

차선 검출 기반 카메라 이동 경보 시스템

도진규*, 김규영*, 김현태*, 박장식**, 유윤식*

*동의대학교 부산IT융합부품연구소

**경성대학교 전자공학과

e-mail:nz90nz@deu.ac.kr, htaekim@deu.ac.kr, jsipark@ks.ac.kr

A Camera Panning Warning System Based on Lane Detection

Jin-Kyu Do*, Gyu-Yeong Kim*, Hyun-Tae Kim*,

Jang-Sik Park**, Yun-Sik Yu*

*Convergence of IT Devices Institute Busan, Dong-eui University

**Division of Electronics Engineering, Kyung-sung University

요 약

본 논문에서는 터널 내 환경에서 2차 사고의 위험성이 되는 정지차량, 보행자와 같은 유고상황 검출 시스템의 안전성을 확보하고 효율성을 증대시킬 수 있도록 하기 위해 차선검출알고리즘에 기반하여 카메라 이동을 조기에 감지하는 방법을 제시한다. 제안하는 알고리즘은 다른 컬러변환 및 복잡한 계산량 증가 없이 입력되는 RGB 컬러 정보의 실험적 분석을 통하여 효과적으로 차선을 검출함으로써 카메라 이동을 감지한다. 제안하는 알고리즘은 직선을 찾는 알고리즘에 비해 수행시간을 단축시킬 수 있으며 실시간 처리에 용이함을 알 수 있으며 운전보조안전시스템에서 활용 가능성을 알 수 있다.

1. 서론

현재 고도로 산업화가 진행되면서 고속도로 및 터널은 매일 수많은 사람과 물류들이 이동하는 통로이며 도시들을 연결하는 중요한 역할을 한다. 터널 건설의 증가는 터널 내 사고현황에 대한 인지불가, 일방통행으로 인한 우회불가능, 고속 주행에 따른 대형사고 발생과 대형사고로 인한 추가적인 대형 사고의 확대의 위험성이 늘어났다. 이러한 터널 내에서 발생할 수 있는 문제점들을 해결하기 위해서 터널의 안전한 운영을 보장하기 위한 대책이 반드시 필요하며 많은 연구들이 진행되고 있다[1][2]. 또한 차선 검출하는 알고리즘은 허프변환[3], Otsu[4], 체인코드[5] 등과 같은 다양한 알고리즘이 개발되고 있는 정확한 차선검출 및 실시간 처리에 적합하지 않다.

본 논문에서는 RGB 컬러 공간 기반의 라인검출 알고리즘에 기반하여 카메라의 이동을 검출하고 운영자에게 알려주며 검지영역을 새로이 갱신하여 정지차량, 보행자와 같은 유고검출의 효율성을 높이는 알고리즘을 제안한다.

2. RGB 기반의 라인 검출

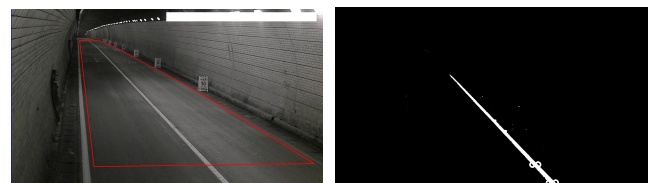
터널 및 도로에는 차량의 이동의 용이성을 위해 추월로와 주행로를 구분한다. 이에 따라 차선들은 카메라의 이동을 검출하기 위한 좋은 특징 중 하나가 됨을 알 수 있다.

본 논문에서는 RGB 컬러공간에서 카메라의 이동을 감지하기 위해 중앙 분리선을 검출한다. RGB 컬러공간에서

차선을 검출하기 위한 계산식은 다음과 같이 사용하였다 (식(1)).

$$\begin{aligned} R_{Min} &\leq R \leq R_{Max} \\ G_{Min} &\leq G \leq G_{Max} \\ B_{Min} &\leq B \leq B_{Max} \end{aligned} \quad (1),$$

여기서 R, G 그리고 B는 컬러공간에서 각각의 픽셀값이고, R_{Min} , G_{Min} , B_{Min} , R_{Max} , G_{Max} 그리고 B_{Max} 는 각각 RGB컬러 공간에서의 최소 및 최대 범위의 임계값이다. 각 컬러별로 임계값(식(1))을 사용하여 중앙선을 검출하기 위한 후보영상이 나타난다. 후보영역에서 차선만 검출하기 위하여 초기에 관심영역을 설정하여 차선만 검출하게 한다. 초기에 관심영역의 설정은 차선이 올 수 있는 범위 안으로 설정한다.



(a) 기준점 설정영상 (b) 조명이 제거된 영상
(그림 1) 중앙차선 검출을 위한 검지영역을 사용한 영상

관심영역을 그림(1)-(a)에서 빨간색 사각형으로 설정하였다. 관심영역을 사용하여 검지영역외의 영역을 제거하여

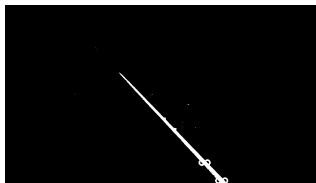
차선만을 검출하였다(그림(1)-(b)).

$$\begin{aligned} UD &= |UPT_L(t) - UPT_R(t)| \\ LD &= |LPT_L(t) - LPT_R(t)| \end{aligned} \quad (3),$$

3. 카메라 이동 검출을 위한 기준 선정

카메라 이동을 할 경우 사고감지시스템들은 오검출을 발생할 가능성이 높다. 차선검출을 통하여 카메라 이동과 같은 상황을 빨리 감지한다면 새로운 배경을 갱신함으로써 감지시스템의 검출성능을 향상시킬 수 있다.

카메라 이동검출을 위해서 기준점을 사용하고, 기준점의 변화로 검출하는 방법을 사용하였다. 기준점은 항상 존재하고 명확한 특징을 사용해야한다. 따라서 차선에서 선명한 부분을 기준으로 사용하였다. (그림(2))에서 기준점은 동그라미의 중심을 사용하였으며, 시각화하기 위해서 원으로 표시하였다.



(그림 2) 중앙선과 기준점의 관계 영상

카메라 이동을 확인하기 위해서 기준점들의 변화를 보면 쉽게 확인할 수 있다. 따라서 이전 프레임과 현재 프레임의 변화를 사용하여 기준점들의 변화를 파악한다. (식2).

$$\begin{aligned} UD_L &= |UPT_L(t) - UPT_L(t-1)| \\ UD_R &= |UPT_R(t) - UPT_R(t-1)| \\ LD_L &= |LPT_L(t) - LPT_L(t-1)| \\ LD_R &= |LPT_R(t) - LPT_R(t-1)| \end{aligned} \quad (2),$$

여기서 t, L, R 는 각각 영상프레임 번호, 왼쪽 오른쪽이며, UPT, LPT, UD, LD 는 각각 윗점, 아랫점, 윗점의 변화, 아랫점들의 거리의 변화를 나타낸다.

식(2)의 기준점 변화만 사용하면 카메라 이동을 쉽게 알 수 있지만 움직이는 객체들로 인하여 차선 가림이 발생할 경우 카메라 이동을 오인식하는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 두 가지의 방법을 추가하여 카메라이동을 정확히 검출할 수 있다.

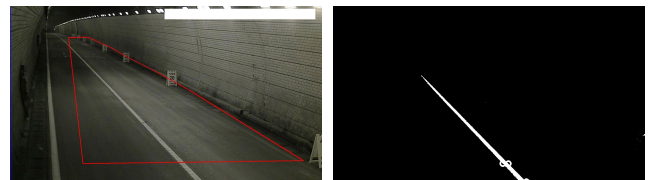
첫 번째는, 중앙차선에서 기준점들 사이의 두께를 이용한 방법이다. 중앙차선을 새로 그리거나 중앙차선의 순식간에 파손되지 않는 이상 중앙차선의 두께는 변하지 않는다. 따라서, 두께를 사용하기 위하여 다음과 같이 사용하였다(식3).

여기서 UD, LD 는 윗점, 아랫점 사이의 거리를 나타내며, 두께를 측정할 수 있다. 실험에서 중앙차선에서 검출되는 두께는 일정하였으며 점들 사이의 거리를 사용함으로써, 중앙차선과 차량, 사람, 및 낙하물 등의 가림으로 인한 두께의 변화가 있을 시 오검출이 줄어들 수 있다. 오검출을 줄이기 위해서 두 번째 방법으로 기준점들의 기울기 변화를 사용하였다. 기울기의 변화를 알아보기 위해서 다음과 같은 방법을 사용하였다(식4).

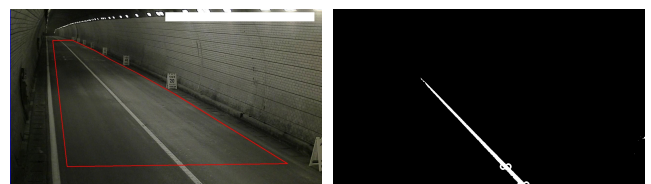
$$\begin{aligned} A_L(t) &= \angle (UPT_L(t), LPT_L(t)) \\ A_R(t) &= \angle (UPT_R(t), LPT_R(t)) \end{aligned} \quad (4),$$

여기서 A_L, A_R 는 윗점, 아랫점 사이의 각도변화를 나타낸다. 기준점들 사이의 각도가 변화하게 되면 기준점들이 있는 곳에 다른 물체가 포함되어서 변화를 판단할 수 있다. 카메라 이동이 발생할 경우 기준점들 간의 각도가 변화하게 된다. 연속적인 영상에서 각도가 갑자기 변화하는 경우는 없으며 카메라 이동이 발생할 경우 각도가 서서히 변화됨을 알 수 있다.

4. 실험 및 결과



(a) 카메라 이동 후 영상 (d) (c)차선 결과영상



(e) 감지영역 이동 영상 (f) (e)차선 결과영상

(그림 3) 영상에서 카메라 이동 검출

모의실험은 Intel Core2 Quad Q9300 2.5GHz Cpu에서 Visual Studio 2010과 영상처리용 오픈소스 라이브러리 OpenCV를 사용하였다. 1280x720p 영상에서 제안한 알고리즘을 사용하여 차선검출 방법을 통하여 카메라 이동을 조기 검출하였다. 연속적인 프레임에서 카메라이동이 발생했을 때의 원본영상과 참조영상에 대한 중앙차선의 결과

영상을 나타낸다(그림 3).

5. 결론

본 논문에서는 터널 내에서 발생할 수 있는 카메라 이동 현상을 차선검출 방법에 기반하여 조기에 발견할 수 있다. 또한 사고감지시스템과 연동하여 오검출을 감소시킬 수 있으며 운전보조 안전시스템에도 활용 가능성을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원), 부산광역시 및 동의대학교의 지원을 받아 수행된 연구결과임. (B1100-1101-0010, IT특화연구소: "부산IT융합부품연구소" 설립 및 운영)

참고문헌

- [1] T. Vaa, M. Penttinen and I. Spyropoulou. "Intelligent transport systems and effects on road traffic accidents: state of the art" Intelligent Transport Systems, IET June 2007. Vol.1 pp.81-88.
- [2] Shee Eng Tan, Yit Kwong Chin, Bih Lii Chua and Teo, K.T.K. "Performance Analysis of Intelligent Transport Systems (ITS) with Adaptive Transmission Scheme" Computational Intelligence, Communication Systems and Networks (CICSyN), 2012 Fourth International Conference, pp.418-423.
- [3] Abdulhakam.AM.ssidq, Othman O. Khalifa, Md. Rafiqul Islam, Sheroz Khan "Real Time Lane Detection for Autonomous Vehicles" Proceedings of the International Conference on Computer and Communication Engineering, 2008. ICCCE 2008. pp.82-88.
- [4] You Feng, Wang Rong-ben, Zhang Rong-hui "Research on Road Recognition Algorithm Based on structure environment for ITS" Computing, Communication, Control, and Management, 2008. CCCM '08. Vol.1 pp.84-87.
- [5] Jaehyung Yu, Youngjoon Han, Hensoo Hahn, "A Scheme of Extracting Forward Vehicle Area Using the Acquired Lane and Road Area Information" IEEE Transactions on Systems, Vol. 18, No. 6, pp. 797-807.