

영역 라벨링법에 의한 밤 선별기 개발

이성철*(전북대), 이영춘((주)한국SMK), 방두열(전북대 원)

Development of Nut Sorting Machine by Area Labelling Method

Seong-Cheol Lee[†](Chonbuk National Univ.), Young-Choon Lee^{*}(SMK Korea Co.),
and Du-Yeol Pang^{**}(Graduate School, Chonbuk National Univ.)

ABSTRACT

Automatic nut sorting machine used to calculate the size of inserted nut and detect the black spot defection is introduced in this paper. Because most of farm products are imported from the underdeveloped countries, domestic farm products have no place to be sold in market. To overcome this critical situation, lowering the productivity cost is strongly demanded to compete with foreign corps. Imaged processed nut sorting algorithm is developed to the automatic nut sorting machine to remove the sorting time which takes lots of man power. This system is composed of mainly two parts, mechanical parts and vision system. The purpose of mechanical part is supplying the nuts automatically to make computer system capture the images of objects. Simplified mechanical system was assembled followed by 3D simulation by Pro/E design for the adaptive cost effects. Several image processing algorithms are designed to detect the spot defects and calculate the size of nuts. Test algorithm shows good results to the designed automatic nut sorting system.

Key Words : Area labelling method(영역 라벨링법), Binary image(2진 영상), Vision system(비전 시스템)

1. 서론

현재 우리나라의 첨단산업 분야는 나날이 발전하고 있으며, 이에 부응하여 검사장비와 같은 설치 기술 분야도 첨단 기술로 무장하여 세계를 주도하고 있으나, 노동 집약적인 분야의 산업은 인건비가 저렴한 중국과 같은 3세계 국가들로 이전되고 있다. 특히, 농산물에 대한 상황은 더욱 두드러져, 10여 년 전 수출 2위였던 생밤의 경우 일본 등 주 수출시장에서 가격 경쟁력을 앞세운 중국산에게 시장을 크게 잠식당해 하위권으로 밀리고 있으나 이에 상응한 대응책이 전무한 상태이다. 우리나라 밤은 좋은 맛과 우수한 품질을 가지고 있음에도 불구하고 고임금과 기피업종이란 작업환경 때문에 가공업체들이 국산 밤을 중국으로 수출하여 중국의 노동력을 활용하여 역 수입하는 실정이다.

한편, 영상처리 기술^{1,4}의 급격한 발전과 활용으로 기피 업종과 같은 열악한 작업 환경을 대체하고 있으며, 노동 집약적인 구조를 자동화하여, 회사의 생산성을 향상시키고 인건비를 줄이고 있다. 영상

인식 기술을 응용하면 제한받고 있는 사람의 인지와 피로함에 따른 실수를 보충할 수 있기 때문에 이에 대한 응용도가 다양하다고 할 수 있겠다.

본 논문에서는 이러한 연구의 필요성에 따라 생밤을 크기별로 선별할 수 있는 비전시스템을 구축하고 알고리즘을 개발하는 한편, 포장 전에 검은색 반점이나 깨짐과 같은 불량 유무를 확인할 수 있는 영상인식 알고리즘을 추가하여 농촌의 어려운 인력난과 생산성 향상을 통하여 중국시장을 극복할 수 있는 밤 선별 자동기를 개발하고자 한다.

시스템 구성은 비전시스템부(CCD color camera, 30만 화소, 30frame/s), 밤을 이송시키기 위한 평벨트 롤러 시스템과 AC모터로 구성되는 기구부, 그리고 영상처리하고 불량 유무를 판단하는 프로그램부로 구성되고 있다. 조명시스템으로는 작업환경 변화에 따를 수 있도록 별도의 장치는 설정하지 않았고, 조명 영향을 프로그램 상에서 처리하도록 하였다. 사용된 영상처리 프로그램으로는 영역 라벨링법에 의한 blob의 취득 및 분석을 행하도록 하여 밤의 전체 크기와 흑점의 개수를 파악할 수 있도록

하였다. 조명의 영향에 안정한 시스템을 갖도록 2진영상에 대한 스레쉬홀드 값을 적절히 선정하였으며, 이와 같이 시스템을 구성하고 프로그래밍하여 실험한 결과, 영상처리에 따른 밤 선별에 대한 결과는 정확한 값을 보였으며, 각각의 크기별 구분과 흑점에 대한 개수를 정확히 취득하고 있음을 알 수 있었고, 밤 선별 자동화기기의 개발이 가능함을 판단할 수 있었다.

2. 영상 처리

머신 비전은 영상처리와 영상 분석을 함께 사용하는 아주 유용한 기술로 획득된 영상 데이터가 공정을 제어할 수 있도록 처리하는 산업 기술이다. 머신 비전은 공정 라인의 인부들을 머신 비전시스템으로 교체하는 역할을 하여 제조 원가에 대한 절감효과를 가져오고 있으며, 수작업으로 검사할 경우 발생하는 평균적 오류율 15-30% 정도로부터 1% 이하까지로 떨어뜨리는 경우가 산업체에서 실현되고 있다.⁵

본 실험에서 사용한 영상처리 구현 방법으로 영상 2치화(binartization)와 곱셈연산을 통하여 물체의 선명도를 증가하였으며, 최종적으로 연산된 이미지에 threshold 값을 적용한 후 영역에 대한 라벨링하여 밤의 표면에 생긴 반점들을 검출하는 알고리즘을 구현하였다.

2.1 곱셈 연산

원 영상에 상수 값을 곱하여 이미지를 보다 선명하게 하는 과정으로 식 (1)과 같다.

$$Outimg[x][y] = Inimg[x][y] * C \quad (1)$$

여기서,

- $Inimg[x][y]$: 원본영상
- $Outimg[x][y]$: 출력영상,
- C : 상수(0-255),
- x : x축 픽셀 수,
- y : y축 픽셀 수

이다.

2.2 라벨링(Labeling)

입의의 흑백영상을 2치화 처리하여 0과 255의 값만으로 이루어진 2치화 영상에 대하여 인접하여 연결되어 있는 모든 화소에 동일한 번호(라벨)를 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 번호를 붙이는 작업이 라벨링(labeling)이다. 라벨링된 영상을 이용하면 물체를 쉽게 인식할 수 있다. Fig.1은 입의의 샘플 영상에 대한 라벨링처리 전후를 보여주며, 입의의 변

호를 가진 영역만 추출하면 영역 분리가 이루어지게 되며 특별한 영역에 대해서만 크기, 중심좌표, 원주 길이 등을 추출해 내는 것이 가능하다.⁶

								5	5
	1							5	5
1	1	1							
	1					2			
				2	2	2			
			2	2	2	2			
		3	3					4	
		3	3				4	4	4

Fig. 1 Labeled image

3. 실험장치 및 결과

3.1 실험 장치

Fig.2는 본 실험을 위해서 제작한 밤 자동선별시스템의 3차원 그림이다. 크게 비전시스템부, AC 모터 이송부, 영상프로그램의 3부분으로 구성되며, Table 1은 본 실험에 사용된 구성요소들의 사양을 정리하였다. 비전시스템은 아날로그 타입의 CCD이미지 센서를 장착한 카메라를 사용하였으며, 아날로그 신호를 디지털신호로 변환하는 frame grabber를 사용하였다. 한편, 밤의 크기와 반점을 선별하기 위한 공급 시스템을 구성하기 위해 펄벨트 시스템과 AC가변 스피드 모터를 사용하여, 카메라의 인식처리 영역까지 공급하도록 설계하였다. 트리거 신호에 의한 물체의 인식 및 영상처리가 진행되도록 프로그램하였으며, 프로그램 돌로는 NI사의 LabVIEW와 IMAG S/W를 사용하였다.

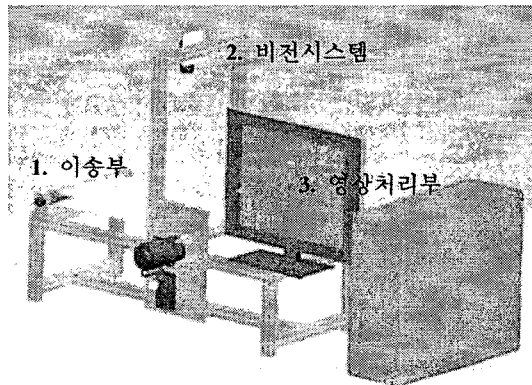


Fig.2 3D Design of Automatic Nut Sorting System

Table 1. Specification of Nut Sorting System

No	Part Name	Specification
1	N/B PC	-Pentium4, 2.4Ghz, Win2000
2	Camera (XC-ES30)	-Analogue type -1/3" CCD sensor -640? 80 resolution -F2.8, f=16.0mm -VGA : 30f/sec
3	Light	-white
4	Flat Belt Moving System	-AC Speed Control Motor -Gear Ratio : 15 -Max. Load: 10kgf -Flat Belt : 1100mm -Bearing Mount

3.2 실험결과 및 고찰

평벨트 시스템으로 공급된 생밤에 대한 영상처리 순서로써는 먼저 물체에 대한 2진화 작업이 이루어진다. 이는 컴퓨터가 계산을 수행하기 위해 아날로그 영상 데이터를 디지털 데이터로 변환하는 과정이다. 곱셈연산을 통하여 물체에 대한 선명도를 더욱 증가시키고 영상노이즈에 대한 완충 값을 주기 위해 threshold 값을 주어 영상 값을 0과 255로 구분하였다. 이렇게 변환된 영상에 대하여 물체의 면적을 계산하는 알고리즘을 적용하여 물체의 크기별 기준 값을 구하도록 하였으며, 물체 상의 반점의 유무 판단과 반점 발생시 발생 반점의 개수를 계산하도록 하는 이미지처리 과정을 구성하였으며, Fig. 3은 이에 대한 순서도이다.

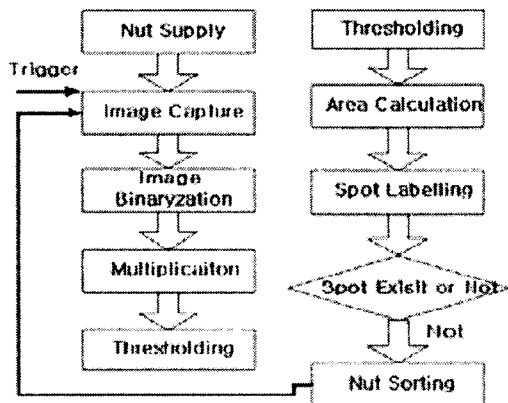


Fig. 3 Flowchart of Nut Image Processing

Fig.4와 Fig.5는 본 실험을 위해 개발한 LabVIEW 블럭 다이어그램과 프런트 패널이다. 개발 시간을 단축하기 위해 vision builder를 통하여 영상처리 알고리즘의 타당성을 먼저 검토하였으며, LabVIEW상

에서 필요한 매개변수들을 추가하여 운영 프로그램을 구성하였다. Fig.5에서는 목표물에 대한 면적과 흑점에 대한 개수가 표시가 되도록 별도의 indicator를 추가하였다.

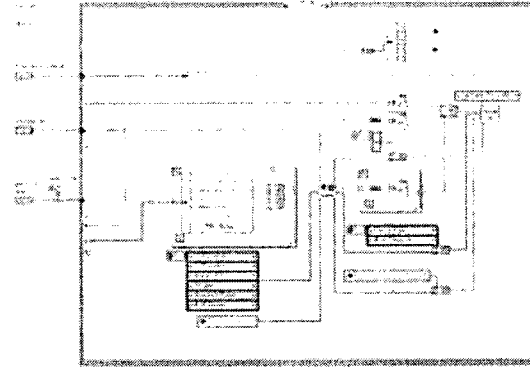


Fig. 4 Block Diagram of Automatic Nut Sorting System

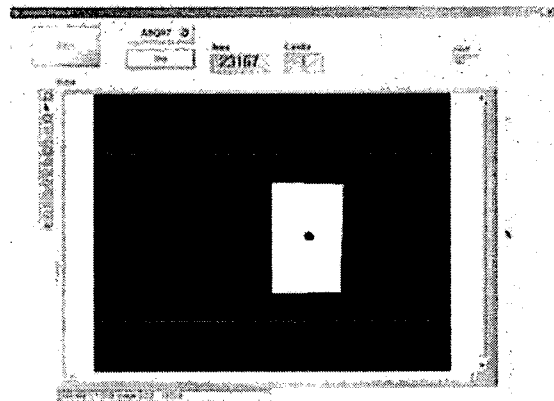


Fig. 5 Front Panel of Automatic Nut Sorting System

Fig.6은 본 실험에서 사용한 한 예이다. 2차원의 모형 알밤 모양(a)과 이에 대한 3차원 형상(b)에 대해서 실험하였으며, 실제의 3차원 형상을 갖는 밤(c, d)과 반점을 갖는 경우(e, f)에 대해서 실험하였다.

Fig. 7은 모형 밤에 대한 실험결과로써, 면적과 반점의 수를 정확히 계산하고 있다.

Fig. 8과 Fig. 9는 3차원의 실제 형상을 갖는 밤에 대하여 개발된 알고리즘을 적용한 결과이다. 밤의 3차원의 형상에 따른 조명의 영향이 많이 나타남을 알 수 있었으나 적절한 threshold 값을 추가 설정함으로써 백열전구나 형광등에서도 정확한 면적을 산출할 수 있었다. 한편, 비교적 크기가 큰 3차원 밤의 경우 추가적인 조명 시스템이 구성되어야 함을 확인할 수 있었으며, 이에 따른 밤에 대한 면적과 반점 판명에 대한 실험결과는 정확하게 나타났다.

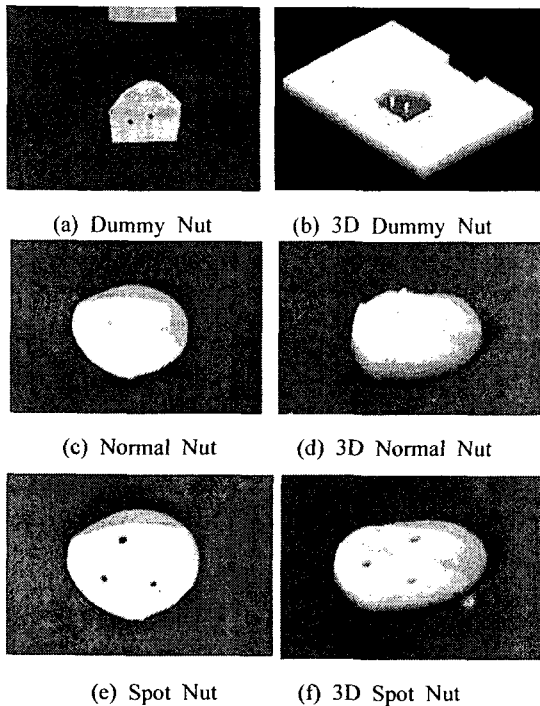


Fig. 6 Experiment Objects and 3D View used in The Nut Sorting Machine

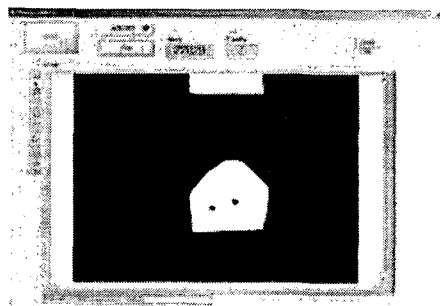


Fig. 7 Experiment Results of Dummy Nut

4. 결론

비전시스템을 사용하여 자동으로 밤의 크기와 반점을 검출하는 프로그램을 구성하고 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비교적 저가 카메라를 사용하여 밤의 크기와 반점을 선별할 수 있어, 수동으로 검사함에 따른 고가의 인건비를 대체할 수 있음을 확인하였다.
2. 밤 형상에 대하여 적절한 조명시스템과 스레쉬홀드 값을 설정하여 면적과 라벨링법에 의한 밤 선별이 가능하였다.
3. 3차원 형상의 밤 선별에 대한 조명시스템은 저가의 노이즈가 있는 백열전구나 형광등에서도 적합하여 생산 원가 절감이 가능하였다.

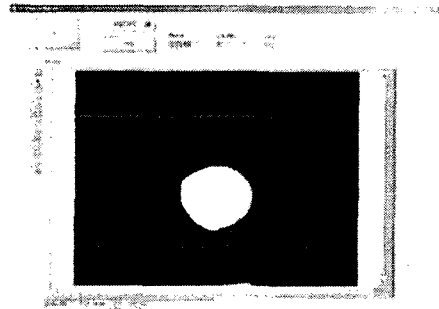


Fig. 8 Experiment Results of Normal Nut

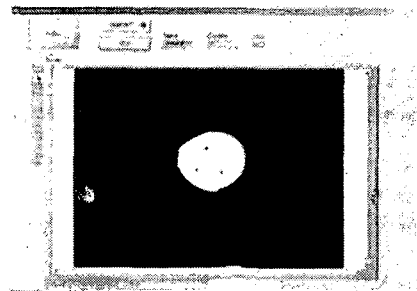


Fig. 9 Experiment Results of Spot Nut

후기

본 논문은 지역특화기술개발사업(주)가나엔지니어링 회사의 위탁과제 지원으로 이루어진 연구의 일부입니다.

참고문헌

1. Lee, H. G. and Lee, M. K., "An Automated Machine Vision-based Feeding System for Engine Mount Parts," *J. of the KSPE*, Vol. 18, No. 5, pp. 177-185, 2001.
2. Lee, C. H. and Cho, T. D., "A Study on the End Mill Wear Detec. by the Pattern Recog. Meth. in the Mach. Vision," *J. of the KSPE*, Vol.20, No.4, pp.223-229, 2003.
3. Han, S. H., "Vision System Design for Automated Test and Repair of Steam Generator Holes in Nuclear Power Plants," *J. of the KSPE*, Vol. 15, No. 6, pp. 5-14, 1998.
4. Shin, S. W. and Ahn, D. S., "Transfer Deburring Skills to Robot using Vision System," *J. of the KSPE*, Vol. 15, No. 9, pp. 93-100, 1998.
5. Randy C., "A Simplified Appro. to Image Proc.," P.H
6. 강동중, 하중은, ?디지털 영상처리 사이텍미디어