

허프 변환을 이용한 철도 검출

이민정* · 박호준** · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터공학과

**부산대학교 전기전자컴퓨터공학과

Railroad Detection Using Hough Transform

Min-jung Lee* · Ho-jun Park** · Kwang-beak Kim*

*Dept. of Computer Engineering, Silla University

**Dept of Electrical and Computer Science Engineering ,Pusan National University

E-mail : min_jung4964@naver.com , pn1012@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 철도선상에서 발생할 수 있는 자살 사고를 예방하기 위한 전단계로서 열차의 철도를 추출하는 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안된 방법은 철도 영상에서 각각의 RGB 채널 값을 추출한다. 추출된 각각의 RGB 채널 값을 삼각형 타입의 소속 함수에 적용하여 상한 값과 하한 값을 퍼지 스트레칭 기법으로 철도 영상의 명암 대비를 강조시킨다. 퍼지 스트레칭 기법이 적용된 영상에서 각각의 RGB 채널 값을 이용하여 배경을 제거한 후에 그레이 영상으로 변환한다. 변환된 그레이 영상에서 캐니 마스크를 적용하여 철도선의 에지를 검출하고 에지가 검출된 영상에서 허프 변환 기법과 유클리디안 거리를 적용하여 철도를 검출한다. 제안된 방법의 성능을 확인하기 위해서 다양한 각도의 철도 영상을 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법이 철도 검출에 가능성 있는 방법인 것을 확인할 수 있었다.

키워드

퍼지 스트레칭, 허프 변환, 철도

I. 서 론

2013년도 통계청 자료에 의하면 자살률은 10만명 기준으로 2000년도에는 11명이었지만 2005년에 24명, 2011년에 32명으로 급격히 증가하였다. 한국은 2011년도 기준으로 OECD 국가들 중에서 15세부터 19세 기준으로 자살률 사망률이 1위 국가이며, 전 연령의 자살률이 평균에 비해 2배 이상 높다[1]. 사람들의 자살 장소로는 집, 인근 야산, 자동차 안 등인 경우도 있지만 지하철, 고속열차 등 공공교통기관에서 자살을 하는 빈도수가 증가하고 있다. 사고로 인해 발생하는 시간정체, 교통 혼잡 및 사고 발생지점의 안전문제가 철도 이용자의 불편을 야기하고 사고 발생 주변의 경제적 손실이 발생하며, 기관사의 경우에는 정신적인 충격으로 인하여 정상적인 사회생활에 어려움을 겪는다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 철도선상에서 발생할 수 있는 자살 사고를 예방하기 위

한 전단계로 열차의 철도를 추출하는 방법을 제안한다.

II. 제안된 철도 검출 방법

철도 영상에서 철도를 추출하기 위해서 철도의 특성에 대해 분석한다. 철도는 특별한 경우가 없는 한 평행한 선으로 이루어져 있다. 또한 열차의 하중을 분산시키기 위해 철도 주변에는 도상이 깔려있거나, 어두운 색으로 되어있는 경우가 많다. 본 논문에서는 입력 영상에서 철도 추출의 효율성을 높일 수 있도록 하기 위해 배경을 제거한다. 따라서 배경 제거를 위해 명암도 값의 분포를 특정 지역에 치우치지 않게 그림 2와 같이 삼각형 타입의 소속 함수를 사용하여 상한과 하한을 종적으로 하여 스트레칭 하는 방법을 적용한다[2].

그림 1은 철도 영상에서 컬러 퍼지 스트레칭 기법을 적용한 결과이다.



(a) 원본 영상 스트레칭 적용 결과 영상
(b) 퍼지 컬러

그림 1. 컬러 퍼지 스트레칭 기법 적용 결과

철도 추출을 효율을 높이기 위하여 철도 주변 부속물들을 제거한다. 부속물들이 제거하기 위해 스트레칭 기법이 적용된 영상에서 각각의 RGB 채널 값을 r_{ij} , g_{ij} , b_{ij} 와 같이 3차원 배열로 저장한다.

$$\begin{aligned} & \text{if}(r_{ij} < b_{ij} \text{ AND } g_{ij} < b_{ij}) & (1) \\ & \text{then } r_{ij} = 255, \\ & \quad g_{ij} = 255, \\ & \quad b_{ij} = 255 \end{aligned}$$

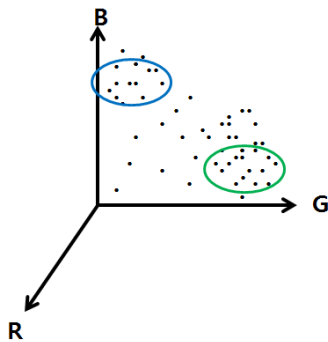


그림 2. 철도 주변 부속물 그래프

그림 2에서는 철도 주변 부속물이 B 값이 R과 G 값에 비해 높고, G 값이 B값과 R 값보다 높은 것을 확인할 수 있다. 따라서 그림4의 각각의 RGB 벡터 값으로 추출한 결과 값을 식 (1)에 적용하여 배경을 제거한다.

그림 3은 컬러 퍼지 스트레칭 기법을 적용한 영상에서 배경을 제거한 결과이다.



(a) 퍼지 컬러 (b) 배경 제거 영상
스트레칭 적용 영상

그림 3. 배경 제거 적용 결과

배경이 제거된 영상에서 에지 추출을 위해 컬러 철도 영상을 그레이 영상으로 변환한다. 그레이로 변환된 영상에서 캐니 마스크를 적용하여 에지를 검출한다. 캐니 마스크는 잡음으로 인해 잘못된 에지를 계산하는 것을 방지할 수 있으며, 강한 윤곽선들을 검출할 수 있다. 캐니 에지 검출 과정은 그림 4와 같다[3,4,5].

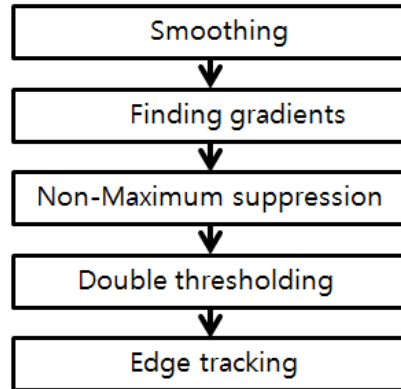


그림 4. 캐니 에지 검출 과정

캐니 마스크가 적용된 영상에 직선을 검출하기 위해 허프 변환[6]을 적용한다. 허프 변환은 영상의 x-y 축 평면에서 외곽선으로 검출된 2개 이상의 점이 직선을 이룰 때는 그 점들을 연결하는 직선은 단 하나의 기울기 값 a와 절편 값 b를 갖게 된다는 점을 이용한다.

그림 5는 허프 변환을 적용한 후에 검출된 모든 직선을 영상에 표시한 결과이다.



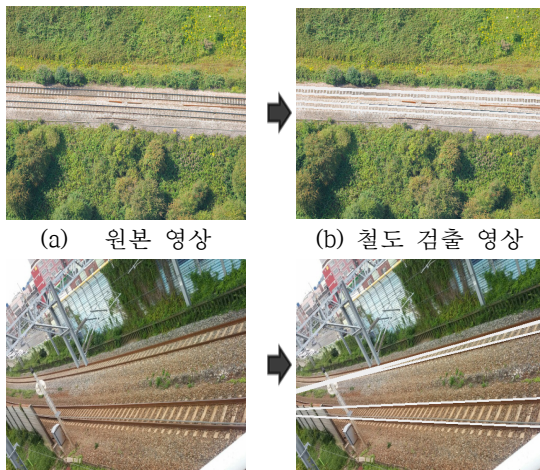
(a) 캐니 마스크 영상
(b) 허프 변환

그림 5. 허프 변환 적용 결과

그림 5에서와 같이 임계값 이상의 직선 성분들은 모두 추출하였으나 그 중에서도 철도를 나타내는 직선들만 추출하는 과정이 필요하다. 철도는 두 레일이 한 쌍으로 평행을 이룬다는 특징이 있기 때문에 추출된 모든 직선들의 기울기 값을 비교하여 30도 이하인 경우에는 관심 직선 페어로 설정하고 그렇지 않은 경우는 제거한다. 그리고 관심 직선 페어로 설정된 직선들 간의 유클리디안 거리를 비교하여 일정 크기 이상의 차이가 나면 철도가 아닌 다른 객체로 간주하여 제거한다.

III. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 Intel Core™ i5-4210M 기반 RAM 8GB이 장착된 IBM 호환 PC환경에서 Visual Studio .NET 2010으로 제안된 방법을 구현하여 실험하였다. 그림 6은 철도 검출에 성공한 2가지 경우를 나타낸 것이다.



(a) 원본 영상
(b) 철도 검출 영상
(c) 원본 영상
(d) 철도 검출 영상

그림 6. 철도 검출 결과

IV. 결론

본 논문에서는 다양한 각도의 철도 영상을 대상으로 퍼지 스트레칭과 허프 변환 기법을 이용하여 철도 영상에서 철도를 검출하는 방법을 제안하였다. 그러나 철도의 우측 레일과 좌측 레일간의 기울기 차이가 크게 나타나는 경우에는 철도 검출에 실패하였다.

향후 연구 과제는 제안된 방법의 문제점인 철도의 우측 레일과 좌측 레일의 기울기가 심한 경우에 대해서 Deep FCM 기법을 연구하여 철도의 레일의 기울기 값과 에지 값의 특징을 분류한 후에, 이들 특징을 추론하여 다양한 철도 영상에서도 추출할 수 있도록 할 것이다.

참고문헌

- [1] 나무위키, “자살/통계”, <https://namu.wiki/w/%EC%9E%90%EC%82%B4/%ED%86%B5%EA%B3%84>, (2015.10.5.).
- [2] K. B. Kim, “Fuzzy Stretching Method of Color Image,” Journal of Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 5, pp.18-23, 2013.
- [3] S. H. Park, J. Y. Kim, S. W. Cho, S. T. Jung, and K. S. Lee, “A Recognition Algorithm of Car License Plate using Canny Edge Detection and CLNF Algorithm”, Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 21, No. 1, pp.39-41, 2011.
- [4] Y. W. Woo, “Navigational Path Detection Using Fuzzy Binarization and Hough Transform,” Journal of Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 5, pp.31-37, 2014.
- [5] 위키백과, “사용자:Sikongming”, <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%82%AC%EC%9A%A9%EC%9E%90:Sikongming>, (2015.10.5.).
- [6] R. O. Duda, P. E. Hart, “Use of the Hough Transform to Detect Lines and Curves in Pictures,” Comm. ACM, Vol. 15, pp.11-15, 1972..