

Application of Color Filter Adjustment and K-Means Clustering Method in Lane Detection for Self-Driving Cars

Dongfang Liu; Yaqin Wang; Tian Chen; Eric T. Matson

2019 Third IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)

Year: 2019 | Conference Paper | Publisher: IEEE

Cited by: Papers (2)

Reviewer: 이두영 (2020710058)

본 논문은 자율주행 자동차를 위한 도로 위의 차선을 감지하는 방법으로 컬러 필터와 K-평균 군집화 방법을 사용한 연구에 관해 서술하고 있다. 일반적으로 차선 감지는 Model-based Method와 Image-based 탐지로 구분된다. (혹은 복합되어 사용되기도 한다.) 기존에 사용하던 방법은 상당한 컴퓨팅 파워가 필요하며, 일부 모델은 Lidar와 같은 비싼 장비를 사용하기도 한다. 반면에 본 논문에서 제시하는 방법은 이미지 기반으로 간단한 카메라와 간단한 컴퓨팅 파워로 문제를 해결할 수 있다.

다음으로 논문 저자는 차선 탐지를 위한 기본적인 개념과 이미지 공간 및 K-평균 군집화와 같이 활용하는 기법들에 대한 설명을 기술하였다.

첫 번째로, 차선 탐지는 도로 위의 노이즈를 제거하는 문제를 해결하는 것이 가장 큰 과제이며, 여기서 언급하는 노이즈의 예는 노면 위에 생기는 타이어 스키드 마크(급제동으로 많이 생긴다.), 오일 자국, 그림자, 배경 등을 말한다.

두 번째로, 컬러 필터에 대한 설명을 기술하면서 LUV, HSL, LAB이라는 이미지 공간 개념을 설명하였다. 각각의 이미지 공간은 각기 다른 필터 역할을 하게 된다. 용어에 대한 설명을 짧게 언급하자면 LUV에서 L은 illuminance 혹은 Brightness와 연관이 있으며, HSL은 hue, saturation, lightness와 관련이 있고 마지막으로 HSV는 hue, saturation, value를 설명한다. 해당 이미지 공간에 대한 자세한 설명은 Computer Vision 도메인 영역으로, 구글 등을 참조하면 더 많은 정보를 얻을 수 있다.(해당 논문에서는 독자들이 해당 개념에 대해 기본적으로 인지하고 있다고 생각하고 서술하였다.) 본 논문에서는 이전 연구결과를 인용하여 컬러필터는 LUV에서 L채널을, HSL에서 S채널을, LAB에서 B채널을 채택하였으며, 이는 앞서 언급한 노이즈 제거에 가장 좋은 성능을 발휘한다고 하였다.

세 번째로, K-평균 군집화에 대한 설명이다. 이전의 많은 연구들이 K-평균 군집화 알고리즘을 사용하여 관심 영역을 백그라운드에서 나눌 수 있다는 것을 입증되었다고 언급하였다. 영상의 각 픽셀은 데이터 포인트로 간주하였고, 이미지의 각 픽셀에 대해 K-평균 군집화 필터를 사용하여 선택한 이미지의 각 픽셀 사이의 유클리드 거리($d = |p(x, y) - C_k|$)를 계산한다. 계산 후, 영상의 모든 픽셀은 계산된 거리 d 에 기초하여 가장 가까운 중심에 할당된다. 이 단계에서, 유사한 픽셀을 가진 영상의 물체는 동일하거나 가까운 중심부에 할당될 가능성이 더 높을 것이고, 다시 같은

클러스터에 그룹화 될 것이다. 원하는 결과를 얻기 위해 K-Means 클러스터링 필터의 파라미터를 지속적으로 재설정한다.

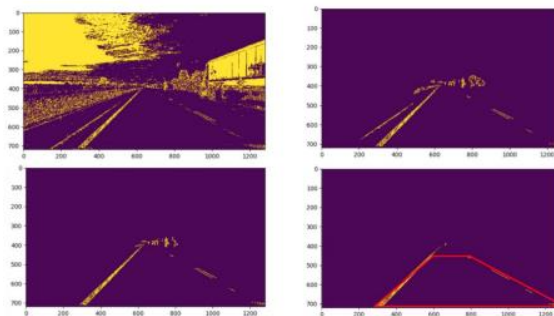
본 연구에서 제시하는 방법을 순서대로 기술하자면 다음과 같다. 임계값에 걸쳐 특정 색상 필터의 다양한 채널의 성능을 비교하고 이후 단계에 가장 적합한 성능을 가진 채널을 선택한다. 그 다음으로 결합된 컬러 필터의 성능을 단일 컬러 필터와 비교한다. 마지막으로 K-Means 필터를 적용하여 차선 검출 결과를 개선할 수 있는지 시험한다.

사용한 데이터는 그림자, 타이어 미끄럼 자국 및 기타 도로의 방해 소음이 있는 도로를 의도적으로 선정하였다. 인디애나주 라파예트주변 65번 주간고속도로와 지방도로의 2만3088개의 이미지가 배경이 된다. 이미지 공간의 채널 및 임계값 선택한 단일 필터, 복합 이미지 필터 등 컬러 필터에 대한 초기 셋팅 설명과 파이썬 라이브러리 사용 방법에 대하여 기술하였다. 해당 부분은 이미지 도메인 분야 지식으로 본 논문 리뷰에서는 설명을 생략하였다. 다음으로 사용하는 방법이 K-평균 군집화를 사용한 차선 탐지에 대해서 기술하였다. 두 도로 사이의 영역을 찾기 위해 Hough 변환을 활용하여 시야를 변경하여 관심 영역에 초점을 맞추었다. 입력 이미지에 결합된 컬러 필터를 적용한 후 K-평균 군집화 필터를 사용하여 이전 단계의 출력을 추가로 처리하였다. K-Means 필터를 사용하는 목적은 원치 않는 노이즈를 제거하고 차선 이미지의 품질을 향상시키는 것이다. 배경인 하늘을 제거하고 하늘 지역을 검은 색으로 대체한 다음에 이미지에 K-평균 군집화 필터를 적용하고 K-평균 군집화 필터에 대한 파라미터를 지속적으로 변경하여 이미지에서 원하지 않는 노이즈를 제거하였다. 두 도로 사이의 영역을 찾은 이후에는 차선의 픽셀을 검출하는 작업을 진행하였다. Hough 변환의 출력으로 차선 좌표를 찾았으며, 차선 좌표를 기준으로 차선 픽셀 검출에 슬라이딩 윈도우 방식을 활용했다. 이 단계에서는 노이즈가 뛰어난 사진을 의도적으로 선택하여 K-Means 클러스터링 필터의 용량을 조사하여 원치 않는 노이즈를 제거하였다. K-Means 클러스터링 필터에 의해 처리된 이미지는 K-Means 필터가 없는 이미지보다 더 좋은 출력을 생성한다는 결과를 마지막으로 도출하였다.

1) Original Image



2) The Process of K-Means Filter to Remove Noise



차선 검출에서, 이전의 연구는 입력 데이터를 처리하기 위한 복잡한 알고리즘과 값비싼 감지 장치에 초점을 맞추고 있다. 이런 종류의 방법은 대개 무거운 컴퓨터 사용과 고비용 실험을 포함한다. 우리의 연구는 차선 탐지의 대안적인 방법을 추구한다. 하지만 본 논문에서는 입력 이미지를 처리하기 위해 다른 컬러 필터와 K-평균 군집화 필터를 결합하여 사용한다. 입력 이미지는 먼저 선택한 컬러 필터에 의해 처리되었다. 다음으로 이미지는 K-Means 클러스터링 필터로 추가하였다. 컬러 필터와 K-Means 클러스터링 필터의 강도를 결합해 차선 식별과 차선 검출 시 간섭 잡음 제거에 효율적이라는 것을 입증한 논문이다.

본 논문에 대한 견해를 언급해보고자 한다. 우선 현재 타이어 회사 연구원으로 재직 중이며, 해당 논문 주제에 대한 도메인 지식은 충분치 않은 상태임을 먼저 언급하고 싶다. 정성적인 측면에서 접근을 해보자면, 논문의 Abstract을 보고 값비싼 장비 대신 저렴한 방법으로 차선 감지를 하는 대안에 대해 논하는 것에 많은 생각을 가지게 되었다. 타이어 개발에 가장 우선적으로 검토하는 부분은 안전이다. Laidar 나 Radar와 같이 값비싼 장비를 사용하여 최대한 안전하게 하는 것이 좋지 않을까? 라는 생각을 하였다. 안전에 있어서는 보수적인 관점을 가지고 있기에 들었던 생각이다. 두 번째로든 생각은 엔지니어는 Cost도 생각해야한다. 즉 제품 설계는 비용적인 부분도 고려되어야 설계부터 생산까지 검토할 수 있는 완성된 엔지니어라고 생각한다. 따라서, 본 논문에서 제시하는 방법이 비용적인 측면에서 이점을 가지면서 성능은 유사다면, 이는 현업에서는 혁신적인 가치가 있다고 생각하였다.

마지막으로 본 논문을 선택하게 된 이유는 현재의 내가 속해 있고 다룰 수 있는 필드의 영역을 확장하고 싶기 때문이다. 현대 대학원 과정에서 컴퓨터 비전, CNN등 이미지 처리와 관련된 과정에 대해 집중적으로 학습하고 있다. 아직까지는 처음으로 논문 리뷰를 하느라 많이 부족한 부분도 있겠지만, 본 과제를 통해서 많은 배움과 향후 연구의 방향 설정에 도움이 많은 도움이 되었다.