

수직 천이점 검출을 통한 인쇄체 우편 영상에서의 회전각 보정 및 문자열 추출

이재용*, 오현화*, 장승익**, 진성일*
경북대학교 전자전기컴퓨터학부, 한국전자통신연구원*

Slant Correction and Character String Segmentation using Vertical Transition

Jae-Yong Lee*, Hyun-Hwa Oh*, Seung-Ick Jang**, and Sung-Il Chien*
School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University*
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) **
E-mail : maccon@palgong.knu.ac.kr, sichien@ee.knu.ac.kr

Abstract

Skew is inevitably occurred in a scanned document image. Thus, character recognition systems are generally very sensitive to a skew angle. In this paper, we propose a robust slant correction algorithm based on dithering and estimating vertical transition. Character strings are segmented by projecting the vertical transition point and the slant corrected image. The segmentation method using the vertical transition point can effectively split the character strings touching vertically each other. Experimental results show that the proposed method has achieved robust slant correction and good performance of character string segmentation.

I. 서론

최근 국내외적으로 급증하는 우편물량을 효율적으로 처리하기 위하여 문자 인식 기술에 기반한 순로구분 자동처리 시스템에 대한 관심이 고조되고 있다. 문자 인식 시스템은 스캐너 또는 카메라를 통하여 얻어진 문서영상을 입력으로 하여 문자 단위의 영상을 추출하는 단계를 거쳐 추출된 낱자 영상을 인식하는 단계로 이루어진다. 지금까지 문자 인식은 주로 낱자 인식을 위주로 진행되었으며 그 결과 낱자에 대한 인식 성능은 만족할 만큼 높아지게 되었다. 따라서 전체적인 시스템의 성능은 문자 인식 엔진의 입력으로 사용되는 낱자 영상을 생성하기까

지의 전처리 단계에 큰 영향을 받는다고 할 수 있다. 입력 영상의 기울어짐은 영상의 스캐닝 과정에서 흔히 발생하는 문제이며 이의 보정 및 문서 구조의 분석을 통한 문자열 추출은 인식 성능을 좌우하는 중요한 과정이다. 문서 영상의 회전각 보정을 위한 방법은 누적 투영을 이용한 방법[1], 연결요소 분석을 통한 최소 인접요소 클러스터링 방법[2], 허프 변환을 이용한 방법[3] 등이 있다.

본 논문에서 제안하는 방법은 회전각 보정 및 문자열 추출을 위하여 크게 두 단계를 거친다. 먼저 문자열의 방향을 거시적으로 파악하기 위하여 디터링을 이용하여 상호 인접 문자간의 병합을 유도하여 하나의 영역으로 병합한다. 병합된 각 영역의 방향을 산술 평균하여 1차적인 회전 보정을 수행하였다. 다음 단계에서는 좀 더 정밀한 회전 보정 및 문자열 분리를 위하여 1차 회전 보정된 영상을 다시 디터링한 후 수직 천이가 존재하는 부분을 검출하게 된다. 이 수직 천이점은 문자열의 기축선(base line)에 해당하며 전체 문자열의 방향과 위치를 대표한다. 수직 천이점을 검출하는 방법은 문자열간의 간격이 좁은 경우 정밀한 회전 보정 및 추가적인 문자열 분리 후보점을 제공할 수 있다. 이상의 과정을 거쳐 문자열간의 접촉이 존재하는 경우에도 양호한 회전각 보정 및 문자열 추출 성능이 획득됨을 실험결과에 나타내었다.

II. 수직 천이점 검출을 통한 회전각 보정 및 문자열 추출

입력 우편영상의 인식 및 검색을 위해서는 인식의 대상이 되는 기본단위로의 분할[4]이 필수적이다. 이러한 분할 과정의 일부로서 회전각이 존재하는 영상의 경우 보정을 거치게 된다. 한글과 같이 2차원적인 자소의 조합으로 이루어진 영상의 경우 기존의 알고리즘으로 정밀한 회전 보정 및 문자열 추출이 어렵다. 본 논문에서는 문자열의 안정적인 분리를 우선하여 올바른 회전각 보정에 중점을 두었다.

2.1. 시스템 개요

그림 1에 회전각 보정 및 문자열 추출을 위한 과정의 순서도를 나타내었다. 입력된 이진 우편영상에 대하여 수평 디터링을 수행하고 이를 분석하여 회전각을 추정한다. 추정된 회전각을 이용하여 1차 회전보정한 후 누적 투영하여 문자열 분할 후보를 생성한다. 생성된 문자열 분할 후보의 높이가 임계치 이상인 경우 회전보정이 올바르지 않다고 판단하여 수직 천이점 검출 과정을 수행함으로써 보다 정밀한 회전각 보정 및 문자열 분할 과정을 수행하여 최종 문자열 추출 결과를 도출하게 된다.

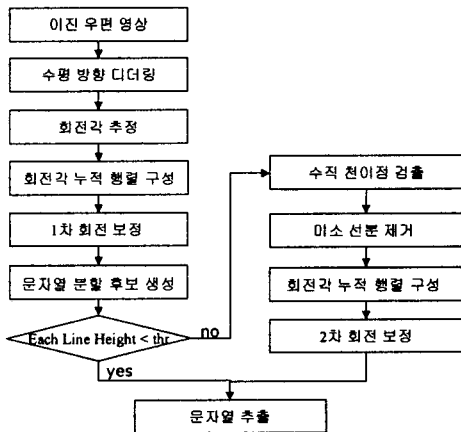


그림 1. 회전각 보정 및 문자열 추출 순서도

2.2. 회전각 보정 및 문자열 추출

그림 2에 전술한 과정의 각 단계에서의 영상을 나타내었으며 회전각 보정 및 문자열 추출과정의 각 단계에 대한 세부적인 설명은 다음과 같다.

(1) 수평방향 디터링

수취인부 주소 영상에서 회전각을 검출하기 위하여 문자열의 방향을 검출하는 것이 중요하다. 각 문자열은 세부적으로 문자들의 집합으로 이루어지며 이러한 문자는 자소들의 조합으로 구성된다. 각 문자열 내부에서 문자의 분포 형태를 추정하여 상향식으로 전체 문자열의 방향을 추정하는 것은 쉽지 않다. 그러므로 입력된 영상 전체에서 문자열의 방향을 거시적으로 파악하기 위하여 디터링을 이용하여 상호 인접 문자간의 병합을 통하여 하나의 영역으로 병합한다. 그림 2(b)에 그림 2(a)에 대한 수평 디터링 결과를 나타내었다. 문자열의 방향을 추정하기 위해서는 행간의 접촉은 최소로 하면서 각 행 내의 문자간의 연결성을 확보하는 과정이 필요하다. 따라서 수직 방향의 디터링은 수행하지 않고 수평방향으로만 디터링을 수행하였다.

(2) 회전각 추정

디터링이 수행된 영상에서 각 영역의 모멘트 M 은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$M_y = \sum_{x=1}^n (x_c - x)' (y_c - y)'$$

$$x_c = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n x, \quad y_c = \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n y \quad (1)$$

이때 병합된 문자열의 방향을 나타내는 θ 는 식(2)와 같이 계산된다.

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2M_{11}}{M_{20} - M_{02}} \right) + \frac{n\pi}{2} \quad (2)$$

위 식 (1)과 (2)을 이용하여 디터링된 영상내의 모든 구성요소들의 방향을 계산하는 과정을 거친다.

(3) 1차 회전보정

각 영역의 면적을 가중치로 하여 회전각 θ 를 나타내는 누적 행렬을 구성하고 피크값을 나타내는 셀 내에서 세부적으로 다시 평균을 취하여 회전각을 검출하게 된다. 이 방법은 상하 문자열의 접촉이 없을 경우 양호한 회전각 검출 성능을 나타낸다. 그림 2(c)에서 보듯이 상하 문자열의 접촉으로 인하여 올바른 회전각 보정이 이루어지지 않는 경우가 발생한다.

(4) 문자열 분할 후보 생성

단계 (2)에서 검출된 회전각을 이용하여 회전각 보정을 수행한 후 수평방향으로 누적 투영하여 각 문자열의 시작점과 끝점을 파악하였다. 검출된 각 문자열의 높이가 50 화소 이상이면 회전각 보정이 올바로 이루어지지 않았거나 문자열 사이의 접촉이 존재하는 경우로 간주하여 수직 천이점을 검출하는 단계를 수행한다.

(5) 수직 천이점 검출

문자들이 서로 병합된 영상에서는 각각의 행에 속하는 문자들이 대부분 한 영역에 포함되어있다. 그러므로 이러한 영역의 방향을 계산하는 것으로 문자열의 방향을 추정할 수 있다. 상하로 인접한 행 사이의 접촉이 존재하는 경우 추정된 회전각은 문자열의 방향과 상이하다. 그러나 상하 문자열의 접촉과 어느 정도 무관하게 문자열의 기축선의 방향은 전체 영상의 회전각을 나타낸다. 그러므로 상하 문자열의 접촉에서 발생하는 회전각의 잘못된 추정을 방지하기 위하여 수직방향으로 0에서 1 또는 1에서 0으로 천이가 존재하는 부분을 검출함으로써 문자열의 기축선을 파악하였다. 그림 2(e)에서 보듯이 검출된 선분은 문자열의 방향과 일치함을 알 수 있다.

(6) 미소 선분 제거

단계 (5)에서 검출된 기축선은 영상 전체의 회전각을 대표한다고 가정하였다. 그러나 길이가 짧은 기축선은 이 가정의 신뢰도를 떨어뜨릴 가능성이 있다. 그러므로 영역 레이블링 과정을 거쳐 그 길이가 문턱치 이하인 선분은 회전각 검출에 영향을 주지 않도록 제외하였다.

(7) 2차 회전 보정

수직 천이점 검출 과정에서 검출된 기축선의 방향을 계산함으로써 전체 영상의 회전각을 추정한다. 1차 회전 보정 이후 보다 정밀한 보정을 위하여 회전각 θ 의 누적 행렬을 구성하고 각 기축선에서 검출된 회전각에 각 선분의 길이를 가중치로 하여 누적한 후 단계 (3)에서와 마찬가지로 피크 값을 가지는 셀을 검출하여 산술 평균을 취한다. 디더링 과정을 수행함으로써 발생하는 0°방향의 성분은 다수 존재하는 경우에서는 단순히 가중 평균만으로는 실제보다 회전각이 작게 검출되는 경향이 있다. 그러므로 이를 보정하기 위하여 0°근방에서는 낮은 가중치를 부여한다.

(8) 문자열 추출

이상의 과정을 거쳐 회전각 검출이 이루어지면 원영상과 수직 천이점을 나타내는 영상을 각각 회전 보정하여 수평 누적투영함으로써 문자열의 위치를 검출한다. 문자열 검출에 있어서 원영상을 누적투영한 데이터를 우선 하였으며 두 행 이상이 중첩되었다고 판단된 경우 수직 천이를 이용한 정보를 사용한다.

수직 천이점 검출을 이용한 회전각 검출과정을 입력 영상에 대하여 바로 적용하지 않은 이유는 입력 영상의 회전각이 큰 경우 검출된 기축선에 계단 현상이 발생되어 0°방향의 짧은 선분들만 나타날 수 있기 때문이다.

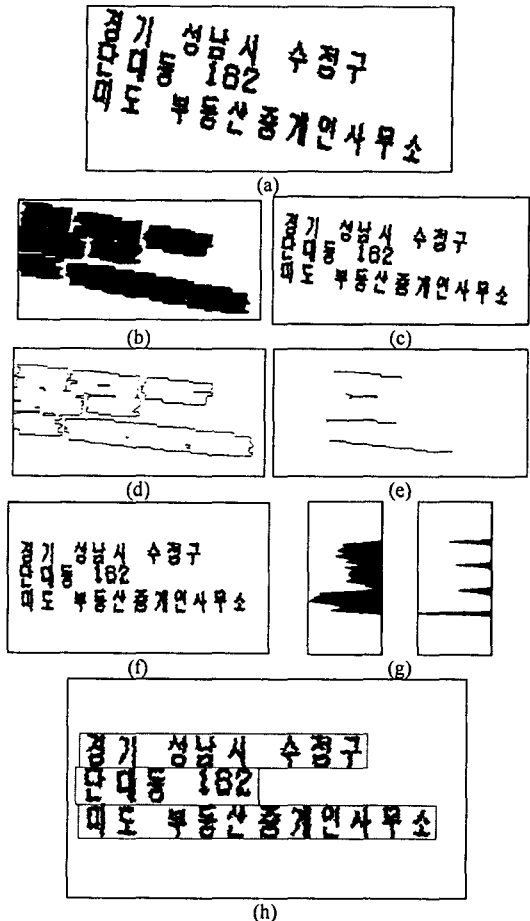


그림 2. 회전각 보정 및 문자열 추출과정의 예: (a) 입력 영상, (b) 수평 디더링된 영상, (c) 1차 회전 보정된 영상, (d) 수직 천이점 검출 영상, (e) 미소 선분 제거, (f) 회전 보정된 영상, (g) 문자열 분리 후보 생성을 위한 누적 투영 결과, (h) 문자열 추출 영상

디더링을 이용한 1차 회전각 보정은 문자열의 접촉이 존재하는 경우 정밀한 회전 보정은 어렵지만 회전각이 큰 경우에도 안정적인 검출이 가능하다. 그러므로 디더링을 이용하여 문자열의 대략적인 방향을 추정한 후 정밀한 보정을 위하여 기축선을 검출하여 세부적인 보정 단계를 수행하게 된다.

III. 실험결과 및 고찰

제안된 방법의 성능 평가를 위하여 사용된 우편영상은 ETRI의 표준 입력 우편영상 DB의 일부분으로서 일반 PC용 평판 스캐너를 이용하여 200dpi의 해상도로 획득된 것이다. 5,000장의 영상 중에서 무작위로 200장

을 선택하여 Otsu 의 방법으로 이진화 하였으며 수취인부 영상은 수작업으로 추출하였다. 수취인의 성명은 사생활 보호를 위하여 결과 영상에서 삭제하였다. 200 장의 수취인부 영상중 196 장의 영상에서 성공적인 문자열 추출 성능을 얻을 수 있었다. 오류가 발생한 4 장의 영상은 문자 손실이 다수 존재하는 경우 1 장과 문자열의 길이가 짧아 올바른 회전각 검출이 어려운 경우가 3 장이었다.

그림 3 에 실험에 사용된 일부 영상과 그 결과를 나타내었다. 그림 3(a)의 우편영상 1 은 시계 방향으로 5° 정도의 회전각이 존재하는 경우이며 일반적인 우편 영상에 비하여 문자열의 길이가 짧고 첫 행과 둘째 행 사이의 접촉이 존재한다. 우편영상 2 는 6° 정도의 반 시계방향의 회전각이 존재하며 주소부의 세 행 사이에서 모두 접촉이 존재하며 각 문자열이 길이가 상이하다. 따라서 수평 디더링 과정에서 이들 문자열이 모두 접촉되어 1 차 회전보정에서 올바른 회전각 검출 성능을 나타내지 못하였다. 1 차 회전보정에서 검출된 회전각은 0.63° 이었다. 이상과 같이 문자열사이의 접촉이 존재하는 영상은 1 차 회전 보정에서 양호한 보정이 이루어지지 못하는 경우가 다수 존재한다. 이러한 영상의 경우 수직 천이점 검출을 통하여 회전이 안정적으로 보정되었으며 또한 문자열이 건설하게 추출됨을 확인할 수 있다.

실험에 사용된 파라미터는 다음과 같다. 먼저 수평 방향의 디더링은 15 화소씩 수행하였다. 수직 천이점 검출 후 길이가 70 화소 이하인 선분은 전체 문자열의 방향을 대표하지 못한다고 사료되어 제거하였다. 회전각 검출 과정에서 적용된 누적 행렬은 0°를 중심으로 -30°에서 +30°의 범위로 3°간격으로 구성하였다. 0°에 해당하는 셀의 가중치는 0.7 로 설정하였다. 검출된 회전각을 보정하기 위하여 역 매핑 방법을 입력 영상에 적용하였다.

IV. 결론

회전각이 존재하는 이진 우편 영상이 순로 구분기의 입력으로 사용될 경우 전체 시스템의 성능저하를 초래할 수 있다. 본 논문에서는 입력 이진영상내의 회전각이 존재할 경우 디더링을 이용하여 1 차 보정한 후 수직 천이점을 검출함으로써 정밀한 보정이 가능한 알고리즘을 제안하였다. 또한, 검출된 수직 천이점을 이용하여 문자열을 추출하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 문자열간의 간격이 좁은 경우에도 효과적으로 회전각 보정이 가능하며 정교한 문자열 추출이 가능하다. 실제 우편영상에 적용한 결과 다양한 형태의 입력영상에서 양호한 성능을 나타냄을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] T. Akiyama and N. Hagita, "Automated entry system for printed documents," *Pattern Recognition*, vol. 23, no.11, pp.1141-1154, 1990.
- [2] A. Hashizume, P. S. Yeh, and A. Rosenfeld, "A method of detecting the orientation of aligned components," *Pattern Recognition Letter*, vol. 4, no.2, pp.125-132, 1986.
- [3] S. C. Hinds, J. L. Fisher, and D. P. D'Amato, "A document skew detection method using run-length encoding and the Hough transform," in *Proceedings of 10th International Conference on Pattern Recognition*, pp. 464-468, 1990.
- [4] 심은주, 백영목, 진성일, "표 구조 분석을 위한 문자부 분리 및 Primitive Cell 인식," 제 6 회 인공지능, 신경망 및 퍼지시스템 종합학술대회 발표 논문집, pp.199-204, 6 월, 1997.

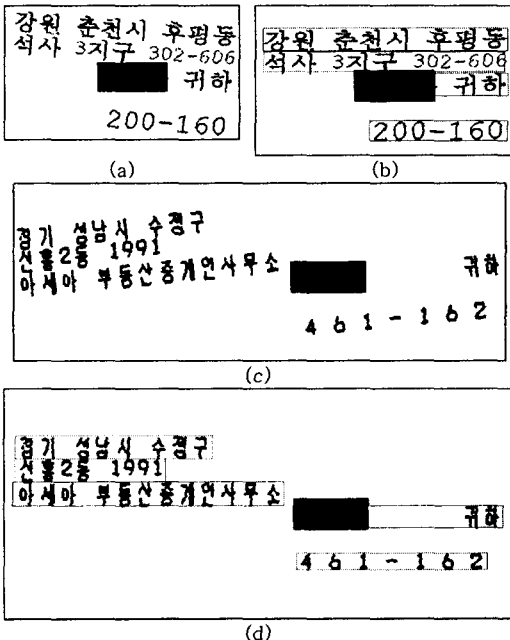


그림 3. 실험 우편영상의 예와 문자열 추출 결과: (a) 우편 영상 1. (b) 우편영상 1 에 대한 결과 영상. (c) 우편 영상 2. (d) 우편 영상 2 에 대한 결과 영상