

강건한 특징점 추출을 이용한 철강제품 정보 검출을 위한 전처리 알고리즘

최중현, 윤종필, 최성후, 구근휘, 김상우
 포항공과대학교 전자전기공학과 지능제어시스템 연구실

Pre-processing Algorithm for Detection of Slab Information on Steel Process using Robust Feature Points extraction

JongHyun Choi, Jong Pil Yun, SungHoo Choi, KeunHwi Koo, Sang Woo Kim
 ICSL, Electronic and Electrical Engineering, POSTECH, Pohang, Korea

Abstract - Steel slabs are marked with slab management numbers (SMNs). To increase efficiency, automated identification of SMNs from digital images is desirable. Automatic extraction of SMNs is a prerequisite for automatic character segmentation and recognition. The images include complex background, and the position of the text region of the slabs is variable. This paper describes an pre-processing algorithm for detection of slab information using robust feature points extraction. Using SIFT(Scale Invariant Feature Transform) algorithm, we can reduce the search region for extraction of SMNs from the slab image.

1. 서 론

제철소의 연주공정에서 생산된 슬라브(Slab)에는 서로의 구분을 위해 해당 슬라브에 관리번호가 기재되어 있으며, 이것은 슬라브 각각의 사용을 결정하는 중요한 정보이다. 현재, 공장에는 호스트 컴퓨터에서 보내온 슬라브의 관리번호와 현재 들어온 슬라브에 기재되어 있는 번호의 일치 여부를 검사하기 위해 자동 인식 시스템이 설치되어 있다. 만약, 이것이 잘못 인식되어지면 공정에 심각한 상황이 연출될 수 있기 때문에 인식률을 높이는 것이 중요하다. 이를 위해서는, 슬라브가 있는 영상에서 문자열이 존재하는 부분을 정확히 추출해내는 것이 가장 중요하다. 최근 임의의 배경 안에 존재하는 임의의 문자열을 추출해내는, 즉, Text Region Segmentation 에 대한 연구가 많이 수행 되고 있다. 이러한 알고리즘은 복잡한 배경을 가진 영상에서 수행되었다 하더라도, 제철소 현장의 인식 시스템에 바로 적용하기에는 많은 문제점을 가지고 있다 [1][2].

현재 현장의 자동 인식 시스템은 실시간으로 슬라브가 없을 때의 영상과 슬라브가 있을 때의 영상을 촬영하고 이를 이용하여 슬라브 관리번호를 인식하는 방법으로 구성된다(그림 1). 슬라브가 위치하지 않은 영상을 배경 영상이라고 하고 슬라브가 위치한 영상을 슬라브 영상이라고 표현할 것이다. 하지만, 슬라브가 들어오는 영역이 고정되어 있지 않고, 배경영상이 복잡하고 그 사이의 조명이 바뀌고, 슬라브 위의 크레인 이 움직이기 때문에 두 영상의 단순한 차이나, 경계 영상 분석 방식으로 문자열 영역을 찾아내는 것은 어려운 일이다. 그래서 본 논문에서는 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)를 이용하여 조명의 변화와 크기의 변화에도 강인한 특징점을 찾아 배경 영상과 슬라브 영상의 조합을 통해 문자열을 추출해내기 위해 영역을 축소하는 전처리 알고리즘에 대해 기술한다[4][5]. 슬라브 부분만 있는 영상에서는 경계 영상 또는 이진 영상을 통한 수평, 수직 프로파일 분석으로 쉽게 문자열 영역을 추출할 수 있다. 슬라브 문자영역을 추출해내는 다른 알고리즘은 경험적으로 슬라브가 들어오는 영역을 고정시켜서, 그 영역에서부터 시작한다 [6][7]. 하지만, 본 논문에서는 슬라브가 들어오는 영역을 고정시키지 않고 전체 영역에서 시작하여 문자열을 찾기 위해 영역을 축소하는 것을 기술하기 때문에 좀 더 analytic하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2.장의 2.1에서는 SIFT를 이용한 특징점 추출에 관하여 기술하고 2.2에서는 이를 이용한 정합 방법에 대해 설명한다. 마지막으로 3.장에서는 제안된 알고리즘에 대한 결론으로서 논문을 마무리한다.

2. 본 론

2.1 SIFT를 이용한 robust features extraction

SIFT는 영상인식 기술 중 하나로 인식 대상의 크기 변화와 회전, 위치 이동 등의 변형에도 불변하는 인식 대상 내의 특징 벡터들을 찾아 데이터베이스에 저장되어있는 벡터 값과 비교하여 물체를 인식하는 방법이다. 먼저, 특징점을 찾고 이것의 128차원의 벡터를 생성한다.



〈그림 1〉 배경 영상과 슬라브 영상 (1920×1200)

2.1.1 Detection extrema in scale-space

우선, 영상을 명도 영상으로 바꾸고, 영상의 scale space에서 효과적으로 특징점을 찾기 위해, 영상과 DOG(Difference of Gaussian)를 컨볼루션 시킨다. 즉, 입력영상을 가지고 각각의 scale에 대한 가우시안 영상 피라미드를 생성한 후, 근접한 두 개의 scale에 대한 가우시안 영상들의 차를 구한다. 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$L(x,y,\sigma) = G(x,y,\sigma) * I(x,y)$$

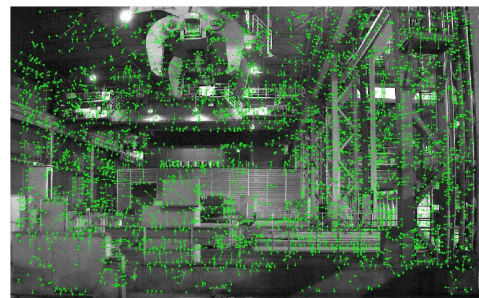
$$D(x,y,\sigma) = (G(x,y,k\sigma) - G(x,y,\sigma)) * I(x,y) \\ = L(x,y,k\sigma) - L(x,y,\sigma)$$

여기서, $G(x,y,\sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2}$ 이고, $I(x,y)$ 는 입력영상이다.

DOG 영상에서 local maxima와 minima를 구하기 위해, 현재 DOG영상의 각각의 sample point에서 이웃하는 8 픽셀(3×3 영역)과 비교한 후, 앞뒤에 다른 scale에 대해서도 비교한다. 결국 3×3×3= 27픽셀에서 극값을 찾고 이 점이 특징점의 candidates가 된다.

2.1.2 Extraction of stable feature points

배경영상과 슬라브 영상은 영상의 크기가 1920*1200으로 크기 때문에, 앞에서 추출된 특징점이 많다. 따라서 안정적인 특징점만 추출하기 위해서 테일러 급수를 사용하여 대비가 작은 불안정한 특징점을 제거한다. 또한, 영상의 경계 위의 점들은 Harris corner detector와 principal curvature를 사용하여 제거한 후, 최종 특징점들을 얻는다(그림 2).





〈그림 2〉 배경 영상과 슬라브 영상의 특징점

2.1.3 Generation of Feature vectors

추출된 각 특징점에 대해 대표 기울기를 추출한다. 픽셀의 방위를 36도로 양자화하여 히스토그램을 만들고, 가장 높은 값을 갖는 각도를 특징점의 기준 방위로 선택한다. 또한, 가장 높은 값의 80% 내에 드는 값도 특징점의 기준 방위로 선택한다. 이것은 rotation에 불변한 특징을 부과한다.

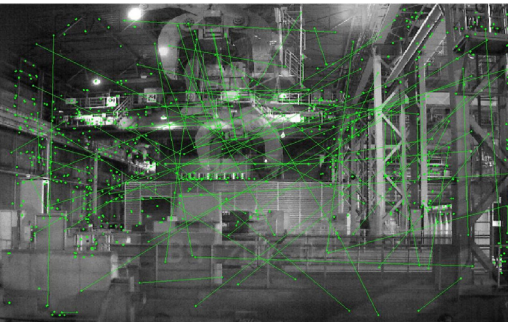
$$m(x,y) = \frac{\sqrt{(L(x+1,y) - L(x-1,y))^2 + (L(x,y+1) - L(x,y-1))^2}}{2}$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} \left(\frac{L(x+1,y) - L(x-1,y)}{L(x,y+1) - L(x,y-1)} \right)$$

특징점의 기준방위가 선택되어졌으면, 이것을 중심으로 다시 8개의 각도로 양자화하여 4x4개의 방위 히스토그램을 생성하여 특징벡터로 사용한다. 그러므로 한 특징점이 갖는 특징벡터는 4x4x8= 128차원의 벡터이다. 그리고 나서, 벡터들의 크기를 정규화 시킨다.

2.2 Feature point matching

배경영상과 슬라브 영상 각각의 특징점에서 특징벡터를 생성하여 데이터베이스에 저장한다. 데이터베이스 내에서 특징점과의 Euclidean distance가 가장 가까운 거리와 두 번째로 가까운 거리와의 비율이 0.6 이하면 정합이라고 판단한다. 그림 3은 배경영상과 슬라브 영상을 겹쳐서 정합한 결과이다.



〈그림 3〉 배경영상과 슬라브 영상을 matching한 결과

그림 3에서보면, 점으로 찍힌 부분과 선으로 그어진 부분이 있는데, 점으로 찍힌 부분은 정확하게 정합된 결과이고, 선으로 그어진 부분이 잘못 정합된 결과이다. 따라서 잘못 정합된 부분을 제거하기 위해, 정합된 점들과의 Euclidean distance를 이용하여, 거리 차이가 어떤 일정 문턱치 이상일 경우에는 잘못 정합됐다고 판단하고 제거하게 된다. 그리하여 최종적으로, 슬라브 영상에서 배경부분의 특징점을 얻는다(그림 4). 이 특징점을 통해 배경이라고 여겨지는 부분을 제거하여, 문자열을 찾기 위한 영역을 축소할 수 있다. 이렇게 축소된 영역에서, 경계영상이나 이진 영상을 통한 수평, 수직 프로파일의 분석을 통해 최종 문자열 영역을 얻을 수 있다[6].

3. 결 론

본 논문에서는 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)를 이용하여 강인한 특징점을 찾아 배경 영상과 슬라브 영상의 정합을 통해 문자열을 추출해내기 위해 영역을 축소하는 전처리 알고리즘에 대해 기술하였다. 문자열을 추출해 내는 다른 알고리즘은 수천 장의 영상을 통해 슬라브가 있는 영역을 고정시켜서 시작하지만, 본 논문에서 제시하는 알고리즘은 전체 영역에서 슬라브가 있는 영역으로 축소시키기 때문에 좀 더



〈그림 4〉 슬라브 영상에서 배경 부분의 특징점

해석적이다. 또한, 배경영상과 슬라브 영상 사이의 조명의 변화가 심하고, 배경영상에서 나타나지 않았던, 크레인이나 임의의 물체가 슬라브 영상에 나타나도 슬라브만 존재하는 영역으로 축소할 수 있다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

[참 고 문 헌]

- [1] Xilin Chen, Jie Yang, Jing Zhang, and Alex Waibel, "Automatic Detection and Recognition of Signs From Natural Scenes," IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, vol. 13, pp. 87-99, January, 2004.
- [2] Y. J. Song, K. C. Kim, Y. W. Choi, H.R. Byun, S. H. Kim, S. Y. Chi, D. K. Jang and Y. K. Chung, "Text Region Extraction and Text Segmentation on Camera-captured Document Style Images," Proceedings of the 2005 Eight International Conference on Document Analysis and Recognition.
- [3] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing, Second Edition", Prentice Hall.
- [4] Lowe, D. G., "Distinctive Image Features from Scale Invariant Keypoints," International Journal of Computer Vision, 60, 2, pp. 91-110, 2004.
- [5] Lowe, D. G., "Object recognition from local scale-invariant features," Proceedings of International Conference on Computer Vision, pp. 1150-1157, 1999.
- [6] S. H. Choi, J. P. Yun, B. Y. Seo, J. H. Park, K. H. Koo, J. H. Choi, and S. W. Kim, "An Improved edge-based Text region Segmentation algorithm applied to Slab image data from Steel Plant," Proceedings of the Tenth IASTED International Conference COMPUTER GRAPHICS AND IMAGING, pp. 70-75, 2008
- [7] S. H. Choi, J. P. Yun, K. H. Koo, J. H. Choi, and S. W. Kim, "Text Region Extraction Algorithm On Steel Making Process," 8th WSEAS International Conference on ROBOTICS, CONTROL and MANUFACTURING TECHNOLOGY, pp. 24-28, 2008