

팔레트의 불량검사를 위한 영상 처리 시스템 구현

김경민*, 강중수*, 박종조**, 송명현***

* 여수대학교 전기공학과, ** 경상대학교 제어계측공학과, *** 순천대학교 전기제어공학과

A Study on Implementation of Image Processing System for the Defect Inspection of polyethylene

Kyoung-Min Kim*, Jong-Su Kang*, Joong-Jo Park**, Myeong-Hyun Song***

*Dept. of Elec. Eng. Yosu National Univ. **Gyungsang National Univ., ***SunChun National Univ.

Abstract - This paper describes a study on implementation of image processing systems for the defect inspection of polyethylene. In order to detect the edge, the Robert filter is used. And we use to the labeling algorithm for feature extraction. Labeling the conected regions of a image is a fundamental computation in image analysis and machine vision, with a large number of application. This algorithm is designed for the defect inspection of polyethylene.

1. 서 론

폴리에틸렌(PE)은 현재 세계에서 가장 많이 보급된 합성 고분자 물질로서 일상생활에서 많이 쓰이고 있다. 주요용도는 온상설치에 사용되는 비닐, 비료 및 각종 수지 포대용 필름등의 포장대, 삼푸나 용액비누, 간장을 담은 용기류, 플라스틱 팔레트, 맥주상자 등의 내구재, 하수관 전선관과 같은 파이프나 호스, 어망이나 로우프 등과 같은 저가의 재료뿐만 아니라 인공관절내의 윤활면, 자동차 기름통 등과 같은 고부가 제품에까지 널리 쓰이고 있다.

현재 이 폴리에틸렌을 생산하는 화학공장에서 제품의 품질 향상을 위한 연구개발에 많은 노력을 투입하고 있는 실정으로 볼 때, 화학 제품의 품질 고급화를 위해서는 제품의 물성적인 특성이 우수해야하고 제품의 내·외부에 결함이 없어야 한다. 그렇지만 이들 제품중에는 제조과정중의 압출 공정에서 발생되는 팔레트의 결함이 제품 생산시에 많은 영향을 미치고 있는 실정이다.

품질고급화를 위한 검사 방법으로써 지금까지 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 특히 그 중 현재의 팔레트 자체의 불량품 검사방법은 사출이나 압출에 의해 생산되는 최종제품의 평가를 위해 팔레트를 프레스로 압축하여 제조된 샘플을 전문가에 평가하며, 평가결과를 이해하는데는 상당한 주의가 필요하다. PE에 대한 물성검사는 기본 물성검사와 열적인 물성, 기계적 물성 그리고 기타 물성에 대한 평가가 이루어지고 있다. 이에 본 연구에서는 영상 처리를 이용하여 외형적인 팔레트내의 불량품을 식별하는 실험을 수행하고자 한다. 2장에서는 기본적인 팔레트 자동선별시스템에 대해 기술하며, 각 샘플링된 팔레트에 대해 영상처리기법을 이용한 흠 검출 및 라벨링 알고리즘을 제안하고자 한다. 또한 이를 상용화할 수 있도록 윈도우환경의 비전처리 프로그램을 제시하였다. 3장에서는 본 연구에 대한 평가와 앞으로의 연구과제에 대해 기술하고자 한다.

2. PE 자동 선별 시스템

2.1 폴리에틸렌 제조공정

폴리에틸렌의 종류는 크게 2-4종류로 분류시킬 수가

있으나, 각 종류안에서도 공정별로도 큰 차이가 있음은 물론 각 제조업체의 기술별로 많은 차이점을 보이고 있다. 그러나 폴리에틸렌 중합의 개괄적인 차원에서 살펴보면 공정상 주요 부분공정은 대동소이 하며 각 공정중 대표적인 공정은 다음과 같다. 그림 1은 고압공정을 도시한 그림이며, 저압 분리기를 통해 통하여 분리되어 나온 폴리에틸렌은 후처리공정을 거친 다음 압출기를 거쳐 팔레트상으로 절단되어 제품으로 포장된다. 본 연구에서는 압출기를 통해 사출된 팔레트를 임의 샘플링하여 불량유무를 판별하도록 하는데 있다.

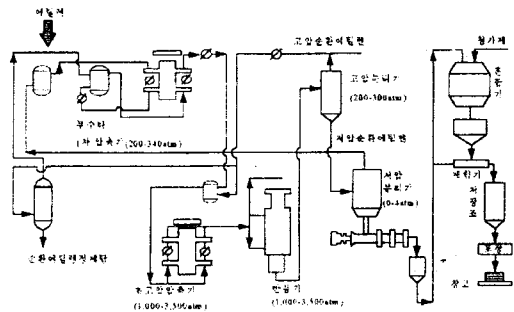


그림1 저밀도 폴리에틸렌 제조공정의 전체구성도

절단된 팔레트는 정해진 시간에 임의로 추출하여 이를 비전 처리 시스템으로 전해지며, 비전처리 시스템에서는 실시간으로 팔레트의 이상유무를 영상처리기법으로 판별하게 된다. 그리고 이 결과를 관리자와 외부에 통신모듈을 통해 전해 지도록 한다. 그림 2는 비전 처리 시스템부에서의 영상 처리과정에 대한 순서도이다. 전처리과정은 단순한 윤곽선추출기법을 사용하였으며, 윤곽선이 강조된 영상에 직접 라벨링을 적용하며, 라벨링된 패턴을 이용하여 각 샘플 즉 팔레트의 특징량을 구하고자 하였다.

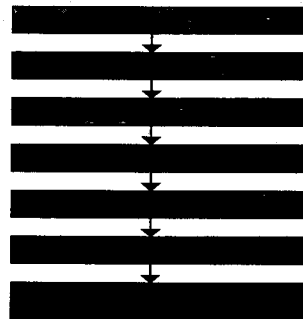


그림2 비전부 데이터 처리 순서도

2.2 실험 및 검토

본 실험은 같은 제품에서 불순물이 함유된 제품을 식별하는 것이다. 실험 재료로는 PE(polyethylene)로써 특히 고전압 전원 cable에 사용되는 내선절연체이며, 이 제품을 그대로 사용하는 것이 아니라 이 상태에서 가공하여 피복절연부분에 삽입함으로써 절연효과를 향상시키는 물질이다.

실험에 사용된 취득 영상의 크기는 640×480이며, 256레벨을 가지며, 총 실험 데이터는 12장으로 흠을 가진 팔레트를 포함하는 영상으로 취득하였다.

취득한 영상에서 관심부분은 불순물의 유무인데, 불순물은 팔레트내에 점으로 표시된다. dot는 배경보다 어둡기 때문에 명암도가 큰 화소는 흰색으로 나타내고 명암도가 작은 화소는 검은색으로 표시되어진다. 그림 3~8은 제조 공정 과정 중 임의의 시간에 임의로 샘플링되어진 PE영상을 나타낸다.

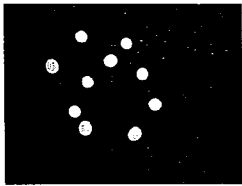


그림 3 원영상(PE1)

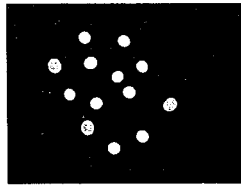


그림 4 원영상(PE2)

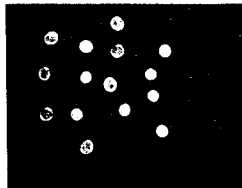


그림 5 원영상(PE3)

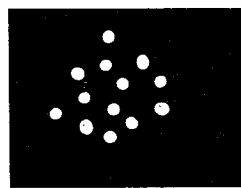


그림 6 원영상(PE4)

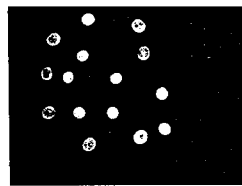


그림 7 원영상(PE5)

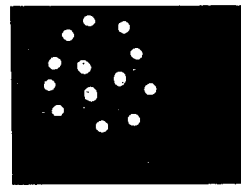


그림 8 원영상(PE6)

흠 추출을 위한 실험은 중앙에서 조명하여 획득한 원영상을 robert filter를 이용하여 noise를 검출할 수 있도록 하였다. 마스크의 응답에 해당하는 중심값을 변화시켜, 배경과 같거나 비슷한 명암도를 가진 화소들은 흰색으로 나타내고 비교적 배경보다 짙은 명암도를 가지는 불순물은 검은색으로 나타나도록 하였다. 편의상 noise가 존재하는 팔레트만을 선정하여 실험영상으로 사용하였으며, 전처리 과정은 robert필터를 사용하여 윤곽선을 추출하였으며, 그림9~14에 그 결과를 도시하였다.

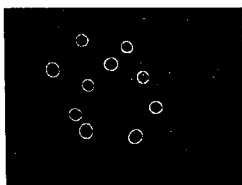


그림 9 윤곽선영상(PE1)

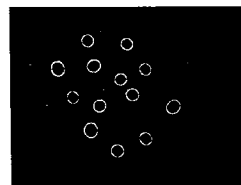


그림 10 윤곽선영상(PE2)

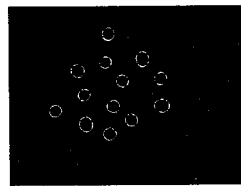


그림11 윤곽선영상(PE3)

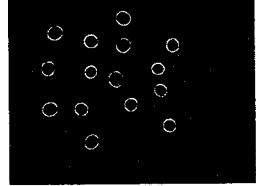


그림12 윤곽선영상(PE4)

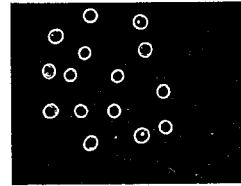


그림13 윤곽선영상(PE5)

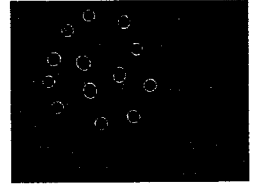


그림14 윤곽선영상(PE6)

그림 2에서와 같이 윤곽선 추출 후 이치화과정을 거치지 않고 바로 라벨링을 수행하였다. 이는 문턱치 처리를 할 경우에는 라벨링시 팔레트안에 존재하는 noise를 감지하지 못하거나 하나의 패턴으로 인식하여 불량팔레트를 선별하는데 어려움이 존재하기 때문이다. 표 1과 2는 각각의 영상에서 라벨링한 후 추출된 특징량을 나타낸다. 본 실험에서 사용되어진 특징량들은 Area, Perimeter, Major Axis Length, Minor Axis Length, Feret Diameter, Density, Mean Level등의 7종류의 형상 측정자(shape measure)들만 사용하였다. 한 영상내 팔레트의 개수는 라벨링된 패턴의 수와 동일하며, 이는 표 1에서와 같이 라벨링이 정상적으로 진행되었다는 것을 암시한다. 각각의 특징량에 대한 전체 패턴의 평균과 분산 값이 제시되어 있으며, PE1영상은 noise를 포함한 팔레트가 3개 존재하는 영상으로 표 1에서와 같이 perimeter가 상대적으로 정상적인 것 보다 큼을 알 수 있다. 장축과 단축과 그리고 diameter도 역시 정상적인 팔레트의 값과 평균값보다 상대적으로 큰 값을 가진다. 특히 density값은 뚜렷한 차이를 보임으로 다른 특징량을 고려하지 않더라도 noise 유무를 판별할 수는 것을 본 실험을 통해 입증하였다.

표 1 PE1영상내 라벨링 PE패턴에 대한 특징량

PE1(3)	Area	Perimeter	Major Axis Length	Minor Axis Length	Feret Diameter	Dens.	Mean Level
Mean	710.2	96.87	31.27	27.89	29.97	28893.1	39.3
Std.Dev.	125.59	9.44	3.21	1.98	2.62	13228.3	11.89
#1	843	108.15	35.61	29.21	32.76	43836	52
#2	901	109.15	35.51	31.4	33.87	48654	54
#3	660	92.67	29.73	27.51	28.99	25080	38
#4	667	94.08	30.27	27.29	29.14	21344	32
#5	606	90.25	28.3	26.08	27.78	24846	41
#6	599	88.43	28.86	25.71	27.62	20965	35
#7	885	110.74	35.51	30.53	33.57	48675	55
#8	750	99.74	32.39	28.28	30.9	18000	24
#9	565	85.01	27.86	25.63	26.82	11865	21
#10	626	90.43	28.65	27.29	28.23	25666	41

표 2는 PE4영상을 윤곽선 추출 후 라벨링하여 추출된 각각의 패턴 즉 팔레트에 대한 특징량을 도시하였다. 이 영상에는 noise가 포함된 팔레트가 7개 존재한다. 이전과 동일하게 area, diameter, mean value에서 분별할 수 있으나, 장축과 단축에서는 정상적인 팔레트의 특징량과 유사한 값을 갖는 것을 볼 수 있다. 반면에 density에서 평균값을 기준으로 상당한 차이를 보이고 있어 이 또한 쉽게 구별 가능함을 실험을 통해 입증하였다.

표 2 PE4영상내 라벨링 PE패턴에 대한 특징량

PE4(7)	Area	Perimeter	Major Axis Length	Minor Axis Length	Feret Diameter	Dens.	Mean Level
Mean	737.4	99.18	31.79	28.58	30.55	38858.1	51.27
Std.Dev.	118.18	8	2.94	2.13	2.46	16757	16.83
#1	840	105.74	35.23	29.41	32.7	44520	53
#2	657	93.25	29.41	27.2	28.92	26280	40
#3	879	109.15	35.69	30.59	33.45	57135	65
#4	651	92.08	29.73	27.51	28.79	26040	40
#5	664	94.08	29.83	27.89	29.08	25896	39
#6	599	91.6	28.43	26.25	27.62	28752	48
#7	933	112.33	35.51	32.39	34.47	52248	56
#8	594	89.43	28.18	25.94	27.5	26136	44
#9	756	102.5	32.02	28.86	31.03	67284	89
#10	565	87.43	27.46	24.52	26.82	19775	35
#11	815	104.33	32.98	31.05	32.21	53790	66
#12	665	94.25	30.08	27.89	29.1	25270	38
#13	739	98.08	32.28	29.12	30.67	19953	27
#14	857	106.91	35.51	29.68	33.03	45421	53
#15	847	106.57	34.01	30.46	32.84	64372	76

2.3 시스템 프로그래밍

본 연구에서는 API를 이용하여 window 응용프로그램을 작성하였다. 특히 다른 환경에서의 팔레트 검출 실험시 이를 응용해 사용가능하며, 현장에서는 비전 처리 시스템에서 처리된 결과를 통신 모듈회로를 통해 관리자나 외부에 통보할 수 있도록 할 수 있다. 그림 9는 본 실험에서 사용되어진 실시간 모니터링 프로그램이며, 현장 적용시에는 실제 각 공정에서 발생할 수 있는 상황(factor)들을 감안하여 조절 가능하도록 하였다.

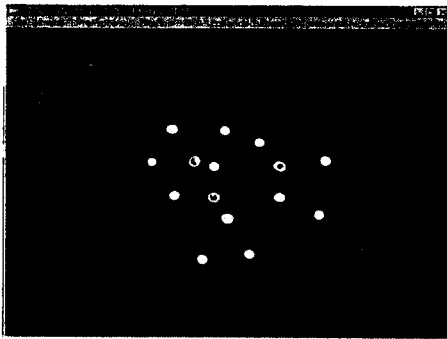


그림 9 개발된 비전처리 프로그램

3. 결 론

본 연구에서는 폴리에틸렌 화학공정과정에서 생산되는 팔레트의 불량품 유무 및 선별을 위한 비전처리시스템을 제안하였다. 영상 취득시의 문제점은 조명조건으로, 본 연구에서는 실험실 환경에서 가장 최적의 상태를 조절하여 영상 취득하였기 때문에, 실제 현장 적용시에는 공장 내의 조도를 고려하여 영상 처리시스템을 설치하여야 한다.

입의 추출된 샘플영상들에 대해 윤곽선 추출과정을 거쳐 라벨링을 이용한 특징량 추출, 그리고 이를 통한 noise 유무를 실시간으로 구축할 수 있도록 본 실험을 통해 입증하였다. 또한 윈도우환경의 S/W를 개발하여 영상 처리 모듈화하여 관계시스템부와 통신이 가능하도록 하였다. 그러나 단순한 noise 유무판별에서 더 나아

가 noise의 크기에 따른 등급을 요구할 시에는 좀 더 많은 단계의 처리과정을 거쳐야 할 것으로 사료되며, 이에 대한 연구를 계속 수행하고 있다. 또한 본 실험에 사용된 팔레트는 백색이었지만 유색의 팔레트에 대해서도 동일한 실험을 추후에 할 예정이다. 또한 팔레트의 접침 부분에 대한 연구도 함께 수행되어져 할 것으로 여겨진다.

[참 고 문 헌]

- [1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company,
- [2] Gerhard X. Ritter, Joseph N. Wilson "Computer Vision Algorithms in Image Algebra"
- [3] Milan Sonka, Vaclav Hlavac and Roger Boyle "Image Processing, Analysis and Machine Vision"
- [4] 김경민, 박중조, "냉연 강판의 개별 홈 분리를 위한 고속 레이블링에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회는문집, pp. 3056~3059, July, 2000.
- [5] 김경민, 박귀태 외, "유전 알고리즘을 이용한 이진트리 분류기의 설계와 냉연홈 분류에의 적용", 제어자동화시스템 공학회 논문지, Vol. 6, No.1, pp. 98~103, Jan., 2000
- [6] 김경민, 류경, 정우용, 박귀태, 박중조, "신경 회로망을 이용한 냉연 표면홈 분류를 위한 계층적 분류기의 설계", 제어자동화시스템 공학회 논문지, Vol. 4, No.4, pp 400~505, 1998
- [7] 한화고분자기술대학자료집, 한화화학그룹.