

AR HUD 운전자 보조 시스템 구현을 위한 차선 검출 및 마스킹 기법의 설계

박정우, 이현섭*

백석대학교

pjw308430@bu.ac.kr, *hyunseob@bu.ac.kr

A Design of Lane Detection and Masking Techniques for Implementing AR HUD Driver Assistance Systems

Park Jeong Woo, Lee Hyun Seob*

Baekseok Univ.

요 약

도로 노면 색깔 유도선은 경로에 맞는 유도선을 제시함으로써 교통사고를 줄이는 데에 기여하였다. 그러나 이를 모든 도로에 설치하는 것은 현실적인 어려움이 존재한다. 따라서 최근 주목받고 있는 AR HUD(Augmented Reality Head-up Display) 기술과 도로 노면 색깔 유도선의 특징을 융합한 운전자 보조 시스템을 구현하고자 한다. 본 논문에서는 앞서 제안한 운전자 보조 시스템을 위한 설계 중 하나인 도로 노면 색깔 유도선 구현을 제안하며, 이 기술을 통해 운전자가 미래 주행 경로에 대한 정보를 오차 없이 받아들일 수 있을 것이라 기대한다.

I. 서 론

도로 노면 색깔 유도선은 운전자가 주행 방향과 경로를 쉽게 알 수 있도록 노면에 칠하는 유도선을 의미한다. 이는 교통사고를 획기적으로 줄이는 데에 일조하였지만[1] 고속도로, 시내 등 현존하는 모든 도로에 이를 적용하는 것은 현실적인 어려움이 존재한다. 또한 레거시 내비게이션은 화면, 음성을 통해 주행 경로를 안내해 주지만, 초행길 등 익숙치 않은 경로를 주행하는 운전자에게 더 자세하고 명확한 정보 전달 방식이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 도로 노면 색깔 유도선이 운전자에게 경로를 안내하는 방식을 모방하여 운전자가 효과적으로 다음 경로에 대한 정보를 인식하고, 주행할 수 있도록 하는 차선 처리 및 마스킹 기법의 기초적인 설계 구조를 연구한다.

II. 관련 연구

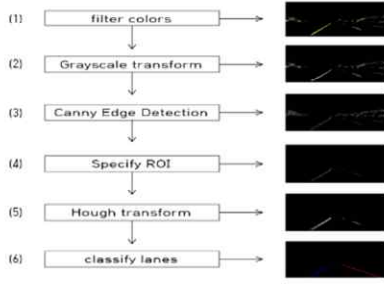
운전자가 효과적으로 다음 경로에 대한 정보를 인지하는 것은 운전자의 주행과 밀접한 관련이 있다. 이를 위해 레거시 내비게이션 시스템과 같이 화면, 음성을 사용하기도 하며, 차량 내에 탑재된 HUD (Head-Up Display)를 이용한 정보 제공 방식 또한 발전을 계속하고 있다. 그러나 레거시 내비게이션은 제공하는 정보가 운전자에게 올바르게 전달되지 않을 수 있으며, HUD는 설치된 시야 범위 내에서만 정보를 제공할 수 있다는 단점이 존재한다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위한 기술이 연구되고 있는데, 대표적인 방법은 AR HUD를 이용한 정보 제공 방식이다. 이 방법은 AR 기술을 활용하여 운전자의 시야에 주행과 관련된 정보를 제공하는 것이다.



[Fig. 1] AR HUD Mounted on Vehicle

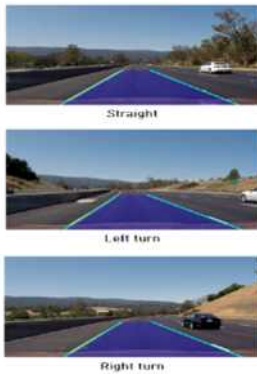
[Fig. 1]은 AR HUD를 탑재한 차량의 실제 주행 영상 중 한 장면이다. [Fig. 1]의 중앙 하단에는 현재의 차량 속도, 제한속도 등의 정보들을 AR 기술을 활용하여 생성하였고, 중앙에는 차선 변경을 유도하기 위한 화살표가 생성되었다. 이처럼 차량용 AR HUD는 운전자의 시야가 분산되지 않으면서도 주행과 관련된 다양한 정보를 제공받을 수 있도록 운전자를 보조하는 역할을 한다. 하지만 [Fig. 1]과 같이 Windshield 위에 가상 이미지를 생성하는 경우 AR Image가 정확히 주행 도로 위에 생성되는 것이 아니기 때문에 주행 경로 정보 제공에 있어 운전자가 이해한 정보와 시스템에서 제공한 정보 사이의 간극이 존재할 수 있다. 따라서 직관적인 정보를 운전자에게 제공할 수 있는 AR HUD 시스템 관련 추가 연구가 필요하다.

III. 마스킹을 이용한 경로 식별 기법의 설계



[Fig. 2] Lane Masking Method

본 장에서는 주행중인 차량의 차선 탐색과 해당 도로를 마스킹하는 알고리즘에 대하여 설명한다. [Fig. 2]는 차선 인식을 위한 영상 처리의 과정이다. 마스킹 단계는 크게 6단계로 나뉘어지는데, (1)은 차선의 색에 따른 특징을 추출하여 차선을 일차적으로 인식하는 과정을 수행하였다. (2)는 (1)에서 추출한 특징을 Grayscale로 변환하였다. (3)은 Grayscale 이미지에 Canny Edge Detection을 사용하여 차선의 경계를 추출하였고, (4)는 이미지에서 차선이 있을 것으로 예상되는 범위를 ROI(Range Of Interest)를 이용해 지정하였다. (5)에서는 Hough transform을 사용해 직선을 검출하였으며, (6)을 통해 검출된 직선의 좌, 우 차선을 분류하였다. 이러한 일련의 처리과정을 통해 차선을 검출한 이후 검출된 차선의 끝점 좌표를 이용하여 차선 내부를 마스킹하는 과정을 수행하였다.



[Fig. 3] Lane Masking Result

[Fig. 3]은 [Fig. 2]의 과정을 통해 분류한 차선의 양 끝점 좌표를 이용하여 차선 내부를 마스킹하는 과정을 수행한 결과물이다. 이러한 마스킹 기법은 직선 도로에서만 차선을 인식하는 것이 아닌, 곡선 도로에서도 성공적으로 차선을 인식하고 마스킹하는 결과를 보여주었다.

IV. 실험 및 분석

실제 도로 대비 마스킹된 도로의 비율을 측정하기 위해선 실제 도로를 측정하여 구한 비율을 이용하는 것이 가장 정확하지만, 본 실험에서는 촬영된 주행 영상을 이용하여 도로의 마스킹 비율을 측정하였다.



[Fig. 4] Calculating Road Ratio

Location	Total Width of Masking Road (Unit : Pixel)	Total Width of the Entire Road (Unit : Pixel)	Ratio calculation (Unit : %)
Straight	523	677	77.25
Left	519.5	785.03	66.18
Right	518	827.52	62.6

[Graph. 1] Masking Road Ratio

[Fig. 4]와 같이 작은 사다리꼴들을 반복하여 생성하고 그 넓이를 계산하는 방식으로 실제 도로 대비 마스킹된 도로의 비율을 계산한 결과는 [Graph. 1]과 같다. 그래프의 결과와 같이 직선 도로에서 실제 픽셀은 677개였으나 마스킹 된 픽셀은 523개로 약 77.25% 마스킹되었으며, 좌회전과 우회전 도로에서는 각각 785.03, 827.52개의 픽셀 중 519.5, 518개의 픽셀을 마스킹했고 이는 전체의 66.18% 62.6%에 해당한다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 도로 노면 색깔 유도선과 AR HUD의 특징을 통해 운전자 보조 시스템을 구현하기 위한 기초적인 차선 마스킹 기법을 제안하였다. 이러한 접근 방식은 운전자의 시야를 방해하지 않으면서도 명확한 주행 경로를 제공하여 주행 안전성을 향상시킬 수 있다. 그러나 본 논문에서 제안한 방식은 더 멀리 있는 차선을 검출하지 못한다는 한계가 존재한다. 또한, 직선 도로 대비 좌회전과 우회전 도로의 마스킹 성능이 약 10% 이상 부족하다. 이는 주행 경로의 전체적인 정보 제공에 있어 제약이 생길 수 있는 문제를 가지고 있다. 따라서 추후 연구에서는 더 멀리 있는 차선을 검출하고, 운전자의 시야에 맞는 도로 마스킹 기법을 위한 운전자의 시선 추적 및 AR Image 생성에 대한 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지능혁신 사업(2021RIS-004) 및 기초연구사업(NRF2021R111A3061020)과 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원-지능지능화혁신인재양성사업(RS-2024-00436765)의 지원을 받아 수행된 연구임

참 고 문 헌

- [1] 임진섭, 한상진. "평면교차로 내 노면 색깔 유도선 설치로 인한 사고감소 효과 분석." 대한교통학회 학술대회지 (2023): 315-316.
- [2] 손민석, 김성호, 이은령, 마수드, 박미룡. "차량용 HUD의 인지성 향상을 위한 증강현실(AR) 기법 연구." 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회 (2016): 1302-1303.