

디지털 화상처리를 이용한 사출제품의 길이측정용 시각검사시스템 개발에 관한 연구

김 재열* 박 환규* 오 보석**

* 조선대학교 공과대학 정밀기계공학과

** 조선대학교 대학원 기계설계공학과

ABSTRACT

In this study, I made visual inspection system using Vision Board and it is consist of an illuminator (a fluorescent lamp), image input device(CCD(Charge-Coupled Device) camera), image processing system(Vision Board(FARAMVB-02)), image output device(video monitor, printer), a measuring instrument(TELMN1000).

Length measurement by visual inspection system is used 100mm gauge block instead of calculating distance between camera and object. it measured horizontal and vertical length factor from 400mm to 650mm by increasing 50mm.

In this place, measured horizontal and vertical length factor made use of length measurement of a injection. A measuring instrument used to compare a measured length of a injection visual inspection system with it.

In conclusion, length measurement of a injection compared a measuring instrument with visual inspecion system using length factor of 100mm gauge block. Maximum error of length compared two devices a measuring instrument with visual inspection system is 0.55mm. And, operation program is made up Borland C++ 3.1. By changing, it is applied to various uses.

Key Words : visual inspection system, vision board, a injection, length factor

1. 서 론

1960년대 초기부터 연구, 개발되기 시작한 디지털 화상처리는 그 기술의 진보와 메모리 소자의 고집도화, 저가격화, 프로세서의 고성능화가 이루어지면서 현재 여러분야에 응용되고 실용화되어지고 있다. 초기에는 슈퍼컴퓨터를 이용한 배치처리가 주류를 이루었으나 이후 반도체 기술의 급속한 발달에 힘입어 미니 컴퓨터를 중심으로한 화상처리 장치가 보급되었다. 1970년대 후반에 이르러서는 LSI로 대표되는 대규모 기억소자의 발달로 마이크로 컴퓨터가 널리 보급되었으며 컴퓨터장치의 가격하락과 화상처리 장치 및 기억장치들이 해를 거듭할수록 가격이 하락하여 디지털 화상처리 수법이 실용화의 단계에 들어가게 되었다.

외국의 경우 수년전부터 다양한 용도로 사용할 수 있는 자동 시각검사장치의 연구가 많이 진행되어 왔는데 예를들면 ISRA Systemtechnik GbmH사의 PGMS (Precision Geometry Measuring System)와 IMPACQ사의 HawkEye

Mark1시스템등은 시각검사의 다양한 용도로 사용되어 질 수 있다. 한편 국내에서도 금성사의 Inspec-7000과 삼성전자의 FARAPRO VSS1, VSS2, VSS3등의 시각검사 전용시스템의 개발로 제품의 생산성 향상과 검사공정의 안정화를 도모할 수 있게 되었다. 또한 Vision System이 독립된 Computer System으로써 비전 전용용도로 사용하기에는 편리하지만 고가인 단점으로 잘 보급되고 있지 않고, Vision Board는 기존의 Computer System을 그대로 이용할 수 있고 저가이며 사용자가 임의로 프로그래밍하여 특정목적에 사용할 수 있다는 장점 때문에 일반적으로 많이 보급되고 있다.

본 연구에서는 Vision Board를 이용하여 사출제품의 길이측정에 사용하여 복잡한 사출제품의 길이를 검사하여 사용자로부터 측정된 길이를 보고 불량품을 판별할 수 있도록 하고자 한다. 길이검사 방법에는 먼저 물체의 이치화를 위해 히스토그램을 구한 후, 문턱값을 결정한다. 문턱값 결정후 물체를 이치화시키고 잡음(고주파 성분)을 제거하기 위해 평활화 처리를 하고 물체의 윤곽선 추출을 통해 사출제품의 길이를 측정할 수 있도록 한다. 길이측정에는 실제 제품과 카메라 화상의 비율측정을

위해 물체와 카메라의 거리 및 소자의 분해능을 기초로 한 이론적 계산값에 기초하나 카메라와 물체사이의 거리를 정밀하게 측정하기 어렵기 때문에 본 논문에서는 새로운 방법을 제안하고자 한다. 즉 기준시편을 사용한 실제 길이와 화상의 길이비율을 이용, 실제 운용 프로그램에 적용하여 사출제품의 길이측정에 사용하고 시각검사시스템의 성능을 평가하고 그 문제점을 고려한다. 또한 구성된 시각검사시스템의 길이감사에 대해 타제품에의 응용도 고려한다.

2. 본 론

2.1 실험장치 구성

본 연구에서 사용된 시각검사시스템은 조명장치, 화상입력장치, 화상처리장치, 출력장치, 측정장치로 구성된다. 조명장치는 형광램프를 이용하여 간단하게 구성한다. 화상입력장치는 Image Sensor인 Mono CCD Camera를 사용하고 화상처리장치는 삼성전자의 흑백화상처리보드인 FARA MVB-02를 사용하여 화상입력장치로부터 입력받은 화상을 처리한다. 출력장치는 처리 화상을 출력해주는 Video Monitor와 운용 프로그램을 처리해주는 Computer Monitor, 화상의 하프카피를 위해 LaserJet 4 프린터를 사용하였다. 또한 시각검사시스템에서 측정된 길이와 비교하기 위한 측정장치로는 분해능이 1 μ m이고 측정범위가 1.050mm인 TRIMOS사의 길이측정기(TELMN1000)을 사용하여 검사대상물체의 길이를 측정하였다. Photo. 1은 시각검사시스템의 구성을 보여준다.



Photo. 1 Visual inspection system

2.2 실험 내용

본 연구에서는 사출제품의 길이측정을 위해 카메라로부터 사출제품의 화상을 취득한다. 2치화 화상을 얻기 위해 문턱값 결정을 해야 한다. 문턱값 결정을 위해 화상의 히스토그램을 얻고

히스토그램을 얻은 다음 Mode법을 이용하여 문턱값을 결정한다. 화상의 문턱값이 결정되면 이 문턱값에 의해 화상을 2치화시키고 2치화 된 화상은 3 \times 3 Mexican Hat Filter를 사용하여 평활화 처리를 한다. 고주파성분(잡음)이 제거된 화상은 Laplacian Filter를 통해 사출제품의 윤곽선 추출이 행해진다. 윤곽선 추출이 행해진 화상은 기준시편을 이용한 실제사출제품과 화상의 길이비율을 측정한다. 실제 검사에는 기준시편을 사용한 길이비율을 측정한다. 이 실험은 프로그램의 알고리즘을 똑같이하여 프로그램 알고리즘에 의해 생길수 있는 오차를 제거했다. 또한 화상취득시 TRIMOS사의 길이측정기 위에 카메라를 고정, 대상물체와 카메라의 거리를 400mm~650mm까지 50mm씩 변경시키면서 기준시편을 사용하여 가로 및 세로의 길이비율을 측정하고 검사물체에 길이비율을 적용시켜 각각의 거리에서 검사물체의 길이를 검사한다.

2.2.1 기준시편의 측정

실제 사출제품과 화상에 잡힌 길이는 카메라와 실제 대상물체와의 거리, 카메라의 분해능 등에 의해 서로 다르게 나타난다. 본 연구에서는 카메라 렌즈 중심에서 대상물체까지의 거리측정이 어렵기 때문에 기준시편을 사용하여 화상과 사출제품과의 길이비율을 구해 실제 사출제품의 길이측정에 응용하고자 한다. 기준시편으로는 Mitutoyo사의 Gauge block set 중에서 100mm의 Gauge block을 사용하였다. 카메라와 기준시편과의 거리를 400mm ~ 650mm까지 50mm씩 변화시키면서 가로 및 세로의 길이비율을 측정하였다. Photo. 2는 100mm Gauge block이다.

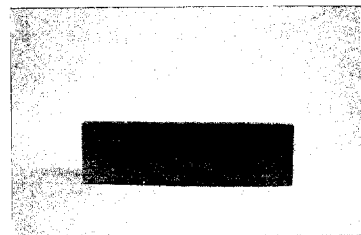


Photo. 2 100mm Gauge block

(1) 가로 길이비율 측정

경계선 추출까지 처리된 화상으로부터 화상의 농도값이 255(흰색)인 점을 인식하여 길이계산 프로그램에 의해 Gauge block의 길이를 구한다. 여기에서 구한 Gauge block의 길이는 화상에서의 길이이므로 실제 Gauge block의 길이가 아니다.

때문에 화상의 길이를 Gauge block의 길이로 나누어 주면 Gauge block과 화상의 비율이 구해지게 된다.

Table 1 Length factor (horizontal)

거리 횟수	400mm	450mm	500mm	550mm	600mm	650mm
1 회	3.13	2.85	2.52	2.32	2.10	1.96
2 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
3 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
4 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
5 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
6 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
7 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.96
8 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
9 회	3.14	2.84	2.52	2.32	2.10	1.97
10 회	3.14	2.85	2.52	2.32	2.10	1.97
평균	3.139	2.848	2.52	2.32	2.10	1.968

(2) 세로 길이비율 측정

세로 길이비율의 측정방법은 가로길이비율의 측정방법과 동일하다. Table 2는 길이계산 및 세로 비율측정치의 값을 보여준다. 본 실험에서는 여기에서 구한 가로 및 세로의 길이비율을 이용하여 실제 검사대상물체의 길이검사를 한다.

Table 2 Length factor (vertical)

거리 횟수	400mm	450mm	500mm	550mm	600mm	650mm
1 회	3.08	2.80	2.45	2.29	2.07	1.89
2 회	3.08	2.80	2.45	2.29	2.07	1.89
3 회	3.08	2.80	2.45	2.29	2.07	1.89
4 회	3.08	2.80	2.45	2.29	2.07	1.89
5 회	3.08	2.80	2.45	2.29	2.07	1.89
6 회	3.08	2.80	2.45	2.28	2.07	1.89
7 회	3.08	2.80	2.45	2.28	2.07	1.89
8 회	3.08	2.80	2.45	2.28	2.07	1.89
9 회	3.08	2.80	2.45	2.28	2.07	1.89
10 회	3.09	2.80	2.45	2.28	2.07	1.89
평균	3.081	2.80	2.45	2.285	2.07	1.89

2.2.2 기준사편의 길이비율을 이용한 길이측정

사출제품의 길이검사를 위해 Gauge block 100mm를 기준사편으로 사용한 실험방법과 동일한 실험방법을 통해 실제 사출제품의 길이를 측정하고자 한다. Photo. 3는 사출제품이고 Fig. 1은 카메라에 의한 사출제품의 화상을 나타낸다.

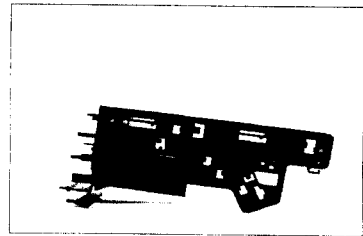


Photo. 3 A injection

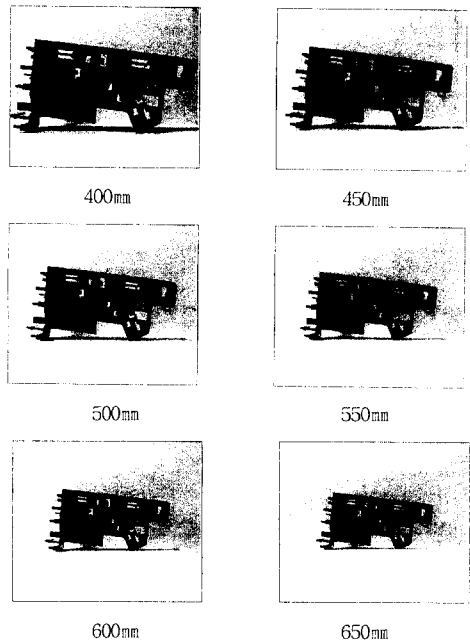
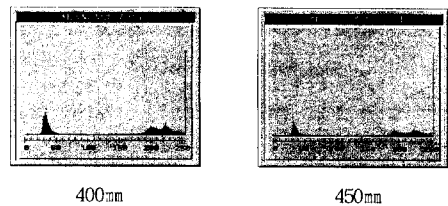


Fig. 1 Image of a injection

Fig. 2는 사출제품의 히스토그램을 나타낸다.



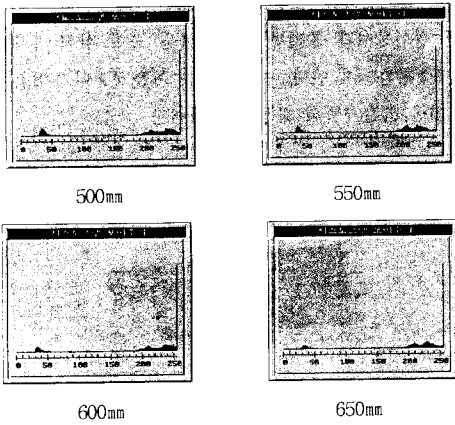
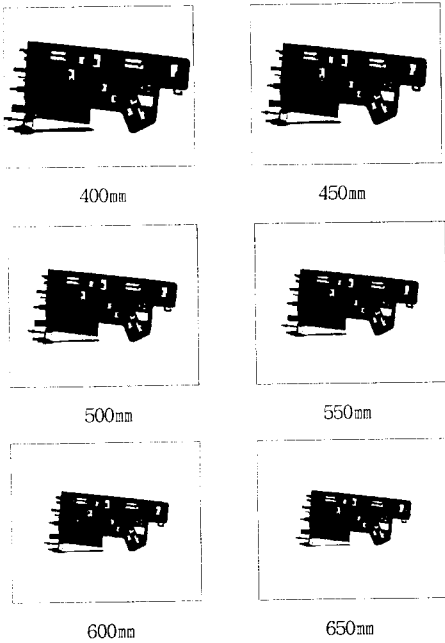
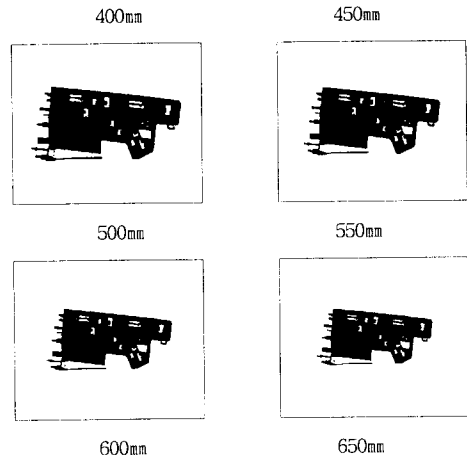
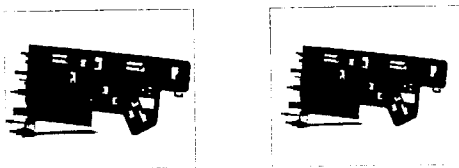


Fig. 2 Histogram of a injection

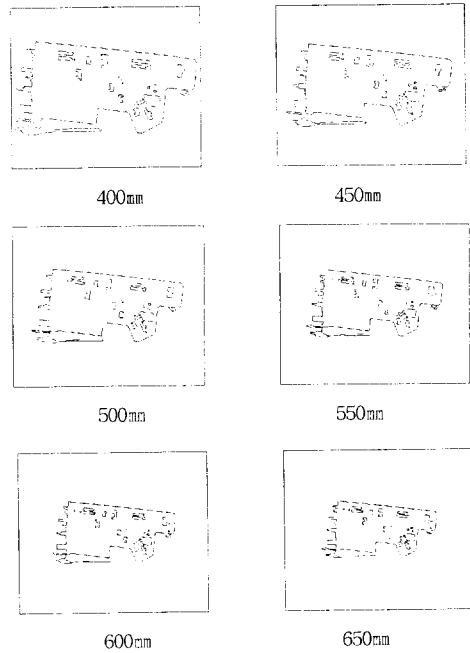
Fig. 2에서 구한 히스토그램에 의해 문턱값은 각각 140으로 정하고 이 문턱값에 의해 2차화 평활화, 경계선 추출의 화상처리를 한다. Fig. 3에 사출제품의 화상처리를 보여준다.



(a) Binarization of a injection



(b) Smoothing of a injection



(c) Boundary detection of a injection

Fig. 3 Image processing of a injection

본 길이검사용 시각검사시스템의 개발에서 기준시편을 사용해 길이비율을 측정해서 가로 및 세로의 길이비율을 실제 검사물체에 적용, 사출제품의 길이검사를 하였다. Table 3은 거리 400mm ~ 650mm까지의 사출제품 5개의 길이검사 결과이다.

Table 3 Length of a injection

시편 거리	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5
400mm	171.0373	170.7210	171.2547	171.2264	171.1454
450mm	170.8534	171.5040	171.3924	171.5005	171.5075
500mm	172.1928	172.0414	172.1918	172.1164	172.2074
550mm	171.8844	171.9270	171.8850	171.9690	171.8934
600mm	170.7806	171.1950	171.2696	170.7760	170.9840
650mm	171.5170	171.5586	171.4533	171.4680	171.1580
평균	171.3376	171.4912	171.5745	171.5094	171.1580

2.2.3 실험결과 비교

사출제품의 길이측정을 위해 기준시편을 이용하여 가로, 세로 길이비율을 구하였다. Fig. 4는 가로, 세로 길이비율을 거리에 따라 막대그래프로 나타냈다.

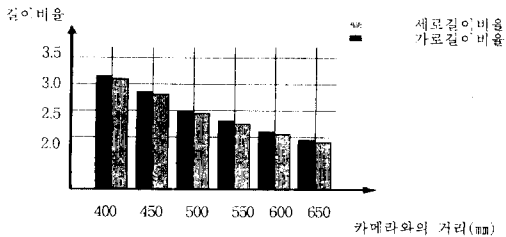


Fig. 4 Length factor

Fig. 5에 시각검사시스템과 길이측장기(TELMN1000)에 의해 측정된 길이를 비교하고 있다.

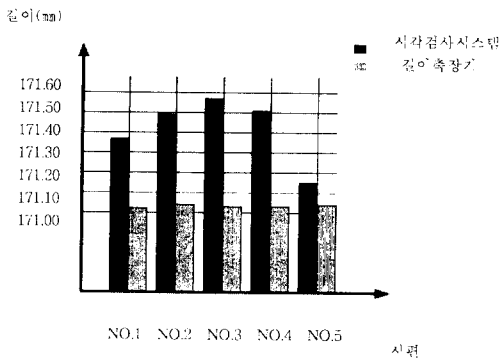


Fig. 5 A comparison of length

3. 결 론

디지털 화상처리를 이용하여 사출제품의 길이검사를 실시하여

다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 디지털 화상처리를 이용하여 사출제품의 길이검사에 있어 기준시편을 이용한 길이측정방법을 사용하여 사출제품의 길이 검사용 시각검사시스템 개발에 적용하였다.
- (2) 본 시각검사시스템은 조명에 둔감한 길이검사용 시각검사시스템으로 카메라의 거리에 따라 달라지는 길이비율값을 계산하지 않고 기준시편을 이용, 가로 및 세로의 길이비율값을 구했다.
- (3) 디지털 화상처리를 이용한 사출제품의 길이검사용 시각검사시스템을 구축하였고 길이측정기와 시각검사시스템의 최대오차는 0.55mm이다.
- (4) 본 논문의 사출제품의 길이검사용 시각검사시스템은 화상처리 라이브러리를 이용하여 C언어로 구성되어 있어 간단한 변형으로 사출제품 뿐만 아니라 타 제품의 길이검사에도 응용할 수 있다.

Reference

1. Adrian Low : Introductory Computer Vision and Image Processing : McGraw-Hill, 1991, pp.68~69, pp.88~94.
2. Craig A. Lindley : Practical Image Processing in C : John Wiley & Sons, 1991, pp.351~421.
3. Ioannis Pitas : Digital Image Processing Algorithms : Prentice Hall, 1993, pp.223~230.
4. M. A. Sid-Ahmed : Image Processing : McGraw-Hill, 1995, pp.87~98.
5. R. C. Gonzalez, R. E. Woods : Digital Image Processing : Addison-Wesley, 1992, pp.162~163, pp.191~195, pp.202~203, pp.413~414, pp.416~423.
6. R. M. Haralick, L. G. Shapiro : Computer and Robot Vision I, II : Addison-Wesley, 1993, pp.13~15, pp.346~351.
7. J. M. S. Prewitt, M. L. Mendelsohn : "The analysis of cell image," Ann. N.Y. Acad. Sci., 128, pp.1035-1033, 1966.
8. J. S. Weszka : "A survey of threshold selection techniques," CGIP, 7, 2, pp.259-256, 1978.
9. 安根院, 鈴木, 中嶋, 竹田 : "동도윤곽선에 의한 제조화상 기술을 위한 임계값 결정과 그 응용," 화상전자학회지, 14, No. 3, 1985.