 조명을 2400[LUX]에서 6400[LUX]까지 400[LUX] 단위로 증가시키면서 역함수 변환과 영역 분할 히스토그램 지정을 적용하지 않았을 경우, 역함수 변환과 영역 분할 히스토그램 지정을 적용했을 경우의 리모컨 외관 검사 에러율을 측정하였다.

즉 실제 리모컨에는 문제가 없지만 조명이 변화에 따라 리모컨에 있는 버튼, 숫자, 글자 등을 불량으로 판정하는 비율을 검사 에러율로 정의하고 실험하였다.

### VI. 결 론

2400[LUX]에서 6400[LUX]까지 400[LUX] 단위로 조명을 변화시켰을 때, 역함수 변환과 영역 분할 히스토그램 지정을 적용하지 않았을 경우의 평균 검사 에러율은 7[%], 역함수 변환과 영역 분할 히스토그램 지정 연산을 적용했을 경우의 평균 검사 에러율은 1.2[%]를 보였다.

그림 9는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하지 않았을 경우와 적용했을 경우의 검사 에러율 그래프이다. 4800[LUX]까지는 0[%]의 검사 에러율을 보였고, 그 이상의 조도에서도 상당히 낮은 검사 에러율을 나타내고 있다. 즉 주파수 영역이 아닌 공간 영역에서의 간단한 조작을 통해서 검사 에러율이 많이 낮아진다는 것을 알 수 있었다. 역함수 변환의 경우 응용 분야에 따라 다양한 변환 함수를 만들 수 있고, 대비 향상 등 많은 분야에 쉽게 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 히스

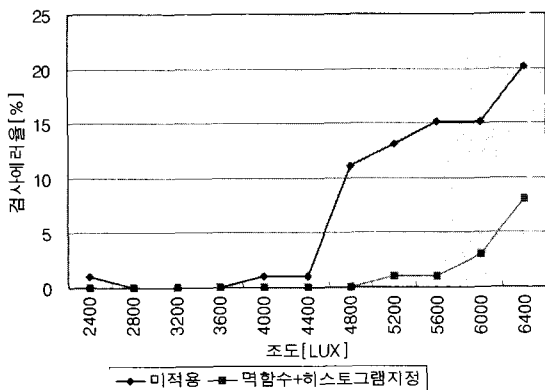


그림 9. 검사 에러율 그래프

Fig. 9. Inspection error rate graph.

토그램 지정 연산의 경우, 각 픽셀의 영상 내 위치정보를 가지고 있지 않는 히스토그램 고유의 특성을 극복하고자, 영역을 분할해서 히스토그램 지정 연산을 수행했고, 이에 따라 향상된 정확도를 볼 수 있었다. 그리고 차후 각 픽셀의 영상 내 위치정보를 포함하는 히스토그램 지정 알고리즘을 만든다면, 좀 더 정확한 연산을 할 수 있을 것으로 기대된다.

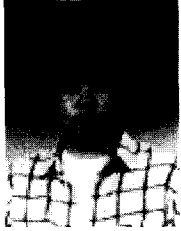
결과적으로 본 논문에서 제안한 역함수 변환 기법과 영역 분할 히스토그램 지정 기법을 사용함으로써 머신 비전 검사의 정확도를 많이 향상시킬 수 있었고, 이 알고리즘을 실제 생산 현장의 각종 전자 부품 및 제품의 비전 검사에 사용할 경우, 전자 제품 및 부품의 검사 품질 및 생산성 향상을 기대할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Randy Crane, "A Simplified Approach To Image Processing", Prentice Hall, Page 85-184, 1996.
- [2] Maria Retrou and Panagiota Bosdogianni, "Image Processing", John Wiley & Sons Inc, Page 265-282, 1999.
- [3] Milan Sonka, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", PWS Publishing, Page 68-108, 1999.
- [4] C H Chen & P S P Wang, "Pattern Recognition and Computer Vision", World Scientific, Page 445-480, 2005.
- [5] Wesley E. Snyder and Hairong Qi, "Machine Vision", Cambridge, Page 298-325, 2004.
- [6] Scott E Umbaugh, Ph.D, "Computer Vision and Image Processing", Prentice Hall PTR, Page199-218, 1998.
- [7] Tamal Bose, "Digital Signal and Image Processing", WILEY, Page 552-599, 2004.
- [8] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Prentice Hall, Page 94-102, 2002.
- [9] Bernd Jahne & Horst HauBecker, "COMPUTER VISION AND APPLICATIONS", Academic Press, Page517-540, 2000.
- [10] Bernd Jahne, "Digital Image Processing", Springer, Page 79-116, 2002.
- [11] "Matrox Inspector User Guide", Version 4, Matrox Electronic System Ltd, 2002.

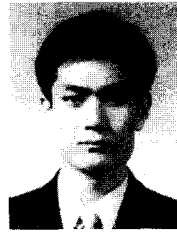
저 자 소 개

허 경 무(정회원)  
대한전자공학회 논문지  
제43권 SC편 제4호 참조



강 수 민(학생회원)  
2004년 단국대학교 전자공학과  
학사 졸업.  
2006년 단국대학교 전자공학과  
석사 졸업.  
2007년~현재 단국대학교  
전자컴퓨터공학과  
박사 과정 재학중

<주관심분야 : 로봇트 제어, 검사 자동화, Machine  
Vision, 시스템 제어>



박 세 혁(학생회원)  
1998년 단국대학교 전자공학과  
학사 졸업.  
2000년 단국대학교 전자공학과  
석사 졸업.  
2005년~현재 단국대학교  
전자컴퓨터공학과  
박사 과정 재학중

<주관심분야 : 3차원 디스플레이, 로봇트 제어,  
검사 자동화, Machine Vision, Image Processing,  
시스템 제어>