

단조프레스기의 유압유 누유 영역 영상 감지 시스템

Image Detection System for leakage regions of Hydraulic Fluid in Forging Press Machine

이경환, 배성호
동명대학교

Kyeong-Hwan Lee, Sung-Ho Bae
Tongmyong University

요약

단조프레스기의 유압실에서 배관의 연결부위의 손상으로 인한 누유는 인명피해와 기계 파손의 위험성이 있어 이를 조기에 발견하여 예방하는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 원격지에서 회전형 카메라를 이용하여 유압유의 누유여부를 자동 인식하는 시스템을 구현 하였다. 구현한 시스템은 레이블링 과정에서 후보누유영역을 나타내는 최소경계사각형(MBR)을 구하고 MBR의 넓이와 높이 및 MBR의 면적과 후보 누유 영역의 면적비를 이용하여, 올바른 누유영역을 추출하였다. 실험을 통하여 제안한 시스템이 여러 가지 조명 환경에서도 누유영역을 정확하게 찾아내는 것을 확인하였다.

Abstract

In the hydraulic room of a forging press machine, a system which can detect and prevent risks at its early stage is needed because there may be a leakage due to the damage of the connection parts of the piping which can endanger human life and mechanical damage. In this paper, the system to automatically recognize a leakage of hydraulic fluid by the pan/tilt camera from a remote place is implemented. It finds the Minimum Boundary Rectangles(MBR) which are recognized with candidate leakage regions in the process of labeling and detects the proper leakage regions of hydraulic fluid with the width and height of MBRs and the area ratios of the MBRs and the candidate leakage regions. The experimental results show that the proposed system has been verified to detect the leakage regions accurately in various light conditions.

I. 서론

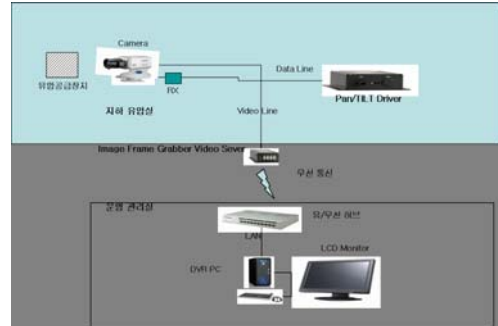
대형 단조 프레스는 반복적으로 공급하는 순환 급유 방법을 사용하는 데 펌프를 이용하여 강제적으로 오일을 순환시켜 압력을 높여 급유하고 도중에 오일을 여과하여 세정 및 냉각하는 장치를 보유하고 있는 강제 순환 급유 장치를 가지고 있다. 이러한 강제 순환 급유 장치는 압력을 이용하여 오일을 공급하고 정상적인 운동을 하고 있는지 고장이 일어났는지 여부를 측정하고 제어한다. 이 시스템은 필요한 압력을 조절하여 원활하게 공급하기 위한 주요

구성 요소로 오일탱크, 펌프, Filter, Cooler, 배관시스템, 각종 제어 및 알람(alarm)장치 등으로 구성되어 있다. 여기에서 제어장치는 규정압력 및 온도에서 오일이 유동할 수 있도록 적정하게 조절하고 오일 공급 장치가 원활하게 운영되도록 도와주는 일을 한다. 오일탱크에서 오일의 높이를 적정선으로 유지시키기 위한 유량계이지는 펌프를 제어함으로써 오일의 유동률 및 압력을 제어하고 압력변화를 이용하여 filter의 오염도와 교체시기를 아는 장치 등이다. 알람장치는 오일공급 시스템에서 이상이 생겼을 때 자동적으로 경보하여 긴급조치를 취할 수 있도록 작동하는 장치로 시각을 이용한 방법과 청각을 이용한 방법이 있다. 그러나 이러한 장치는 알람 설정치가 어느 일정 수

본 논문은 중소기업청 2008년도 산학공동기술개발사업의 출연금 및 보조금으로 수행한 연구결과입니다.

준 이상이어야 작동하기 때문에 사전 예방적이거나 초기의 이상 징후를 발견하기에는 미흡한 실정이다. 특히 오일탱크, 펌프와 공급배관시스템에서 유압유(hydraulic fluid)의 누유, 배관 파손 등은 고압으로 인명피해 등 심각한 안전위협이 되고 단조 공정중의 대형프레스의 파손을 초래하는 결과를 가져온다. 그러므로 인적, 물적 사고 및 손실을 최소화하기 위해 유압실 내부의 영상감지에 의한 누유, 파고의 조기 자동감지 시스템의 개발은 필수적이다. 본 논문에서는 단조프레스의 유압실의 누유 되는 영역을 카메라 및 PAN/TILT[2]를 이용하여 감시는 중 누유가 될 경우 이를 감지하는 시스템을 설계 하였다.

server pc에 영상을 전송하도록 한다. 그림 1은 전체 시스템의 구성도이다.



▶▶ 그림 1. 전체 시스템의 구성

II. 본론

2. 시스템 규격과 구현 방법

본 논문에서 시스템의 규격과 구현한 방법을 설명 한다.

2.1 연구 개발 시스템의 규격과 구성

- 영상 촬영용 카메라
 - 고해상도 초 저조도급 회전형 줌 카메라: 삼성 SHC-730 model
- 영상획득 보드
 - A/D Converter 및 Video Server
 - PAN/TILT Driver 모델: SPT-30P
- 광학 렌즈 부
 - Video Iris Controlled Lens
 - Zoom 배율 : 10 × 이상
- 영상저장 및 영상처리 Computer
 - 영상처리 : P4급 이상 PC

2.2 시스템 구성

특정 영역을 Local 로부터 수백-1km 떨어진 센터에서 검출 화면을 전송하기 위하여 무선랜을 이용하여 영상/Data 전송을 구현하도록 설계한다. 네트워크를 통해 전송 받은 영상 신호는 녹화저장을 위한 DVR(Digital video recoder)[3]과 영상처리 분석을 위한 운용 및

2.2 누유 인식 시스템 구현

제안한 시스템에서의 후보 누유 영역을 인식하기 위한 구현 방법은 카메라를 이용해 촬영한 후보 누유 영역이 없는 정지 영상을 기준 영상으로 하여 카메라 입력 영상의 차 영상을 이진 영상으로 만들어 물체를 인식하는 방법을 사용하였다. 이는 물체의 인식[4]을 간단 하면서 쉽게 추출 할 수 있는 장점과 운영관리에 편리하다는 장점이 있으나 제안한 시스템이 위와 같은 이상의 방법으로 하였을 경우 다양한 잡음으로 인해 인식이 현저하게 떨어지는 현상으로 처리 하는 순서에 따라 이를 보완하는 방법으로 인식률을 높였다.

2.3 영상의 위치, 회전 보정 방법

카메라의 회전 후 기준 영상과 카메라에서 입력 받은 화소의 위치를 차 영상을 하여 보면 입력받은 영상의 화소가 위치 오차가 발생하여 위치, 회전 보정 한다. 기준 영상과 비교하여 카메라의 입력영상에서 변화된 화소의 중심점을 찾기 위해 실험 영상에서 물체의 일부분을 블록으로 만든 후 블록의 중심점과 영상의 중심점을 기준으로 위치, 회전 보정 실험을 각각 하였다. 위치, 회전 보정 방법은 먼저 기준 영상과 카메라에서 입력 받은 영상을 각각 RGB 영상으로 분리 후 위에서 선택된 위치의 중심점을 기준으로 3x3 영역내에서 이동과 회전하였을 경우에 최소값이 되는 위치를 찾고 입력영상을 기준영상의 중심위치와 동일하게 이동과 회전에 대하여 보정한다.

2.4 p-tile[5] 이용한 이진 영상 생성 방법

기준영상과 카메라에서 입력영상의 차 영상을 보면 물체 영역이 전체 영상의 1.5 %정도 차지하고 배경보다 밝은 값을 가지는 영상이 많으므로 밝은 영역의 비율을 이용하는 p-tile 임계치 선정법으로 이진 영상을 생성하였다.

2.5 레이블링 과정에서의 MBR 높이와 넓이 선정

생성 시킨 이진 영상의 레이블링 과정에서 물체의 영역과 배경을 구분하기 위해 MBR 이용한다. 구분된 MBR에서 후보 누유 영역을 찾을 경우 잡음 영역과 후보 누유 영역과 함께 검출 될 경우가 많으므로 영역의 구분이 어려워진다. 때문에 후보 누유 영역의 특징 점을 찾아 이를 해결하였다. 후보 누유 영역의 특징 점을 찾기 위해 레이블링 한 영상에서 후보 누유 영역의 특징을 살펴보면 일정한 높이와 넓이의 MBR에 후보 누유 영역이 생긴다는 것을 실험을 통해 알 수 있다. 따라서 레이블링 과정에서 생성된 MBR이 실험을 통해 선정된 일정 높이와 넓이를 가지는 MBR의 크기와 같다면 후보 누유 영역을 추출한 것이다.

2.6 후보 누유 영역의 MBR 면적비 선정

레이블링 후 후보 누유 영역을 2.5절에 따른 MBR의 높이와 넓이를 이용하여 후보 누유 영역을 검출하였지만 이와 같은 비슷한 크기의 잡음이 있을 경우 구분하지 못하는 경우가 발생한다. 따라서 2.5절에서 후보 누유 영역으로 추출된 MBR의 면적비를 파악하여 올바른 후보 누유 영역인지 재추출 한다. 선택된 MBR이 후보 누유 영역인지 올바른 추출을 하기 위해 실험을 통하여 MBR의 후보 영역의 면적비에 대한 기준 값을 선정한다. 레이블링 과정에서 1차 후보 누유 영역으로 추출된 MBR에 대하여 후보 누유 영역의 면적비를 계산하여, 위의 선정된 기준 값에 포함하면 이를 2차 후보 누유 영역으로 추출한다. 식 (1)은 MBR의 면적비 계산식을 나타낸다.

$$rarea[k] = obj[k] / (width * height) \tag{1}$$

$rarea[k]$ 선택된 비율 값들을 나타낸다. $obj[k]$ 선택된 $object$ 를 나타내며 k 는 선택된 $object$ 의 개수 위치를 나타낸다. $width * height$ 는 MBR의 넓이와 높이를 나타낸다. 그림 2는 시스템에서 후보 누유 영역을 추출하기 위한 흐름도를 나타낸다.



▶▶ 그림 2. 후보 누유 영역 검출 흐름도

Ⅲ. 실험 및 고찰

3. 구현한 시스템의 실험 방법과 결과

본 논문에서 구현한 시스템의 실험 방법과 결과를 설명한다.

3.1 실험 영상

실험에서 사용된 영상은 720x480의 해상도를 가지며, 그림 3은 후보 누유 영역이 없는 기준 영상을 나타내고, 그림 4는 후보 누유 영역이 추출된 입력영상을 나타내고 있다.



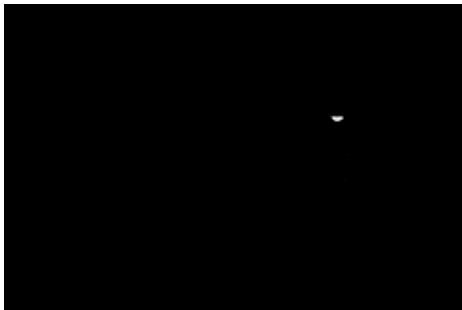
▶▶ 그림 3. 기준 영상



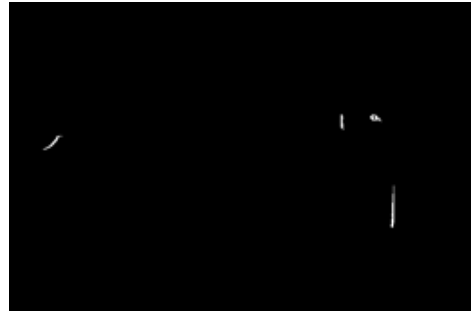
▶▶ 그림 4. 후보 누유 영역을 나타낸 영상

3.2 위치, 회전 보정 실험

본 논문에서 위치, 회전 보정 실험은 그림 4의 실험 영상에서 중심점을 기준으로 선정하고, 영상에서 배관 부분을 80x80 블록으로 한 중심점을 기준으로 실험하였다. 각각 선정된 중심점을 기준으로 3x3 영역을 탐색하여 입력영상과 기준영상과의 R, G, B 각 프레임의 블록내의 화소값들의 차의 합이 최소값을 가지는 이동 위치와 회전 값을 구한다. 실험에서는 회전의 최대 변화값을 -3° 에서 3° 까지로 설정하여 0.5° 씩 변화하면서 최소 블록 차의 값을 구하였다. 실험 결과 아래 그림과 같이 보정이 잘되는 경우와 보정이 되었지만 기준 영상과의 미세한 차이로 인해 잡음이 생기는 경우가 발생하였다. 그림 5는 위치, 회전 보정 실험 후 이진 영상을 살펴 본 결과 기준 영상과 비교 시 정확히 보정되어 잡음 없이 물체 영역만 구분된 영상이며, 그림 6은 보정 후 기준 영상과의 미세한 차이가 있어 잡음이 발생한 영상이다.



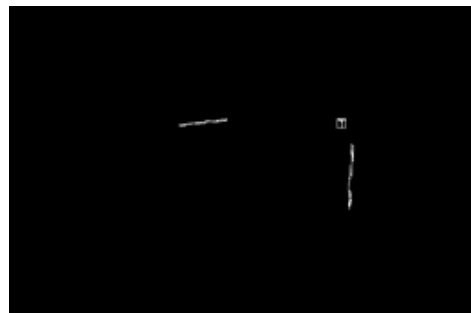
▶▶ 그림 5. 보정 후 후보 누유 영역을 검출한 이진 영상



▶▶ 그림 6. 보정 후 잡음이 생긴 이진 영상

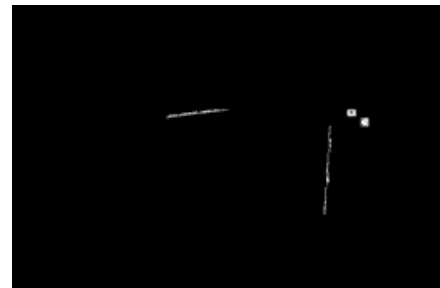
3.3. MBR을 이용한 1차 후보 누유 영역 추출 실험

그림 7은 레이블링 한 영상에서 후보 누유 영역의 MBR과 잡음이 나타난 영상이다. 실험을 통해 후보 누유 영역의 MBR의 특징을 파악하여 선정한 MBR 영역은 높이는 최소 10화소와 최대 20화소 그리고 넓이는 최소 20화소와 최대 40 화소로 영역을 선정하여 실험하였다. 후보 누유 영역의 MBR 추출 기준은 레이블링 과정에서 생성된 MBR이 위와 같이 선정된 MBR영역에 포함되면 후보 누유 영역의 MBR으로 추출 된다.



▶▶ 그림 7. 후보 누유 부분과 잡음이 구분된 영상

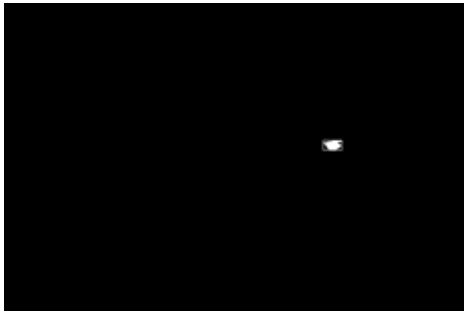
그림 8은 레이블링 과정에서 선정된 MBR 높이와 넓이를 이용해 후보 누유 영역을 검출 하였지만 잡음으로 인하여 후보 누유 영역이 잘못 검출된 영상이다.



▶▶ 그림 8. 후보 누유 영역을 잘못 검출한 영상

3.4. MBR의 높이와 넓이 비율을 이용한 2차 후보 누유 영역 추출 실험

실험을 통해 선정된 MBR의 후보 누유 영역의 넓이와 높이의 면적비는 0.2에서 0.9 사이값을 기준 값으로 하여 실험하였다. 1차 후보 누유 영역으로 추출된 MBR의 높이와 넓이의 면적비가 선정된 기준 값에 포함되면 올바른 후보 누유 영역으로 추출한 것이다. 그림 9는 올바른 후보 누유 영역의 MBR을 추출한 영상이다.



▶▶ 그림 9. 후보 누유 영역의 추출한 영상.

- [2] 고정환, 김은수, “팬/틸트 제어기반의 스테레오 카메라의 기하학적 정보를 이용한 새로운 높이 추정 기법”, 한국 통신 학회 논문지, 통신이론 및 시스템 pp.156-165, 2006-2 Vol.31 No.2C
- [3] 장호성, “웹 기반한 원격 감시 및 제어장치 구현”, 한국 산학 기술 논문지, 제10권 제1호, pp.140-145, 2009.
- [4] 김재남, 정병수, 김병기, “다양한 조명하에서 웨이블릿 변환과 히스토그램 평활화를 이용한 개선된 물체 인식”, 정보처리학회논문지D 제 13-D권, pp287-292, 제2호 2006.
- [5] 이대호, 박영태, “영상처리를 위한 C++ 프로그래밍”, pp201, 도서 출판 인터비전, 2008.

IV. 결론

본 논문에서는 유압단조프레스를 작동 시키는 유압실의 유압유가 높은 유압으로 인해 배관의 연결 부위에 후보 누유 영역을 조기 발견하여 자동인식하는 시스템을 구현하였다. 구현 방법은 빠른 처리 속도를 위해 기준 영상과 카메라에서 입력 받은 영상의 차 영상을 이용하였으며, 정확한 물체의 인식을 위해 위치, 회전 보정 그리고 p-tile방법으로 이진 영상생성과 누유 후보 영역의 MBR의 높이와 넓이, 누유 후보 영역의 MBR 높이와 넓이의 면적비를 사용하여 흐린 날, 저녁의 밝은 조명과 낮의 조명 없을 때, 각각 다른 시간 때의 실험에서도 추출이 정확하게 되는 것을 확인하였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 최내원, 지정규, “동영상에서 적응적 배경영상을 이용한 실시간 객체 추적”, 멀티미디어학회논문지, 6권 3호, pp.409-419, 2003.