

PCA와 객체 분석을 통한 문자영역 추출

*김강석^U **강민경 *김철기 *차의영
부산대학교 일반대학원 *전자계산학과, **멀티미디어 학과
{au, dragon, kck, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

Using PCA Object Analysis Character Region Detection

Kim, GangSok^U Kang, MinKyung Kim, ChulKi Cha, EuiYoung
Dept. of Computer Science, Dept. of Multimedia, Pusan National University

요 약

이 시스템은 '신발공장 라인'에서 신발 밀창 생산품을 자동적으로 측정하는 것이다. 즉 문자인식 기법으로 인식된 치수와 컴퓨터 비전에 의해 측정된 길이를 비교하여 불량품을 분류한다. 이 논문에서는 이 중 문자영역 추출에 대한 연구를 하였다. 우리가 인식하려고 하는 밀창제품의 양각된 문자의 경우는 배경과 거의 같은 밝기 값을 가지므로 하나의 임계치로 분리 불가능하며 따라서 인쇄된 문자를 인식하는 경우와와 같은 일반적인 방법으로는 양각된 문자영역을 추출하기는 쉽지 않다. 여기에서는 임계값을 달리한 에지 검출 결과에 레이블링 과정을 거친 후 객체로 인식하여 그 각각의 객체의 구성 성분을 PCA 및 기타 방법을 이용하여 해당 객체가 문자인지 아닌지를 판별하는 방법을 썼다. 이 방법의 장점은 다양한 환경, 물체의 색깔, 밝기가 달라져도 공통적으로 적용할 수 있는 장점을 지닌다.

1. 서론

가. 배경

산업분야에서 CIM/FA를 구현을 위해 신발 밀창 생산품을 자동적으로 측정하는 시스템을 만든다. 이 시스템은 문자인식 기법으로 인식된 치수와 컴퓨터 비전에 의해 측정된 길이를 비교하여 불량품을 분류한다.

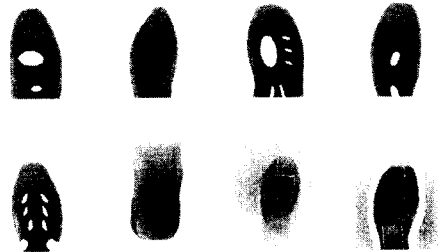
밀창제품의 사출·발포성형이라는 공정 특성상 치수가 제품의 신뢰성에 큰 영향을 미친다. 그래서 작업자의 숙련도와 인지도사, 측정 시에 힘을 주는 정도에 따라 측정결과에 큰 오차를 끼친다. 이 같은 공정개선을 위해 비전기술을 이용 검사 공정의 자동화를 실현한다. 시스템은 문자인식과 길이측정으로 구분되는데 이 논문은 문자인식의 전 단계인 문자영역 추출에 대한 연구를 하였다.

문자영역 추출에서 문제점은, 인쇄된 문자는 대개 bimodal분포인데, 우리가 인식하는 양각된 문자는 unimodal분포를 가져 하나의 임계값으로 이진화 할 수 없고, 글자와 배경이 같은 재질이므로 비슷한 명도 값을 가진다. 또, 밀창의 굴곡으로 표면 조명이 불균등하고 노이즈가 많다. 따라서 인쇄된 종이에서 문자를 추출하는 일반적 방법으로 돌출된 문자를 추출하기는 어렵다.

본 논문에서는 먼저 1차 에지 검출을 한 후, 레이블링과 영역확장을 통해 배경과 물체를 분리한다. 다음 2차 에지 검출과 레이블링을 거쳐 객체의 넓이, 둘레, 둥근정도로서 가능성 있는 객체를 선택한다. 그 후, PCA를 적용하여 불필요한 무늬는 제외시켜 필요한 객체를 선정 한 후 이 객체 범위가 바로 문자 영역의 범위가 된다.

본 시스템에서는 노동집약적인 산업 중의 한 분야인 신발 산업을 고도화·고부가가치 산업화시키는데 기술개발의 역점을 둔다. 따라서 작업자의 숙련도에 의존하지 않고 컴퓨터 비전 기술의 현장적용을 통해 항상 동일한 기준으로 작업처리 가능하게 하여 검사공정의 신뢰도 향상에 기여하여, 실시간 치수관리, 불량 관리가 가능하다.

나. 입력 영상의 특성



배경과 문자와 명도가 거의 동일해 출력시 거의 분별 불가능
제품의 색깔에 따라 문자영역이 드러나는 경우도 있음
그림1 입력영상

물체 외의 배경과, 물체에는 다수의 구멍이 있으며 무늬 또한 다양하다. 또한 물체의 색상, 재질도 다양하다. 특히 색상이 백 적 황 녹 흑 등으로 다양하므로 이진화 하기 어려움이 있다. 글자의 위치도 상하좌우 자유롭게 분포한다. 또한 정지 상태에서 입력되는 것이 아니고 컨베이어벨트에서 움직이는 상태

에서 입력되므로 영상의 질이 많이 나쁘며 카메라 자체의 노이즈 또한 심각하다.

문자가 존재할 수 없는 영역, 불필요영역이 있다. 예를 들어 배경, 구멍, 무늬 등에 해당한다. 그리고 이들 불필요영역에 인접한 영역에도 문자영역이 존재하지 않기 때문에 불필요영역을 어느 정도 확장시킬 수도 있다. 그리고 문자가 존재하는 영역은 필요영역이라고 하며 본 알고리즘의 해결책은 가능한 불필요영역을 잘 찾아내어 삭제시키고 필요영역만을 추출하는 것이 관건이다.

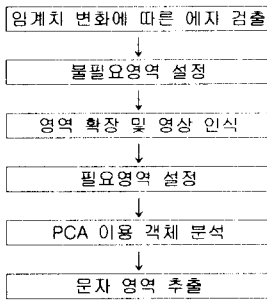
다. 기존의 방법



그림 2
광강도 분석 결과

대개 기존의 방법에서는 광강도 분포 특성 및 명암도 변화를 이용한다 [1,4,5]. 광강도 차이를 이용하여 문자 위치를 탐지했을 때 다음과 같은 결과가 나타난다. 문자 영역 외에 무늬, 구멍, 배경 등에도 심한 반응을 나타내 분간하기 힘들다. 2차 미분까지 적용하면 그 차이는 좀 줄어들지만 여전히 완벽히 적용하기는 힘들다. 본 논문에서는 기존의 방법과 기존의 방법을 응용한 것을 10가지 이상 실험 적용해 보았으나 전체 방법이 일반성을 가지기 힘들며, 실제 시스템에 적용하기 어려웠다.

2. 전체 알고리즘



기존의 문자 영역 추출 방법은 단순히 주위 화소들의 차이 정도에 의존해서 추출하므로 문자가 아닌 부분에서도 광강도 차이가 많이 발생하는 문제점이 있다. 여기서는 에지 검출 결과를 객체로 인식하여서 그 객체의 구성 성분을 분석하여 해당 객체가 문자인지 아닌지를 판별하였다.

가. 임계치 변화에 따른 에지 검출

먼저 측정 대상 물체의 영상을 분석해본 결과 글자 영역 에지와 불필요영역 에지의 출력 값에 차이가 발생함을 알 수 있다.

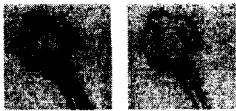


그림 3 [9] 참고
T = 128, T = 64

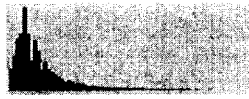
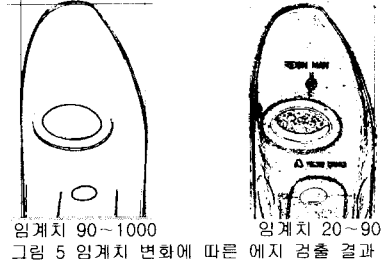


그림 4
윤곽선 검출 결과 히스토그램

에지 검출에서 임계치에 따라 문자 영역의 위치, 범위를 추정 가능성이 실험에 의해 알았다. 보통 불필요 영역의 에지가 강하게 나타난다. 불필요영역의 에지의 강도를 A, 필요영역을 B라고 가정하자. 하지만 불필요 영역에 꼭 A정도의 에지가 필요영역에는 B정도의 에지가 발생하는 것은 아니다. 불필요 영역에도 A, B가 존재하며 필요영역에도 어느 정도의 A정도의 에지가 포함되어 있다. 이를 잘 구별해야한다. 여기서 1차 에지 검출의 결과를 A라고 하고 2차 에지 검출의 결과를 B라고 할

때, B에서 A를 뺀 결과가 필요 영역이 될 것이다.



임계치 90~1000 임계치 20~90
그림 5 임계치 변화에 따른 에지 검출 결과

나. 불필요영역 설정



그림 7
불필요영역설정

1차 에지 검출 결과에서 필요영역이 존재하므로 이를 분리하기 위해서 레이블링 작업을 거친다. 1차 윤곽선 검출의 결과는 대개 문자와 물체의 테두리, 그리고 구멍, 무늬 등이 검출된다. 이때 문자보다는 불필요영역의 객체가 크기 때문에 적절한 임계치에 의해 분류 가능하다. 레이블링 후 객체의 크기가 큰 것은 불필요영역으로 간주한다. [12] A, B 영역이 문자에 해당되는 영역이고 레이블링 결과 객체의 크기가 작기 때문에 필요영역으로 간주해서 불필요영역에서 제외할 수 있다.

다. 영역 확장 및 영상 인식

대개 문자들은 불필요한 영역에 인접하지 아니하고 일정 거리 이상 떨어져 있으므로 필요영역의 범위를 줄이기 위해 이 불필요영역을 영역확장 시킨다. 배경 부분과 구멍 부분은 물체보다 현저히 밝기 값이 다르기 때문에 해당 밝기 값의 분포를 지니는 영역을 계산하여 불필요영역에 포함시킨다.

라. 필요 영역 설정

다시 2차 에지 검출을 한다. 이는 강한 에지를 나타내는 불필요 영역을 제외한 상태에서 약한 에지를 나타내는 필요영역을 정하는 것이다. 그리고 이 에지 검출 결과를 객체별로 분석하기 위해 레이블링을 거친다.

이 때 다시 추출된 객체에서도 불필요 영역이 존재한다. 이를 없애기 위해서 다음에 객체 분석을 한다.

마. PCA 이용 객체 분석

객체의 넓이, 둘레 길이[12], 둥근 정도, 중흥비로서 객체를 분석할 수 있다. 이 PCA를 이용하여 객체들의 주성분을 구하고 이 제1성분을 기울기로서 가로·세로로 투영하면 객체를 에워싸는 직사각형의 중흥비를 나타낸다. [4,8] 이를 통해서 객체를 분류시킨다.

$\frac{A}{l^2}$: 객체의 둥근 정도, 원형일 때 최대값을 보인다

$\frac{2A}{l}$: 객체의 굵기 $\frac{F_v}{F_h}$: 객체를 쓰는 사각형의 중흥비

A : 면적 l : 주위 길이
Fv : 수직방향 투영 길이 Fh : 수평방향 투영 길이

주성분 분석법(Principal Component Analysis)

여러 변수들의 변량을 주성분이라 불리우는 보다 적은 수의 변수로 요약하고자 하는 기법이다.

* 주성분에서 x_1, x_2 에 대한 가중치(계수) a_1, a_2 를 도입

$$z = a_1x_1 + a_2x_2$$

* 2개 변량의 경우 주성분의 도출 - 분산의 최대화

$$\text{변량 } x_1, x_2 \text{의 평균 } \bar{x}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{1i} \quad \bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{2i}$$

$$\text{분산 } s_{11} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \quad s_{22} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2$$

$$\text{공분산 } s_{12} = s_{21} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)$$

$$\text{- 라그랑지 적용후 } \begin{vmatrix} s_{11} - \lambda & s_{12} \\ s_{12} & s_{22} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

분산(λ)에 대응하는 해를 구한 후,

$$a_1 = \frac{s_{12}}{\sqrt{s_{12}^2 + (\lambda_1 - s_{11})^2}} \quad a_2 = \frac{s_{11}}{\sqrt{s_{12}^2 + (\lambda_1 - s_{11})^2}}$$

합성변량은 $z_i = a_1x_1 + a_2x_2$

이것이 제1주성분(first principal component)이다.

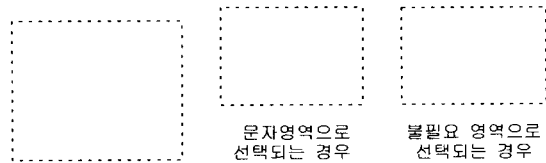


그림 8 PCA를 이용해 객체 분석 결과

바. 문자 영역 추출

필요한 객체만을 선정한 후 객체 범위가 바로 글자의 범위가 되는 것이다. 여기에서 노이즈 및 불필요영역은 거리차이에 의해서 제거하고 가까운 거리의 객체들은 ART2에 의해서 중점을 구한 후 그 영역을 병합한다.[2]

3. 실험결과

본 시스템을 구현하기 위해 적용한 실험과 제안하는 기법을 비교 분석해 보았다.

<문자영역 추출의 다양한 방법의 비교 분석>

1 광강도분석(LDA), 변이점조사, 2차 미분, projection	6 texture분석, 임계치적용
2 LDA, window방식으로 탐색	7 texture분석, 변이점 적용
3 LDA, ART2 적용하여 탐색	8 에지검출, 불필요영역선정, texture분석
4 macro block ,LDA에 임계치	9 histogram 분포에 의한 색깔 분류, Region Merge
5 macro block + LDA에 변이점	10 2차 후보 문자영역 적용
	11 본 논문에서 제안하는 기법 (PCA적용 객체 분석)

광강도 분석 방법은 문자 외에 불필요영역 등에 심한 반응을 나타내어 적용하기 힘들고, 이를 응용한 2,3,4,5방법은 약간의 성능향상을 보이거나 모델간의 편차가 심하다. 6,7,8의 texture를 이용한 방법은 가능성이 높았지만 문자영역의 texture와 동일한 texture가 다른 곳에도 적지 않게 발생되었다. 9번 방법

은 물체의 색깔 분포를 이용하여 각 색깔별로 다른 알고리즘 혹은 임계값을 적용시키는 방법이다. 하지만 전체 방법이 다 일반성을 가지기 힘들며, 실제 시스템에 적용하기 어려운 점이 많았다. 본 논문에서 적용한 11번 방법의 결과는 그림11에 나타난다. 결과는 대체로 양호하게 문자영역을 추출함을 알 수 있다.

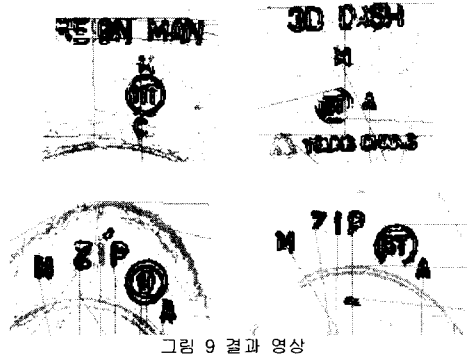


그림 9 결과 영상

4. 결론

이 논문은 산업현장에서 밀착 생산품을 자동적으로 측정할 때 필요한 문자영역 추출에 대한 연구를 하였다. 여기서는 에지 검출 결과를 객체로 인식하여 그 객체의 구성 성분을 PCA등의 방법을 이용하여 해당 객체가 문자인지 아닌지를 판별하였다. 이 방법의 장점으로는 다양한 환경, 물체의 색깔, 밝기가 달라져도 공통적으로 이용할 수 있는 장점을 지닌다. 이러한 컴퓨터 비전의 연구는 앞으로 인간의 감각 및 감성적인 판단을 대신할 수 있는 각종 응용공학 분야에 많은 응용이 기대된다.

5. 향후 연구

향후 방법으로 신경회로망을 이용하는 것이다. 미리 학습시켜 해당 모델이 들어올 때 문자영역 위치를 출력하는 것이다. 여기서는 어떻게 해당 모델임을 판별하는 것이다. 이는 신경망 및 유사도 측정, 히스토그램, 영상의 특성을 고려해 모델들을 정확히 분류하여야 한다.

6. 참고 문헌

- [1] 배익성, "광강도 분포 특성을 이용한 차량 번호판 영역 추출", 정보처리학회, 97년 4월 1호
- [2] 김강석, "보행자 추적 알고리즘에 관한 연구" '98 한국자동제어 학회' 제2권 396-399, 1998. 10
- [3] 김일정, "시점기반 고유공간 피라미드를 이용한 얼굴 인식에 관한 연구", 부산대학교이학석사학위논문.
- [4] "칼라 명암도 변화를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 제25회 춘계학술발표회
- [5] "김경민" Neural Network를 이용한 고부 타이어의 돌출 문자 인식, 93한국자동제어학회
- [6] 정의사, 패턴인식론
- [7] Jean-marc Ogier, similitude invariant pattern recognition on technical document, ICIP 1999
- [8] Tsuyoushi Kawaguchi, Ellipse Detection Using Grouping of Edgels into Line-Support Regions, ICIP 1998
- [9] MIT Press and McGraw-Hill, inc., Machine Vision, 46p, 51p, 152p