

DCT를 이용한 오일 바킹제품의 선별 시스템 개발

(System Development of Selection for Oil Ring Product Using DCT)

김 석 현*
(Seok-Hyun Kim)

요약 자동차의 바킹류 및 방음고무는 자동차의 소음 및 오일등 각종유액의 누설의 대부분을 차지하고 있기 때문에 자동차의 생명연장에 필수적인 부품이다. 현재까지 선별시스템의 고가로 인해서 대부분의 선별이 수작업으로 이루어져 왔다. 이는 피로누적에 의한 오류가 많을 수 있고 제품의 신뢰도에 치명적일 수 있다. 선별 시스템을 완전 자동화 하므로서 공정개선 및 인건비 절감, 신뢰도 개선의 효과가 있다. 이 연구는 앞으로 이들 고무 제품의 검사 장비의 자동화를 이루는 기반을 만든다고 할 수 있다. 특히 컨베이어 벨트를 타고 흐르는 부품을 제어하는 부분과, 움직이는 물체의 타이밍을 설계하여 영상획득하여 내부 불량 제품에 DCT(이산여현 변환)를 적용하여 선별시스템을 만들었다.

Abstract Oil ring and sound proof rubbers are very much important because the cause of oil leakage are mostly occupied by these rubbers. So good oil rings are the necessary parts of autolife expansion. The expensive selection system keeps from factory automation and most works are established manually. These study has been the basis of test equipments automatically in rubber products and DCT algorithm has been applied and the selection system is made efficiently differentiating good or poor.

1. 서론

1.1 연구 내용 및 범위

연구의 내용 및 범위는 다음과 같다. 오일바킹의 불량은 두 부분으로 나눈다. 첫째 그림 1과 같이 오일 바킹 고무 주변이 원 모양을 하고 있지 않은 경우이다. 두 번째 불량은 그림 2와 같이 바킹 고무주변은 원 모양을 하고 있으나 내면에 흠집으로 인하여 불량이 발생한 경우이다.



그림 1. 오일 바킹 주변이 원모양이 아닌 경우



그림 2. 오일바킹 내면이 불량인 경우

따라서 연구 범위는 바킹 주변이 원 모양이 아닌 경우, 이를 찾아내는 일과, 오일바킹 주변은 원 모양이나 내면이 불량인 경우에 이를 식별하고자한다. 마지막으로 양, 불량이 인식되면 흘러가는 컨베이어 벨트에서 이를 제어하는 제어신호를 발생하는 제어 회로 등을 설계하고자한다.

* 대구대학교 정보통신공학부

2. 이론적 고찰 및 실험

2.1 전체적인 블록 다이어그램

그림 3는 전체적인 블록 다이어그램이다. 먼저 부품 공급기에서 부품이 공급되어 컨베이어 벨트를 타고 흐르면 카메라가 대상물체를 획득한 후에 영상보드의 메모리에 저장된다. 대상과 배경을 분리하고 이를 세션화하고 오일 바킹 주변을 골라낸 후 주변 모양이 원모양인지 아닌지를 판단한다. 판단 방법은 중심에서 원둘레를 따라서 반지름의 길이를 1차원으로 바꾼 후 이를 다시 푸리에 변환하여 256차 중에서 11차까지의 크기를 보고 판단한다.

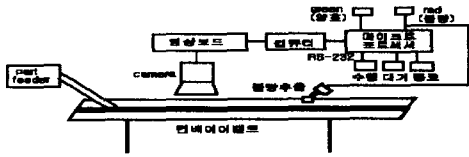


그림 3. 전체 블록 다이어그램

평균값도 좋은 식별 인자가 된다. 특히 대부분의 원형 불량인 오일 바킹은 그 평균값이 정상인 것과 비교해 볼 때 많이 어긋나있다. 또한 오일 바킹의 중심점에서 최대길이를 갖는 5화소의 평균길이와 평균값의 차도 비교 대상이 된다. 위의 데이터를 가지고 판별하여 오일 바킹이 원모양이 아니면 처리를 끝내고, 원모양이라면 내면 불량이 있는지를 검사하게 된다. 정보에 영향을 미치지 않는 잡음과, 주변을 제거하고 순수한 정보만을 골라낸다. 즉, 첫 단계로서 에지처리를 하고 두 번째 단계로서 세션화를 하고나서 물체의 중심을 구한다. 세 번째 단계는 원의 중심에서 모든 점들의 각과 거리를 구하여 각의 값은 X축, 거리는 Y축으로 하여 구형 좌표를 직각좌표 값으로 바꾼다. 이렇게 하는 이유는 신호성분은 대부분 원형 성분이므로 쉽게 잡음 성분을 구별할 수 있기 때문이다. 네 번째는 수평 성분은 제거하고 5번째는 수직성분들의 크기를 구하여, 그 중에서 최대 값이 어떤 값 이상일 때는 여러 성분으로 보고 불량으로 인식하게 된다. 수직 성분을 판별하는 방법은 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 DCT를 이용하였다. 불량으로 인식된 부품은 불량추출 지점에서 슬레노이드가 그 부품을 추출하게 된다.

2.2 오일 바킹 주변이 원 인지 아닌지를 판별하는 방법

오일 바킹 고무의 주변 원을 얻기 위하여 에지 처리하고, 평균 필터링한 다음에 체인코드를 이용하여 주변 원을 얻는다. 그림 4은 이 과정을 잘 보여주고 있다.

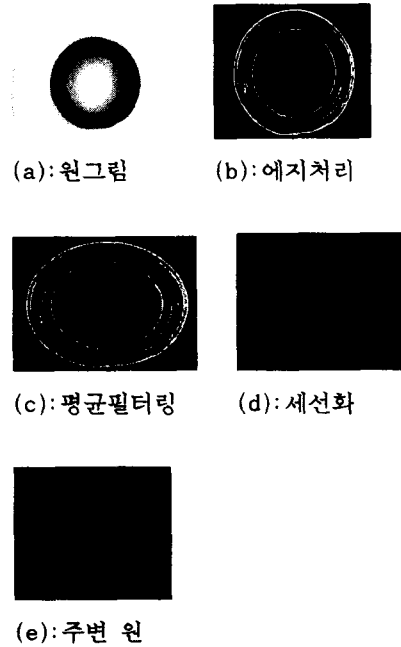


그림 4. 오일 바킹 고무의 주변 원을 얻는 방법을 나타낸 그림

다음에는 이 주변원의 중심을 얻고 이를 이용하여 원둘레를 따라가면서 각점의 거리를 얻은 다음 이를 일차원으로 펼치면 그림 5와 같다. 그림에서 보면 제품이 양호하더라도 정확한 원은 아니고 부드러운 변화 즉, 정현과 위에서 반지름의 변화를 볼 수 있다. 그림 6,7은 원모양의 심한 불균형을 이루는 경우와 약간의 불균형을 이루는 두 경우를 나타내었다. 약간의 변화는 주파수의 변화를 가져 오고 원을 이루는 핵심 주파수보다 낮은 주파수는 고려 대상에 넣지 않았다. 왜냐하면 이들 변화는 원의 반지름의 느린 부드러운 변화이기 때문에 제품의 불량과는 관계가 없기 때문이다.

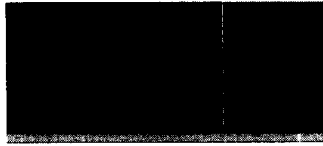


그림 5. 원의 중심에서 체인 코드를 따라가면서 주변원의 반지름을 나타낸 그림



그림 6. 원모양이 심한 불균형을 이루는 경우



그림 7. 원모양이 약간의 불균형을 이루는 경우

다음에는 위에서 얻은 1차원의 데이터를 가지고 푸리에 변환을 하였다. 아래는 1024개의 데이터를 가지고 푸리에 변환 했을 때 그림이다. 실제로 원 둘레의 화소는 1024개 화소수보다 모자라는데, 원 둘레의 끝점에서 동일한 값으로 1024점 까지 채워 넣었다. 이렇게 하므로서 엘리레이션을 줄일 수 있다. 그림 8은 푸리에 변환한 그림이다. 가장 푸리에 값이 큰 값을 1로 두고 정규화 하였다. 그림8,9,10을 보면 정상적인 경우 가장 큰 값 "1" 보다 높은 주파수의 값들은 거의 "0"에 가까움을 알 수 있다. 본 연구에서는 12개 주파수 값만 보았다. 나머지 주파수의 값들은 원의 모양에 거의 기여하지 못함을 알 수 있었다. 그림8의 1보다 높은 주파수인 "3"에서 0.19의 큰 에러를 볼 수 있다.



그림 8. 얻어진 1차원 데이터를 가지고 푸리에 변환 값 및 히스토그램
0.03, 0.22, 1.00, 0.19, 0.07, 0.07, 0.13, 0.12,
0.10, 0.10, 0.10, 0.12

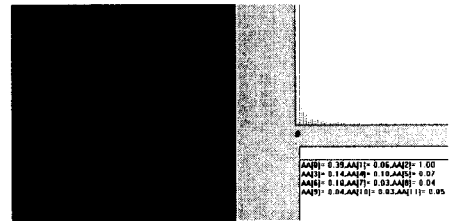


그림 9. 정상적인 원의 푸리에 변환 값 및 히스토그램
0.39, 0.06, 1.00, 0.14, 0.10, 0.07, 0.10, 0.03,
0.04, 0.04, 0.03, 0.05

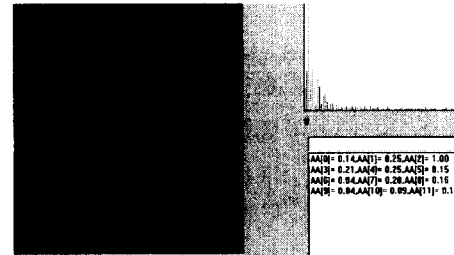


그림 10. 원모양이 많이 찌그러짐을 갖는 영상의 푸리에 변환 값 및 히스토그램
0.14, 0.25, 1.00, 0.21, 0.25, 0.15, 0.04, 0.20,
0.16, 0.04, 0.09, 0.10

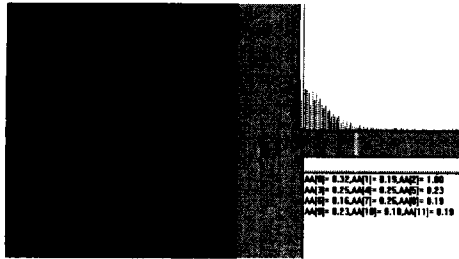


그림11. 거의 원모양이나 한부분에서 찌그러짐
 갖는 영상을 푸리에 변환한 그림
 0.32, 0.19, 1.00, 0.25, 0.25, 0.23, 0.16, 0.25,
 0.19, 0.23, 0.18, 0.19

여러 가지 모양에 대해서 통계적인 분석을 한 결과 다음의 범위를 벗어나면 원에서 많이 이지러져 있다고 판단하였다. 즉 가장 진폭이 큰 주파수를 원을 이루는 핵심 요소로 보고 그보다 더 높은 주파수에서 진폭이 큰 값은 불량 제품으로 보았다. 즉, 가장 값이 큰 주파수 이후의 값의 합이 어떤 경계 값 이상이면 오일 바킹은 원모양이 아닌 불량제품으로 판단하였다. 판단이 모호할 경우는 원의 중심에서 반지름의 평균을 구하였다. 정상적인 제품보다 평균이 많이 벗어난 경우도 불량으로 판단하였다. 또한 5개 화소 정도의 최대길이의 평균 값에서 평균값을 뺀 길이가 많이 벗어난 경우도 불량으로 판단하였다.

2.3 오일바킹고무의 내면이 불량인 경우

그림 12은 오일 바킹 고무가 원 모양을 가지고 있으나 내면이 불량한 경우이다. 먼저 정보에 영향을 미치지 않은 잡음과, 주변을 제거하고 순수한 정보만을 골라낸다. 즉, 첫 단계로서 에지처리를 하고 두 번째 단계로서 세선화를 하고나서 물체의 중심을 구한다. 세 번째 단계는 원의 중심에서 모든 점들의 각과 거리를 구하여 각의 값은 X축, 거리는 Y축으로 하여 구형좌표를 직각좌표 값으로 바꾼다. 이렇게 하는 이유는 신호성분은 대부분 원형 성분이므로 쉽게 잡음 성분을 구별할 수 있기 때문이다. 네 번째는 수평 성분은 제거하고 5번째는 수직성분들을 강조하도록 한다. 이들 수직 성분들은 내면 불량일 확률이 높기 때문에 이들 수직성분의 정도를 보고 불량 유무를 검사한다.

2.4 DCT를 이용한 수직성분 불량 검사

DCT(이산여현 변환)은 수평축은 수직성분, 수직축은 수평성분, 대각성분은 이들 두성분의 합의 성질을 갖는다. 본 논문에서는 수직 성분의 정도는 DCT의 수직 성분의 성질을 갖는 값들의 합으로서 판단하였다. 먼저

이들 DCT값을 구하기 위하여 실험 영상 크기 64 X 360의 영상을 64 X 64 크기의 블록을 반씩 중첩 시켜서 11개의 블록의 DCT 값을 얻고 난후 수직성분에 기여하는 45개 항의 값을 합하고, 11개의 값 중에서 최대값을 보고 불량 유무를 판단한다. 수직성분 45개항과 이들 11개 블록의 45개항을 합한 값을 선택한 이유는 실험치 로서 정하였다.

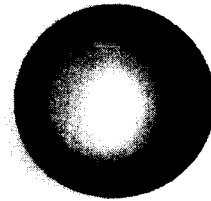


그림 12. 오일 바킹 고무가 원 모양을 가지고 있으나 내면이 불량인 경우

내면이 불량인 경우에 식별하는 단계를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 에지를 구하고 세선화 한다.
- 2) 물체의 중심을 구하고, 중심점에서 각 화소들의 거리와 각을 구하여 X축은 각, Y축은 거리로 하여 원형좌표를 직각좌표의 영상으로 바꾼다.
- 3) 4X4 블록을 이동하면서 중심점에서 최외각 화소들의 합이 제로인 경우 블록안의 화소들을 버린다.
- 4) 수평 성분을 제거하기 위해서, 현재 점에서 연속하여 수평으로 3개 값이 존재할 경우 그 점들을 버린다.
- 5) 잡음 제거를 위하여 3)을 한번 더 되풀이한다.
- 6) 수직 성분들이 남게 되는데, 이들의 정보를 활용하기 위해서 한 점을 십자 형태로 화소를 크게 만들어서 정보의 양을 쉽게 획득할 수 있도록 한다.
- 7) 다시 세선화하고, 64 x 64 의 크기로 중첩하

여 DCT 값을 구하고 수직성분을 표현하는 45개 항을 합하여 11개 값 중에서 최대 값을 구하여 양 불량을 표시한다.

그림 13는 에지를 구하고 세선화한 그림이다. 필요 없는 잉여정보를 없애고 순수한 정보를 얻기 위해서 부품영상의 에지를 얻고 세선화 하였다. 또한 그림 14은 물체의 중심을 구하고, 중심점에서 각 화소들의 거리와 각을 구하여 X축은 각, Y축은 거리로 하여 원형좌표를 직각좌표의 영상으로 바꾼 것이다. 이렇게 하는 이유는 원형성분들은 직각좌표에서는 수평 성분이므로 쉽게 제거할 수 있고, 불량 성분들만 쉽게 얻을 수 있기 때문이다.



그림 13. 오일 그림 14. 각 화소의 각과 바깥의 세선화 영상 거리를 X축 Y축의 영상



그림 15. 고추가루 그림 16. 수평선상에 잡음을 4 X 4 블록을 연속되는 3점을 제거한 영상 (수평선상의 점은 신호성분)

그림 16는 왜곡 현상은 주로 수직축에 존재하고 연속되는 수평 성분은 신호 성분이므로 잡음을 찾아 내기 위해서 현재점을 중심으로 수평선상에 연속되는 3점은 제거하였다.

신호성분을 제거하고 왜곡신호성분을 얻기 위해서 수평 선상에 연속되는 3점을 제거하면 많은 고추가루 잡음이 발생한다. 이를 4 x 4블록을 씌워서 제거한다. 이 영상은 그림 17에 나타내었다.



그림 17. 다시 4 X 4블록을 씌워서 고추 가루잡음을 제거한 영상
그림 18. 잡음 성분을 잘 추출하기 위해서 화소를 뭉친 영상

그림 18에서는 더욱 왜곡 신호성분을 잘 추출하기 위해서 화소를 십자형으로 대치시키면 그림 18과 같이 뭉친 영상이 된다. 이 뭉친 영상을 다시 세선화 하고 중첩하여 64 X 64 크기로 11개의 블록을 만든다 각 블록에 대하여 DCT를 취한다. 그림 19, 20, 21은 이 예를 보여 주는 그림이다. 그림 19은 실제 처리한 영상이고, 20는 이영상의 잡음을 제거하고 신호를 뭉쳐서 다시 세선화하여 11개의 블록을 만들어 DCT를 취하고 수직성분 45개 값을 취하여 합한 값을 나열한 것이다. 이의 결과를 그림 21에 나타내었다. 그림 22은 실제 측정영상을 보여 주고 있다. 그림 23는 원형이기 때문에 1차 통과하고, 2차까지 통과하여 내면 불량이 없는 경우이다. 실제로는 이것만으로는 충족되지 않는다. 왜냐하면 뒤 면에도 똑같은 현상이 있기 때문이다. 이를 위해서 컨베이어 벨트 끝 지점에서 떨어지면서 뒤집어서 똑같은 과정을 한 번 더 반복하게 된다.

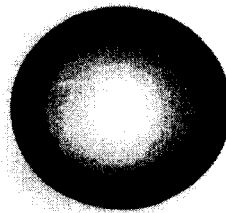


그림 19. 실제 내면 불량 영상



그림 20. 직각 좌표 후 잡음 제거 후 뭉친 그림을 세선화 영상

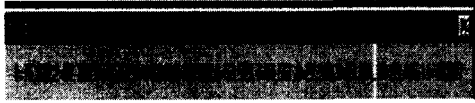


그림 21. 위의 영상을 64 X 64 블록으로 11개를 만들고 DCT값을 취하여 수직성분 45개 값을 합한 값을 보여주는 영상



그림 22. 실제 측정 결과를 보여주는 영상 (원형 불량인 경우)

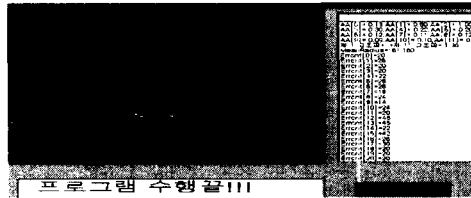


그림 23. 원형이고, 내면 불량이 없는 경우

2.5 부품 이동의 단계적 방법

부품이 부품사출기(part feeder)에서 컨베이어 벨트에 올려진 후에도 고려해야 할 부분이 많다. 그림 23 부품 이동의 단계적 방법을 컨베이어 벨트위에 구현한 블록도이다. 부품이 일정한 간격으로 나오지 않기 때문에 이들을 일정한 갯수로 모은 다음, 파트피더를 정지시키고 카메라 처리 시간간격보다 긴 간격인 일정한 간격으로 하나씩 내어준다. 움직이는 영상을 카메라에서 획득하면 화질이 좋지 않아서 부품의 양, 불량을 판별하는데 어렵기 때문에 일단 카메라 아래에 오면 잠시 정지시켰다가 영상을 획득한 후에 다시 컨베이어 벨트를 가동시킨다. 획득된 영상은 컴퓨터에서 처리하여 양, 불량을 얻어 내고, 다음 불량추출 솔레노이드로 신호를 보낸다. 불량추출기 바로 앞에 센서가 부품 인

입을 인식하면 두 신호를 보고 판단하여 부품을 추출하게 된다.

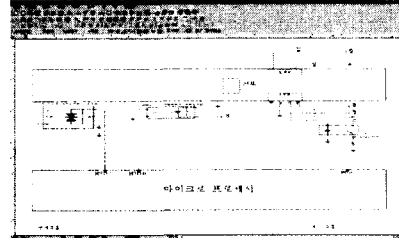


그림 24. 부품 이동의 단계적 방법

3. 결론

자동차의 바킹류 및 방음고무는 자동차 소음 및 오일등 각종 유액의 대부분을 차지한다. 현재까지 선별시스템의 고가로 인해서 대부분의 선별이 수작업으로 이루어져 왔다. 본 논문은 컨베이어 벨트를 통과하는 고무제품인 오일 바킹 선별 시스템의 자동 설계를 하였다. 부품의 양 불량은 원형은 푸리에 변환을 이용하였고, 내면 불량은 잡음 제거후 DCT 변환의 수직성분의 합으로 판단하였다. 오인식률이 적고 자동화 되어 있기 때문에 인건비 절감과 시간 절약이 예상되고 신뢰도가 향상되었다.

참 고 문 헌

- [1] R.Krishnapuram, J.M.Keller, "A Possibilistic approach to clustering", IEEE Trans On Fuzzy Systems, vol. 1. No.2, pp.98-110, 1993
- [2] A. Vander Lugt, "Signal Detection by Complex Spatial Filtering," IEEE Trans. info, Theory, vol. IT-10, pp 139-145, 1964
- [3] A.C. Bovik, "On detecting edges in speckle imagery", IEEE Trans. on ASSP, Vol. 36, No. 10, pp.1618-1627, 1988



김 석 현 (Kim, Suk-Hyun)

1974년 부산대학교 전자공학과

1981년 경북대학교 대학원 전자
공학과(공학석사)

1991년 경북대학교 대학원 전자
공학과(공학박사)

1983~ 현재 대구대학교 공과대학 정보통신공학부
교수

(관심분야: 패턴인식, 공장자동화, 음성인식)