

알약 외관 검사용 영상처리 시스템 Development of Visual Inspection System for Tablet

*고경철¹, #박세혁², 고국원¹

*K. C. Ko¹, #S. H. Park(stromcold83@nate.com)², K. W. Ko¹,
¹ 선문대학교 정보통신공학부, ²선문대학교 제어계측공학과

Key words : Visual Inspection, Image Processing Algorithm, Tablet

1. 서론

최근 제약 제조 산업에서 영상처리를 이용한 자동화 검사가 널리 적용되고 있다. 이는 제약 공정에서 알약(tablet)의 제조 속도가 빨라 기존의 육안 검사로 알약의 외관의 이상 유무와 이물질 검사 또는 다른 알약에 포장되는 것을 막기 위한 검사가 불가능하기 때문이다.

본 연구에서는 제약 공정의 자동화를 위한 알약 외관 검사를 위한 영상처리 시스템을 개발하고 알약의 외관 검사를 위한 영상처리 알고리즘을 개발하고자 한다.

2. 영상 검사 시스템

제약 공정에서 알약의 외관을 검사하기 위하여 Fig.1과 같이 카메라와 조명 장치로 구성된 영상 검사 시스템을 구성하였다. 현재 구성된 장비는 자동화 공정 장비에 탑재되기 전에 간이로 구성된 영상 처리 시스템으로 주어진 카메라 FOV내에 1개 또는 2개의 알약이 영상에 획득 되도록 구성하였으며, 실험에 사용된 알약은 Fig 1.에 나타내었다.

알약의 다양한 형태와 색상을 가지므로 Fig 2.와 같이 백색 LED를 이용한 링 조명 시스템과 다양한 형상을 그림자 없이 영상을 획득할 수 있도록 다양한 링 조명 시스템으로 구성되었다. 카메라는 색상을 인식해야 하므로 칼라를 획득할 수 있는 소니사의 xc-003모델을 사용하였다



Fig. 1 Visual Inspection System for Tablet



SPECIFICATIONS		
	XC-003	XC-603P
Signal system	4:3/NTSC	4:3/NTSC
Push up device	1/3" High Speed Interline Transfer CCD(1/3")	1/3" High Speed Interline Transfer CCD(1/3")
Picture elements	700k(4) x 480(V)	700k(4) x 480(V)
Video output standard	750MHz x 480(V)	750MHz x 480(V)
Cable size	φ 3.0mm x 2.400mm	φ 3.0mm x 2.250mm
Color system	C. model	C. model
Lens mount	C. mount	C. mount
Flange back	17.50mm (to an)	17.50mm (to an)
Video out	RGB, Y/C (Open D-Block), YBU (Open BNC), S-Video (4 Pin), D-sub 15 Pin	RGB, Y/C (Open D-Block), YBU (Open BNC), S-Video (4 Pin), D-sub 15 Pin
Horizontal resolution	400TV Lines (50% contrast)	400TV Lines (50% contrast)
Min. sensitivity	2000Lux (F. 8)	2000Lux (F. 8)
Max. sensitivity	1000Lux (F. 2.8)	1000Lux (F. 2.8)
Gain	1.5dB (1.5dB STEP)	1.5dB (1.5dB STEP)
Sync system	Internal Sync (auto)	Internal Sync (auto)
External sync	14.315KHz (frequency, adjustable ± 1%)	14.315KHz (frequency, adjustable ± 1%)
Shutter speed	Normal shutter 1/100~1/10000sec (8 steps)	Normal shutter 1/100~1/10000sec (8 steps)
	Long exposure shutter 2~120 frames (8 steps auto)	Long exposure shutter 2~120 frames (8 steps auto)
	E-DOFP (1/4000sec)	E-DOFP (1/4000sec)
	1/10000~1/120000sec (8 steps)	1/10000~1/120000sec (8 steps)
	Flash (Flash 1.100~1.20000sec (8 steps)	Flash (Flash 1.100~1.20000sec (8 steps)
External trigger	14.315KHz, 1.0~10.0V, positive polarity, high impedance	14.315KHz, 1.0~10.0V, positive polarity, high impedance
Input	14.315KHz, 1.0~10.0V, high impedance	14.315KHz, 1.0~10.0V, high impedance
Power requirements	DC 12V 1.1A (48.0W)	DC 12V 1.1A (48.0W)
Dimensions	96.0(4) x 50.0(4) x 126.0(4)mm	96.0(4) x 50.0(4) x 126.0(4)mm
Weight	440g	440g
Regulation	FCC, UL, CSA, CE	FCC, UL, CSA, CE
Operating temperature	0~40°C	0~40°C
Storage temperature	-20~60°C	-20~60°C
Shock resistance	4000times (50G), 6 directions	4000times (50G), 6 directions
Vibration resistance	20 times/min, 10~1000Hz	20 times/min, 10~1000Hz
MTBF	10000hours (based on MIL-HDBK-217F)	10000hours (based on MIL-HDBK-217F)



Fig. 2 SONY xo-003 CAMERA(left), Specifications(right)

3. 영상처리

3.1 좌표에 따른 RGB값

알약은 외관 특징 중에 중요한 특징치가 컬러이다. 만약 다른 칼라의 약이 포함될 경우 제약 회사의 신뢰도에 큰 영향을 미치므로, 조명이 밝기의 변화에도 칼라 인식을 위해서 아래와 같은 칼라 인식 영상처리 알고리즘을 개발하였다. 획득된 영상에서 좌표의 x, y값과 RGB값 식(1)로 표시되며, 조명의 변화이 민감하지 않도록 식(2)에서 각 R,G,B값의 합을 구한 뒤 식(3)에서와 같이 RGB를 퍼센트 값을 변화하였다. Fig.3에서 보는 것과 같이 표시하고 있다.

$$\begin{aligned} r &= \text{GetRValue}(x,y); \\ g &= \text{GetGValue}(x,y); \\ b &= \text{GetBValue}(x,y); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{sum} = (\text{float})r + g + b; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{PER_R} &= (r/\text{sum}) * 100; \\ \text{PER_G} &= (g/\text{sum}) * 100; \\ \text{PER_B} &= (b/\text{sum}) * 100; \end{aligned} \quad (3)$$

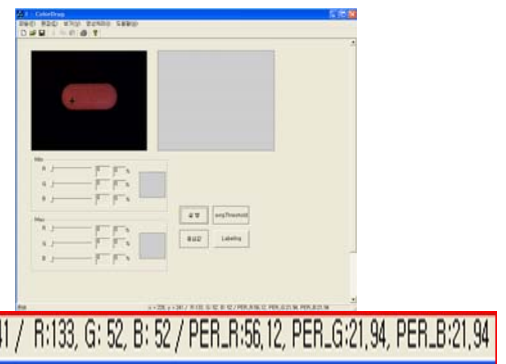


Fig. 3 Color extraction method

3.3 Color 영역 추출을 이용한 알약 인식

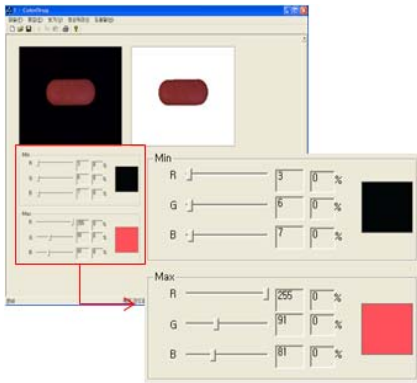


Fig. 4 Color matching for tablet

획득된 영상에서 미리 학습 시킨 색상과 비교하기 위하여 학습에 사용한 R,G,B의 최소값과 최대값을 이용하여 원하는 색상만 추출하면 그림 4와 같이 배경과 알약을 분리 할 수 있으며, 다른 색상의 알약인지를 검사할 수 있다.

3.4 Gray 변환

칼라 영상 처리는 많은 계산량이 필요하므로 특징치 추출을 위해서 Fig.4과 같이 알약의 색상을 찾은 다음 흑백 영상으로 식(4)와 (5)를 이용하여 변환 시켰다.

$$\text{gray}=(r+g+b)/3; \quad (4)$$

$$(r * 0.30F) + (g * 0.59F)+(b * 0.11F); \quad (5)$$

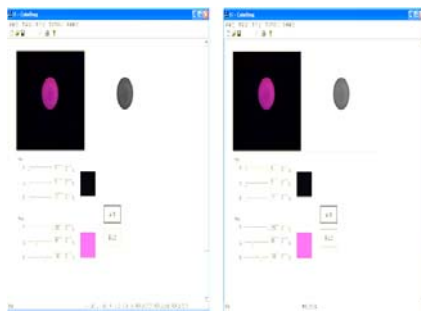


Fig. 5 Color to Gray conversion

3.5 이진화 영상처리 및 특징치 추출

흑백으로 변환된 영상으로부터 배경과 영상을 분리하기 위하여 최적 이진화를 사용하였다. 잘 설계된 조명의 경우 최적이진화만으로도 쉽게 배경과 알약을 분리할 수 있었다.

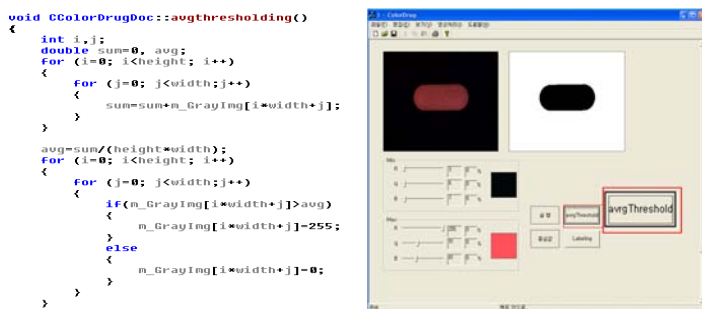
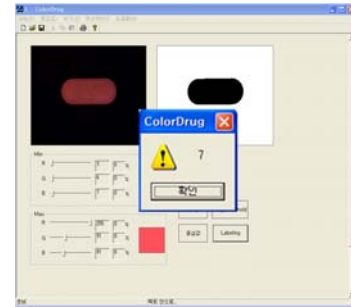


Fig. 6 Auto-Threshold result

이진화된 영상에서 2개 이상의 알약이 획득될 경우를 대비하여 라벨링 영상처리 과정을 통하여 비슷한 밝기 값을 가지는 픽셀의 연속 값을 분리하였으며 그 결과를 Fig 7에 나타내었다.

라벨링 과정을 통하여 획득된 영상에서의 알약을 분리하고 각 알약에서 크기나 구멍 의 수, 경계 형상 등을 영상처리를 통하여 특징을 추출 할 경우 알약 검사의 중요 외관 특징치로 사용될 수 있다.



라벨링 영상 처리 후 알약의 중심을 빠르게 추출하기 위하여 심을 빨리 구하기 위하여 4 pixel씩 건너뛰어 알약의 중심을 구하였다. 그 과정은 Fig 7에 나타내었다.

```
void CColorDrugDoc::FindCenter()
{
    int i,j;
    int sunx=0, suny=0;
    int count=0;
    for (i=0; i<height; i++)
    {
        for (j=0; j<width; j++)
        {
            if(m_GrayImg[i*width+j]==0)
            {
                count++;
                suny=suny+i;
                sunx=sunx+j;
            }
        }
    }
    Center_x=sunx/count;
    Center_y=suny/count;
}
```

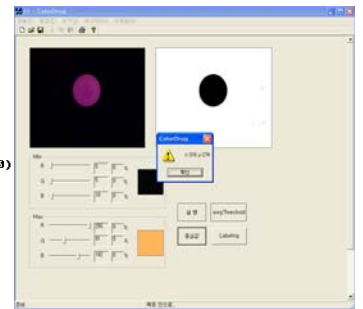


Fig. 7 Center of mass

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \quad y = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} y_i \quad (6)$$

중심을 추출 후 중심으로부터 외각의 에지를 구한 뒤 에지의 위치로 알약의 형태가 원형, 타원형, 사각형인지를 판별하고 미리 학습된 형태의 외관 형태와 비교하여 다를 경우 불량으로 판별하고 그 좌표를 알려 주어 불량 알약을 분리할 수 있도록 그 정보를 분리 장비에 줄 수 있도록 하였다.

4. 결론

본 연구에서는 알약의 외관인식을 위한 광학 시스템 구축에서 검사 알고리즘을 개발하였으며, 실제 알약 검사에 적용하였다. 현재 다양한 알약 검사를 위해서 영상처리 알고리즘을 보완해야 하며 빠른 영상 획득을 위한 스트로브 조명 시스템을 개발하여 적용할 것이다.

참고문헌

1. 장동식, “자동검사 시스템을 위한 컴퓨터 비전의 연구”, 산업공학, 제 4권 제 2호 1991. 10
2. 박영석, “시험사례의 실행불가능성을 고려한 자동화 소프트웨어 검사도구의 구현에 관한 연구 : Multi-level DDPT 시험사례 생성기”, THESES COLLECTION Vol. 6. 1988. pp243-267
3. 유봉환, 김광래, 사승윤, 김영일, “디지털 이미지프로세싱을 이용한 자동외관검사장치 개발”, 한국공작기계기술학회지 제 5권 제 2호 1996. 6