

연속 영상 분석에 의한 다중 차량 검출 방법의 연구

한상훈*, 이강호**

A Study on The Detection of Multiple Vehicles Using Sequence Image Analysis

Sang - Hoon Han* Kang - Ho Lee**

요 약

본 연구는 연속된 컬러 영상으로부터 전방의 차량과 차선을 검출하는 과정에서 연속 영상 분석을 통하여 다중 차량을 검출하는 방법을 제안한다. 하나의 프레임에서 차량 후보 영역의 검출은 그림자 특징과 에지 성분을 이용한다. 그리고, 다중 차량 영역을 검출하는 방법은 연속된 영상에 존재하는 차량 후보 영역들의 차량 추정값과(EOV)과 누적 유사도 함수(ASF)를 분석하여 차량일 가능성을 검사한다.

대부분의 연구 방법이 전방의 한 차량을 검출하는데 비해 본 연구에서는 여러 차량을 검출하는 방법을 제시하였으며, 교통량이 많고, 차선 변경이 자주 있는 경우에도 차량의 검출이 가능하도록 한다. 제안된 방식의 효과를 검증하기 위해 노트북 PC와 PC용 CCD 카메라로 도로에서의 영상을 촬영하고 차량 검출 알고리즘을 적용한 처리 시간, 정확도 및 차량검지 결과를 보인다.

Abstract

The purpose of this thesis is to detect multiple vehicles using sequence image analysis at process that detect forward vehicles and lane from sequential color images. Detection of vehicles candidate area uses shadow characteristic and edge information in one frame. And, method to detect multiple vehicles area analyzes Estimation of Vehicle(EOV) and Accumulated Similarity Function(ASF) of vehicles candidate areas that exist in sequential images and examine possibility to be vehicles.

Most researches detected a forward vehicles in road images but this research presented method to detect several vehicles and apply enough in havy traffic. To verify the effects of the proposed method, we capture the road images with notebook and CCD camera for PC and present the results such as processing time, accuracy and vehicles detection in the images.

* 한국재활복지대학 정보보안과 전임강사, ** 한국재활복지대학 정보보안과 부교수

I. 서론

차량이 증가함에 따라 운전자들이 더 안전하게 주행할 수 있도록 도와주는 시스템에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 운전자들의 안전한 주행을 위해 차량 및 도로에 첨단 전자 통신 기기 및 제어 기기 등을 설치하여 차량 운행의 안전성을 높이기 위한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 이런 연구의 일환으로 첨단 차량 및 도로 시스템(AVHS), 고안전도 차량(ASV), 운전자 도움 시스템(ADAS) 등이 있는데 이 분야에서 필요한 핵심 기술은 주행 중인 자동차의 전방에 존재하는 장애물 및 차량을 탐지하고 추적하는 기술이다. 특히 진행 방향에 있는 장애물이나 차량을 미리 찾아내어 운전자에게 경고하는 것은 안전 운전에 큰 도움이 될 것이다.

차량을 탐지하고 추적하는 기술은 능동형 센서인 레이저 레이더(Laser Radar)나 밀리미터 웨이브 레이더(Millimeter Wave Radar) 센서를 이용하는 방법과 수동형 센서인 카메라 센서를 이용하는 방법이 있다.

능동형 센서를 이용하는 경우에는 고속 주행 상황에서도 100m 이상의 거리를 정확하게 탐지 할 수 있고 있지만 고가의 가격 때문에 일반 차량에 장치를 장착하기 어렵다. 그리고 많은 수의 차량이 이런 장치를 장착한 경우에 신호 간섭 및 여러 가지 부가적인 문제들이 발생할 소지가 있다.

수동 센서인 카메라 센서를 이용한 연구는 스테레오 비전과 모노 비전을 이용하는 방법, 컬러 영상을 이용하는 방법과 그레이 영상을 이용하는 방법으로 나눌 수 있다. 스테레오 비전을 이용하는 경우에는 대부분 disparity map을 구하여 장애물을 탐지한다[1, 2, 3]. 모노 비전을 이용하는 경우에는 대부분 그레이 영상을 이용하는데 광류(Optical Flow), 엔트로피(Entropy) 등 모션 분석(Motion Analysis)를 이용하고 있다[4, 5, 6].

컬러 영상을 이용하는 연구는 컬러 공간을 $L*a*b*$ 를 이용하는 방법[7], 에지 정보를 이용하는 방법[8], 레이블링을 이용한 방법[9], 차량의 후미등을 찾는 방법[10]들이 있다. 하지만 이런 방법들은 대부분은 차량의

전면에 있는 한 차량을 검출하고, 도로 영상에 차량이 많지 않거나 차량의 영역이 비교적 큰 경우에 적당하다.

본 논문에서는 교통흐름이 많고, 도로 상에 표시들이 복잡하게 있는 상황에서도 차량 검출이 가능하고, CCD 카메라로 연속으로 촬영한 영상으로부터 전방에 있는 여러 대의 차량 영역을 검출하는 방법을 제안한다.

논문의 구성은 2장에서 시스템 구성 및 차량 후보 영역 검출과정을 소개하고, 3장에서는 연속 영상 분석을 통한 다중 차량 검출 방법, 4장에서는 연구 결과를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 구성 및 후보 영역 검출

2.1 시스템 구성

컬러 CCD 카메라를 이용하여 전방 차량을 탐지하는 전체적인 구성도는 그림 1과 같다. 먼저 카메라로부터 RGB영상이 입력으로 들어오면 HSV 컬러 공간으로 변환한다. 그리고 변환된 컬러 공간상에서 색조(Saturation)와 명도(Value)성분을 이용하여 차량의 하단부에 존재하는 그림자 영역을 찾기 위한 전처리 과정에 의해 차량 후보점을 구한뒤에 차량의 후보 영역을 구한다. 이렇게 구해진 차량의 후보 영역은 연속 영상 분석에 의해 현재 프레임의 정보와 이전 n개의 프레임에서 추출한 차량의 후보 영역의 누적된 정보를 이용하여 현재 프레임에서 구해진 영역이 차량인지 아닌지 판별하여 차량의 위치를 검출한다.

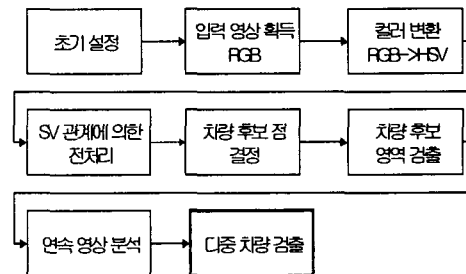


그림 1. 차량 검출 시스템 구성도
fig. 1 structure of Vehicles Detection system

2.2 전처리

도로 영상에서 차량에 의해 발생하는 그림자 영역을 찾기 위한 방법으로 Dichromatic Reflection Model을 이용한다[11]. 이 모델은 절연 물체(dielectric material)의 표면으로부터 반사되는 반사광의 물리적 특성을 설명하는 모델로 식 1과 같이 한 점에서 반사되는 광은 물체의 표면에서 반사되는 광(Lsurf)과 물체 자체에서 발산하는 광(Lbody)의 합으로 표현할 수 있다는 것이다.

$$L = L_{surf} + L_{body} \dots\dots\dots (1)$$

이 모델의 상태를 컬러 벡터 공간으로 보면 식 2와 같이 표현할 수 있다.

$$C_L = m_d C_d + m_s C_s + C_a \dots\dots\dots (2)$$

여기서, C는 [r, g, b]이고 m_d 와 m_s 는 기하학적 특성에 의한 비례 요소로서 0에서 1사이의 값을 갖는다. 컬러 공간에서 Dichromatic Reflection Model은 확산 반사(diffuse reflection : C_d), 전반사(specular reflection : C_s), 주변 반사(ambient reflection : C_a)의 선형 조합으로 표시할 수 있다. 각 반사의 요소는 조명의 색, 물체의 색, 배경광에 의해서 결정되고, 각 화소에서의 기하학적 요소가 다르기 때문에 m_d 와 m_s 는 일정하지 않다 [12].

도로 영상에서 햇빛이 백색광이라고 가정할 때 햇빛이 비치는 부분은 색조 성분의 값이 작아지고, 명도 성분의 값이 커진다. 그리고 차량의 하단부인 그림자 부분에서는 색조 성분의 값이 높아지고, 명도 성분이 낮아지게 된다. 이런 특징을 이용하여 도로 영상에서 차량이 있을 가능성이 있는 후보 점을 추출한다. 차량 후보점을 추출하기 위해서 먼저 색조와 명도 성분의 차를 이용하여 식 3과 같이 기준값을 설정한다. 그리고 식 4와 같이 기준값과 기본 영역의 평균과의 차이가 많이 발생하는 경우에 차량이 있을 가능성 많은 화소가 된다[12].

$$F(x, y) = S(x, y) \times 255 - V(x, y) \dots\dots\dots (3)$$

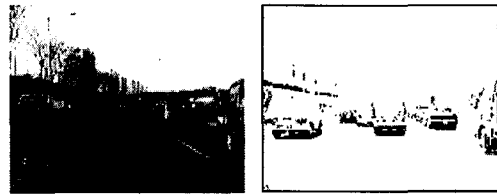
여기서 $S(x, y)$ 는 채도 성분, $V(x, y)$ 는 명도 성분을 가리킨다.

$$W(x, y) = K_a \times \frac{(F(x, y) - \mu_r)^2}{\sigma_r^2}$$

$$R(x, y) = \begin{cases} 1, & W(x, y) > 1 \text{ and } F(x, y) > \mu_r \\ 2, & W(x, y) > 1 \text{ and } F(x, y) < \mu_r \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

..... (4)

μ_r 는 지정 영역의 평균을 의미하고, σ_r 는 지정 영역의 표준 편차를 의미한다. 그리고 K_a 는 가중치로 평균에 어느 정도 모여 있는지 보고 평균과의 거리를 조절해주는 상수 값이다. $R(x, y)$ 가 1인점이 차량의 후보점이 된다. 그림 2에서 원 영상에서 전처리 과정을 거친 결과를 보여주고 있다.



(a) 원 영상 (b) 전처리 결과 영상

그림 2. 전처리 결과
fig. 2 the result of preprocessing

2.3 차량 후보 영역 검출

차량 후보 영역의 검출은 전처리 과정을 통해 추출된 영상에서 영역의 주변을 매끄럽게 하고, 작은 홀을 제거하기 위하여 모폴로지 닫기 연산(Closing)과 연결 성분 레이블링을 통해 영역을 분리한다[13]. 그리고 분리된 영역에서 영역의 병합과 분할 과정을 거쳐 최종적으로 차량의 후보 영역을 구한다. 그림 3에서 영역 병합 및 분할 과정을 거쳐 차량의 후보 영역을 결정하는 과정을 보여준다.

III. 다중 차량 검출

차량의 후보 영역들에는 차량 부분과 배경 부분들이 혼합되어 있으며, 이런 후보 영역들이 모두 차량 영역이라고 할 수는 없다. 차량이라면 연속 영상 분석을 통해 그 영역이 수 프레임동안 존재하고, 비슷한 특징을 유지해야 할

것이다. 이는 연속된 도로 영상에서 차량은 갑자기 나타나거나 사라지지 않는다는 사실에 근거를 둔 것이다. 주위 배경 영역들은 차량에 의해서 가려지거나 차량이 진행하고 있기 때문에 사라지는 경우가 많아 수 프레임동안 같은 특징을 유지하기 어렵다. 따라서 연속 영상에서 안정된 특징을 보이는 부분을 차량 영역으로 판별하고, 차량 영역은 아니지만 비슷한 특징이 연속해서 나타나고 차량일 가능성이 낮으면 비 차량 영역으로 간주할 수 있을 것이다.

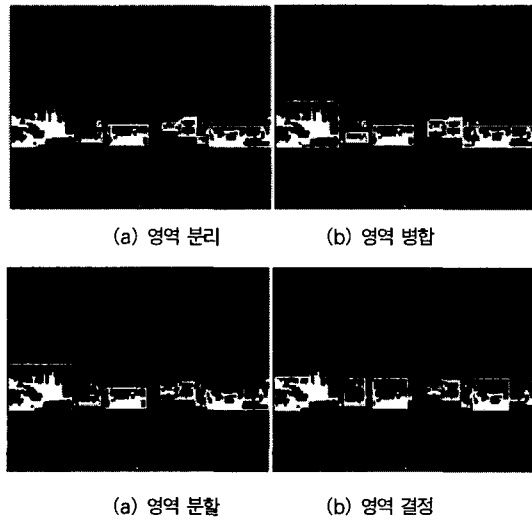


그림 3. 단계별 영역 검출 과정
fig. 3 step of area detection process

차량 영역을 판별하기 위해서 각 프레임의 영역이 차량으로 판정될 비율을 구하는데 이것을 차량 추정값(Estimation Of Vehicle: EOv)이라 한다. 이것은 차량의 특징을 학습하지 않는 방식으로, 영상 처리를 이용한 방법들에 많이 적용된다. 하지만 차량 추정 값이 차량임을 판별하기 위한 완벽한 추정 요소가 될 수 없기 때문에 유사도를 함께 적용한다.

이 논문에서 제시하는 누적 유사도 함수(Accumulated Similarity Function: ASF)는 여러 프레임에서 누적된 EOv와 이웃 프레임 사이의 유사도를 적용한 것이다. 현재 프레임에서 구해진 차량의 후보 영역에 대해 이전 K개의 프레임에서의 정보를 지속적으로 관찰하여 차량일 가능성이 높은 상태에서 프레임 사이의 유사도가 높으면 차량 영역으로 결정한다.

〈그림 4〉에서 연속 영상 분석에 대한 흐름이 잘 나타나 있다. EOv는 현재 프레임에서 계산된 값이고, 원안에 있

는 수치가 현재 프레임에서 구해진 영역의 EOv값이다. 그림에서 화살표는 t 프레임과 t-1 프레임 사이에 영역 정합 확률(Area Matching Probability: AMP)이 최대인 영역을 연결한 것이다. 화살표에 값이 없는 경우에는 1.00을 의미하고, 화살표에 있는 값이 낮은 것은 자신과 대응되는 영역이 없는 경우이다. 나머지 영역 쌍에 대해서도 마찬가지로 낮은 값을 갖는데 화살표는 생략하였다. t-n과 t-3 프레임 사이에 구해지는 값들을 보면, 먼저 영역의 개수가 차이 나기 때문에 t-n에서 두 개의 영역이 t-3에서 하나의 영역에 대응된다. 이 경우에는 AMP가 낮은 것을 고려 대상에서 제외한다.

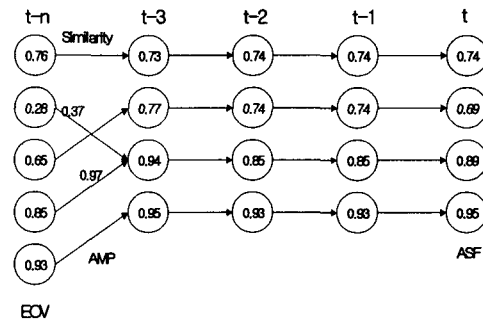


그림 4. 제안된 영상 분석 과정
fig. 4 proposed image analysis process

ASF는 K프레임이 지난 뒤에 현재 t 프레임에서부터 t-k프레임까지의 EOv와 유사도의 가중치 합이다. 현재 프레임에서는 ASF값을 이용하여 차량의 영역과 차량 영역이 아닌 부분을 판정한다. ASF값을 구할 때는 서로 대응되는 영역들 간의 유사도만 구하기 때문에 처리되는 시간을 줄일 수 있다.

3.1 영역 정합 확률

(Area Matching Probability: AMP)

움직임 분석은 일반적으로 광류(Optical Flow)를 구하는 것으로 영역 단위의 처리에 적용할 수 없고, 관심 영역에 대한 이전 프레임의 영역과 현재 프레임의 영역들 간에 서로 가장 잘 대응되는 영역 쌍을 찾는 것을 반복하는 relaxation 기법을 적용한다. 초기에는 프레임 사이의 영역들 간에 매칭될 확률을 임의로 가정하고 주변 영역들의 정합 확률을 근거로 정합 확률을 변경시킨다. 이를 정합 확률이 1에 근접하는 영역 쌍이 나올 때까지 반복하면 대응되는 영역들은 높은 확률 값을 갖게 되고, 대응되지 않

은 점들은 낮은 확률 값을 갖게 된다[14].

두 프레임 간에 대응되는 영역끼리의 정합 확률은 대부분 1.0으로 결정되고, 비슷하지 않은 영역끼리의 정합 확률은 낮은 값을 갖게 된다. 논문에서는 영역 사이의 대응될 확률을 영역 정합 확률(Area Matching Probability : AMP)로 정의한다.

3.2 차량 추정 값(Estimation Of Vehicle : EOJ)

차량 추정 값은 차량일 가능성을 검사하는 요소로써, 차량 영역을 판별하기 위해 차량의 기본적인 특징을 이용한 것이다. 도로 영상에서 차량의 특징은 여러 가지로 나누어지는데, 수직 에지의 존재성, 수평 에지의 존재성, 에지 혹은 밝기 정보의 대칭성, 라인 세그먼트의 모양 등이다. 다른 연구에서도 이러한 특징을 이용하는데 각각의 요소는 차량의 영역을 구하는데 주로 사용된다[15].

이 연구에서는 다음 세 종류의 특징을 이용한다.

- ① 차량의 영역에는 수평 라인이 존재하는데 영역의 크기와 유사하다는 점
- ② 영역의 좌/우측에서 수직 성분의 에지가 수평으로 대칭이라는 점
- ③ 차량 영역에서 에지는 좌/우 대칭을 이룬다는 점

각 특징에 대한 함수를 F_m 으로 정하여 식 5와 같이 나타낼 수 있다.

$$EOJ(R_i^t(s)) = \sum_{m=1}^3 W_m F_m(R_i^t(s)) \dots\dots (5)$$

W_m 은 각 특징의 가중치(Weight)를 나타내고, $R_i^t(s)$ 는 t 시간에서 존재하는 i번째 영역(Segment)을 나타낸다. 각각의 가중치 W 는 {0.33, 0.33, 0.34}로 하였다.

3.3 누적 유사도 함수 (Accumulated Similarity Function : ASF)

ASF는 이전 K 프레임 동안에 차량일 가능성이 지속적으로 높은 상태를 유지하는지 확인하는 추정 요소로써 식 6과 같이 현재 프레임에서 이전 K 프레임의 EOJ와 유사

도 값을 누적하여 K로 나눈 것이다.

$$ASF(R_i^t(s)) = \frac{1}{k} \times \sum_{m=t, j \in \max AMP_n}^{m=t-k} F \dots (6)$$

$$F = \omega_1 EOJ(R_i^m(s)) + \omega_2 SIM(R_i^{m-1}(s), R_j^m(s))$$

여기서 m과 m-1은 프레임을 나타내고, i, j는 대응되는 영역의 인덱스를 나타낸다. i는 현재 프레임의 영역이고, j는 이전 프레임에서 AMP가 최대인 영역의 인덱스이다. SIM은 두 프레임 사이에 대응되는 영역의 유사도를 나타내고, k는 연속된 프레임의 개수를 나타낸다.

유사도(Similarity)를 구하기 위해서는 두 개의 함수를 적용한다. 그 함수는 색상 히스토그램 교차법(Color Histogram Intersection : CHI)과 정규화 상관 계수(Normalize Cross Correlation : NCC)이다. 유사도 함수는 두 프레임 사이에서 대응되는 영역에 대해서만 적용한다. 유사도 함수는 H성분을 이용한 색상 히스토그램 교차법과 V성분을 이용한 상호 상관 계수를 적용한다.

이렇게 구해진 ASF의 값이 임계치 이상이면 차량으로 간주하고 임계치 이하이면 차량이 아닌 영역으로 간주한다.

IV. 실험 결과

4.1 실험 환경

실험을 위해 올림픽 도로 상에서 USB 방식의 PC 카메라를 이용하여 초당 10프레임으로 영상을 캡처하였으며, 영상의 크기는 320*240이다. 카메라의 위치는 차량의 운전석 앞부분 1m의 높이에 설치하고, 각도는 전방의 상황이 들어올 수 있도록 조정하였으며 자동 초점 모드로 맞추고, 카메라의 위치를 보정하거나 수평을 유지토록 하는 보조 장치는 사용하지 않았다. 영상은 약 5분씩 캡처하였으며, 영상을 캡처할 당시의 환경은 주변 차량이 많은 경우, 주변 차량이 없는 경우가 있었으며, 날씨가 맑은 날과 흐린 날도 포함시켰다. 시뮬레이션에 사용된 시스템은 인텔 펜티엄III 650MHz, RAM 256MB의 노트북이며, 윈도우 2000에서 실험하였다.

4.2 실험 결과

연속 영상 분석을 통해 차량 영역을 검출한 결과를 그림 5에서 제시하였다. 그림에서 흰색 박스로 표시한 부분이 차량 영역임. 희미한 영역이 차량이 아닌 영역을 나타낸다. 제시된 결과를 보면 교통 흐름이 많거나 도로 상에 표시가 있는 경우에도 차량의 영역을 잘 검출되고 있음을 볼 수 있다. 그림 5의 (d)에서 왼쪽에 있는 차량이 차량이 아닌 영역으로 간주되는데 이것은 차량이 나타나는 과정에서 차량에 대한 특징이 계속 바뀌기 때문에 영역 포착은 되었으나 비 차량 영역으로 분류된 경우이다.

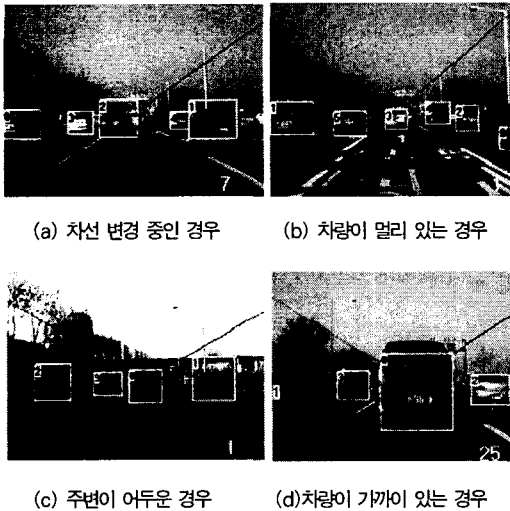


그림 8. 차량 검출 결과
fig. 5 result of vehicles detection

실험에서는 대칭성에 기반을 둔 방법을 가정하여 EOV 만 적용한 결과와 ASF를 적용한 결과를 비교해 본다.

표 1은 연속 영상 분석에 의해 영역이 잘못 판정된 결과를 표시한 것으로 EOV만 적용한 경우와 ASF를 적용한 경우로 나누어서 보여준다. 차량 영역을 차량이 아닌 영역(비 차량)으로 판정한 것과 차량 영역이 아닌 영역을 차량 영역으로 판정한 비율을 표시하였다.

차량 영역을 차량이 아닌 영역으로 판정한 비율만 보면 ASF 적용에서는 5.7%, EOV 적용에서는 7.3%의 결과가 나왔다. 그리고 최종 영역을 잘못 판정한 비율은 EOV 만을 적용한 것이 8.4%이고 ASF를 적용한 것이 7.6%이므로 유사도를 함께 적용하는 것이 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그리고 한 프레임을 처리하는데 소요되는 시간은 약 315ms로 1초에 3프레임을 처리할 수 있었다.

표 1. EOV와 ASF의 결과 비교
Table. 1 result that compare ASF with EOV

구분 적용	차량 영역 ⇨ 비 차량 영역	비 차량 영역 ⇨ 차량 영역	전체
ASF	5.7%	1.9%	7.6%
EOV	7.3%	1.1%	8.4%

V. 결론

다수의 영상을 이용하여 차량의 기본 특징 정보만을 이용하여 차량 영역을 판별하는 것보다 이웃 영상의 유사도 정보를 이용하여 검출율이 약 92.4%로 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

카메라가 수평을 유지하게 하는 별도의 보조 장비를 사용하지 않고, 하나의 카메라로 차량이 멀어지고 가까워지는 정도를 충분히 파악할 수 있으며, 처리 속도 면에서는 별도의 추가 장비 없이 초당 약 3 프레임 정도를 처리할 수 있어, 안전 도움 시스템의 기능으로 충분히 활용할 수 있으리라 본다.

전방 차량과 차선을 검출하여 궁극적 목적인 같은 차선의 차량과의 거리와 자신의 차량과의 상대 속도를 계산하여 너무 빠르게 다가가는 경우에 운전자에게 경고를 해줌으로써 추돌을 미연에 방지할 수 있는 시스템에도 활용이 가능하고, 실시간 구현이 가능하다면 앞차와 추돌 가능한 시간을 계산하여 전방의 상황을 알려주는 시스템에 활용될 수 있다. 전방에 존재하는 차량들의 흐름을 파악하여 교통 흐름을 파악하거나 차량을 인식하는 시스템의 주 기능으로도 활용 가능하다. 또한, 고속 도로와 자동차 전용 도로에서 영상 처리를 기반으로 저가의 하드웨어를 이용하여 전방 차량 검출 시스템을 구축할 수 있는 기반이 될 수 있다.

향후 비, 눈, 안개와 같은 악천후와 야간에서의 차량 검출 방법 등이 연구되어야 할 것이며, 운전자 도움 시스템에서 도로에 설치되어 있는 도로 표지판을 인식하여 도로 정보를 수집하는 연구가 병행된다면 더욱 바람직할 것이다. 그리고, 도심지와 같이 복잡한 환경에서의 연구도 진행되어야 할 부분으로 남아있다.

참고문헌

- [1] Stefan Ernst, Christop Stiller, Jens Goldbeck, Christoph Roessig, "Camera Calibration for Lane and Obstacle Detection", Proceedings of the International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp 356-361, 1999.
- [2] Nobuhiro TSUNASHIMA, Masato NAKAJIMA, "Extraction of the Front Vehicle using Projected Disparity Map", Conference Visual Communications and Image Processing '99, California, January, pp 1297 - 1304, 1999.
- [3] Ernst Lissel, Peter Andreas, Ralf Bergholz, Hubert Weisser, "From Automatic Distance Regulation to Collision Avoidance", AVEC '96, International Symposium on Avoidanced Vehicle Control, pp 1367 - 1378, 1996.
- [4] S. M. Smith and J. M. Brady, "ASSET-2: Real-Time Motion Segmentation and shape Tracking", IEEE Trans. Pattern Analysis And Machine Intelligence, vol. 17, no. 8, pp 814 - 820, 1995.
- [5] M. Werner, W.v. Seelen, "An Image processing system for assistance, U. Handmann, T. Kalinke, C. Tzomakas", Image and Vision Computing 18, pp 367 - 376, 2000.
- [6] 정진익, 최성구, 노도환, "무한원점을 이용한 주행방향 추정과 장애물 검출", 전자공학회논문지, 제34권, 제 11호, pp 1302 - 1313, 1997.
- [7] De Micheli, E., Prevete, R.; Piccioli, G., Campani, M., "color cues for traffic scene analysis", Intelligent Vehicles '95 Symposium., Proceedings of the, pp 466 -471, 1995.
- [8] Betke, M., Haritaoglu, E., Davis, L.S., "Highway Scene Analysis in Hard Real-Time", Intelligent Transportation System, 1997. ITSC '97., IEEE Conference on, pp 81 2 - 817, 1997.
- [9] B. Heisele, W. Ritter, "Obstacle Detection Based On Color Blob Flow", Proceedings of the Intelligent Vehicles '95 Symposium., pp 282 - 286 ,1995.
- [10] 노광현, 한민홍, "저속 주행 환경에서 컬러비전 기반의 근거리 전방차량추적", 한국 정보처리학회 논문지, 제7권 제9호, pp 3037 - 3047, 2000.
- [11] Steven A. Shafer, "Using color to separate reflection components", COLOR research and application, vol. 10, no. 4, pp. 210-218, 1985.
- [12] 한 상훈, 조 형제, "그림자 정보를 이용한 HSV 컬러 모델 기반의 전방 차량 검출 및 차선 정보 검출", 멀티미디어학회논문지, 제5권 제2호, pp 176 - 190, 2002.
- [13] Linda G. Shapiro, Georage C. Stockman, COMPUTER VISION, Prentice Hall, 2001.
- [14] DANA H. BALLARD, CHRISTOPHER M. BROWN, "COMPUTER VISION", Prentice Hall, 1982.
- [15] Y. Du, N.P. Papanikolopoulos, "Real-time vehicle following through a novel symmetry-based approach", Robotics and Automation, Proceedings., Vol. 4, pp 316 0 - 3165, 1997.

저자 소개



한 상 훈

1990 동국대학교 전자계산학과 졸업(학사)
 1995 동국대학교 대학원 컴퓨터 공학과 졸업(석사)
 2002 동국대학교 대학원 컴퓨터 공학과 졸업(박사)
 2003년 ~ 현재
 한국재활복지대학 정보보안과 <관심분야> 정보보안, 형태인식, 컴퓨터 비전, 멀티미디어

이 강 호

2002년 제7권 제4호 참고.
 현재 한국재활복지대학 정보보안과 부교수