

자획 폭 변환에 기반한 도로표지 영상의 한글 텍스트 및 심볼 검출

박래정*, 조명석*, 윤준희**, 정규수**

*강릉원주대학교 전자공학과

**한국건설기술연구원 ICT융합연구실

e-mail: ljpark@gwnu.ac.kr

Detection of Hangeul texts and symbols on road signs based on stroke width transform

Lae-Jeong Park*, Myung-Suk Jo*, Junhee Yoon**, and Kyu-Soo Chong**

*Dept. of Electronics Engineering, Gangneung-Wonju National University

**ICT Convergence & Integration Division, Korea Institute of Construction Technology

요 약

본 논문은, 도로표지 영상의 자동 획득, 관련 정보의 검출/인식 및 온라인 갱신 기능을 갖는 차세대 도로표지 관리시스템에 요구되는, 도로표지 영상으로부터 방향지시 정보와 국문지명을 검출하는 방법을 제안한다. 자획 폭 변환을 사용하여 비텍스트 정보를 구분하고, 한글 템플릿 매칭을 사용하여 국문지명의 영역을 검출한다. 제안한 방법은 실제 도로표지 영상에 대해서 98%의 방향지시 정보 검출율과 92%의 국문지명 검출을 성능을 보였다.

1. 서론

국내 도로표지의 효율적 관리를 위해 도로표지관리 시스템이 구축, 운영되고 있다[1]. 도로표지 상의 정보는 도로의 신규 개통, 이정표 변경으로 인해 추가/수정되는데, 현재 시스템은 수작업으로 해당 정보의 갱신을 필요로 한다. 자동화된 정보 갱신을 위해서, 도로표지 영상의 자동 획득 장치와 더불어 도로표지 영상으로부터 정보 추출 및 인식 기능을 갖는 차세대 통합형 도로표지 관리시스템이 개발 중에 있다. 도로표지 영상으로부터 정보를 추출/인식하는 과정은 통합형 시스템의 주요 구성 요소이다. 도로표지의 방향지시 심볼과 텍스트의 레이아웃이 일반적인 문서와는 매우 상이하기 때문에, 상용 문서인식 솔루션은 낮은 텍스트의 추출/인식률을 보인다[2]. 따라서 정확한 도로표지 정보 추출을 위해 도로표지 전용 검출 방법이 필요하다. 본 논문은, 도로표지 영상으로부터 정보 (국문 지명, 방향지시 심볼, 도로번호 정보 등)를 효과적으로 검출하는 방법을 제시하고자 한다. 그림 1은 요구되는 도로표지 영상의 정보 추출 및 인식 결과의 예이다.

구성은 다음과 같다. 2장에서는 도로표지 영상으로부터 정보 검출을 위한 방법에 대해 상세히 설명한다. 3장에서 제시한 방법의 추출 결과 및 성능을 논의한 후 4장에서 결론을 맺는다.

2. 도로표지 정보 추출 및 분류

도로표지 영상으로부터 정보, 즉 방향지시 심볼, 국문지명, 도로번호 등의 검출 알고리즘의 흐름도는 그림 2와 같

다. 텍스트와 심볼을 추출하고 분류하기 위하여 자획 폭 변환(stroke width transform, SWT)[3]을 사용하였다. 기존의 유사 연구[4,5]에서는 도로표지의 바탕(초록색, 청색)과 텍스트/심볼(흰색)의 컬러 정보 차이의 분할(segmentation) 및 영상 이분화 방법을 사용하였다. 이에 반해, 자획의 폭을 계산하는 SWT를 사용함으로써, 텍스트와 심볼을 효과적으로 추출/분류할 수 있는 장점을 갖는다.

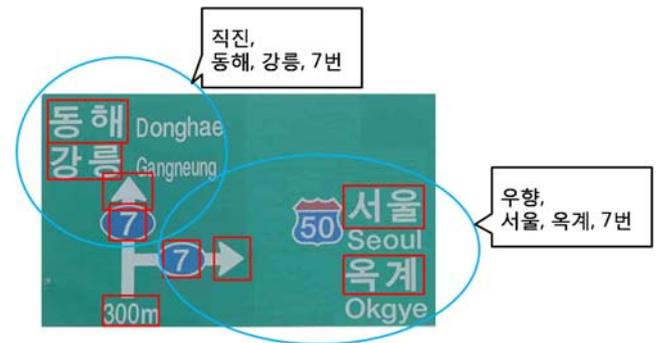


그림 1. 도로표지 영상의 정보 검출 및 인식 결과.

2.1 Stroke width transform 기반 blob 추출 및 분류

SWT는 자연 영상에서 텍스트를 검출하기 위해 제시된 변환 방법이다[3]. 그림 3은 SWT의 기본 원리를 나타낸다. 간략히 설명하면, 예지 (x,y)에서 그레이디언트를 구하고, 해당 방향으로의 맞은편 예지 (x',y')까지의 거리 d_1 을 계산하고, 이를 그레이디언트 상의 위치한 모든 픽셀의 SWT 값으로 결정한다. 모든 예지 픽셀에서 수행한 후,

유사한 SWT값을 갖는 픽셀들을 연결 요소 분석 (connected component analysis)을 통해서 텍스트와 심볼을 구성하는 blob을 추출한다.

도로표지 텍스트와 방향지시 심볼의 폭이 상이하므로, [5]에서 사용한 픽셀 수 기준과 함께 각 blob의 자획 폭을 포함한 휴리스틱으로 사용함으로써 방향지시 심볼 blob과 텍스트 blob을 보다 명확히 구분할 수 있다.

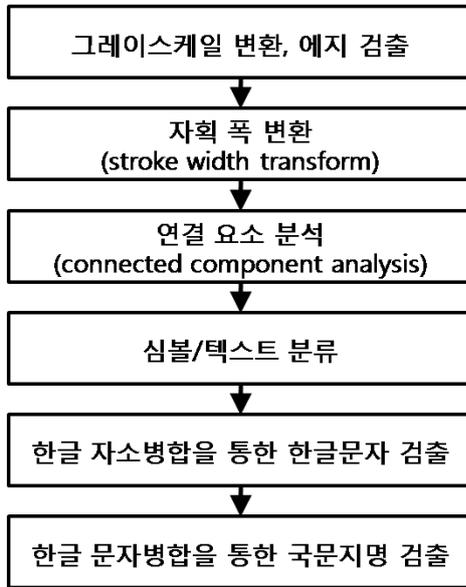


그림 2. 도로표지 정보 추출 흐름도.

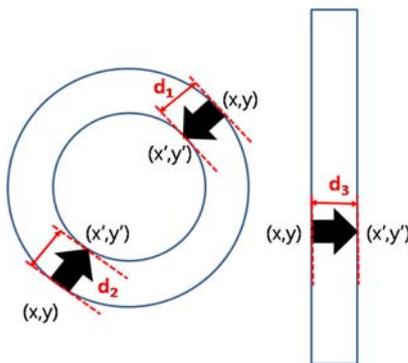


그림 3. SWT의 자획 폭 계산.

2.2 한글 자소 병합

심볼의 비텍스트 blob을 분류/필터링한 후 나머지 텍스트 blob 중에서 한글 구성 blob만을 추출한다. 현재 국문지명 위주로 도로표지 관리시스템이 구축되어 있기 때문에 영문 텍스트 blob을 구분하여 제거한다. 이를 위해서, 그림 4의 8가지 형태의 기하학적 템플릿과의 매칭 여부 (blob의 폭과 높이, blob 간의 상대적 위치와 허용 간격 등의 만족 여부)를 확인함으로써, 텍스트 blob 집합에서 한글 blob만을 추출한다. 실제로는, 해상도가 낮은 영상의 경우에는 초성자소 blob과 중성자소 blob, 중성자소 blob과 종성 자소 blob이 서로 연결되어 있는 경우가 적지 않

으므로 템플릿 각각의 매칭 과정에, 이를 감안한 휴리스틱을 추가하여 한글 자소 병합과정을 구현하였다.



그림 4. 8가지 형태의 한글 문자 템플릿.

2.3 한글 단어 검출

검출된 한글 문자 후보를 그룹핑하여 단어, 즉 국문지명을 검출한다. 도로표지의 텍스트는 좌행서 가로쓰기 형식이므로, 동일 텍스트 라인 상의 한글 문자 중에서, (1) 일정 간격, 즉 피치(pitch)가 문자 폭의 일정 범위 이내이면서, (2) 동일한 폭과 높이를 갖고 있는 한글 문자를 좌측에서 하나씩 병합해 가면서 한글 단어를 검출한다.

실제로는, 국문지명의 중간이나 시작과 끝에 위치한 문자가 한글 자소 병합과정에서 검출되지 않아서 온전한 단어 검출에 실패하기도 한다. 이를 방지하기 위해서, 문자 존재여부를 가정하고 이를 확인단계(hypothesis-and-verification)를 추가 구현하였다. 해당 영역의 부분 이미지에 대해서 수평/수직 프로젝션(projection)을 수행한 후, 문자 존재 가능성을 확인하여 한글 문자 유실을 방지하였다. 후처리 과정을 통하여 영문 blob으로만 구성된 단어 후보들을 제거하였다.

3. 실험 결과 및 토의

도로표지 관리시스템[6]으로부터 총 30개의 도로표지 영상을 사용하여 제안한 도로표지 정보 추출 방법의 성능을 테스트하였다. 설치된 위치(도심, 국도)와 지시 형태(2방향, 3방향)를 고려하여 다양한 형태의 도로표지 영상을 선택하였다. 그림 5는 사용된 도로표지 영상의 일부이다.



그림 5. 테스트용 도로표지 영상.

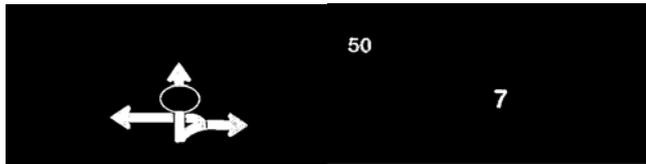
제안한 검출 방법의 단계별 결과를 그림 6에 나타냈다. 그림 6(b)는 자획 폭 변환에 의한 이미지(폭에 비례해서

밝은 세기로 표시)로서 방향지시 심볼이 확연히 구분됨을 알 수 있다. 그림 6(c)는 SWT 값을 기준으로 용이하게 분류된 방향지시 심볼 이미지를, 그림 6(d)는 심볼 이미지에 둘러싸여 있는 도로번호 정보를, 그림 6(e)는 검출된 한글문자 영역을, 그림 6(f)는 최종적으로 검출된 한글단어 영역을 나타낸다.



(a) 입력 영상

(b) SWT 영상



(c) 검출된 방향지시 심볼

(d) 검출된 도로번호



(e) 검출된 한글문자 후보

(f) 검출된 한글단어

그림 6. 도로표지의 정보 추출 단계별 결과 영상.

정량적 성능을 평가하기 위하여, 성공적으로 검출한 방향지시 심볼 수, 한글문자 수, 한글단어 수 및 검출율을 표 1에 나타냈다. 한글문자 검출율이 약 88%이었는데, 대부분의 미검출은 템플릿 기반 한글자소 병합과정에서 한글문자 blob이 문자로 구성되지 않았기 때문에 발생하였다. 실제로는, 도로표지의 국문지명의 자동 인식이 차세대 도로표지관리 시스템의 주요 기능이므로, 한글단어 검출율이 보다 중요한 성능 지표이다. 확인단계(hypothesis-and-verification)를 통해서 한글단어 검출 과정에서 미검출된 문자를 찾아냄으로써 약 92%의 한글단어 검출율을 달성하였다. 도로표지 당 국문지명의 오검출율은 약 25%(=8/30)이었다.

표 1. 제안 방법의 도로표지 심볼/한글 텍스트의 검출율.

	방향지시 심볼	한글문자	한글단어
총 개수	60	418	111
검출 개수	59	367	102
검출율(%)	98.3	87.8	91.9
오검출 개수	-	-	8

4. 결론

본 논문에서는 차세대 도로표지 관리시스템에 요구되는 구성 요소인, 도로표지 영상으로부터 방향지시 심볼과 국문지명의 자동 검출 방법을 제시하였다. 자획 폭 변환을 사용하여 방향지시 심볼의 비텍스트 정보를 구분하며, 한글문자 템플릿 매칭을 통해서 한글문자를 추출하고 문자 병합 과정을 통해서 최종 국문지명 영역을 검출하였다. 실제 도로표지 영상에 대해서 98%의 방향지시 심볼 검출율과 92%의 국문지명 검출을 성능을 보였다. 추후, 도로번호 정보, 거리 정보도 함께 검출하기 위한 연구와 더불어 검출한 국문지명의 인식을 위한 문자인식 작업을 수행하고자 한다.

참고문헌

- [1] 건설교통부, “도로표지 전산관리시스템 구축사업”, 2002.
- [2] 김의명, 조두영, 정규수, 김성훈, “도로표지의 효율적인 데이터베이스 구축방안,” 한국지형공간정보학회지, vol. 19, no. 3, pp. 91-98, 2011.
- [3] B. Epshtein, E. Ofek, and Y. Wexler, “Detecting text in natural scenes with stroke width transform,” *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 2963-2970, 2010.
- [4] A. Soetedjo, K. Yamada, and F. Y. Limpraptono, “Segmentation of road guidance sign symbols and characters based on normalized RGB chromaticity diagram,” *Int. J. of Computer Applications*, vol. 3, no. 3, pp. 10-15, 2010.
- [5] J.-E. Ha, “Grouping contents on Korean road signs,” *Int. J. of Control, Automation, and Systems*, vol. 9, no. 6, pp. 1187-1193, 2011.
- [6] 도로표지관리시스템, <http://www.koreanroadsign.go.kr>