

대용량 영상에서 소포 경계 영역 고속 추출에 관한 연구

박문성*, 박상은*, 김인수*, 김혜규*
*한국전자통신연구원 우정기술연구센터
e-mail : mspark@etri.re.kr

A Study on High-Speed Extraction of Parcel Boundary Region in the Large Size Image

Moon-Sung Park*, Sang-Eun Park*, In-Soo Kim*, Hye-Kyu Kim*
*Postal Technology Research Center, ETRI,

요 약

본 논문에서는 컨베이어 벨트상에서 이송되는 대용량 소포영상의 획득과정을 통해 ROI(Region of Interest) 고속추출하기 위한 방법 중에서 소포의 면적을 산출하기 위한 외형 좌표값을 산출하는 방법을 제시한 것이다. 이송하는 과정에서 높이센서의 값과 투입되는 각도에 따라 최장길이가 다르지만 이 값도 산출이 용이하다. 이와 같은 정보와 결합하여 소포의 부피를 산출을 위해 사용될 수 있는 소포의 외형 좌표값들의 산출 방법과 활용방법을 제시한 것이다. 초기과정에는 불필요한 영역을 검사하기 위한 조건과 유사한 패턴을 단계적으로 제거하는 방법을 적용하였다. 4,096x4,096 이상의 대용량 영상에서 불필요한 영역 제거 시간을 포함하여 평균 30.85msec 이내에 추출이 가능한 방법을 제시한 것이다.

1. 서론

최근 전자상거래의 발전으로 인하여 오프라인 물류가 급격히 증가되고 있다. 소포의 경우를 예를 들면, 최근 4 년동안 2 배이상 급격하게 물량이 증가되고 있는 추세이다[1]. 이와 같은 소포를 구분 및 배송하기 위한 작업의 효율화를 위한 기술개발이 요구되고 있다. 소포는 다양한 모양을 가지고 있으나 현재는 대부분 직육면체의 형태로 유통되고 있는데 이는 운반과정에서의 적재효율, 내용물의 파손방지 등을 위한 목적으로 적용되고 있다. 이와 같은 소포의 주소가 기재된 면을 상측으로하여 컨베이어 벨트를 통해 이송시키고 운영자가 우편번호를 육안으로 확인한 후 구분 정보를 입력하여 기계구분을 수행하는 방법이 사용되고 있다. 구분된 소포 중에서 바코드가 부착된 등기우편에 존재하는 바코드를 판독하여 행선지별 전달하여 배달하는 체계로 운영되고 있다. 소포 영상을 획득하여 바코드위치를 찾고 판독하기 위한 기술 개발이 진행되고 있다. 이와 같은 방법을 적용함에 있어 다양한 모양을 갖는 소포의 부피산출 기술도 동시에 가능하도록 하는 것이 바람직하다. 이는 구분된 소포를 운반용기에 자동으로 적재하기 위한 정보로서 필요하며, 운송차량의 배정을 위해 중요한 정보로 활용될 수 있기 때문이다. 본 논문에서는 이러한 작업공정의 효율

화를 위해 이송되는 소포상에서 바코드를 인식함과 동시에 다양한 모양의 소포면적 산출에 의한 부피 계측이 가능하도록 하기 위한 연구한 것이며, 소포영상에 존재하는 바코드 영역 추출도 가능하도록 하기 위한 접근 방법을 검토한 것이다. 제 2 장에서는 대용량 소포영상에서 소포의 외형을 추출하기 위한 영상 처리방법에 대하여 검토하고, 제 3 장에서는 불필요한 블록들을 효과적으로 제거하기 위한 방법을, 제 4 장에서는 각 블록들위 위치 좌표의 최대, 최소 값 분포값을 이용하여 잘못 검출된 블록의 위치 좌표를 보정하는 방법을 적용하였으며, 제 5 장에는 결론 및 활용방안에 대해 기술하였다.

2. PIM(Picture Information Mask) 방법 적용

컨베이어 벨트를 통해 이송되는 소포의 높이를 높이센서에 의해 검출하고, 소포의 투입 시각점과 종료시점을 검출하기 위한 정보를 통해 획득될 소포영상의 크기를 결정하는데 사용하기 위한 방법이 개발되었다. 그러나, 소포의 부피를 산출하려면 면적을 산출하기 위한 경계값이 검출되어야 한다. 본 절에서는 4,096x4,096 픽셀크기의 소포영상을 획득하여 컨베이어 벨트면과 소포의 경계를 추출하여 소포 면적정보를 산출하기 위한 방법에 관한 연구를 수행한 것이다.

이에 따라 소포 바탕색의 특징과 컨베이어 벨트 사이의 경계 값 차이가 크지 않을 경우에는 미세블록에 정보가 존재하지 않음으로 인한 문제점을 제외하고는 소포 영역이 검출되는 미세블록들이 발생된다. 영상에 정보가 존재하는 것으로 판단될 수 있는 미세블록 중에서 가장 외곽에 있는 미세블록의 좌표를 연결하여 소포의 경계를 추출하는 방법으로 사용하고자 한다.

전통적인 계량의 척도는 “샤는 엔트로피”이다. 그러나, “샤는 엔트로피”는 공간적 구조를 반영할 수 없어서, S-K Chang 이 제안한 “PIM(Picture Information Mask)” 을 사용하였다[3]. S-K Chang 의 엔트로피 이론 [3]은 그레이 레벨 변화의 최소 개념에 기반을 두고 있다. 영상에서 엔트로피는 픽셀 값의 변화 및 분포에 의한 픽셀간의 엔트로피와 영상 내 객체들에 의한 엔트로피의 두 방향으로 생각할 수 있다. 본 절에서는 영상 데이터의 특징을 얻기 위해서 픽셀간의 엔트로피를 구해 이용하고, 영상에서의 엔트로피를 정량화하기 위해 S-K Chang 이 제안한 PIM 을 도입했다. PIM 값은 해당 블록의 전체 픽셀 수와 히스토그램 중 가장 큰 도수의 히스토그램 값의 차이로부터 계산된다. PIM 의 식은 다음과 같다.

$$PIM(f) = \sum_{i=0}^{L-1} h(i) - \max h(i), \quad i = \{0, \dots, L-1\} \quad (1)$$

$h(i)$: 블록내에서 i 값에 해당하는 픽셀의 개수

만약 엔트로피가 비교적 넓은 분포의 히스토그램을 갖는다면 큰 분산 값을 갖게 된다. 또한 비교적 단순한 블록들 위주로 구성된 영상이라면 PIM 값들의 평균은 작은 값을 갖는다. 이 같은 엔트로피를 이용하여 영상의 특성에 따라 정해지는 PIM 값들을 사용하면 인간의 시각 시스템(human visual system)에 근접한 영상의 특징을 모델링 할 수 있다. 또한 이를 이용하여 영상을 분류할 수도 있다. 양자화 레벨을 줄여서 PIM 을 계산하였다.



(그림 1) 원 영상과 PIM 마스크 적용 영상

양자화 레벨이 줄어들면 원 영상에서의 이웃 픽셀들간 그레이 레벨의 차이가 완만하면, 즉 그래디언트(gradient)가 작은 블록들이 많아 그레이 레벨을 줄여 줄 경우 이웃 픽셀들끼리 같은 픽셀 값을 갖게 되어 PIM 값이 작은 블록들이 증가한다. 따라서 PIM 값들의 평균도 작아지게 된다. 그러나 이웃 픽셀간의 그레이 레벨 값의 차이가 큰 영상은 양자화 레벨 감소에 대해 영향을 적게 받는다. 또한 PIM 을 구한 블록에서 평균을 구한 후, 분산을 구하면 전체의 영역에 대한 정보가 나온다[4,5]. 하지만 원하는 블록을 제거하기에는 바람직하지 않다. 때문에 각 블록 별로 PIM 을 구해서, 그 값을 보고 블록을 판단해 블록의 엔트로피가 높으면 남기고, 낮으면 제거하는 방법을 사용

하였다. 이 방법을 적용할 경우 물체와 컨베이어 벨트 면과의 경계영역 추출이 가능하게 됨을 할 수 있다. 그러나, PIM 값을 사용하고 소포의 경계면, 바코드 등과 같은 관심영역 추출을 위한 기반으로 사용하기에는 160msec 정도의 계산시간이 소요됨을 확인할 수 있었다. 이는 소포의 영상 획득시간과 또다른 관심영역의 추출 과정을 적용하면 약 500msec 이상에 하나의 소포를 식별할 수 있다는 예측이 가능하다. 이에 따라 보다 효과적으로 불필요한 영역을 초기에 제거함과 동시에 소포내에 존재하는 관심영역은 물론 소포의 외형 좌표값 추출이 가능하도록 해야 한다[4,5].

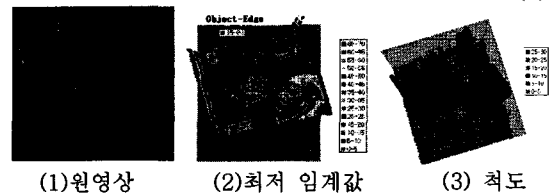
3. Max-Min Mask 방법 적용

이에 따라, 본 절에서는 소포 영상이 획득될 수 있는 최대 크기값에 대한 128×128 크기의 임시버퍼를 할당하고, 척도값이 20 보다 클 경우에 해당 버퍼에 계산된 값이 저장되고, 20 이하는 버퍼에 0의 값을 저장하였다. 그러나 척도값 20 은 동적 임계값으로 대체하기 위해 디지털 신호처리 과정에서 일반적으로 사용하는 방법인 아날로그 신호의 low 값을 검출하는 기준으로 적용하였다. 검출하고자 하는 최대값과 최저값의 합에 36.33% 이면 low 값이고, 최대값의 63.77% 이상이면, high 로 계산하는 방법을 적용한다. 이와 같은 기준을 바탕으로 각 미세블록의 low 값과 high 값을 더한 후, 동적 경계 값을 수식(2)와 같이 정의하였다[6].

$$LowDynamicThreshold = 0.3633[L_{Max} + L_{Min}]$$

$$Measure(i, j) = L_{Max} - L_{Min}$$

$$Buffer(i, j) = \begin{cases} Measure(i, j), & \text{if } Measure(i, j) > LowDynamicThreshold \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$



(1)원영상 (2)최저 임계값 (3) 척도



(1)원영상 (2)최저 임계값 (3) 척도

(그림 2) 획득된 영상 내에서의 각 미세블록의 특징
각 미세블록의 값들 중에서 정보가 존재하는 미세블록의 검출 기준으로 수식 (2)에서 설정한 미세블록의 척도 값이 $LowDynamicThreshold$ (최저 임계값) 보다 큰 값을 추출하는 방법을 사용하였다.

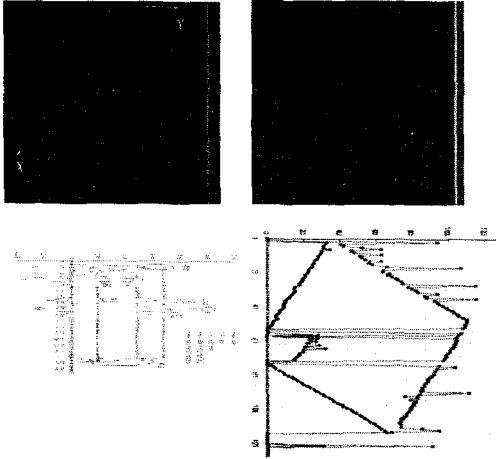
만일 획득되는 전체 영상에 대하여 이 방법을 적용할 경우에는 컨베이어 벨트면의 잡음성분 분포의 형태에 따라 정보가 존재하는 영역으로 잘못 검출될 수도 있다. 이는 검사대상의 미세블록 개수가 급격히 증가되어 관심대상 검사시간을 증가시키는 요인으로 작용한다.

4. 소포 경계 추출 방법

우선 척도 값의 변화에 따른 소포 경계(Object_{area}) 검출 상태를 확인하고, 최적의 경계 값이 존재하는지 검토하였다. 최적의 경계 값이 존재함을 알 수 있으나, 시스템 환경 설정과정에서 이 값을 설정해야 하는 문제점이 존재한다. 이에 따라, 동적 경계 값과 척도값을 비교하는 방법에 의하여 소포 경계 영역을 추출하고, 오류가 발생된 부분에 대하여 조정하는 방법을 적용하고자 한다. 이 과정에서 검사되는 우편영상 영역에 존재하는 미세블록들의 최소, 최대 좌표 값을 수식 (2)를 통해 획득된 블록에 의해 소포경계 영역 검출하고자 하였다. 수식 (3)의 조건에서 n_{count} 값이 1 이면 min 값에 저장하고, 다음부터 n_{count} 가 증가될 때 미세블록의 위치 값인 n×32 값을 max 값에 갱신하고, n=127 이 되면, 다음 라인의 최소, 최대값을 구하는 방법을 적용하였다. 수식 (3)에 의해 계산된 최소, 최대 값을 기준으로 획득되는 전체 영상에서 컨베이어 벨트 영역에 존재하는 잡음영역을 제거하기 위한 기준이 요구됨을 알 수 있다.

$$Object_{area}(m, min, max) = \sum_{m=0}^{127} \sum_{n=0}^{127} Measure > LowDynamicThreshold$$

if n=0, ∴ n_{count}=0
 if Measure > LowDynamicThreshold ∴ n_{count}+1
 if n_{count}=1, ∴ Object_{area}(m, minmax) = Object_{area}(m, n*32, max) (3)
 if n_{count}>1, ∴ Object_{area}(m, minmax) = Object_{area}(m, min, n*32)
 if n_{count}>1 max=0 ∴ Object_{area}(m, minmax) 변경안함



(a) 수평이고 소형 소포 (b) 기울기가 존재할 경우
 (그림 3) 획득된 영상 내에서의 정보 분포
 이 결과 값은 컨베이어 벨트 영역의 잡음이 존재하는 미세블록도 포함되며, 소포 내의 바탕 면도 포함됨을 알 수 있다. 특히 초기 과정에서 획득되는 값들과 투입된 소포의 각도 값이 클 경우와 작을 경우 등에 대한 이 두 값의 변화량이 유지, 증가, 감소 등의 분포로 결정된다. 이와 같은 특성을 고려하여 Object_{area}(m, min, max)에 대한 min, max 값의 오류검출 및 조정방법은 다음과 같은 절차로 수행되도록 한다. 이와 같은 방법은 최대값과 최소값이 변화되는 구간별 분

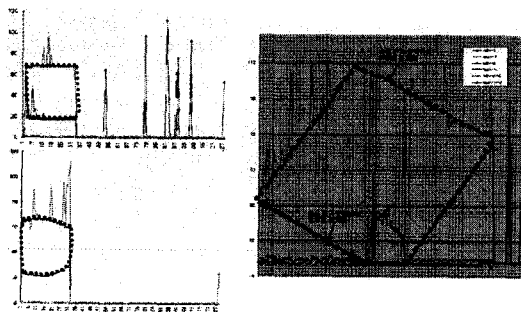
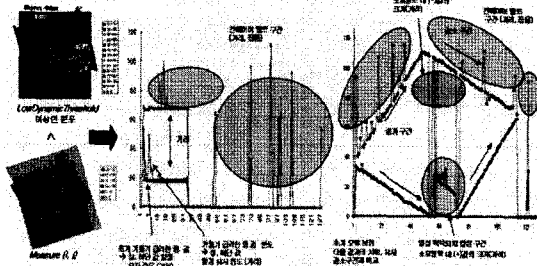
포를 고려하였다.

- ① 각 블록(32pixel×32pixel)내의 min, max 값을 구하고, 차이 값의 크기(척도 값)를 구한다.
- ② 신호 처리 기준인 LowDynamicThreshold = (min + max)×0.37 값으로 하여 척도값과 크기를 비교하고 척도 값이 큰 값만을 사용한다. 척도 값이 LowDynamicThreshold 보다 큰 경우에 블록의 좌표(location) 값을 대상으로 물체의 에지 블록의 위치인 최소값 구간 Min Area[1~128]을 찾고, 최대값 구간 MaxArea[1~128]은 검사된 수평 구간(1~128 미세블록, 32pixel×4,096pixel 구간)의 검사를 완료한 후, LowDynamicThreshold < Measure이 아닌 제일 마지막 값을 최대값으로 설정한다.
- ③ 128×128 미세블록에 대한 최소값과 최대값을 128×2개에서 Object_{area}(m, min, max)를 생성한다(m = 라인 위값).
- ④ 설정된 MinArea[1~128]인 최소값 구간과 MaxArea[1~128]인 최대값 구간을 순차적으로 검사하며, 초기 구간(Min Area[1~5], Max Area[1~5] 구간)에서는 초기값들의 특징(하여 오차를 최소화시키기 위한 방법을 적용한다.
 - 첫 번째 미세블록 값은 다음 2~4 번째 미세블록 값들의 기울기 값을 활용하여 오차 값을 계산한다.
 - 계산된 기울기 값을 기준으로 현재 값과 다음 값의 구간의 크기를 비교하여 기울기 차이가 2배 이상 거리 척도(distance measure)가 발생되면 보정하는 방법을 적용한다.
 - 초기 구간 설정이 완료되면, 시작지점의 min, max 위치 값을 저장한다.
- ⑤ 초기 구간의 값이 설정되면, 6이상의 값을 갖는 구간의 검사는 현재 위치 값에서 3 위치까지의 기울기 값을 계산하여 활용한다.
- ⑥ 산출되는 기울기 값의 크기가 2배 이상 차이가 발생할 경우, 최소 및 최대 값 기울기의 변화량을 비교하여 큰 값을 우선적으로 조정하는 방법을 적용한다.
- ⑦ 1차 정정이 완료되면, 또 다른 구간(최소값 혹은 최대값)에 대한 기울기 오차를 비교하여 오차가 2배 이상 발생된 경우에 정정되도록 한다. 단 기울기 값의 변화량에 대한 분포는 최대값 구간은 초기에 증가 분포, 최대값 구간에서 가장 최대(max)가 발생된 후 감소 분포를 갖는 특징과 일치하는지 비교한다.
- ⑧ ⑦항의 경우에 최소값 구간은 최대값 구간의 분포와 값의 변화량이 반대 방향인 분포이나, 최대값 구간의 max와 최소값 구간의 min 값의 위치가 다를 수 있으므로 변화되는 추이 값에 대한 위치값을 활용하여 max, min 값을 획득한다.
- ⑨ 각 블록들의 최소, 최대값 중에서 모두 0일 경우, 2회 이상 계속해서 모두 0인지 검사하고, 모두 0인 경우에는 물체의 종료 구간으로 설정한다. 최소값만 0일 경우에는 최대값의 기울기 값을 고

려하고, 최소값의 이전 구간의 기울기를 고려하여 + 기울기가 발생될 경우에 정정되도록 한다(즉, 0 값이 되기 이전까지의 평균 기울기 분포에 반대 방향인 기울기 값 분포에 포함될 경우).

⑩ ⑨ 항이 만족되면, 다음의 최소, 최대값이 존재 하여도 모두 0으로 대체하고, 종료된 min, max 좌표값을 저장한다.

본 과정의 결과에 의해 검사 범위가 확실하게 설정 되고, 물체의 시작, 중간, 최대, 최소값의 위치 종료 위치의 min, max 위치 값을 획득하게 됨에 따라 물체의 면적을 계산하기 위한 기준 값을 획득하게 된다. 이 결과를 적용할 경우에 물체의 모양, 투입 방향에 따라 검사 대상 영역의 크기가 결정되며, 64 픽셀 × 4,096 픽셀 단위로 증가되는 우편영상의 크기와 우편영상에 존재하게 되는 물체의 점유면적에 따라 성능이 결정된다. 소포면적을 산출하기 획득된 영상과 실물과의 비율 측정하고 0.12mm/pixel 의 밀도로 획득된 영상값을 기준으로 블록의 최대 오차값을 구한다. 즉, 최대 오차는 32x32 픽셀이 되며, 면적에 대한 최대 2*3.84mm 가 발생될 수 있다. 면적값 계산 결과가 + 오차인 경우에는 물체를 운반하는 용기 및 차량에 적재시 공간이 부족하게 될 수 있으므로 물체의 외곽 임계값들 중에서 최대값들만이 연결되는 직선 성분을 구하여 적용하는 것이 바람직하다. 높이 센서에 의해 높이 값에 대한 계측 후, 부피 산출에 적용(최대값 적용)될 수 있도록 한 것이다.



(그림 4) 검사 위값에서 이전 기울기 분포 적용
이러한 결과에 의해 Object_{area}(m, max)값 중에서 가장 큰 값과 미세블록의 위치 m 값을 임시버퍼에 저장하고 소포의 경계의 최대값 구간을 획득한다. 그리고 Object_{area}(m, min)값 구간에서 가장 적은 값을 갖는 값과 미세블록의 위치 m 값을 임시버퍼에 저장

하여 소포 면적산출 기준 정보 및 관심영역 검사범위를 최소화하기 위한 정보를 획득할 수 있도록 한 것이다. 이와 같은 결과를 바탕으로 소포영상에서 소포 영역 내만 검사할 수 있게 되고, 소포의 면적을 산출하기 위한 기준을 생성한 것이다. 소포의 면적이 소포 영상 중에서 차지하는 비율, 소포 면에 존재하는 정보의 복잡도에 따라 관심영역의 추출을 위한 계산시간 성능에 영향을 미치게 된다.

<표 1> 소포 경계 마스크 생성 결과

관심영역 추출 방법	소요시간 (msec)	
	PIM	Max-Min Mask
전처리 시간	106~160	29.27~36.02
소포 외곽 영역 추출	1.58~1.74	1.58~2.49
계	107.58~161.74	30.85~38.51

5. 맺음말

본 논문에서 대용량 소포영상에서 소포 경계값을 보다 효과적으로 추출하기 위한 방법에 관한 것으로 32x32 픽셀 크기의 미세블록들의 정보 존재여부에 의해 추출된 블록들의 min, max 값들의 분포 값과 소포 영역의 초기 구간, 중간 구간, 종료 구간 등으로 구분하여 다양한 모양의 소포 외형의 블록들을 추출하는 방법을 제시한 것이다. 소포의 면이 일부 검출되지 않았을 경우 상측 기울기 변화량, 길이값에 의해 투영 블록을 생성하여 소포면적 산출에 반영되도록 하면, 원형, 다각형, 사각형 등 다양한 모양의 소포에 대한 부피산출 기준 정보가 생성될 수 있다.

보다 정밀한 면적을 산출하려면 검출된 블록들에 대한 방향성, 선성분 등의 변화값을 기준으로 보완할 수 있다. 검출 결과값을 실제 값에 대해 약간의 + 오차가 검출될 경우에는 적재공간 활용 측면에서 사용될 수 있기 때문에 이 좌표값을 이용하여 면적 및 부피 산출에 활용하여도 충분한 오차범위라 판단된다. 이 방법은 소포영상내에 존재하는 또 다른 관심영역 추출 방법과 병행하여 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Korea Post, "2001 우정사업 연차보고서", 참고 <http://www.koreapost.go.kr>.
- [2] UPU, "Technical Standards Manual," International Bureau of the Universal Postal Union, 1998. 7.
- [3] J.N. Kapur, P.K. Sahoo and A.K.C Wong, "A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram," Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol. 29, pp.273-285, 1985.
- [4] J. R Parker "Algorithms for image processing and computer vision.", pp.250-274, 1999.
- [5] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," Prentice Hall, 2002.
- [6] 박문성, 김진석, 김혜규, 정희경 "소포 자동식별을 위한 바코드 관심영역 고속 추출에 관한 연구", 정보처리논문지, 제 9-D 권 제 5 호, pp.915-924, 2002.10.