

카메라간 연계 차량 추적

A study on inter-camera vehicle tracking

송 홍 섭, 소 영 성
 Hong-Sub Song, Young-Sung Soh
 {hssong, soh}@mju.ac.kr

명지대학교 정보통신공학과
 Dept. of Info. & Comm. Engineering, MyongJi University.

요약

기존의 영상검지기는 한정된 구간에서 차량을 추출, 추적하는데 본 논문에서 제안한 카메라간 연계 추적 방법은 두 대의 카메라를 서로 연계하여 차량을 추적함으로써 넓은 구간에서도 효과적으로 차량을 추적할 수 있다. 한 대의 카메라는 전방을 검지하고 다른 카메라는 후방을 검지하여 전방 검지영역에서 추적한 차량을 후방 검지영역에서도 연계하여 추적하게 된다. 연계 추적을 위해 전방 카메라에서 취득한 차량의 차선정보와 차량의 대표 gray level 정보를 후방 카메라로부터의 영상 분석시 이용하여 차량 연계 추적을 한다.

I. 서론

영상검지기에서 영상처리를 이용한 교통정보 수집은 측정지점에 따라 크게 지점 교통정보와 공간 교통정보로 나누어진다. 지점 교통정보는 한정된 지역에서 차량 존재 여부로 측정할 수 있는 교통량, 속도, 점유율 등을 말한다. 공간 교통정보는 차량의 추적을 통해 지점 교통정보보다 고급 교통정보인 이동/정지 대기행렬 길이, 회전/직진 교통류 등을 말한다. 지점 교통정보를 수집하기 위해서는 차량을 탐지하고 이를 이용하여 교통정보 측정을 한다. 공간 교통정보는 차량 추적 과정이 추가로 포함된다. 그리고 충격파와 같은 고급교통정보를 측정하기 위해서는 긴 구간을 대상으로 교통 정보를 수집해야 한다. 그러나 영상검지기 카메라는 보는 구간을 넓게 하면서 높은 측정 정확도를 유지하기는 어려운 단점을 가지고 있다. 따라서 긴 구간을 대상으로 교통 정보를 수집하기 위해서는 여러 카메라의 연계가 필요하다. 기존의 영상검지기는 넓은 구간에 여러 카메라가 설치되어 있다하더라도 차량 정보의 공유 없이 각각 주어진 구간만의 차량을 개별적으로 탐지하고 추적한다. 그러나 카메라 연계추적 기술을 이용하면 여러 카메라를 통해 얻어진 차량 정보를 공유함으로써 긴 구간에서도 차량을 탐지 추적할 수 있다.

Dubuisson et al.[1]은 여러대의 카메라를 차량의 옆모습을 볼 수 있도록 도로의 측면에 설치하고, 입력 영상으로 칼라 영상을 사용하였다. 옆에서 본 차량의 형태와 차

량의 칼라 색 정보를 이용하여 추적을 시도하였다. 각각의 카메라는 1km 이상 떨어져 있어 카메라간 뷰의 겹침이 전혀 없는 상황이라 비슷한 모양, 비슷한 색의 차에 대해 잘못된 추적 결과를 나타낼 수 있다. 또한 도로 측면에서 영상을 촬영한 관계로 occlusion에 대단히 민감한 단점이 있다.

II. 제안된 방법

1. 카메라 설치 방법

본 논문에서는 카메라간 연계를 위하여 두 대의 카메라 연계를 시도하였다. 카메라 연계를 위한 두 대의 카메라를 설치하는 방법은 그림1, 그림2와 같이 두 가지 방법이 있다.

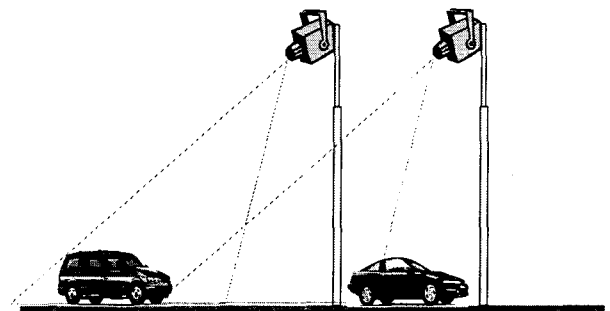


그림1 같은 방향을 바라보도록 설치된 카메라

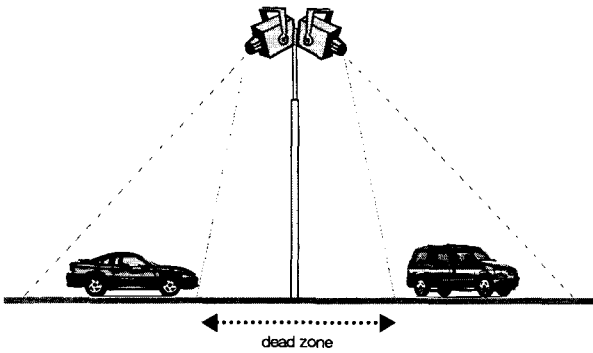
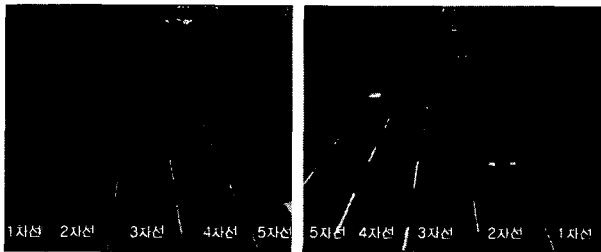


그림2 서로 반대방향을 바라보도록 설치된 카메라

그림1과 같이 설치된 카메라의 경우 카메라 검지영역의 일부가 서로 중첩하도록 설치되어, 카메라간 연계 추적이 그림2의 경우보다 상대적으로 쉽다. 그림2와 같이 설치되어 있는 경우에는 카메라가 서로 반대 방향을 바라보기 때문에 영상 내에서 도로의 좌, 우 방향이 바뀌게 된다. 그리고 두 카메라의 아래 부분은 그림2에서 보는 바와 같이 검지 할 수 없는 dead zone이기 때문에 보다 어려운 작업을 필요로 한다. 본 논문에서는 그림 2와 같이 두 대의 카메라가 서로 반대방향을 바라보고 있는 경우 카메라 연계 추적 방법에 대해 다루었는데, 그림2의 경우가 그림1의 경우보다 카메라 설치가 용이했기 때문이다.



(a) 전방 (b) 후방

그림3 전방 영상(a)과 후방 영상(b)

그림3은 카메라간 연계 추적을 위해 사용한 고속도로형 영상으로, 하나의 gantry 위에 서로 다른 방향을 보도록 카메라를 설치하여 얻은 영상이다. 그림3(a) 영상은 전방 카메라가 바라보는 영상이고, 그림3(b) 영상은 후방 카메라가 바라보는 영상이다.

그림3(a) 영상에서는 진입하는 차량을 관찰하므로 차량의 앞 본넷이 보이고, 그림3(b) 영상에서는 진출하는 차량을 관찰하므로 차량의 뒤 트렁크가 보인다.

2. 카메라간 연계 추적

그림4는 카메라간 연계 추적 방법의 순서도이다.

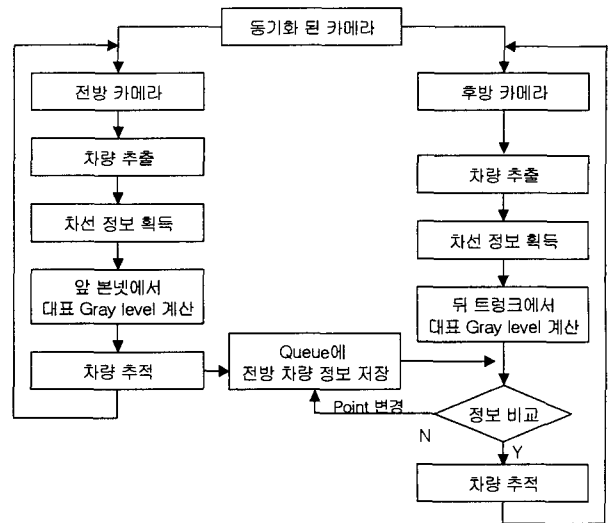


그림4 카메라간 연계 추적 순서도

동기가 맞추어진 두 대의 카메라를 같은 gantry 위에 설치하여 한대의 카메라는 전방(전방 카메라)을 검지하고 다른 카메라는 후방(후방 카메라)을 검지한다. 각각의 카메라로부터의 영상을 처리하는 방법은 아래와 같다.

1) 전방 카메라로부터의 영상에 대한 처리

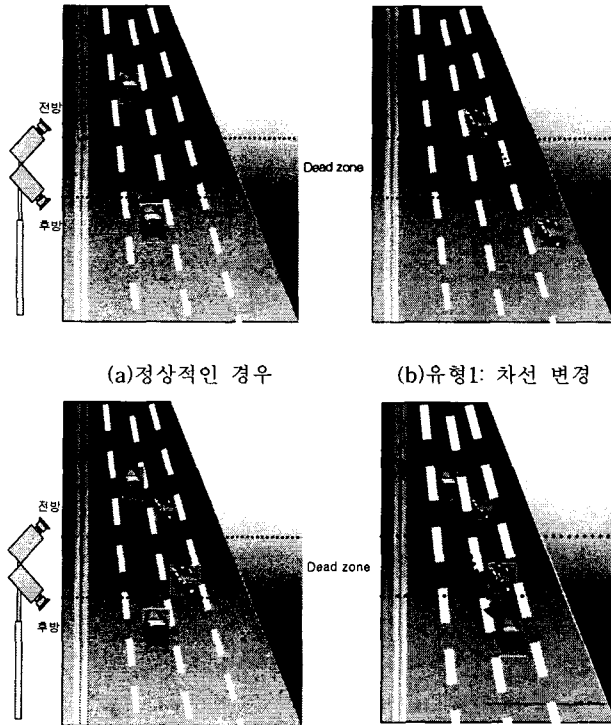
전방 카메라 검지 영역에 차량이 진입하게 되면 차량 추출 방법을 이용하여 차량을 추출하게 된다. 추출된 차량에 차량 ID를 부여하고 추적한다. 차량이 전방 검지영역을 빠져나가는 순간 차량 ID와 어느 차선으로 빠져나가는지 차선 정보를 저장하고, 그 차량의 대표 gray level을 계산하여 저장한다. 차량의 대표 gray level은 전방의 경우 차량의 창문, 헤드라이트 등 값이 반영되는 것을 막기 위해 앞 본넷 부근의 히스토그램을 구하고, 최빈값을 그 차량의 대표 gray level로 정한다. 최빈값은 차량내의 여러 gray level 중 그 차량을 가장 잘 나타내는 정보이기 때문이다. 후방의 경우는 뒤 트렁크 부근의 히스토그램을 이용하여 gray level을 구한다. 그러나 전방과 후방의 gray level이 정확히 일치하는 것은 아니기 때문에 실험적으로 얻은 허용범위를 주었다. 이상의 세 가지 정보 즉, 차량 ID, 차선, 대표 gray level의 정보를 전방 검지영역을 벗어나는 순서대로 queue에 저장한다.

2) 후방 카메라로부터의 영상에 대한 처리

후방 카메라의 검지 영역에 차량이 탐지되면 후방 차량의 차선 정보와 차량의 대표 gray level을 구한다. 전방 카메라에서 얻은 전방 차량 정보들과 후방 카메라에서 추출된 차량 정보를 비교하여 일정한 조건에 맞으면 해당하는 전방 차량의 ID를 할당하고 계속해서 추적한다. 조건에 맞지 않으면 전방 차량 정보가 저장되어 있는 queue의 포인터를 변경하고 다시 차량 정보를 비교한다. 일정한 조건에 맞으면 차량 ID를 할당한다. 정보 비교 방법은 그림 6에 나타나 있다.

3. Dead Zone 처리

전방 검지 영역을 지나간 차량들이 카메라가 검지하지 못하는 gantry 밑 부분(dead zone)에서 차량의 교차나 진행 순서가 바뀔 수 있다. 그림5에 dead zone에서 발생할 수 있는 각 경우에 대한 설명이 나타나 있다.



(a)정상적인 경우 (b)유형1: 차선 변경

(c)유형2: 진입순서변경 (d)유형3: 차선 및 진입순서 변경

그림5 Dead zone에서 차량의 주행

Dead zone에서 발생할 수 있는 사건에는 크게 세 가지 유형이 있다. 유형1은 차량의 차선이 변경된 경우(그림5(b))이고, 유형2는 차량의 순서가 바뀌는 경우(그림5(c))이다. 유형3은 차량의 차선과 순서 두 가지가 다 바뀌는 경우(그림5(d))이다. 각 경우에 대한 처리 방법은 그림6과 같이 단계별로 처리된다. 우선 전방 차량의 차선 정보를 이용하여 전방 검지영역을 벗어날 때 어느 차선을 지나왔는지 조사한다. 그림6에 나타나 있듯이 전방 차량의 차선으로 구분하여 후방에서 탐지된 차량의 차선과 비교한다. 차선이 일치하면 gray level을 비교하여 허용 범위 내이면 전방 차량이 같은 차선으로 후방 검지영역을 지나가는 것으로 판단(그림5(a))하고 전방 차량과 같은 ID를 할당하고 추적한다. 그렇지 않은 세 가지 경우에 대한 처리 방법은 다음과 같다.

그림6은 그림5와 같이 네 가지 경우에 대해 차량을 연계하여 차량 ID를 할당하기 위한 정보비교 방법이다.

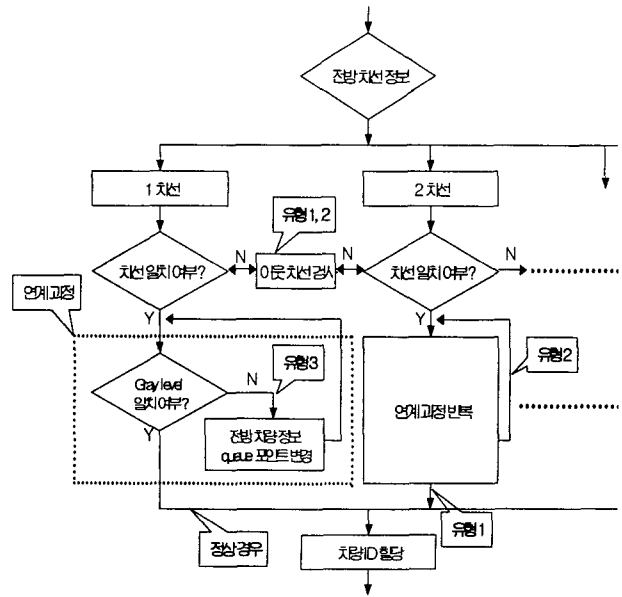


그림6 차량 연계 순서도

전방 차량의 차선을 확인하고, 후방 검지영역에 탐지된 차량의 차선 정보와 비교하여 차선이 일치하지 않으면 dead zone에서 차량이 차선을 변경한 경우(그림 5(b))이거나, 차량의 진입 순서가 바뀐 경우(그림5(c))이다. 이 경우 이웃 차선을 조사하여 후방 차량의 차선과 이웃 차선이 일치하면 대표 gray level을 비교한다. 차선이 변경된 경우라면 대표 gray level은 허용 범위 내에서 일치하게 되어 해당하는 차량 ID를 할당하고, 차량의 진입 순서가 바뀐 경우이면 대표 gray level은 일치하지 않는다. 대표 gray level이 일치하지 않으면 전방 차량 정보가 저장되어 있는 queue에서 해당 포인터의 앞, 뒤 차량의 gray level과 비교한다. 일치하는 gray level이 있으면 그 차량의 ID를 할당한다.

전방 차량의 차선과 일치하지만 대표 gray level이 다르면 다른 차선의 차량이 먼저 진입한 경우(그림 5(d))이다. 즉 차량의 차선과 진입 순서 모두 바뀐 경우이다. 전방 차량 정보가 저장되어 있는 queue에서 해당 포인터의 앞, 뒤 대표 gray level과 비교하여 조건과 일치하는 대표 gray level이 있으면 그 차량의 ID를 할당한다. 그림6의 순서대로 위와 같은 과정을 거치게 되면, 그림 5에 있는 차량의 4 가지 주행 유형에 대해 처리할 수 있다. 그러나 본 논문에서는 트럭이나 버스와 같이 차량의 정확한 gray level을 구하기 어려운 경우에 대해서는 고려하지 않았다. 그리고 전방 차량이 좌회전 신호를 받기 위해 후방에서 검지영역을 벗어난 경우와, gray level이 비슷한 차량이 거의 동시에 좌, 우 차선에 나타나는 경우도 고려하지 않았다.

III. 실험 결과

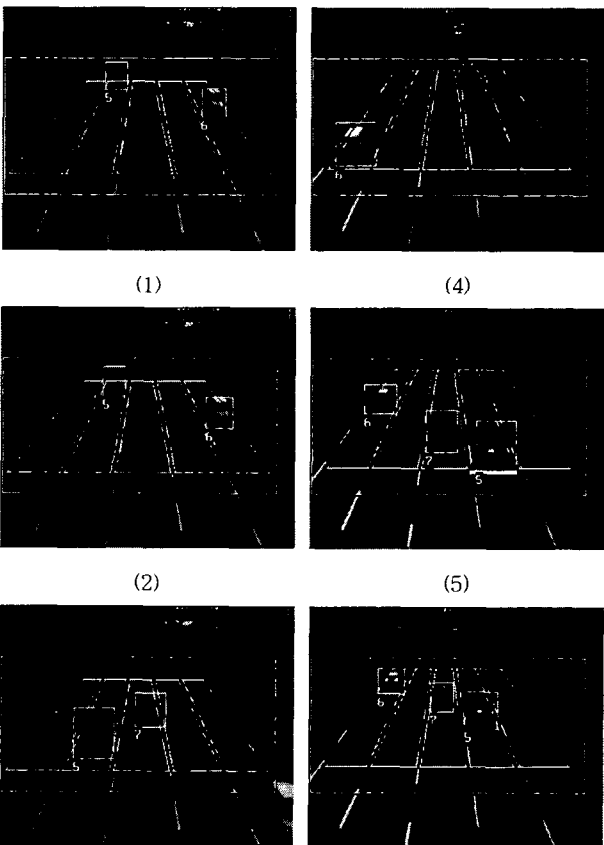
그림7은 전방에서 진입하는 차량이(그림7(a)) 차선 변경이나 진입 순서의 변화 없이 그대로 후방으로 빠져나

가는(그림7(b)) 영상이다. 두 카메라의 설치 위치상 영상에 약간의 delay가 있다. 즉 먼저 그림7(a) 전방 영상에 차량이 탐지되고 다소의 시간이 delay 된 후, 그림 7(b) 후방 영상에 그 차량이 탐지된다.



(a) (b)
그림7 카메라간 연계 차량 추적

그림8은 진입 순서가 바뀐 경우 차량 추적 과정이 순서대로 나타나 있다.



(1) (2) (3) (4) (5) (6)
전방(a) 영상 후방(b) 영상
그림8 진입 순서가 바뀐 차량 연계 추적

그림9는 카메라 연계 방법을 이용하여 각 차선의 구간 통행 시간과, 구간 통행 속도, 구간 교통량을 구하는 프로그램이다. 기본 공간교통정보는 김윤진[2]이 제안한 방법을 이용하여 구했다.

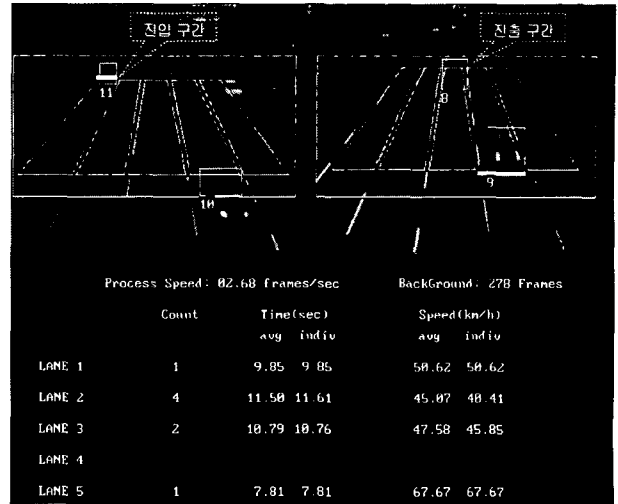


그림9 카메라 연계 추적 프로그램

그림9에 LANE 1 등은 차선을 의미하며 각 차선마다 구간 교통량(Count), 구간 통행시간(Time(sec)), 구간 교통량(Speed(km/h))이 나타나 있다. 구간 통행량은 추출된 차량과 추적 정보로부터 설정된 구간을 통행하는 차량의 대수를 구하고, 구간 통행시간은 사용자가 정의한 구간별로 차량의 앞부분이 해당 진입 구간에 들어와서부터 해당 진출 구간에 앞부분이 나가는 순간까지의 시간을 프레임 타임 또는 PC 내부 클럭을 통해 측정한다.(그림9에 진입 및 진출 구간이 그려져 있다.) 구간 통행속도는 구간의 실측거리를 구간 통행시간으로 나눈 것을 일정시간 동안 평균하여 구한다.

IV. 결론

본 논문에서 제안한 차량 연계 추적방법은 두 대의 카메라를 다른 방향을 바라보도록 설치하고 전방에서 탐지된 차량의 정보를 이용하여 후방 차량을 추적하였다. 차량 연계를 위해 이용한 차량 정보는 차선 정보와 gray level 정보이다. 이와 같은 카메라 연계 추적방법은 긴 구간을 대상으로 정보 측정을 요구하는 충격파 계산 등에 사용될 수 있다. 여러 대의 카메라를 서로 연계하여 넓은 영역에서 추적이 가능하므로 교통, 스포츠, 군사 등 여러 분야에 응용이 가능하다. 그러나 트럭이나 버스와 같이 다양한 모양의 차량과 전방 차량이 좌회전을 받기위해 후방에서 검지영역을 벗어난 경우는 차후 연구과제이다.

참고문헌

[1] M. Dubuisson and A. K. Jain, "2D matching of 3D moving objects in color outdoor scenes", Proc. IU Workshop, pp.887-891, 1994
 [2] 김윤진, 영상처리를 이용한 차량 추출 및 기본 공간교통 정보 측정 방법 연구, 명지 대학원, 공학석사논문, 2001.02