

# 통계적 특징 및 템플리트 기반의 계층적 부품 분류 시스템

\*이 영 길, \*안 성 규, \*\*곽 병 덕, \*정 성 환  
\* 창원대학교 멀티미디어 연구실  
\*\* (주)삼송 비전팀

## Hierarchical Part Classification System based on Statistical Characteristic and Template

\*Young-Kil Lee, \*Sung-Gyu Ahn, \*\*Byung-Duk Koak, \*Sung-Hawn Jung  
\*MIPS Lab, Dept. of Computer Science, Changwon National University  
\*\*Vision Team, Samsung Co. Ltd.

### 요 약

본 논문에서는 다양한 모양의 부품 영상을 CCD카메라로 입력 받아 부품 영상에 포함된 부품의 내용 정보를 이용하여 부품을 분류하는 계층적 부품 분류 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템은 부품 영상에 대해서 통계적 방법과 템플리트를 계층적으로 적용하여 부품을 분류하는 시스템이다. 2,000 개의 부품 영상을 이용하여 실험한 결과, 84%의 분류율을 보였다.

### 1. 서론

현재 컴퓨터 기술과 디지털 카메라의 발달로 인하여, 컴퓨터 비전 기술이 여러 분야에 응용되고 있으며 [1-3], 그 응용 범위의 확대와 함께 그 필요성이 점차 높아지고 있다.

이러한 컴퓨터 비전의 응용 분야들 중에서 공장의 품질 관리 시스템 및 자동 조립 라인에 있어, 대상이 되는 부품들의 종류를 분류하는 기술은 공장 자동화 과정의 중요한 기초 기술중에 하나이다[4].

기존 부품 분류 방법들에는 신경망에 의한 방법과 모폴로지를 이용하는 방법 그리고 템플리트를 사용하는 단순 거리척도 방법 등이 있다[5]. 신경망에 의한 부품 분류 방법은 훈련시 시간이 많이 소요되고, 부품 종류가 많은 경우 적용이 곤란한 단점을 가지고 있다. 그리고 모폴로지 방법은 주로 이진 영상을 사용하는 제한점을 가진다[6]. 이에 비해 템플리트에 의한 방법

은 이진 영상뿐만 아니라 그레이 레벨 영상에 대하여 간단하게 부품 영상의 모양 정보를 반영할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 현장의 실용적인 적용을 위하여 계층적으로, 간단한 템플리트 방법을 기본으로 하고 통계적 방법을 적용하여 간단한 실용적인 계층적 부품 분류 시스템을 제안하였다.

서론에 이어 2장에서는 전체 시스템의 구성을 기술하고, 3장에서는 제안된 특징 추출 및 분류 방법을 설명한다. 4장에서는 구현된 시스템을 보인다. 그리고, 5장에서는 실험 결과를 살펴보고, 끝으로 6장에서 결론을 맺는다.

### 2. 전체 시스템의 구성

제안한 부품 분류 시스템의 구조는 그림 1과 같다.

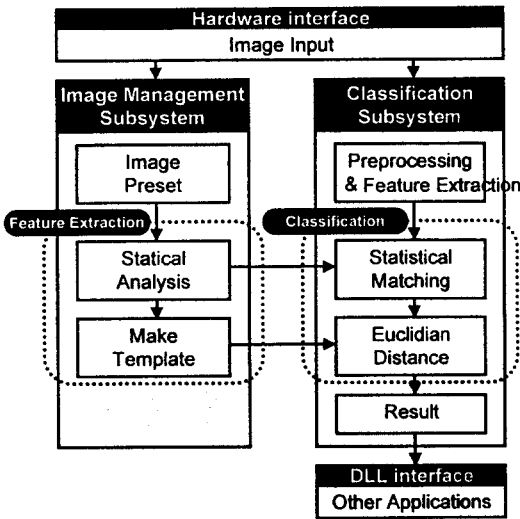


그림 1. 전체 시스템의 구성

본 시스템은 분류 대상이 되는 각 부품의 목록 및 샘플 영상들을 관리하는 샘플 영상 편집 서버 시스템(Image Management Subsystem)과 다른 응용프로그램과 결합되어 입력되는 부품 영상들을 분류하는 분류 서버 시스템(Classification Subsystem)으로 구성되어 있다.

제한한 부품 분류 시스템은 계층적으로, 템플리트 방법을 기본으로 하고 통계적 방법을 적용한다.

### 3. 특징 추출 및 분류

#### 3.1 전처리 과정

본 시스템에서는 CCD카메라와 영상보드로부터 512×512 크기의 영상을 얻는다. 이 영상에서 부품인식 및 분류에 불필요한 배경을 제외하기 위해서 시스템에 설치된 부품 고정대를 중심으로 256×256크기의 관심영역을 얻어낸다. 그리고 다시 관심영역의 영상을 32×32 크기로 정규화시킨다. 이 전처리 과정은 샘플 영상 편집 서버 시스템의 Image Preset 단계에서 이루어질 뿐만 아니라, 분류를 위해서 입력되는 분류 서버 시스템의 입력단계에서도 이루어진다.

#### 3.2 특징 추출

##### 3.2.1 통계적 특징 추출

본 시스템에서는 부품 분류를 위하여 부품 영상의

통계적인 특징으로 평균 및 분산을 이용한다.

##### 3.2.2 템플리트에 의한 모양 특징 추출

전처리 과정을 통해 얻어진 32×32의 부품 영상들을 이용해서 템플리트를 구성하게 된다.

샘플 영상의 편집시 입력되는 영상들이 조금씩 왜곡될 수 있으므로, 쉽게 왜곡될 수 있는 형태의 몇가지 를 샘플 영상으로 입력받아서 수식 1에 의해 템플리트영상을 만들어 낸다. 이렇게 구성된 영상은 분류를 위한 템플리트로서 사용된다.

$$Template_i = \frac{1}{N_i} \cdot \sum_{k=1}^{N_i} S_{ki} \quad (1)$$

수식 1에서  $I$ 는 분류 대상이 되는 부품 영상 종류의 인덱스값이며,  $N_i$ 는  $I$  종류가 가지고 있는 샘플 영상의 개수를 나타낸다. 그리고  $S_{ki}$ 는  $I$  종류의  $k$  번째 샘플 영상을 나타내며,  $Template_i$ 는  $I$  종류의 부품 영상의 템플리트를 나타낸다[7].

#### 3.3 분류

특징 추출 과정에서 분류 대상이 되는 부품 영상들의 통계적인 특징 및 모양 특징정보들이 얻어졌으면, 분류 서버 시스템으로 부품영상을 입력받아서 전처리 과정을 거친후 분류작업을 수행한다.

분류 과정은 먼저 입력된 각 부품 영상의 평균 및 분산값과 샘플 영상 편집 서버 시스템에서 구해 놓은 각 부품 영상의 통계값들과 비교하여, 1단계로 각 값의 차이가 큰 종류의 부품들을 분류 대상에서 제외시킨다.

다음 단계로, 통계값 비교를 통해 제외되고 남은 후보 부품 영상들을 대상으로 각 부품영상의 템플리트와 입력영상을 수식 2에서  $E_i$ 로 표현되는 유클리드 거리가 최소가 되는 영상을 찾는다.

$$E_i = (Template_i - IN)^2 \quad (2)$$

여기서,  $Template_i$ 는  $I$  종류의 부품 영상의 템플리트를 나타내며, 입력 영상은  $IN$ 으로 표현된다.

이러한 계층적인 처리 과정을 통해서 1차적으로 통계정보를 이용하여 불필요한 템플리트 매칭을 배제시키므로 제안된 시스템은 보다 효율적으로 수행된다.

#### 4. 부품 분류 시스템 구현

##### 4.1 샘플 영상 편집 서브 시스템 (Image Management Subsystem)

샘플 영상 편집 서브 시스템은 그림 2와 같다. 본 서브 시스템에서는 분류 대상이 되는 각 종류의 부품 이름과 샘플 영상들에 대하여 삽입, 조회 및 삭제가 가능하도록 구성되어 있다.

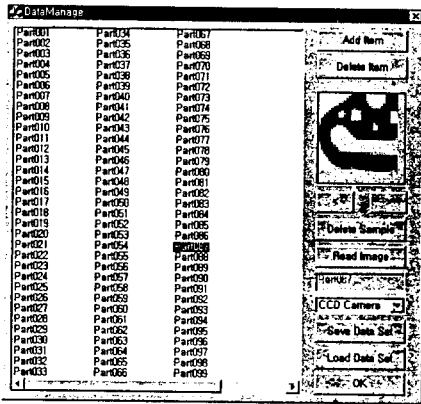


그림 2. 샘플 영상 편집 서브 시스템

##### 4.2 분류 서브 시스템 (Classification Subsystem)

분류 서브 시스템은 DLL 형태로 구현되어, 다른 응용프로그램에서 이용할 수 있도록 구성되어 있다.

본 분류 서브 시스템은 부품 영상을 입력받아서 샘플 영상 편집 서브 시스템에 의해 등록된 부품들의 정보를 이용하여 입력된 부품 영상에 대응하는 이름을 출력한다.

#### 5. 실험 결과

본 연구에서 제안된 시스템은 펜티엄 PC에서 Visual C++5.0으로 구현되었다. 또한 후면 조명 방법에 의해서 획득된 512×512 부품영상 200종류 각 10장씩 총 2,000장을 사용하여 실험하였다.

템플릿 영상을 구성하기 위해 같은 종류의 샘플 영상에서 4개의 영상을 사용하였고, 분류를 위하여 나머지 샘플 영상들 중에서 무작위로 4개의 영상을 사용하였다.

템플릿에 의한 유클리드 거리 척도만을 이용하여 부품 분류를 수행하였을 경우 80%의 분류율을 보였다.

그러나, 통계적 특징 및 템플릿을 계층적으로 이용하여 실험한 결과, 84%의 보다 나은 부품 분류율을 보였다.

그림 3의 대표적인 예와 같이 외형상 쉽게 구별 될 수 부품 영상들에 대해서는 잘 분류가 되었으나, 그림 4와 같이 작은 영역에 정보들이 모여있는 경우나, 스프링과 같이 부품 고정대 위에 부품을 올려 놓을 때마다 쉽게 회전되어 모양이 달라지는 부품들의 경우는 오분류율이 상대적으로 높았다.

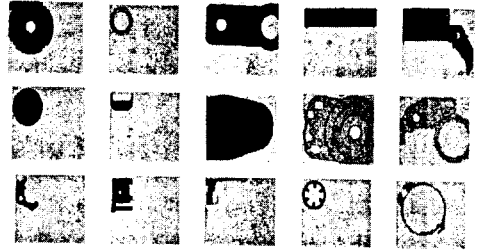


그림 3. 특징이 잘 표현된 부품 영상

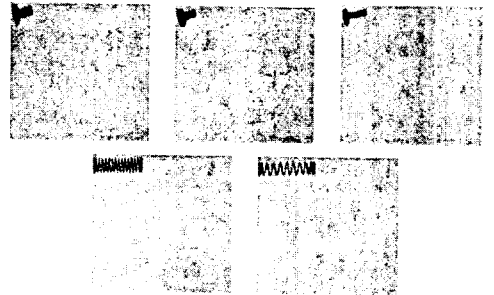


그림 4. 오분류 된 부품 영상들의 예

#### 6. 결론

본 연구는 현장에 사용되는 부품 영상에 대하여 간단하고 실용적인 부품 분류 시스템 개발을 위하여 통계적 방법과 템플릿 방법을 계층적으로 이용하여 입력 부품을 인식 분류하는 계층적 부품 영상 분류 시스템을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 계층적 부품 분류 시스템은 2,000개 부품 영상을 사용하여 실험한 결과, 84% 인식률을 보였다. 이방법은 템플릿 매칭만을 사용하는 방법보다 5% 분류률 향상을 나타내었다.

향후 연구 과제로는 보다 다양한 특징 정보를 추가하여 분류률 향상을 위한 방법을 연구할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] Nello Zuech ed., "Machine Vision : Capabilities for industry", Machine Vision Association of SME,1988.
- [2] K. Hendengren, "Methodology for Automatci image-based inspection of insdustrial objects", in *Advances in Machine Vision*, j.Sanz ed., Springer-Verlag, 1988.
- [3] 전자신문 1998년 4월 3일, "산업용 비전시스템 국산화 활발" .
- [4] 김상철, ART2 신경회로망을 이용한 실장 PCB분류 시스템, 석사학위논문, pp.1-29, 1998.
- [5] 김대수, 신경망 이론과 응용, 하이테크 정보, 1997
- [6] Sven Loncaric and Atam P. Dhawan, "A morhological Signature Transform For Shape Descrption", *Pattern Regonition*. Vol26 No7-12, pp. 1026-1037, 1993.
- [7] M. A. Turk and A. P. Pentland, "Face Recognition Using Eigenfaces", in *Proceedings, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 586-591, 1991.