

라인형 레이저를 이용한 비전기반 차량용 폐오일필터 검출 시스템

Vision Based Position Detection System of Used Oil Filter using Line Laser

응 성 · 송은지 · 최병재*

Xing Xiong, Un-Ji Song and Byung-Jae Choi*

대구대학교 전자공학과

요 약

영상처리를 이용한 다양한 응용 예가 소개되고 있으며, 실제로 주차관리시스템을 포함하여 산업 현장에서 널리 활용되고 있다. 본 논문에서는 형상 인식을 위하여 레이저 빔을 활용한 예를 제시하고자 한다. 여기서는 차량에서 배출되는 폐오일 필터의 상, 하를 구분하기 위하여 라인형 레이저를 사용한 영상처리 시스템을 소개한다. 폐오일필터에 라인형 레이저를 조사하고, 그 영상을 카메라를 통해 획득한다. 획득된 영상은 폐오일필터의 상, 하를 구분할 수 있는 상태 정보를 가지고 있으며, 이 정보의 분석을 통하여 폐오일필터의 상, 하를 구분하도록 시스템을 구현한다. 본 시스템은 다양한 조명환경에서 폐오일필터의 상태를 정확히 확인할 수 있을 정도의 매우 높은 강인성을 가지게 되며, 영상처리를 위한 계산 양을 대폭 감소시켜준다. 실제 적용 예를 통하여 그 유용성을 제시한다.

키워드 : 오일필터, 라인형 레이저, 디터링

Abstract

There are so many successful applications to image processing systems in industries. In this study we propose a position detection system for used oil filter by using a line laser. We have been done on the development of line laser as interaction devices. A camera captures images of a display surface of a used oil filter and then a laser beam location is extracted from the captured image. This image is processed and used as a cursor position. We also discuss an algorithm that can distinguish the front part and rear part. In particular we present a robust and efficient linear detection algorithm that allows us to use our system under a variety lighting conditions, and allows us to reduce the amount of image parsing required to find a laser position by an order of magnitude.

Key Words : Used Oil Filter, Line Laser, Dithering

1. 서 론

최근 차량용 오일필터의 자동화 분리기술의 수요가 증가하고 있다. 이는 사용한 폐오일필터의 처리관련 규제들의 강화에 기인한다. 일반적으로 사용한 차량용 폐오일필터의 폐오일은 완전히 배수되어지지 않는다. 따라서 재활용 공정 전에 뽀족한 공구로 찢어서 구멍을 내 미배수된 오일을 제거한 후 내부의 필터와 외관의 덮개를 분리하는 공정을 거친다. 이때 폐오일필터의 외관 덮개와 하판의 모양이 상이하여 필터 분리를 위한 자동화 공정기계에 사람이 일정한 방향으로 폐오일필터를 공급한다.

우리나라의 차량 등록대수가 1700만대에 이르면서 차량용 폐오일필터의 처리가 중요한 문제로 대두되고 있다. 폐오일필터에는 상당량의 폐오일이 함유되어 있어서 적절하게 처리, 관리되지 않으면 심각한 환경 오염을 유발할 수

있는 등의 문제가 있다.

폐오일필터는 금속성분의 케이스와 금속성분의 케이스 내부에 삽지되어 있는 여과지 및 여과지에 함유되어 있는 폐오일로 구성되어 있다. 폐오일이 함유되어 있는 폐오일필터는 일정 장소에서 일시 보관하였다가 압축처리 내지는 소각처리 하는 방법이 사용되고 있으나, 이런 폐기과정에서 폐오일필터 금속성분의 케이스나 상기 케이스 내부에 삽지되어 있는 여과지에 함유되어 있는 폐오일이 타면서 발생하는 공해오염이 심각하였다. 또한, 폐오일의 일부는 지면으로 새어나와 주위를 오염시키는 등의 환경오염 문제가 심각한 실정이다.

소각처리의 경우 오일필터 내부에 잔류하는 폐오일로 인하여 필터의 여과지가 쉽게 연소되지 않거나, 불충분하게 연소 될 뿐 아니라 필터의 프레임용 형성하는 금속 부분과 같은 연소되지 않는 잔류물에 대하여 2차 처리가 불가피 하였으며, 폐오일필터를 소각하는 과정에서도 공해 방지를 위한 특수한 소각로가 필요로 하는 등의 문제점이 있었다.

단순 압착처리의 경우 여과지와 금속부분이 분리되지 않아서 재활용이 곤란하고, 폐오일필터 내부에 잔류하는 폐오

접수일자 : 2010년 4월 3일

완료일자 : 2010년 5월 22일

*: 교신저자

일도 충분히 제거되지 않음으로 인하여 매립 처리시 폐오일이 침출되어 2차 공해를 발생시키는 요인이 되는 등의 문제점이 있었다.

그러나 이를 재활용할 수 있는 장치가 개발된다면 오일은 물론 폐 고철로서의 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다.

본 논문에서는 사람에 의해 이루어지는 필터 구분 공급을 라인형 레이저를 이용한 영상처리를 통해 대체하고자 한다. 본문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 실험에 대한 시스템의 구조를 제시하고 있다. 다음 제3장에서는 영상처리방법을 설명하고 각 단계에 대해서 자세히 설명하고 있다. 그리고 제4장에서는 이 알고리즘을 통해 폐오일필터 검출한 예들을 제시하고 있다. 마지막 제5장에서는 이상의 결과를 정리한다.

2. 시스템 구성

오일필터의 상태를 인식하고 영상처리속도를 높이기 위하여 우리는 라인형 레이저(line laser)를 이용한다. 이는 기존 영상처리 시스템에서 조명사용으로 인한 복잡한 구성을 단순화한 효과를 가져온다. 또한 오일필터의 정면에 있는 구멍은 라인형 레이저에서 나온 빛의 일부분이 내부로 들어가 정면과 후면의 상태를 쉽게 구분 측정할 수 있다. 라인형 레이저가 비추는 환경안에서 만약에 레이저와 플랫폼 사이의 각도가 45°를 구성하면 오일필터의 형상치수에 상관없이 그 정면에서 반드시 큰 균열이 나온다.

하지만 뒷면을 비추면 앞면과 상반되어 선형 레이저의 균열이 발견되지 않는다. 현재의 오일필터 상태를 쉽게 알 수 있다. 시스템의 개략적인 구성도는 [그림 1]과 같다.

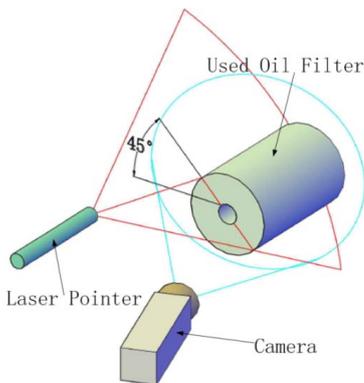


그림 1. 시스템의 구성

Fig. 1. Structure of the Proposed System

CCD 카메라를 이용해서 폐오일필터의 영상을 얻을 수 있다. 그후 카메라를 통해 컴퓨터로 획득된 45°각을 갖는 라인형 레이저가 조사된 폐오일필터의 앞면과 뒷면의 영상을 제안한 알고리즘을 이용하여 처리, 검출한다.

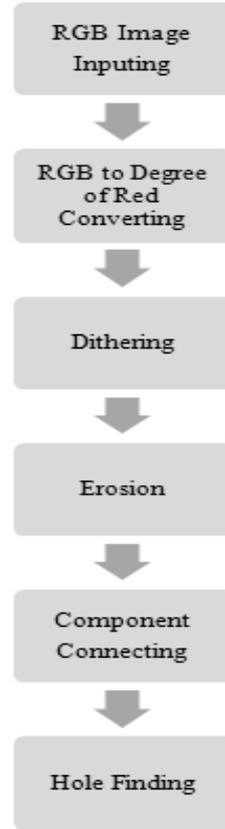


그림 2. 제안된 알고리즘

Fig. 2. Flowchart of proposed algorithm

3. 영상처리 알고리즘

영상처리기술은 폐오일필터의 전면과 후면을 구분하기에 매우 유용한 기술이다. 특히, 폐오일필터의 전면과 후면이 가지는 구조적 차이점은 라인형 레이저에 의해 간단하게 구분할 수 있어서 기존의 복잡한 영상처리 기술이 아니더라도 쉽게 구현해 낼 수 있다. 이러한 특징은 구현 시스템의 경제적 측면 및 시스템 구성의 복잡성과 계산의 단순성 등의 다양한 측면에서 효과적이다.

폐오일필터의 정면에는 구멍이 있어서 라인형 레이저를 조사할 경우에 구멍 부분에서는 광선이 흡수된다. 그러나 폐오일필터의 후면에는 구멍이 존재하지 않아서 라인형 레이저는 일직선의 완전한 영상을 형성하게 된다. 따라서 라인형 레이저의 조사를 통하여 필터의 전면과 후면은 쉽게 구분된다.

컴퓨터 영상은 기본적으로 RGB 3색으로 구성되므로, 본 시스템에서는 빨간색의 빛을 발하는 라인형 레이저를 이용하였다. 이를 통하여 빨간색 부분만 추출함으로써 레이저에서 조사된 빔의 연속성을 쉽게 분리해 낼 수 있다. 더욱이 조명이나 다른 요소에 의한 잡음의 효과도 비교적 쉽게 제거할 수 있다.

먼저 카메라로 획득한 영상에서 빨간색을 분리 추출한 후에 erosion과 component connecting 방법을 통해 처리하게 되는데, 여기서 폐오일필터의 상태를 구분할 수 있게 된다.

[그림 2]는 폐오일필터의 영상 처리 과정을 단계별로 제시하고 있다.

3.1 빨간색의 검출

색 표현 방법 중 HSV(Hue, Saturation, Value) 색공간 표시법이 있다. 이는 색 구분의 표준방법으로써 색은 hue값으로만 표시가 가능하다. 하지만 hue값은 빛에 의한 변위값에 영향을 많이 받는다. 본 논문에서는 간단한 RGB색 공간을 기준으로 한 분리방법을 제시하고 있다. 이는 색 공간 변환시간을 줄일 수 있고 계산복잡도도 감소될 수 있는 효율적인 방법이다. RGB 색공간 중에 있는 빨간색(R) 영역을 추출해서 빛이나 기타 영향을 미치는 인자의 잡음 신호를 제거할 수 있다.

3.2 Dithering

디더링(dithering)은 요구된 색상의 사용이 불가능할 때, 다른 색상들을 섞어서 비슷한 색상을 내기 위해 컴퓨터 프로그램에 의해 시도되는 것이다. 디더링은 대개 웹 페이지에 정의된 색상을 브라우저가 지원할 수 없을 때 일어난다. 이때 브라우저는 원래의 요구된 색상을, 두 개 이상의 다른 색상을 섞어 비슷하게 만든 색상과 교체하려는 시도를 하게 된다. 그 결과는 그래픽 디자이너에 의해 받아들여질 수도 있고 그렇지 못할 수도 있다. 또한 색채공간 속에서 하나의 강도가 아닌 다른 픽셀 강도로 구성되기 때문에 다소 거칠게 보일 수 있다.

본 논문에서는 빨간색의 영상을 얻고 나서 디더링처리를 해야 한다. 지금 얻은 도상에서는 색깔수치의 무한 범위를 거의 다 포함되고 있기 때문이다.

본 논문에서는 Floyd-Steinberg's error diffusion에 의한 디더링 알고리즘을 이용해서 영상의 분별률을 향상시킨다. Floyd-Steinberg 알고리즘은 오차 분산을 기반으로 한 동적 디더링 패턴을 생성하는 error diffusion dither의 가장 잘 알려진 알고리즘이다.

Floyd-Steinberg filter는 [그림 3]과 같다. 각 픽셀마다 유효한 팔레트에서 최근 색을 선택하고 현재 색을 대신한다. 그리고 표현 오차를 계산한다. 아직 방문되어지지 않은 이웃 픽셀을 분류한다. [그림 3]에서 x는 현재의 픽셀을 표시하며, A,B,C,D는 이웃 픽셀이다. 그리고 이들은 각각 7/16, 3/16, 5/16, 1/16의 오차를 받는다.

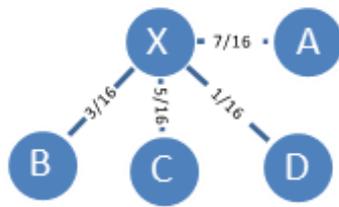


그림 3. Floyd - Steinberg 오차 확산 필터
Fig. 3. The Floyd - Steinberg Error Diffusion Filter

3.3 Erosion

Dithering 처리 후 영상의 노이즈를 제거하기 위해 erosion 처리를 한다. 이는 깨끗한 영상을 얻기 위해 수식(1)을 사용하여 linear structuring element를 이용한다.

$$R \ominus S = \bigcap_{s \in S} R_s = \{r | \forall s \in S: r - s \in R\} \quad (1)$$

R는 이진화 영상이고, S는 linear structuring element이다. 이는 laser pointer가 45도로 기울어져 다음과 같이 표현 된다.

$$S = \begin{bmatrix} 110000 \\ 111000 \\ 011100 \\ 001110 \\ 000111 \\ 000011 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.3 Component Connecting

마지막으로 영상의 더 큰 노이즈를 제거하고 폐오일필터의 상태를 구분하기 위하여 Component Connecting 방법을 이용한다.

우선 가장 큰 영역 C₁, C₂를 찾는다. 그리고 식(3)의 간단한 연산을 통해서 폐오일필터의 상태를 확인한다.

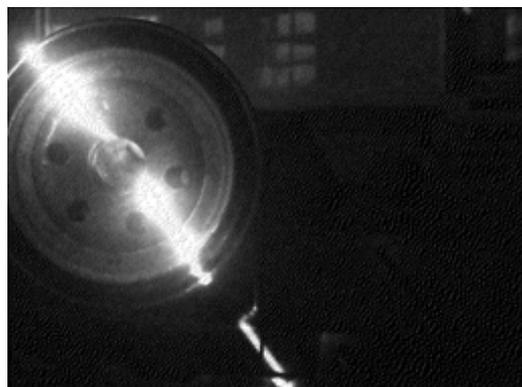
S(C_i)는 C_i의 영역을 표시한다.

$$G = \frac{S(C_1)}{S(C_2)} \quad (3)$$

만약에 $\frac{1}{2} \leq G \leq 2$ 의 조건이 만족되면 폐오일필터는 정면이 되고, 그렇지 않으면 뒷면이 된다.



(a)



(b)



(c)



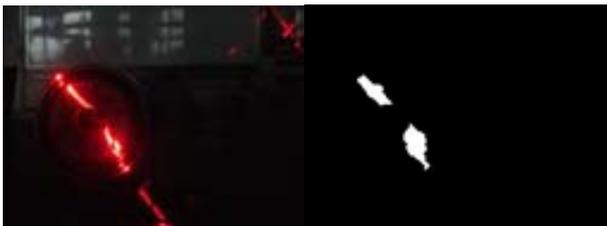
(d)

그림 4. 시뮬레이션 예

Fig. 4 Simulation Example of the proposed algorithm
 (a) The Original Image
 (b) The Binary Images of Red Converting andDithering
 (c) The Images by Erosion using the Linear Structuring Element
 (d) The Result Images by Component Connecting and Small Area Removed

4. 시뮬레이션

본 논문에서는 폐오일필터의 전면과 후면을 검출할 수 있는 시스템의 설계를 위하여 라인형 레이저 기반의 영상처리 방법을 제시했다. 실제 환경에서 제한한 모델의 성능을 확인하기 위하여 시뮬레이션을 수행한다. 아래 그림과 같은 기초 실험을 통하여 좋은 결과들을 얻었다.



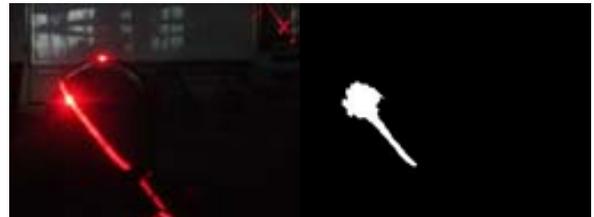
(a)



(b)

그림 5. 두 종류의 폐오일필터 정면에 대한 영상 처리 예
 Fig 5. The Front Images for the Different Sizes of the Used Oil Filter

(a) The Original Images on the Front Part
 (b) The Processed Results of Original Images



(a)



(b)

그림 6. 두 종류의 폐오일필터 후면에 대한 영상 처리 예
 Fig. 6. The Rear Images for the Different Sizes of the Used Oil Filter

(a) The Original Images on the Rear Part
 (b) The Processed Results of Original Images

5. 결 론

본 논문에서는 폐오일필터의 전면과 후면을 구분할 수 있는 영상처리 시스템의 설계를 제시하였다. 여기서는 영상처리 시스템의 구성 단순화 및 계산의 복잡성 최소화 등을 위하여 라인형 레이저의 빔을 이용하는 방법을 제시하였다. 폐오일필터의 전면과 후면은 구멍의 유무로 구분할 수 있으며, 이는 라인형 레이저 빔의 불연속성과 연속성으로 구분할 수 있다. 이를 활용함으로써 제안한 시스템의 구분 성능은 매우 우수하면서도 계산의 양을 대폭 줄인 단순 구조의 영상처리 시스템을 구현할 수 있었다.

추후 추가적인 개선 과정을 거쳐서 PC급의 대규모 영상처리 보드를 저비용의 소규모 보드로 대체할 수 있는 방안을 구현할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] Frédéric Devernay, "A Non-Maxima Suppression Method for Edge Detection with Sub-Pixel Accuracy", *INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE*, (1995).

[2] Benjamin A. Ahlborn, David Thompson, Oliver Kreylos, Bernd Hamann and Oliver G. Staadt, "A Practical System for Laser Pointer Interaction on Large Displays," *VRST'05*, (2005).

[3] Jelena Bozek, Mario Mustra and Mislav Grgic, "A Survey of Mammographic Image Processing Algorithms for Bilateral Asymmetry Detection," *51st International Symposium ELMAR-2009*.

[4] Jelena Bozek, Mario Mustra and Mislav Grgic, "A Survey of Mammographic Image Processing Algorithms for Bilateral Asymmetry Detection," *51st International Symposium ELMAR-2009. An Environmental Message On Used Oil Filter Disposal*, (2003).

[5] Bill Silver, "An Introduction to Digital Image Processing," *COGNEX*, (2000).

[6] J. P. Wachs, H. I. Stern, T. Burks and V. Alchanatis, "Apple detection in natural tree canopies from multimodal images."

[7] Hankyu Moon, Rama Chellappa and Azriel Rosenfeld, "Optimal Edge-Based Shape Detection," *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING*, VOL. 11, NO. 11, NOVEMBER 2002.

[8] Vincent Samson, Frédéric Champagnat, and Jean-François Giovannelli, "Point target detection and subpixel position estimation in optical imagery," *APPLIED OPTICS*, Vol. 43, No. 2, 2004.

[9] Muljowidodo K., Mochammad. A. Rasyid., Saptadi N., and Agus Budiyo, "Vision Based Distance Measurement System Using Single Laser Pointer Design for Underwater Vehicle."

[10] An Environmental Message On Used Oil Filter Disposal, (2003).

[11] Basim Alhadidi, Hussam Nawwaf Fakhouri and Omar S. AlMousa, "cDNA Microarray Genome Image Processing Using Fixed Spot Position," *American Journal of Applied Sciences*, Vol. 3 (2): 1730-1734, 2006.

[12] Saad A. Abbas, Abdul Rashid Shariff, Halim Thomas, Fakhru'Razi and Rohaya, "Design Control System for Continuous Steriliser Using Image Processing," *Investing in Innovation 2003*.

[13] Nobuya AOKI and Takahiko INARI, "Detection of Leaked Oil Using Image Processing"

[14] Joonki Paik, Cheolha P. Lee, and Mongi A. Abidi, "Image Processing-Based Mine Detection Techniques: A Review, Subsurface Sensing Technologies and Applications," *An International Journal*, Vol. 3, No. 3, pp. 153-202, July 2002.

[15] C.D. Haworth, Y.R. Petillot and E. Trucco,

"Image processing techniques for metallic object detection with millimetre-wave images," *Pattern Recognition Letters* 27 (2006) 1843 - 1851.

[16] Management Standards for Used Oil Generators Guidance Document, Second Edition, (2007).

[17] Thomas M. Lehmann, Claudia Gönner, and Klaus Spitzer, "Survey: Interpolation Methods in Medical Image Processing," *IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING*, VOL. 18, NO. 11, NOVEMBER 1999

[18] Floyd, R. W., and L. Steinberg, "An Adaptive Algorithm for Spatial Gray Scale," *International Symposium Digest of Technical Papers, Society for Information Displays*, 1975, p. 36.

[19] Lim, Jae S., "Two-Dimensional Signal and Image Processing," *Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall*, 1990, pp. 469-476.

[20] Ovidiu Cosma, "Image Dithering Based on the Wavelet Transform," *Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics - ICTAMI 2004*, Thessaloniki, Greece, pp, 96-104

저 자 소 개



웅 성(Xing Xiong)

2007년 : 중국 남경공정대학교 자동화전공 학사
 2009년 : 대구대학교 전자공학과 석사
 2009년~현재 : 동 대학원 박사과정

관심분야 : 지능제어, 제어시스템
 Phone : 010-5055-8830
 Fax : 053-850-6619
 E-mail : GaleWing@gmail.com



송은지(UnJi Song)

2004년 : 대구대학교 전산공학 학사
 2006년 : 대구대학교 정보통신공학과 석사
 2010년~현재 : 동 대학원 박사과정

관심분야 : 지능제어, 비주얼 서보잉
 Phone : 010-5779-7061
 Fax : 053-850-6619
 E-mail : songunchi@nate.com

최 병 재(Byung-Jae Choi)

한국지능시스템학회 논문지 2009. Vol 19. No.3 참조