

영상을 이용한 자동 유고 검지 알고리즘 개발

이 봉 근[†]·임 증 선^{††}·한 민 홍^{†††}

요 약

본 논문은 영상 검지기에서 얻은 영상을 이용하여 화면상에 보이는 차량의 사고상황을 자동 검출하는데 목적이 있다. 사고 검지를 위해 별도의 장비 설치 없이 영상 검지기를 통해 얻은 도로 영상을 토대로 추돌사고, 고장으로 인한 정차, 갓길 불법 정차 등의 돌발 상황을 자동으로 검지 하는 알고리즘을 구현한다. 차량 사고가 발생할 가능성이 높은 관심 영역을 설정하여 화면에 가상의 트랩을 설치하고, 가상의 트랩상에서 발생하는 화소값의 변화와 차량의 움직임을 분석하여 사고상황을 자동 검지 하도록 한다. 제안된 방식의 효과를 검증하기 위해 도로에서 사고 상황을 재현하고, 설치된 영상 검지기를 통해 사고상황 영상을 획득하여 사고상황에 대한 자동 검지 결과를 제시한다.

Development of Automatic Accidents Detection Algorithm Using Image Sequence

Bongkeun Lee[†] · Joongseon Lim^{††} · Minhong Han^{†††}

ABSTRACT

This paper is intended to develop an algorithm for automatic detection of traffic accidents using image sequences. This algorithm is designed for detecting stopped vehicles traffic accidents, break down, illegal stop in the road shoulder - on the range of camera view. Virtual traps are set on accident-prone spots. We analyze the changes in gray levels of pixels on the virtual traps which represent the motion of vehicles on the corresponding spots. We verify the proposed algorithm by simulating some situations and checking if it detect them correctly.

키워드 : 자동 검지(Automatic Detection), 사고 검지(accidents detection), 연속 영상(Image Sequence), 가상 트랩(Trip Line), 카메라 (CCD Camera)

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

도시는 증가하는 교통수요를 충족시키는 도로의 용량을 확보하지 못하여 심각한 문제를 안고 있으며 그에 따른 교통 혼잡이 확산되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 도로용량을 효과적으로 이용할 수 있는 방법이 필요하게 되었다. 그 중 하나가 빠른 시간내에 유고(有故)를 검지하고 대처하는 방법이다.

유고상황이란 “도로상에서 불규칙하게 일어나는 사건으로 교통사고(traffic accident), 차량고장 및 정지, 낙화물, 유지 및 보수 작업 같은 도로의 용량을 감소시키는 사건을 말한다[1]. 현재는 유고가 발생하면 유고의 발생 장소와 시간들을 다른 차량의 제보를 통해 알고 있으므로 유고가 발생한 뒤 처리 시간까지 많은 시간이 소요 된다. 신속한 유고 검지는 유고에 따른 정체 비용을 줄일 수 있고 유고에 의한 후속사고

를 미연에 방지할 수 있다.

유고 검지에는 크게 구간의 교통 정보를 분석하여 유고를 판단하는 구간 유고 검지 방법과 카메라나 기타 차량을 검지 할 수 있는 센서로 한 지점에서 유고를 검지하는 지점 유고 검지 방법이 있다. 현재 유고 검지에 대한 연구는 교통 정보를 이용한 구간 유고 검지 방법에 집중되어 왔다. 지점 유고 검지 방법의 경우 전체 도로를 카메라나 센서를 이용하여 검지하기 힘들 뿐만 아니라 지점에서 발생하는 유고를 검지 하는 것이 여러 가지 요인으로 인해 쉽지 않았기 때문이다. 하지만 최근 도로상에는 차량을 검지할 수 있는 영상 검지기용 카메라가 증가하고 있는 추세이다. 만일 설치되어 있는 카메라를 이용하여 도로상에 있는 차량을 탐지하여 유고를 알 수 있는 영상 유고 알고리즘을 개발 하고, 센서로 들어오는 일정 구간의 교통 정보를 분석하여 유고를 판단할 수 있는 구간 유고 알고리즘을 개발할 수 있다면 사고가 발생했을 때 큰 비용을 들이지 않고도 신속한 대처를 할 수 있을 것이다.

본 연구는 도로에 설치되어 있는 영상검지기용 카메라의 영상을 기반으로 도로상의 사고 상황을 확인할 수 있는 지

[†] 정 회 원 : 고려대학교 대학원 산업공학과, LG CNS

^{††} 정 회 원 : 한양대학교 대학원 산업공학과

^{†††} 정 회 원 : 고려대학교 산업공학과 교수

논문접수 : 2002년 12월 17일, 심사완료 : 2003년 3월 11일

점 영상을 이용한 돌발상황(유고) 검지 알고리즘 구현을 목표로 한다.

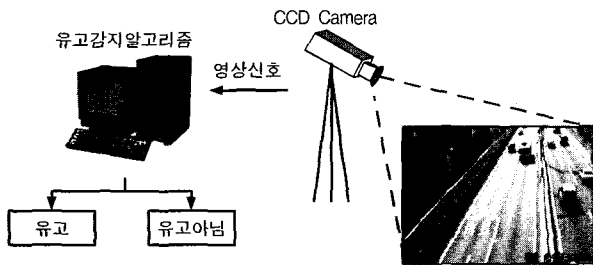
본 연구는 먼저 차량 유고 검지에 관한 연구현황을 살펴보고, 지점 유고에 대한 소개를 한다. 본문에서는 본 연구에서 적용한 지점 유고 알고리즘에 대한 설명을 하고, 취득한 영상을 토대로 알고리즘을 적용한 결과를 결론 부분에 제시한다.

1.2 지점 영상 유고 검지 시스템의 개요

이번 연구는 카메라를 통해 들어온 영상신호를 이용하여 실시간으로 도로상의 교통사고나 차량의 정체를 검지하는 알고리즘을 개발하는 것이다.

영상을 이용하여 교통 정보를 산출하거나 차량의 흐름을 검지 할 수 있는 방법은 검지 영역에 따라 4가지로 구분할 수 있다[2].

- ① Gray level의 변화량을 이용하는 방법
- ② 차량의 외곽선 정보를 이용하는 방법(Edge)
- ③ 차량 추적 방법 (Tracking)
- ④ 배경의 차이 영상을 이용하는 방법(Background Differencing)



(그림 1) 지점 영상 유고 검지 시스템 개요

또한 영상처리를 이용한 교통정보 추출 방식의 발전 순서에 따라 trip-line을 이용하는 방식과 차량의 움직임을 추적하는 Tracking 방식으로 나눌 수 있다[5, 9].

trip-line 방식의 알고리즘의 경우에는 일반적으로 영상에서 차량이 지나가는 도로의 중앙에 trip-line을 설치하여, 설치된 trip-line의 영역 내에서 기준영상과 현재의 도로영상과의 gray level의 차나 특징 값의 변화를 분석하여 교통 정보를 산출한다[9, 10].

차량의 움직임을 추적하는 Tracking 방식은 영상에서 차량의 영역을 배경과 분리해낸 후, 각 차량의 영역의 운동방향을 구하여 필요한 정보를 얻고 다음 영상에서의 위치를 예측함으로써 영상내에서 임의의 방향으로 차량을 추적하게 된다. 이 방식을 사용하면 차량의 움직임에 관한 정보를 얻을 수 있으므로 trip-line보다 정확한 속도정보를 얻을 수 있으며, 차량의 차선변경이나 도로의 정체 상황등에 관한 정보를 추출할 수 있다[5, 7, 9, 11].

이번 연구에서는 기존 영상 검지기의 영상을 이용하므로 기본적인 교통 데이터의 추출에 필요한 시간이외의 시간을

이용하여 유고 검지 알고리즘을 수행하므로 실시간 처리가 가능하다. 따라서 실시간으로 차량의 사고나 정체를 알아내고 또한 실제 시스템에 적용되어야 하기 때문에, 비교적 영상처리가 수월한 gray level의 변화량을 이용하는 방법을 이용하여 빠르고 효율적인 알고리즘을 연구하여 프로그램을 개발한다. 또한 이 방법을 이용하여 도로상의 차선을 따라 이동하는 차량뿐만 아니라, 차선을 변경하여 주행하는 차량, 갓길에 정지하는 차량도 함께 검지한다.

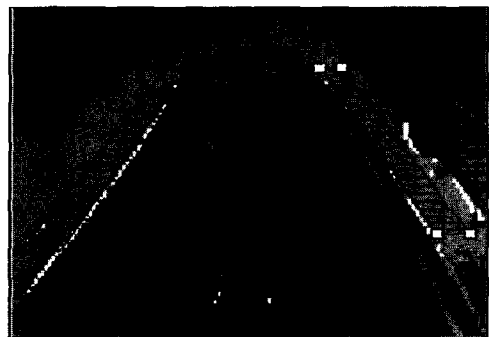
영상 검지의 경우는 주간의 경우 가로등이나 차량의 그림자 또는 도로상의 표시 문자나 기호의 영향을 받으며 야간의 경우에는 차량의 헤드라이트 불빛으로 인해 차량의 분명한 윤곽이 나오지 않고 옆 차선의 차량에게도 많은 영향을 주게 된다. 따라서 이번 연구에서는 그림자, 차량의 헤드라이트 불빛 및 기타 다른 외부 환경에 영향을 적게 받는 알고리즘을 개발하여 프로그램에 적용한다.

1.3 연구 현황

현재 지점 유고 검지에 대한 연구는 구간 유고 검지에 비해 연구가 활발하지 못하고 있는 실정이다. 이는 영상 정보를 제외한 다른 방법으로는 한 지점에서 유고를 검지할 수 있는 방법이 어려우며 영상을 이용하여도 외부의 조건(낮, 밤, 날씨 등)에 민감하여 알고리즘 개발이 힘들며 또한 전 도로를 카메라로 검지 할 수 없었기 때문이다. 하지만 도로상에 CCD 카메라도 늘어나는 추세이므로 영상을 이용한 유고 검지 시스템에 대한 연구도 서서히 늘어나는 추세이다.

선진국의 경우에도 영상을 이용한 지점 유고 검지 시스템은 아직 실험 단계이다. 현재 선진국에서는 외부 환경에 변화가 상대적으로 적고 유고가 발생했을시 가장 큰 피해를 겪는 터널 내에서의 연구가 보고되어 있다.

(그림 2)는 호주의 터널 안에 실험적으로 설치된 시스템의 영상이다[12].



(그림 2) Gray Level의 변화량을 이용한 영상 검지 시스템 (호주 터널 안)

이 방법은 화면상에 정보를 취득하고자 하는 영역에 박스 타입의 trap을 설치하여 특정 박스내의 gray level의 값의 변화량 이용하여 도로와 차량을 구분하였으며 터널 내에 인도에도 trap을 설치하여 인명 사고에 대한 유고에 대하여

도 검지할 수 있도록 고안 되었다. 실시간으로 유고를 검지할 수 있고 알고리즘도 간단하다. 그러나 알고리즘이 주위 환경 변화가 거의 없는 터널내의 환경에 고정되어 있으므로 환경의 변화가 심한 일반 도로에는 많은 보완이 필요하다. 특히 일반 도로에서도 외부조건(낮, 밤, 날씨)에 사용하기 위해서는 많은 보완이 필요할 것이다.

(그림 3)은 일본의 터널 안에서의 배경 화면과 두 영상간의 차이를 이용하여 자동 유고 검지 하는 절차를 나타낸다[13].

차량이 지나지 않을 때의 배경 영상에서 차량이 있을 때의 영상을 일정 시간마다 빼 주는 방식으로 차량을 인식하는 방법이다. 두 영상간의 차이를 분석하면, 두 영상 차이의 시간 사이에 어떤 일이 발생했는지 분석할 수 있는데, 먼저 차량이 지나지 않았을 때의 영상을 메모리에 저장한 후 차량이 검지 영역으로 들어오게 되면 전에 저장되어 있는 영상과의 차이 값을 이용하여 차량의 위치 변화와 속도를 검지 하는 방식이다. 하지만 이 방식은 전체 화면 상에서 배경 변화가 크지 않은 곳이나, 실제 기후나 날씨 등의 외부 조건도 변함이 거의 없는 곳에서 유용하다. 또한 실제 적용에 있어서 교통량이 많은 도로나 지체가 심한 도로에서는 배경 영상을 저장할 때 배경 영상 자체에 차량이 포함 되는 경우가 있으므로 정확한 배경 영상을 구하기 쉽지 않다. 그리고 아무리 검지 영역을 축소 설정하여도 모든 픽셀 값에 대하여 색깔 값의 차이를 구해야 하므로 계산량이 많게 되어 실시간 처리가 어려울 수 있다.

2. 본 론

2.1 지점 영상 유고 검지 알고리즘

도로상의 차량을 가장 빠르고 정확하게 검지 할 수 있는

방법으로 trap-line 위의 gray level의 변화량을 이용하는 방법이다. 또한 이 알고리즘을 프로그램으로 구현하였을 때 간단하며 높은 효율을 보인다. 따라서 이번 연구에서는 gray level의 변화량을 이용하여 알고리즘을 구성하였다.

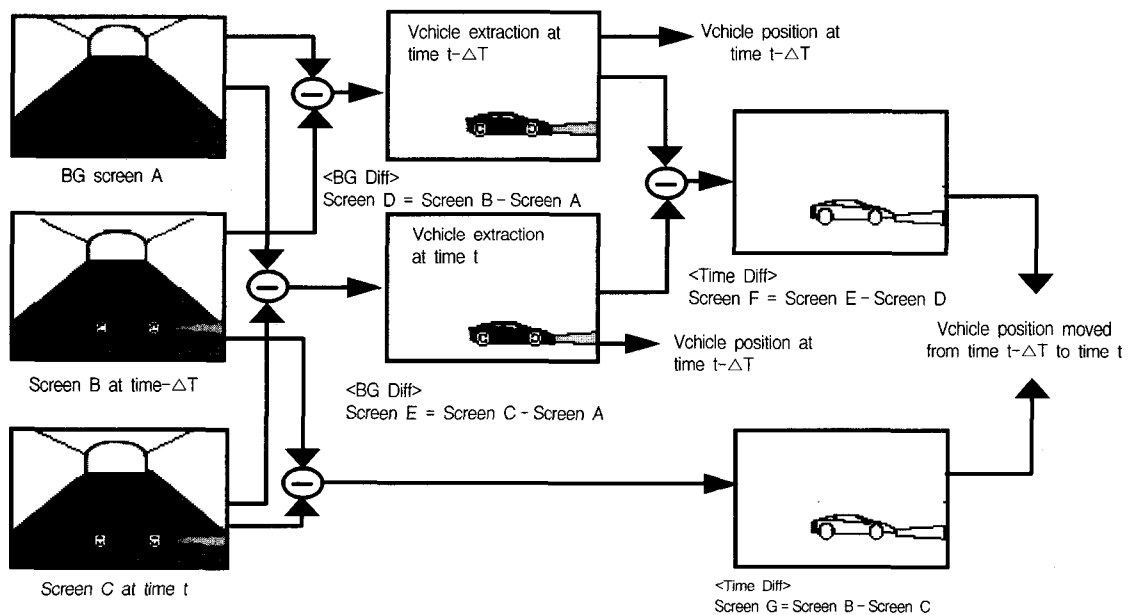
기존의 trap-line 방식은 차량의 점유율과 통과 대수, 속도 등의 교통량을 구하는데 사용되었지만 이번 연구의 목적은 유고 검지이므로 소수의 trap-line을 설치하여 차량의 속도를 구하는 것이 아니라 차로 및 갓길, 즉 차로를 중심으로 한 도로 전체에 trap-line을 설치하여 차량을 검지하며 그 점유율로 차량의 유고 상태를 판단하게 된다.

(그림 4)는 본 연구에서 자동으로 유고 상황을 검지하기 위해 취득된 영상을 분석하여 자동으로 유고상태를 판단하기까지의 절차를 나타낸다.

차량이 trap 영역 안에 들어오면 gray level의 값이 변화하게 되는데 gray level 값들의 변화량을 검지하여 차량의 유무를 검지하게 된다. 또한 차량의 추적을 위해 차량을 검지하는 트랙을 차량의 진행 방향으로 연속적으로 설치하여 차량의 현재 위치를 검지하게 된다. 유고가 발생하여 차량이 멈추게 되면 배경인 부분과 Gray level이 급격하게 변화하는 부분을 검지하게 되며 검지된 부분이 일정 시간 계속 그 상태를 유지하면 유고라고 판정하게 된다.

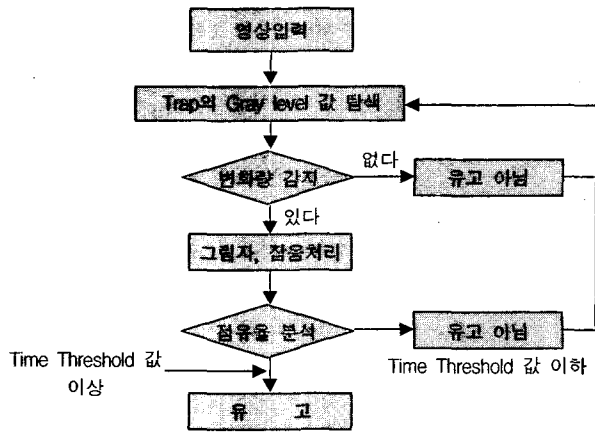
야간의 경우 문제가 되는 헤드라이트의 부분이 검지영역을 통과하게 되면 gray level의 변화가 생기게 되어 차량이 통과 한 것과 같이 검지된다. 하지만 차량의 라이트 불빛도 차량이 이동할 때 나타나는 현상이므로 본 연구의 유고검지와는 상관없이 차량의 움직임을 검지할 수 있다.

trap 영역안에 차량의 그림자나 가로등, 가로수의 그림자 등이 들어 오게 되면 차량과 마찬가지로 gray level이 변화하게 되어 유고로 검지하는 경우가 있다. 이번 알고리즘에



(그림 3) 배경 영상과의 차이를 이용한 영상 검지 시스템(일본 터널 안)

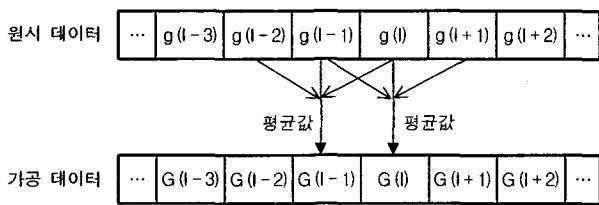
서는 이런 그림자에 의한 오류를 방지하기 위해 각 픽셀의 gray level의 차이점뿐만 아니라 순간적인 trap 영역에서의 변화량을 탐지하여 그림자에 대한 어려가 최소화 되도록 한다.



(그림 4) 유고 검지 알고리즘 순서도

2.1.1 검지 영역의 설정 및 Gray level 변화 값 탐색

이번 연구에서는 차량의 움직임이 중요하기 때문에 trap을 차량의 진행 방향으로 설치한다. 또한 trap 영역을 차선 및 갓길 전체에 설정하여 검지기 영상 전역의 차량의 움직임을 탐지한다. trap 영역이 설정되면 trap 내의 gray level 값을 읽어 저장한다. 이 때에는 gray level의 변화량을 읽기 위해 (그림 5)처럼 trap 위의 픽셀들을 3개씩 묶어 그 값의 평균을 구한다. 이런 과정을 반복하여 3개씩 묶은 점들의 gray level 평균이 크게 변하게 되면 차량이 진입 했음을 알 수 있다.



(그림 5) 3개의 평균값으로 1차 가공

2.1.2 Trap 영역에서의 변화량 검지 및 점유율 분석

차량이 진입하게 되면 trap 영역내의 픽셀 값이 변화하여 차량의 진입을 알 수 있다. 이 때 차량의 진입된 trap 영역을 표시해 주고, 차량이 진행하면 다시 대기 상태로 돌아가게 하였다. trap이 차량의 진행 방향으로 연속적으로 설치되어 있기 때문에 다음 trap에서 차량의 진입 표시가 나타나고 이런 과정을 반복하면 차량의 위치를 계속 추적 할 수 있다. 차량의 위치를 추적하는 도중 어떤 한 trap(또는 여러 trap)에서 차량이 멈추었을 경우에는 trap이 대기 상태로 돌아가지 않고 계속 차량을 추적하여 검지 하게 된다. 이 경우 일정한 Time Threshold를 두어 이 임계 값을 넘는 경우 차

량이 멈추어 서 있고 유고가 발생한 것으로 최종 판단한다.

(그림 6)은 영상 검지기를 통해 획득한 사고상황에 대한 분석 결과를 나타낸다. 차로상에 트랩 라인을 그어 사고 상황을 자동 검지하면 이용자가 쉽게 파악할 수 있도록 굵은 선으로 변하게 하였으며, 화면상에 멀리 보이는 차량의 움직임도 감지하고 있음을 보여준다. 또한 날씨에 영향을 받는 차량의 그림자나 기타 시설물들의 그림자의 처리도 차량으로 오인되지 않고 적절히 처리한 결과를 보여준다.



(그림 6) 유고 검지 영상

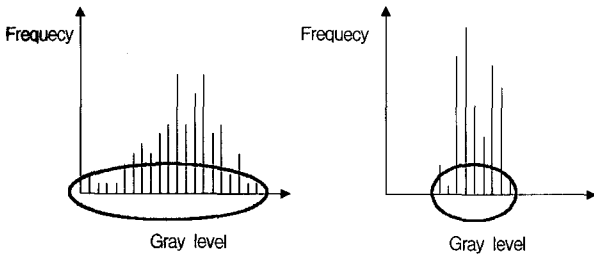
2.1.3 그림자 처리 알고리즘

태양의 고도가 높은 정오시간 대에는 차량의 그림자의 길이가 짧기 때문에 그림자로 인한 별다른 문제가 없으나 태양의 고도가 낮은 아침시간이나 해질 무렵의 시간은 그림자가 길어지기 때문에 그림자로 인해 잘못 검지되는 경우가 자주 발생한다. 일반적으로 그림자에 대한 문제를 해결하기 위한 알고리즘을 추가할 경우에, 흑백 카메라에서 차량을 검지하는 경우에는 검은색 계열과 회색 계열로 나오는 차량들과 그림자를 구별해야 하는 것을 염두에 두어야 한다. 그렇지 않은 경우 옆 차선의 이동 중인 차량의 그림자와 비슷한 gray level의 차량의 경우에 구별하지 못하는 문제가 발생하게 된다. 이렇게 되면 차량의 유무를 정확하게 파악할 수가 없다.



(a) 그림자가 통과하는 경우 (b) 검은색 차량이 통과하는 경우
(그림 7) 그림자와 검은색 차량의 구별

(그림 7)에서 좌측의 (그림 7)(a)는 그림자가 지나가는 경우이고, (그림 7)(b)는 이와 비슷한 검은색 차량이 지나가는 경우이다[6]. 이 그림을 히스토그램으로 나타내어 보면 각각 (그림 8)(a), (그림 8)(b)가 된다. (그림 8)(a)에서 중앙의 봉우리는trip-line 위의 그림자가 덮이지 않은 도로의 바닥 부분에 해당되는 영역이고, 중앙의 왼쪽 부분은 그림자에 속하는 pixel들이 몰려있는 부분이다.



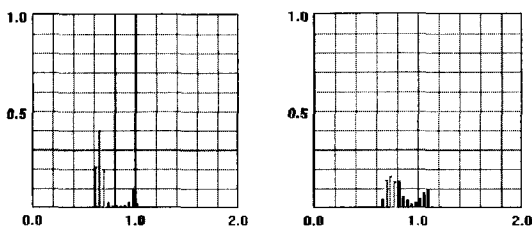
(a) 그림자의 히스토그램 분포 (b) 일반적인 검정색 차량의 히스토그램 분포

(그림 8) 그림자와 검정색 차량의 히스토그램 차이

(그림 9)(a)는 전체적으로 두 개의 가우시안 분포가 왼쪽과 중앙 부위에 위치하는 모양을 가지고 있다. 이때, 두 개의 봉우리의 중심이 떨어져 있는 정도는 현재의 기준 평균과 그림자의 농도에 따라 약간씩 달라진다. 그러나 검은색 차량이 지나갈 때는 (그림 9)(b)처럼 pixel들의 gray level 분포가 (그림 9)(a)와 비슷하게 2개의 봉우리를 가지지만, 분포의 모양을 살펴보면 (그림 9)(a)의 경우보다 비교적 넓게 나타나게 된다. 이러한 성질을 정리하면 다음과 같다.

- ① 그림자에 속한 pixel들의 gray level은 대부분 기준 평균값보다 낮은 값에 몰린다.
- ② 차량은 부피를 가진 입체로 그림자가 지는 날씨에서는 표면에서 빛을 산란시킨다. 따라서 그림자의 경우보다는 상대적으로 퍼져있는 모양을 가진다.

본 연구에서는 그림자의 문제를 해결하기 위해 위의 성질을 이용하여 차량을 검지하는 measure 즉, 퍼진 정도를 나타내는 $C(t)$ 값의 계산을 이용하여 그림자에 대한 처리를 하였다. 먼저 히스토그램으로 분포를 표현하기 위해 적절한 구간의 개수 선정이 필요한데, 계산상의 단축과 분석상의 정밀도에 관계가 된다. 구간의 개수는 $2c$ 개인데, 만약 c 의 값이 작으면 구간을 할당하는 과정과 $C(t)$ 의 계산과정에서 계산이 쉽지만 구간의 수가 줄어들기 때문에 구간간의 차별화한 정보가 사라지므로 영상의 변화가 히스토그램에서 드러나지 않고, c 의 값을 크게 하면 분포에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있지만 계산량의 증가 문제와 잡음에 민감해져서 control이 어려워진다. 따라서 적절한 개수로 나누어야 한다. 본 논문에서는 c 의 값을 25로 하여 구간의 개수는 50으로 하였다.



(a) 그림자만 있는 경우 (b) 검정색 차량이 있는 경우

(그림 9) M_s 를 적용한 후의 분포의 모습

그림자 부분의 영향을 제거하기 위해서 우선 히스토그램으로 재구성한 분포에서 그림자의 구간을 찾아낸다. 그리고 히스토그램의 구간들과 1대 1로 대응하는 temporal mask를 만드는데, 이것을 본 논문에서는 $M_s = \{M_{s_i}, i = 1, 2, \dots, 2c\}$ 로 정의한다. 이것은 M_s 는 i 번째 원소 M_{s_i} 가 0, 1의 값을 가지며, 개수가 $2c$ 인 배열인 것을 말한다. 그리고 M_{s_i} 에 0, 1을 할당할 때, 그림자로 생각되는 구간의 번호에는 0을, 그렇지 않으면 1을 할당하여 만든다. 이렇게 만들어진 M_s 를 $C(t)$ 를 계산할 때 적용하여, 그림자로 생각되는 구간은 $C(t)$ 의 계산에 영향을 주지 않도록 적용하였다. 이것을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$C(t) = \frac{1}{c^2} \times \sum_{i=1}^{2c} r_i \times (d_i(t) - c)^2 \times M_{s_i}$$

Where, $d_I = 1, I = 1, 2, \dots, 2c$

$n(d_I) =$ Number of pixels in $d_I, I = 1, 2, \dots, 2c$

$r_I = \frac{n(d_I)}{N}, N =$ Number of total pixel in trip-line

$M_s = \{M_{s_i}, i = 1, 2, \dots, 2c\}$

t : current time

이때, 구간을 나누는 기준이 되는 gray level의 기준 평균값이 시간에 따라 변하게 되므로, 이에 따라 그림자가 속하게 되는 구간도 시간에 따라 변하게 된다. 따라서 매 순간마다 trip-line 위의 pixel들의 gray level 분포에서 평균 이하의 구간에서 그림자가 될 후보 구간을 탐색한 결과를 가지고 M_s 를 구성하여 $C(t)$ 의 계산에 적용하였다.

M_s 를 구성하여 적용한 결과 그림자의 경우에는 $C(t)$ 값이 임계값인 $T(t)$ 보다 작게 되므로 차량으로 검지가 되지 않으며, 또한 검은색 계열의 차량은 $C(t)$ 값이 감소정도가 순수 그림자의 경우보다는 작아 $C(t)$ 의 값이 $T(t)$ 의 값보다 크게 되어 차량으로 검지하게 된다. (그림 9)(a), (그림 9)(b)는 각각 (그림 8)(a), (그림 8)(b)에 temporal mask인 M_s 를 적용하여 그림자의 후보가 되는 구간을 삭제한 결과를 보여주고 있다.

2.1.4 입체치의 결정

임계치 $T(t)$ 는 차량이 없는 순간의 도로의 분포의 퍼진 정도를 나타내는 $C(t = \text{no car})$ 값과 차량이 있는 순간의 도로의 분포의 퍼진 정도를 나타내는 $C(t = \text{car})$ 값의 사이의 적절한 값을 가져야 한다. 또한 이 값은 시간이나 기상의 변화에 따른 영상의 변화에 따라 $C(t = \text{no car})$ 과 $C(t = \text{car})$ 이 변하므로 $T(t)$ 도 이에 따라 변해야 한다.

$C(t = \text{no car})$ 의 변화의 모양을 관찰한 결과 현재 영상이 선명하여 물체의 특징들이 뚜렷하게 나타나면 $C(t = \text{no car})$ 의 값도 증가하고 영상이 흐리게 되어 선명하지 못한 경우에는 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 영상의 선명한 정도를 나타내는 척도로 contrast를 사용하였다. Contrast(t)

는 현재 t시점에서 영상의 gray level값 중 최소값과 최대값의 떨어진 정도를 %로 나타낸 것으로 다음과 같이 정의한다[7].

$$Contrast(t) = \frac{Max(Image(t)) - Min(Image(t))}{256} \times 100\%$$

임계치 T(t)의 값은 차량이 없을 때의 도로의 C(t=no car)의 값보다 약간 크지만 전체적인 증감의 모양은 동일하다. 따라서 직접 Contrast(t)를 독립변수로 하고 T(t)를 종속변수로 식을 이용하여 임계치를 결정하였다[6].

$$T(t) = a \times x^2 + b$$

where, x = Contrast(t), t is time

위의 식을 적용할 때, a, b는 경험적으로 알고 있는 T(t) 값들을 기준으로 적당한 값을 주어 T(t)를 구하였으며, 또한 의미론적으로 볼 때에도 Contrast는 결국 분포의 폭을 설명해주는 값으로 C(t)와 비슷한 성격을 가진다고 볼 수 있다.

2.2 실험 결과

2.2.1 실험환경

실험의 사용된 시스템은 다음과 같다

- 컴퓨터 : 펜티엄IV 1.7GHz CPU
- 영상처리 보드 : 매트록스 1 보드
- 시스템 OS : Window 98
- 프로그래밍 언어 : Visual C++

실제 유고에 대한 영상을 얻는 것은 매우 어렵기 때문에 가상의 시나리오를 설정하여 실험한다. 시나리오는 2대의 차량으로 가상의 유고를 발생시켰으며 주간과 야간에 대하여 실험한다.

2.2.2 실험 결과

실험을 위해 크게 4개의 시나리오를 정하여 도시고속도로 상에서 사고 상황을 재현한다.

실제로 서울시내 도시고속도로 상에 2곳에서 주간과 야간 각각에 대해 시나리오별로 상황을 재현한 영상을 이용하였는데, 도시 고속도로를 주행하다가 차로상에 약 3분~5분 정도 정차한 상황을 현장에 설치된 영상 검지기를 통하여 영상을 취득한다. 갓길 정차 상황은 영상 검지기 화면 영역 안에 있는 갓길에서 마찬가지로 약 5분간 정차한 상황을 영상검지기를 통하여 영상을 취득한다.

다음은 사고 상황을 재현한 구체적 시나리오이다.

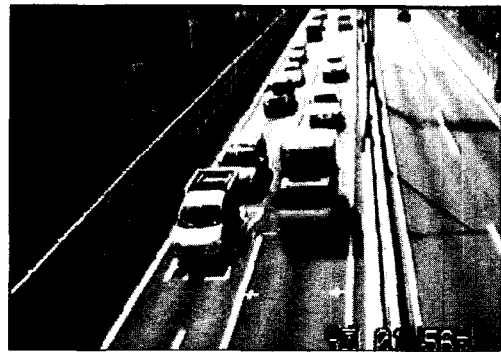
시나리오 1 : 주간에 차로상에서 사고로 정차해 있는 상황
 시나리오 2 : 야간에 차로상에서 사고로 정차해 있는 상황

시나리오 3 : 주간에 갓길에 무단 정차해 있는 상황

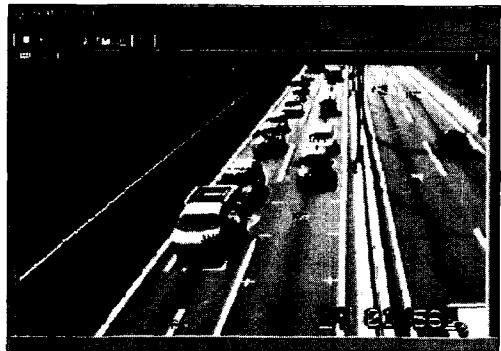
시나리오 4 : 야간에 갓길에 무단으로 정차해 있는 상황

• 시나리오 1

2대의 차량으로 주행하다 영상 검지기 View 영역으로 들어오면 도로 위에 5분정도 정차함(주간 추돌 상황).



(a) 처리 전 화면



(b) 유고 검지 화면

(그림 10) 실험 영상-시나리오 1

이번 실험은 편도 2차로인 도시고속도로에서 사고를 가정하고 2차로에 차량 2대가 정차한 상황을 가정한 것이다. 처리화면에서 보듯이 사고 상황에 대해 성공적으로 자동 검지한다.

실험 결과 유고를 정확히 검지 하였으며 유고가 발생한 옆 차선은 정체가 심하게 발생한다. 전체 영상이 떨리거나 영상의 질이 떨어지는 경우 예러로 유고가 발생할 확률이 있다. 하지만 순간적으로 떨리는 화면을 유고로 오인되지 않도록 알고리즘을 구현하여 실제 적용에는 큰 문제가 없도록 하였다. 시나리오 1의 화면은 이번에 실험한 영상 가운데 영상의 질과 카메라 각도가 가장 실험에 알맞게 Setting 되어 있어 전체적인 많은 떨림 현상만 없으면 정확한 실험 결과가 도출된다. 또한 화면 우측의 그림자 문제도 해결되었음을 알 수 있다.

• 시나리오 2

2대의 차량으로 주행하다 영상 검지기 View 영역으로 들어오면 도로 위에 5분정도 정차함(야간 추돌 상황).



(a) 처리 전 화면



(b) 유고 검지 화면

(그림 12) 실험 영상-시나리오 3

이번 실험은 편도 2차로인 도시고속도로의 갓길에 무단 정차해 있는 상황이다. 주행중 사고나 고장으로 가정하고 갓길에 정차한 상황이다.

이번 실험도 시나리오 1과 마찬가지로 전체 적인 떨림 부분만 없으면 정확히 차량의 유고를 잡아 냈다. 또한 그림자에 의한 문제도 해결 되었음을 보여준다.

● 시나리오 4

2대의 차량으로 갓 길을 주행하다 영상 유고 검지기 View 영역으로 들어오면 갓 길에 정차함(야간 갓길 상황).



(b) 유고 검지 화면

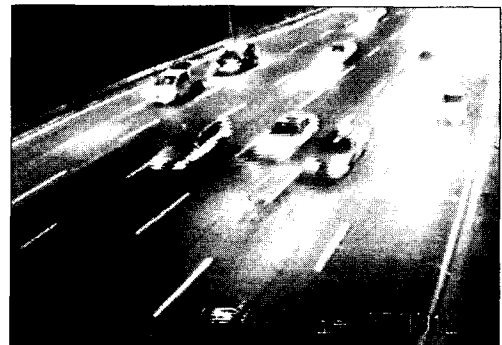
(그림 11) 실험 영상-시나리오 2

야간의 경우에도 정지된 차량을 정확히 검지 해낸다. 이번 실험은 편도 5차로인 도시고속도로 상의 1차로에 사고를 가정하고 정차해 있는 상황이다.

처리 영상에서 보듯이 1차로에 사고로 정차해 있는 유고 상황을 자동 검출하였다. 다른 차선의 차량 헤드라이트 불빛으로 인해 가끔 차량이 지나가는 것으로 인식되지만 유고 검지에 영향을 주는 정도는 아니다. 또한 빛의 반사가 심한 곳에서도 유고 검지의 기능이 정확히 동작하는 것을 알 수 있다.

● 시나리오 3

2대의 차량으로 갓길을 주행하다 영상 검지기 View 영역으로 들어오면 갓길에 정차함(주간 갓길 상황).



(a) 처리 전 화면



(b) 유고 검지 화면

(그림 13) 실험 영상-시나리오 4



(a) 처리 전 화면

시나리오 4의 영상은 강변북로 상의 편도 5차로 도로의

갓길 불법 주정차 상황이다. 사고나 고장을 가정하고 갓길에 정차한 상황이다.

비록 모든 영상 검지기의 문제이지만, Trap 영역이 카메라와 멀고 또한 각도 상으로 다른 차량에 가리게 될 확률이 큰 시나리오이다. 옆 차선에 큰 차량이 지날 경우에는 유고 발생이 순간적으로 해제 될 수 있다. 하지만 전체적으로는 정확히 유고를 자동 검지하고 있음을 알 수 있다..

3. 결 론

본 논문은 기존 영상 검지기에서 얻은 영상자료를 기반으로 화면상에서 발생하는 유고 상황에 대해 자동으로 검지하는 방안을 제시한다.

지금까지의 영상 자료를 이용한 자동 유고검지 알고리즘의 시도는 실제 상황에 대한 자료가 부족하여 연구에 애로사항이 많았다. 이번 연구는 비록 가상 상황이지만 실제 도로상에서 주간과 야간 각각의 날씨 환경 하에서 사고로 인한 정차, 갓길 무단 정차등 사고상황을 재현한 자료를 기반으로 실험하였기 때문에 실제 상황을 어느 정도 반영하였다고 판단되었다. 또한 실험 결과에 제시하였듯이 시나리오별로 유고 자동 검지는 성공적으로 이루어 졌다.

향후 본 연구에서 재현한 상황외에 비, 눈, 흐림 등 날씨 상황별로 자동 유고 검지를 위한 영상 처리가 가능한지 실험이 계속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 박창호, 전경수 외 10명, "교통공학 개론", 2000.
 [2] 백용현, "영상 기반의 지능형 자동유고 검지 모형 개발", 아주대학교 석사학위논문, 1999.
 [3] 도로교통안전관리공단 교통과학연구원, "유전자 알고리즘을 활용한 자가 적응 유고 검지 알고리즘 개발에 관한 연구", 교통기술자료 2002-1, 통권 제7호, 2002.
 [4] 김진학, "자동 유고 검지 알고리즘의 비교 분석에 관한 연구", 서울대학교 석사학위논문, 2000.
 [5] 정상철, "영상시퀀스처리에 의한 차량의 검지와 차량의 윤곽 검출", 한국과학기술원 석사학위논문, 1996.
 [6] 최성훈, "영상을 이용한 차량검지 알고리즘의 개발", 고려대학교 석사학위논문, 1997.
 [7] 도로교통 안전협회, "영상처리 차량검지기 개발 및 효율성 평가에 관한 연구", 1994.
 [8] Randy Crane, "A Simplified Approach to Image Processing," Prentice Hall, 1996.
 [9] William H. Sowell and James S. Labatt, "Video Vehicle Detection Takes A New Track," Peek Traffic-Transyt Corporation, U. S. A.

[10] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing," Addison Wesley, 1993.
 [11] K. Takahashi, T. Kitamura, M. Takatoo, Y. Kobayashi and Y. Satoh, "Traffic Flow Measuring System by Image Processing," MVA '96 IAPR workshop on Machine Vision Applications, Tokyo, Japan, November, 1996.
 [12] Matthew Taylor, "The practical application of video incident detection techniques in road tunnels," 8th World Congress on ITS, 2001.
 [13] Toshimitsu Shinozaki et al., "Abnormal incident detection system employing image processing technology," 8th World Congress on ITS, 2001.



이 봉 군

e-mail : bklee@lgcns.com

1993년 고려대학교 산업공학과(학사)
 1995년 고려대학교 대학원 산업공학과 (공학석사)
 1997년 고려대학교 대학원 산업공학과 (박사수료)

1997년~1999년 고려대학교 정보통신 기술 연구소 연구원
 1999~현재 LG CNS ITS 팀 근무중
 관심분야 : ITS, VOIP, 영상 처리 등

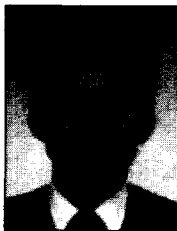


임 중 선

e-mail : jslim@lgcns.com

1983년 서강대학교 물리학과(학사)
 1999년 서강대학교 정보통신대학원 정보처리학과(석사)
 2001년~현재 한양대학교 산업공학과 박사과정중

관심분야 : SOC 정보화, ITS 등



한 민 홍

e-mail : mhhan@mail.korea.ac.kr

1964년 서울대학교 기계공학과(학사)
 1973년 University of Minnesota 대학원 산업공학과(공학석사)
 1981년~1982년 숭실대학교 산업공학과 조교수

1985년 Georgia Institute of Tech 대학원 산업공학과(공학박사)
 1986년~1988년 Texas A&M University 산업공학과 조교수
 1988년~1990년 포항공대 공과대학 산업공학과 부교수
 1991년~현재 고려대학교 산업공학과 정교수
 관심분야 : 지능형 자동차, ITS, 컴퓨터비전, 생산자동화