

RANSAC 기법을 이용한 실시간 영상에서의 곡선 차선 검출

강경민 · 이재민 · 서지연 · 이해일 · 김광백
신라대학교 컴퓨터공학과

Curve Lane Detection of Real Time Image using RANSAC Method

Kyeong-min Kamg · Jae-min Lee · Ji-Yeon Seo · Hae-Il Lee · Kwang Baek Kim
Dept. of Computer Engineering, Silla University
E-mail : wldus9555@naver.com, woals2274@naver.com, joyn601@naver.com,
govkfl778@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 실시간으로 주행 중인 차량의 영상을 대상으로 ROI 영역을 추출하고 추출된 ROI 영역에 Warping 기법과 RANSAC 알고리즘을 적용하여 곡선 차선을 검출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 실시간 영상에서 관심 영역을 ROI 영역으로 설정하고 영상의 왜곡을 제거하기 위하여 Warping을 적용한다. Warping이 적용된 영상에서 차선의 밝기는 도로의 밝기보다 높다는 특징을 이용하여 노란색과 흰색 차선의 영역을 추출한다. 추출된 차선의 영역에서 곡선을 검출하기 위하여 RANSAC 알고리즘을 적용하여 곡선을 검출하기 위한 기준점을 설정한 후, 스플라인 기법을 적용하여 곡선을 검출한다. 실시간적으로 주행 중인 차량에서 촬영한 동영상에 대해서 실험한 결과, 곡선 차선이 효과적으로 검출되었다. 따라서 제안된 방법이 자율 주행에 효율적으로 적용될 수 있는 가능성을 확인하였다.

키워드

차선, 곡선, ROI 영역, RANSAC 알고리즘, 스플라인 기법

I. 서 론

차선의 이탈방지 기술의 연구는 자동차와 운전자의 안전 및 운전자의 편의를 향상시키고, 자동차의 사고 방지와 사고의 피해를 줄여줌으로써, 교통사고로 인한 개인적, 사회적 손실을 크게 감소시키는 효과를 얻을 수 있다[1]. 기존의 허프 변환을 사용한 추출 방법으로는 직선이 아닌 곡선을 추출할 수 없는 문제점이 있다[2].

따라서 본 논문에서는 실시간으로 주행 중인 차량의 영상을 대상으로 ROI 영역을 추출하고 추출된 ROI 영역에 Warping 기법과 RANSAC 알고리

즘을 적용하여 곡선 차선을 검출하는 방법을 제안한다.

II. Warping을 이용한 왜곡 제거

Warping 기법은 좌표 변환을 이용하여 영상을 변형시키는 영상처리 기법으로 본 논문에서는 블랙박스 동영상을 이용하여 실시간 영상을 획득한다. 획득한 원 영상은 실제세계의 3차원 영상이고 3차원 영상에서는 왜곡이 발생하게 된다. 차선을 정확하게 검출하기 위하여 3차원 영상을 2차원 영상으로 변환시키는 Warping 기법을 적용하여

영상을 Bird-View시점으로 변환하여 원근감을 제거한다[3].

III. HSV 변환 및 차선 후보군 추출

Warping 기법이 적용된 영상에서 차선 후보군을 정확하게 검출하게 위하여 ROI 영역을 설정한다. 실시간 영상 처리에서는 햇빛, 그림자, 도로의 색상 등의 영향으로 RGB 색상 모델로는 처리하기 힘든 부분이 존재한다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 RGB 색상 모델을 HSV 색상 모델로 변환한다. HSV 색상 모델을 적용할 경우에는 주변 환경의 컬러와 무관하게 밝기나 채도의 정보를 이용할 수 있다.

HSV로 변환된 ROI 영역에서 존재하는 잡음을 줄이기 위하여 가우시안 스무딩 기법을 적용한다.

차선이 도로보다 밝다는 특징과 차선 이전의 픽셀과 차선의 픽셀의 차이를 이용하여 밝기의 범위가 220~255사이인 흰색 차선과 채도가 20~30사이인 노란색 차선을 추출한다. 추출된 흰색 및 노란색 차선 각각 영역은 흰색으로 설정하고 그 외의 영역은 검은색으로 설정하여 이진화 한다. 이진화된 차선 영역을 선명하게 하기 위하여 팽창 기법을 적용한다.

IV. RANSAC(RANdomSampleConsensus)

기법에 의한 곡선 차선 추출

팽창 기법이 적용된 차선 영역에는 차선 영역이외의 잡음들도 함께 추출되기 때문에 잡음을 제거하기 위해 RANSAC 기법[4]을 적용한다.

RANSAC 기법은 잡음이 심한 측정 데이터로부터 모델 파라미터를 예측하는 방법 중의 하나로 팽창 기법을 적용한 후, 추출된 데이터 중에서 차선 영역을 최적의 모델 파라미터로 선정하기 위해서 흰색 영역 내의 일부 데이터를 임의로 샘플링한 후, 모델의 파라미터를 추정하고, 추정된 모델 파라미터를 구분하는 과정을 반복하여 최적의 모델 파라미터로 선정하여 잡음이 섞인 영역에서 차선 영역을 검출한다.

영상에서 좌우 차선과 거리에 따른 차선 영역을 구분하기 위해 그림 1과 같이 구간을 구분한다.

1	2
3	4
5	6

그림 1. 차선 영역의 구간 설정

그림 1과 같이 구간을 나눈 영상에서 구간별 최적의 모델 파라미터를 선정하기 위한 최적의 반복 횟수를 구하기 위하여 식 (1)과 같이 나누어진 구간별 반복 횟수 N 을 구한다. 식 (1)에서 u 는 입력 데이터 중에 inlier의 비율이다. p 는 최소한 하나의 샘플 집합이 유효한 데이터 inlier를 포함할 확률이다. m 은 한번 실행되었을 때, 추출할 수 있는 유효 객체의 수이다.

$$N = \frac{\log(1-p)}{\log(1-u^m)} \quad (1)$$

식(1)에서 구해진 반복 횟수만큼 구간 내의 유효한 데이터인지 판단하기 위하여 식(1)에서 지정한 m 에 대해 식(2)을 적용하여 직선 모델을 구한다.

$$y = ax + b \quad (2)$$

식(2)에서 y 는 y 좌표, a 는 기울기, b 는 y 절편이다. 식(3)을 이용하여 식(2)에서 구한 직선 모델의 좌표와 255인 픽셀의 좌표들 간의 거리 d 를 구한다.

$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (3)$$

특정 임계값을 T 라 할 때, 식 (4)을 이용하여 inlier와 outlier를 분류한다. 임계값 T 는 차선이 속하는 그림 1과 같이 해당 구간의 크기에서 차선의 차지하고 있는 비율로 설정한다. 식 (3)을 이용하여 구한 거리 d 값이 T 이상이면 inlier로 분류하고 아니면, outlier로 분류한다.

$$\begin{aligned} \text{inlier} &: t \geq d \\ \text{outlier} &: t < d \end{aligned} \quad (4)$$

inlier가 제일 높은 값을 최적의 직선 모델로 선정하여, 각 구간별로 최적의 직선 모델을 구한다.

그림 1에서 구간 1, 3, 5에 속하는 최적의 직선 모델의 기준점들을 실시간 영상에서의 왼쪽 곡선 차선을 나타내기 위한 기준점으로 설정하고, 구간 2, 4, 6에 속하는 최적의 직선 모델의 기준점들을 실시간 영상에서의 오른쪽 곡선 차선을 나타내기 위한 기준점으로 설정한다. 설정된 기준점들 간의 거리를 계산하여 거리가 크게 차이가 나는 기준점이 존재하면 이 기준점을 제거한 후에 최종 곡선 차선을 나타내기 위한 최종 기준점으로 추출한다. 그리고 추출된 최종 기준점을 적용하여 곡선 차선을 나타내는 과정에서 실제 곡선 차선과의 오차를 줄이기 위하여 Bezier Spline 기법을 적용한다.

표 1. 곡선 차선을 추출한 성공과 실패 결과

	제안된 방법 성공(성공 동영상/ 전체 동영상)	제안된 방법 실패(실패 동영상 / 전체 동영상)
차선 추출 동영상	12 / 15	3 / 15

V. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 곡선 차선을 검출하기 위해 Intel(R)Core(TM) i7-4700HQ CPU @ 2.40GHz 와 8GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2015 C# 언어와 OpenCVSharp로 구현하여 실험하였다.

그림 2는 제안된 방법으로 실시간 주행 중인 영상에서 곡선 차선을 검출한 과정과 결과이고 그림 3은 회전 방향에 따른 차선 검출 결과이다.

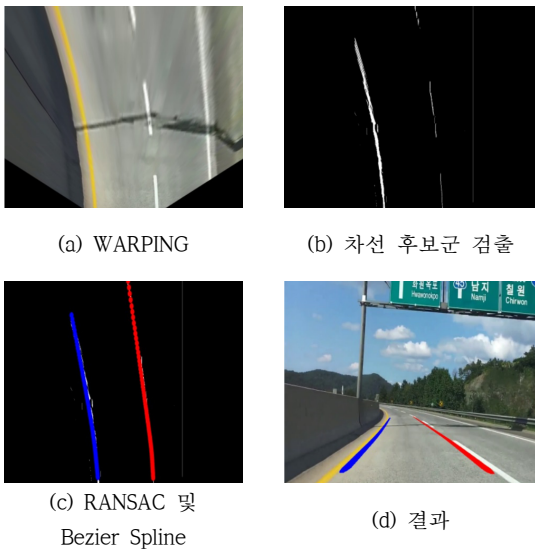


그림 2. 곡선 차선 검출 과정 및 결과

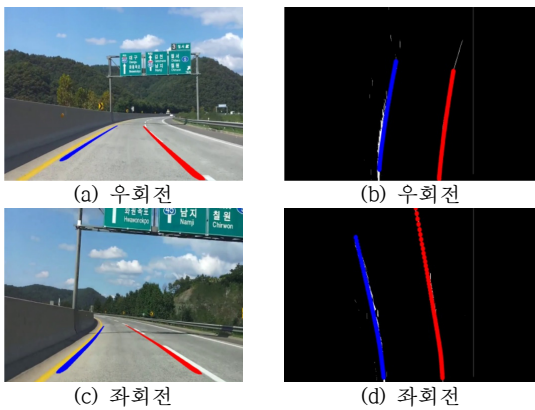


그림 3. 회전 방향에 따른 차선 검출 결과

표 1은 제안된 방법으로 15개의 곡선 차선이 있는 동영상에서 12개의 동영상에서 곡선 차선이 정확히 추출된 결과를 나타내었다

VI. 결 론

본 논문에서는 실시간으로 주행 중인 차량 영상을 대상으로 ROI 영역을 추출하였다. 추출된 ROI 영역에 Warming을 적용한 후에 RGB를 HSV로 변환하였다. 그리고 가우시안 스무딩 기법을 적용하여 흰색과 노란색 차선을 탐색한 후, RANSAC 기법을 적용하여 좌우곡선차선을 검출하는 방법을 제안한다. 그러나 제안된 방법에서는 영상에서 도로의 채도와 차선의 채도가 유사한 경우에는 노란색 차선이 제대로 추출되지 않는 문제점이 발생하였고 RANSAC 기법으로 기준점을 정할 때에 도로의 곡률이 급격해 짐에 따라 분할된 구간 내의 차선이 이탈되는 경우가 발생하여 곡선 차선을 추출할 수 없는 경우도 발생하였다.

향후 연구 과제로는 도로의 채도 및 차선의 채도뿐만 아니라 곡선의 에지의 추출하여 퍼지 제어 기법을 적용하여 차선의 곡선을 예측하는 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

[1] K. Yi, "Intelligent Vehicles : Next Generation Active Safety and Advanced Driver Assistance Systems," Auto Journal, pp.7-11, 2006.08

[2] J. -H Park, H. -M. Lee, J. -H. Cho, E. -Y, Cha, "An Efficient Lane Detection Based on the Optimized Hough Transform," The journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences, Vol.10, No.2, pp.406-412, 2006.

[3] M. Bertozzi, A. Broggi, A. Fascioli, "Stereo inverse perspective mapping: theory and applications," Image and Vision Computing, Vol.16, pp.585-590, 1998.

[4] M. A. Fischler, R. C. Bolles, "Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography," Vol.24, No.6, pp.381-395, 1981.