

# 산업용 가스밸브의 오일 검출을 위한 프로파일 비교 및 분석 방법

최용수, 김준수, 정송균, 김정엽, 현기호  
영산대학교 컴퓨터정보통신대학원

e-mail: fire2213@ysu.ac.kr

## Profile Comparison and Analysis Method for Detection of Oil on Industrial Gas Valve

Yong-soo Choi , Jun-Soo Kim , Song-Gyun Jung  
Jeong-Yeop Kim , Ki-Ho Hyun  
Graduate School of Computer & Information  
Communications, Youngsan University

### 요 약

현대 사회에서 가스 산업은 기반 기술 산업으로 영향력이 매우 커지고 있으며, 동시에 위험요소를 내포하고 있다. 본 논문은 가스밸브의 연결부에서 폭발성 발화물질인 오일성분에 의한 안전사고를 방지하고자 유지분 검출시스템을 개발하였다. 용기 밸브의 영상을 200X200 크기의 흑백 이미지로 획득하고, 제안한 유지분 검출 알고리즘을 적용한다. 먼저, 영상에 소벨(Sobel) 연산자를 이용하여 에지(Edge)를 검출하고 오일이 존재하는 영상과 오일이 존재하지 않는 영상을 영상프로파일(image profile) 분석과 영상 감법 등의 검출방법으로 비교 분석하였다. 첫번째 방법은 영상프로파일기법으로 3가지 영역인 부분영역, 하위영역, 전체영역으로 오일을 삽입한 후 다항식 근사로 오일의 존재여부를 판별하였고, 두 번째는 영상감법으로 밸브의 특정한 위치에 위치조정표시를 한 후 두 영상의 차를 구하였다. 실험에서는 제안한 검출방법의 실용화 가능성을 확인하였다.

### 1. 서 론

현대 산업 사회에서 가스는 매우 중요하면서도 취급방법에 따라 위험한 요소를 포함하고 있다. 가스를 사용하는 산업분야는 의료용, 산업용등 다양한 분야에 분포되어 있으나 이를 저장하기 위해서 사용되고 있는 용기는 대부분 같은 형태를 이루고 있고 가스 주입을 위한 밸브의 모양은 유사하다. 용기 취급중 주의해야할 사항은 용기의 밸브에 묻어있는 유지분은 폭발할 수 있는 위험요소를 포함하고 있다는 것이다. 유지분에서도 위험물을 1 에서 6류 등으로

분류하고 있고 각각의 인화점도 차이는 있지만, 용기 밸브의 연결시 극소량의 유지분에 의한 마찰로도 폭발성화재에 노출되고 있음을 알 수 있다.

본 논문에서는 이러한 위험 요소를 사전에 방지하는 용기밸브의 유지분 검출시스템을 개발하였다. 용기 밸브의 영상을 200X200 크기의 흑백 이미지로 획득하고, 제안한 오일검출 알고리즘을 적용한다. 먼저, 영상에 소벨 연산자를 이용하여 에지를 검출하고 오일이 존재하는 영상과 오일이 존재하지 않는 영상을 영상 프로파일 분석과 영상 감법 등의 검출 방법으로 비교 분석하였다. 첫번째 방법은 영상 프

로파일기법으로 3가지 영역인 부분영역, 하위영역, 전체영역으로 오일을 삼입한 후 다항식 근사로 오일의 존재여부를 판별하였고, 두 번째는 영상감법으로 밸브의 특정한 위치에 위치조정표시를 한 후 두 영상의 차를 구하였다.[1,2]

## II. 유지분 검출 시스템 구성도

### 2.1 가스 밸브의 구조적 특성

용기밸브는 용기의 넥킹(밸브 연결부)에 부착되어 가스의 유로를 개폐하는 중요한 역할을 하는 것으로서, 주로 단조용 황동봉을 단조 후 가공하여 제조한다. 용기밸브는 그림 1과 같이 밸브 몸통, 안전장치, 핸들, 스피들(spindle), 스템(stem), 스톱퍼(stopper), 그랜드너트(gland nut), 오링, 밸브시트(valve seat) 등으로 구성되어 있으며, 핸들을 시계바늘 반대방향으로 돌리면 밸브디스크가 위로 올라가 가스유로가 열리고, 반대방향으로 돌리면 밸브디스크가 아래로 내려가 가스유로가 닫히게 된다.



그림 1. 가스밸브의 구조

용기밸브에 부착된(또는 용기에 부착된 것도 있음) 안전장치는 용기내의 가스압력이 올라가 용기가 파열되는 것을 방지하기 위하여 부착된 것이다. 이 안전밸브는 용기밸브와 일체로 만들어지는데 밸브의 개폐와 관계없이 항상 용기내의 가스가 접하도록 되어 있으며, 가스의 압력이 올라가면 자동적으로 작동되어 용기 내의 압력을 외부로 방출하는 역할을 한다. 그러나, 이 부분에 유지분이 묻으면 대형폭발 사고로 이어질 우려가 있어, 이의 검출은 매우 중요하다.

### 2.2 유지분 검출 시스템의 구성도

시스템의 전반적인 구성도는 그림 2와 같다. 가스 밸브 영상을 획득하기 위해서 최적화된 조명과 카메라를 밸브에 근접하여 영상을 획득하도록 설치하고 획득한 영상은 컴퓨터내부의 프레임 그래버를 통하

여 구성된 소프트웨어로 유지분의 검출 여부를 판단한다. 그다음에 검출된 결과는 제어신호로 외부의 시스템을 제어할 수 있다.

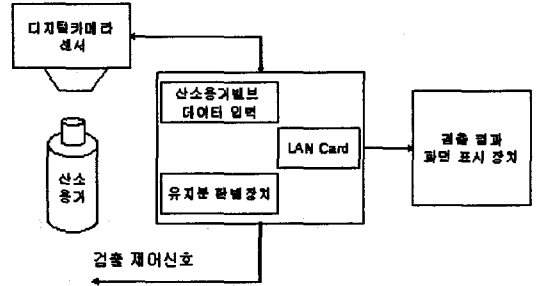


그림 2. 유지분 검출 시스템 구성도

## III. 제안한 유지분 검출 알고리즘

### 3.1 영상의 프로파일법

가스용기의 밸브영상에서 오일이 특정부분에 존재하는 가능성을 검출하기 위해 그림 3과 같이 영상의 각 부분에 대한 바둑판 모양의 프로파일을 구한다. 여기서 오일이 존재하는 프로파일과 오일이 존재하지 않는 부분의 프로파일과의 사이에서 차이를 구한다. 두 프로파일의 차이가 임계치를 넘으면 둘 중 하나 프로파일이 오일을 포함하는 영상의 프로파일로 가정할 수 있다.

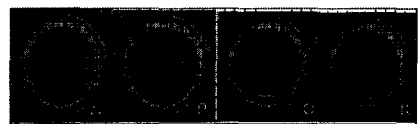


그림 3. 밸브영상의 프로파일 위치

그림 4는 오일이 존재하지 않는 영상과 존재하는 영상의 프로파일이다. 이를 그림 5의 블록도에 따라 프로파일의 차이를 구하면 오일의 검출 여부를 알 수 있다.

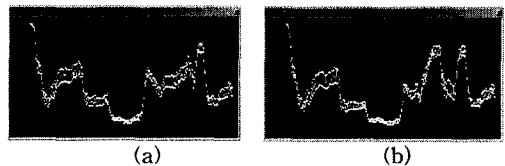


그림 4. 오일 영상의 프로파일

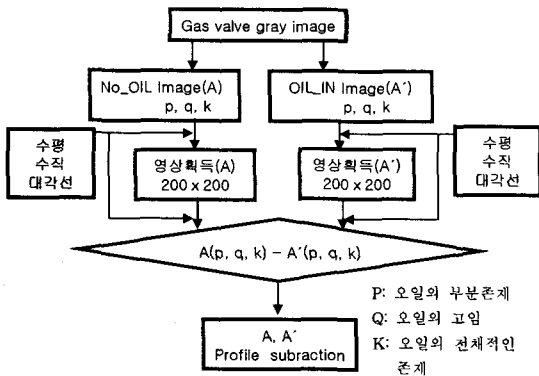


그림 5 제안한 프로파일법의 블록도

### 3.2 유지분 검출을 위한 영상 감법

가스 밸브의 이진영상에서 오일이 존재하는 영상과 오일이 존재하지 않는 영상사이의 차를 이용한 유지분 분석 알고리즘을 제안하였다. 영상의 차를 구하기 위해 그림 6과 같이 밸브의 특정위치에 4개의 점을 표시하여 차를 구함으로써 위치를 보정하게 하였다. 영상감법은 조명의 상태에 따라 결과가 달라질 수 있으나 본 논문에서는 밸브를 폐쇄된 공간에서 영상을 획득하여 조명에 의한 영향을 줄일 수 있었다.

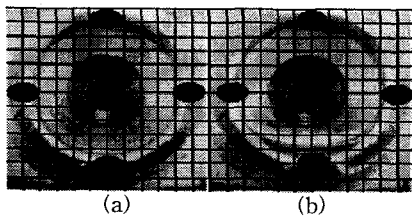


그림 6. 위치 보정을 위해 표시한 영상

- (a) 오일이 존재하지 않는 영상
- (b) 오일이 존재하는 영상

영상감법에 의해 구한 오일의 면적과 위치는 프로파일법과 서로 보완하여 정확한 검출을 얻을 수 있다. 전체적인 알고리즘을 단계별로 표시하면 다음과 같다.

**[Step 1]** 오일이 존재하지 않는 밸브 영상 A 와 오일이 존재하는 영상 A' 을 각각 얻고 조명의 보정을 위한 가우스 필터를 처리한다.

**[Step 2]** A 영상과 A' 영상을 위치보정 표시를 한

부분을 일치시키고 A - A' 을 한다.

**[Step 3]** 얻어진 차 영상에서 면적이 임계치 이하인 영역을 제거하는 후처리를 하고 최대영역을 추출한다.

**[step 4]** 최대영역을 오일이 존재하는 영역으로 가정하고 프로파일에서 얻은 데이터와 비교한다.

**[Step 5]** 프로파일 데이터와 감법으로 얻은 데이터를 종합하여 양쪽에 모두 오일이 존재하면 검출되었다고 출력한다.

### IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 사용한 영상은 CCD카메라로 촬영한 1022x1030 크기의 흑백 영상을 사용하였으며, 오일의 존재 여부를 검출하기 위한 검토포영역은 밸브 입구 부분인 200x200 크기의 부분을 사용하였다.

본 실험은 오일이 존재하지 않은 영상과 오일이 존재하는 영상간의 수평, 수직에서의 각 지점에 대한 프로파일에 대한 면적의 차를 구하여 오일 존재 유무를 확인할 수 있다. 이때 오일이 존재하는 영상에서는 오일이 부분적으로 존재하는 영상과 오일이 밸브 입구에 존재하는 영상, 그리고 오일이 밸브 전체에 존재하는 영상을 대상으로 하였다.

영상 내부에 미리 지정된 여러 지점에 대한 프로파일의 차이에서 계산할 수 있는 면적 값을 기반으로 오일이 존재하는 위치를 대략적으로 검출할 수 있다. 입력영상으로부터 분할되어진 영역을 중심으로 수평선의 특정한 지점(155라인)에서의 단면도를 그림 7에 나타내었다. 그림에서 가로축은 화소의 위치정보이고, 세로축은 명암도 값을 나타낸다. 동일한 개념을 적용하여 수직방향에 대한 프로파일을 그림 8에 보였다.[4]

그림 7에서 청색 그래프는 오일이 존재하지 않는 경우의 기본적인 단면을, 적색 그래프는 오일이 존재하는 경우의 단면을 각각 나타낸다. 이 두개의 그래프의 차이점을 기반으로 하여 밸브에 오일이 존재하는지의 여부를 결정하게 된다. 본 논문에서 두개의 그래프를 이용하여 오일 존재 여부를 결정하는 방법은 다음과 같다.

우선, 청색과 적색의 그래프를 겹쳤을 때, 형성되는 두 그래프 사이의 영역에 대한 면적을 계산하여 수치화함으로써, 오일 존재 여부를 판단한다. 오일이 존재하지 않는 경우에는 청색과 적색 그래프가 거의 일치하여 겹치는 경향을 보이고, 오일이 존재하는

경우는 면적의 크기가 증대하거나 그래프의 형태가 달라지는 경향을 보인다.

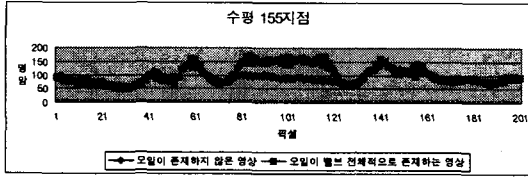


그림 7. 수평 155 라인에서의 프로파일

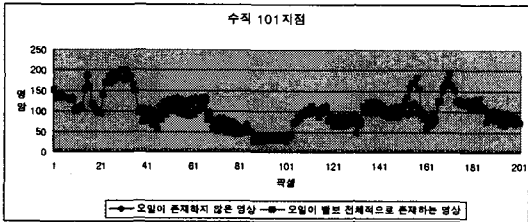


그림 8. 수직 101 라인에서의 프로파일

그림8에서의 두개의 그래프로부터 추출된 영상의 부분들에 대한 면적 계산 값  $S_m$ 을 표1~2에 나타내었다. 면적계산의 방법은 다음 식(1)과 같다.

$$S_m = \sum_i^n |C_i - D_i|, \quad (1)$$

여기서, S는 면적의 합, m은 프로파일의 위치, C는 청색 그래프, D는 적색 그래프, i는 프로파일에 관한 화소의 인덱스, n은 전체 프로파일의 길이에 대한 샘플 수를 의미한다. 면적의 차이 값은 표 3~4로 나타내었고 오일의 존재 판단에 유리하도록 구성하였다.

표 1. 영상의 수평 지점에 대한 프로파일 면적값(S)

오일존재유부 수평성분 및 상태	존재 무 (A)	부분존재 (A <sub>p</sub> )	고임 (A <sub>q</sub> )	전체적으로 존재(A <sub>k</sub> )
47지점(S <sub>47</sub> )	22546	22406	21816	21937
101지점(S <sub>101</sub> )	21404	21122	20813	20176
155지점(S <sub>155</sub> )	18202	18044	18733	20641

S<sub>47</sub>의 경우, A와 A<sub>k</sub>부분에서의 면적 값에서도 오일의 면적 값의 차이를 알 수 있다. S<sub>101</sub>의 경우도 세 가지 경우에 큰 차이가 없으나 S<sub>155</sub>의 경우 A와 A<sub>k</sub>는 2300내외로 큰 값의 차이를 보여 오일이 존재함을 나타낸다.

표 2. 영상의 수직 지점에 대한 프로파일 면적

오일존재유부 수직성분 및 상태	존재 무 (A)	부분존재 (A <sub>p</sub> )	고임 (A <sub>q</sub> )	전체적으로 존재(A <sub>k</sub> )
47지점	23201	22889	22773	22748
101지점	20570	20419	20236	20236
155지점	24564	24373	23933	23953

표 3. 영상의 대각선 지점에 대한 프로파일 면적

오일존재유부 대각선성분 및 상태	존재 무 (A)	부분존재 (A <sub>p</sub> )	고임 (A <sub>q</sub> )	전체적으로 존재(A <sub>k</sub> )
정 방향	20152	20077	19879	19561
역 방향	19030	18826	18651	18536

표 4. 오일이 존재 영상과 각 지점에 대한 프로파일 면적차이

Profile의 차 수평성분	A-A <sub>p</sub>	A-A <sub>q</sub>	A-A <sub>k</sub>
47지점	139	729	608
101지점	282	591	1228
155지점	248	-441	-2349

Profile의 차 수직성분	A-A <sub>p</sub>	A-A <sub>q</sub>	A-A <sub>k</sub>
47지점	312	428	453
101지점	151	334	334
155지점	191	631	661

## V. 결론

본 논문에서는 밸브의 위험요소를 제거하기 위한 유지분 검출시스템을 개발하였다. 용기 밸브의 영상을 획득하고, 제한한 오일검출 알고리즘을 적용하였다. 오일이 존재하는 영상과 오일이 존재하지 않는 영상을 제한한 영상 프로파일 분석과 영상 감법의 검출방법으로 비교 하였다. 또한 두 가지 방법을 결합하여 검출의 신뢰도를 높일 수 있으며 개발한 시스템은 유지분 검출에 효율적이며 안전한 작업환경을 구축할 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Anil Jain et al, "Introduction to biometrics; ", Biometrics-Personal Identification in Networked Society, Kluwer Academic Publishers, pp.1~41,1999
- [2] Anil K. Jain, Nalini K. Ratha, Shaoyun Chen, "Extraction in Fingerprint Images", Pattern Recognition, vol.28,no.11,pp 1657~1672, 1995
- [3] Sean Ho and Guido Gerig, "Profile Scale-Space for Image Segmentation", Technical Report UNC CS, March 2003