

다중 가상 검지선을 이용한 실시간 교통정보 수집

김 의 철[†] · 김 수 형^{**} · 이 귀 상^{**} · 양 형 정^{***}

요 약

ATIS(Advanced Traveler Information System)는 교통 상황이나 주행 정보 등을 실시간으로 제공하여 이용자의 편익을 도모하는 시스템이다. ATIS를 위해 영상 이미지를 분석하여 교통정보를 수집 수집하는 방식은 크게 영역에 루프 검지기를 설치하여 측정하는 방식과, 영상 분석을 통해 차량을 검출하고 추적하는 방식으로 나뉜다. 본 연구에서는 차선마다 가상 검지기를 설치하는 방식을 기초로, 영상 분석 방법의 차량 위치 추적 방식을 응용하여 교통정보를 측정하는 시스템을 제안한다. 이때 가상 검지기 방식의 단점을 보완하기 위해 차선마다 다중의 가상 검지선을 설정하여, 검지 영역 내에 여러 대의 차량이 진입하거나 차량의 차선 변경 시에도 효과적으로 교통정보를 추출할 수 있게 하였고, 영상 분석 방식의 문제점인 검지영역의 크기 증가에 따른 차량 추출 시간의 증가를 해결하기 위해 검지 영역 내에서 대표 픽셀을 추출하여 교통정보를 측정하였다. CCTV를 이용하여 취득한 영상에 제한하는 시스템을 이용하여 차량의 평균 속도와 차선별 교통량 측정 결과 실제 교통량 대비 평균 92.32%의 차량 검지율을 보였다.

키워드 : 교통정보 수집, 지능형 교통시스템, 첨단 교통 정보 체계

Real-Time Traffic Information Collection Using Multiple Virtual Detection Lines

Kim Eui-chul[†] · Kim Soo-hyung^{**} · Lee Guee-sang^{**} · Yang Hyung-jeong^{***}

ABSTRACT

ATIS(Advanced Traveler Information System) is the system to offer a real-time traffic information or traffic situation for the benefit of the client. One of traffic information collection methods for ATIS research is the method of image analysis. The method is divided into two : one is the method to set two loop detectors at the area and the other is the method detecting the vehicle through an image analysis. In this paper, we propose a real-time traffic information collection system to mix two methods. The system installs multiple virtual detection lines and traces the location of the vehicle. Use of multiple virtual detection lines supplements the defect of the method of loop detectors. And we drew a representative pixels in the detecting area and used it for image analysis. This is to solve the problem of time delay which increases as the image size increases. We gathered traffic images and experimented using the system and got 92.32% of detection accuracy.

Keywords : Traffic Information Collection, ATIS, ITS

1. 서 론

ITS(지능형 교통시스템, Intelligent Transportation System)는 정보통신 기술을 통해 교통 정보를 수집하여 운전자나 여행자, 교통 정책 수집자들에게 제공함으로써 편리한 통행과, 교통체계 전체의 효율성을 극대화하기 위한 21세기 최첨단 교통 시스템이다[1]. ITS는 적용 분야에 따라 ATIS(첨단교통정보체계, Advanced Traveler Information System),

ATMS(첨단교통관리체계, Advance Traffic Management Systems), CVO(첨단화물운송체계, Commercial Vehicle Operations), AVHS(첨단차량 및 도로체계, Advanced Vehicle & Highway Systems), APTS(첨단대중교통체계, Advance Public Transportation Systems)로 나뉜다. 이중 ATIS는 교통 상황이나 주행 정보 등을 실시간으로 제공하여 이용자의 편익을 도모하는 시스템으로 다른 분야의 기반이 됨과 동시에 일반인들의 수요가 가장 많다[2,3].

ATIS의 기반이 되는 시스템은 실시간 교통정보 수집 시스템으로, 도로변의 CCTV같은 영상 수집 장치를 이용하여 취득한 영상을 분석함으로써 차량들의 개별 속도와, 평균 속도, 차로·주행방향별 교통량을 실시간으로 측정하고, 이를 토대로 현재 교통 상황을 추정한다.

※ 본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원이 주관하는 전남대학교 문화 콘텐츠 기술 연구소 육성사업의 연구비 지원에 의해 수행되었음

† 준 회 원 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과

** 중 심 회 원 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 교수

*** 중 심 회 원 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 조교수

논문접수 : 2008년 6월 18일

수정일 : 1차 2008년 7월 17일, 2차 2008년 8월 7일

심사완료 : 2008년 9월 1일

도로상의 교통정보를 실시간으로 제공하는 것은 그 자체만으로 운영자 측면의 수요관리와 교통시스템 효율성을 향상시키고, 이용자의 통행시간 절감이나 운행비용절감등의 편익이 발생한다[4]. 또한 시스템을 통해 취득한 교통정보를 교통 신호등과 연동시킨다면 효율적인 교통 흐름 통제에도 이용할 수 있고, 시스템에 추가적으로 차량 번호판 식별 장치를 두면 규정 속도 보다 저속이나 고속으로 주행하는 차량 발생 시 이에 대한 정보를 단속자에게 제공하는 것도 가능하다.

1.1 기존의 ATIS를 위한 교통 정보 수집에 관한 연구

기존의 교통정보를 수집하는 방식에 관한 연구는 크게 도로 주변에 설치한 영상 장치나 검지 센서를 이용한 지점 검지 방식과, 차량에 GPS 등의 단말기를 설치하여 구간별 인식기를 통해 교통정보를 수집하는 구간 검지 방식으로 나눌 수 있다[5,6]. 그리고 영상 장치를 이용하여 교통정보를 수집하는 방식은 다시 국부 영역에 가상의 루프 검지기를 설정하여 측정하는 방식과 영상 분석을 통해 차량을 검출하고 추적하는 방식으로 나누어진다[7].

가상 루프 검지기를 이용한 방식은 한 차선에 1~2개의 가상 검지선을 설정하고 이를 이용하여 속도를 측정하는 방식이다[8-12]. 이 때 J. Gajda[10]과 B.L. Tseng[11]은 속도 뿐만 아니라 차량이 1개의 검지선을 통과하는 시간을 이용하여 차량의 길이를 추정함으로써 통과하는 차량의 차종 분류를 시도함으로써 차선뿐만 아니라 차종별 교통 정보를 수집하려 하였다.

이 방식의 문제점은 검지선이 2개인 경우, 두 검지선 사이의 거리를 길게 잡게 되면 첫 번째 검지선을 통과한 차량이 두 번째 검지선에 이르기 전에, 차선을 변경하거나 다른 차량이 첫 번째 검지선 진입하는 경우에는 속도 측정에 오류가 발생한다는 것이다. 후자의 경우 검지선 사이의 거리를 차량이 한 대만 진입할 수 있도록 설정하거나, 늦게 진입한 차량의 속도는 먼저 진입한 차량의 속도와 같은 속도로 처리하는 방식으로 해결가능하다[11,12]. 그러나 차량의 주행 중 차선 변경으로 인한 문제는 여전히 남아 있다.

영상 분석을 통해 차량을 검출하고 추적하는 방식은 차량을 영상에서 분할하여 움직임을 추적하여 교통정보를 산출하는 방식으로, 영상 프레임 전체에서 차량을 검출하여 추적하는 방식과 국부 영역만을 대상으로 차량을 검출하여 추적하는 방식으로 나눌 수 있다[7].

M. Maire[13]는 전체 영상을 대상으로 차량을 검출하여 추적하는 방식을 사용하였다. 유입된 영상 프레임에 존재하는 차량들을 모두 찾아 차량 모델로 만든 후, 다음 영상에서 찾아진 차량과 템플릿 매칭(templates matching)시켜 위치 추적하는 방식을 통해 교통정보를 수집하는 방식이다.

그러나 전체 영상을 대상으로 차량을 검출하는 방식은 시간이 너무 오래 걸려 비효율적이므로, 국부 영역만을 대상으로 차량을 검출하여 추적하는 방식이 주로 사용 된다[7, 14-18]. 그러나 이 경우에도 검지 영역 내의 모든 픽셀(pixel)을 대상으로 차량을 검출하는 것이므로 차량을 검출하는 차선이 많아지거나 검지 영역의 크기가 크면 교통정

보를 추출하는 시간이 오래 걸리고, 반대로 영역의 크기가 작으면 정확한 교통정보 추출이 어려워진다. 또한 시스템이 기상조건과 그림자의 영향에 민감하게 반응하는 것과, 카메라의 위치나 각도로 인해 인접 차선을 주행하는 여러 대의 차량들을 정확하게 분할하지 못 하는 경우도 발생한다 [14-16].

기상조건이나 그림자의 영향을 최소화하기 위해 이영재 [15]는 각 차선마다 2개의 검지영역을 설정하고, 이들의 통계적 특성과 형상적 특성을 토대로 도로 영역, 그림자 영역, 차량 영역으로 분류하여 차량만을 검지하는 방법을 사용하였다. 카메라의 위치나 각도로 인한 문제를 극복하기 위해 이인정[16]과 L.D. Stefano[17]는 사각형 블록을 사용하여 차로를 구분하지 않고 교통정보를 수집하였다.

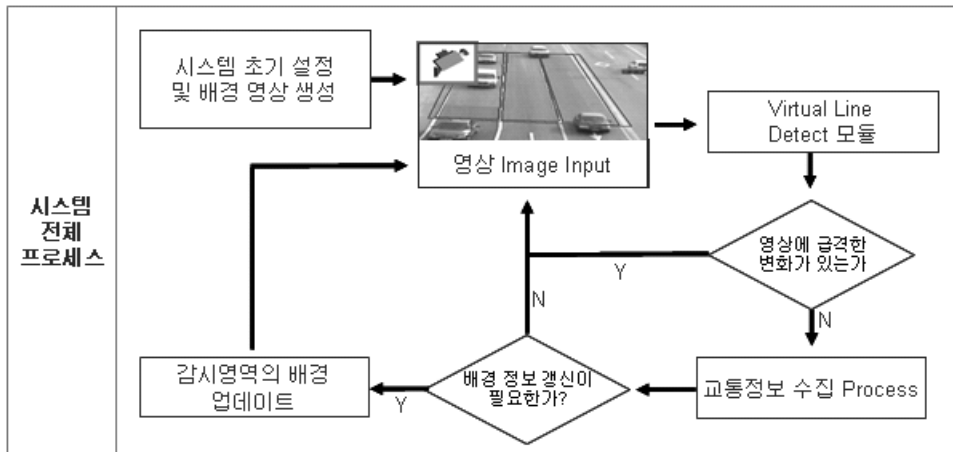
1.2 제안 시스템

본 연구에서는 ATIS를 위한 실시간 교통정보 수집 시스템을 제안하고자 한다. 제안하는 시스템은 기본적으로 차선마다 가상 검지기를 설치하여 교통정보를 측정하는 방식을 사용하였으나, 영상 분석 방법의 차량 위치 추적 방식을 혼용하였다. 이때 가상 검지기 방식의 단점을 보완하기 위해 차선마다 다중의 가상 검지선을 설정하여 검지 영역 내에 여러 대의 차량이 진입하거나, 차량의 차선 변경 시에도 효과적으로 교통정보를 추출할 수 있게 하였고, 영상 분석 방식의 문제점인 검지영역의 크기가 클수록 증가하는 차량 추출 시간의 문제를 해결하기 위해, 검지 영역 내에서 대표 픽셀을 추출하고, 이를 이용하여 교통정보를 측정하였다.

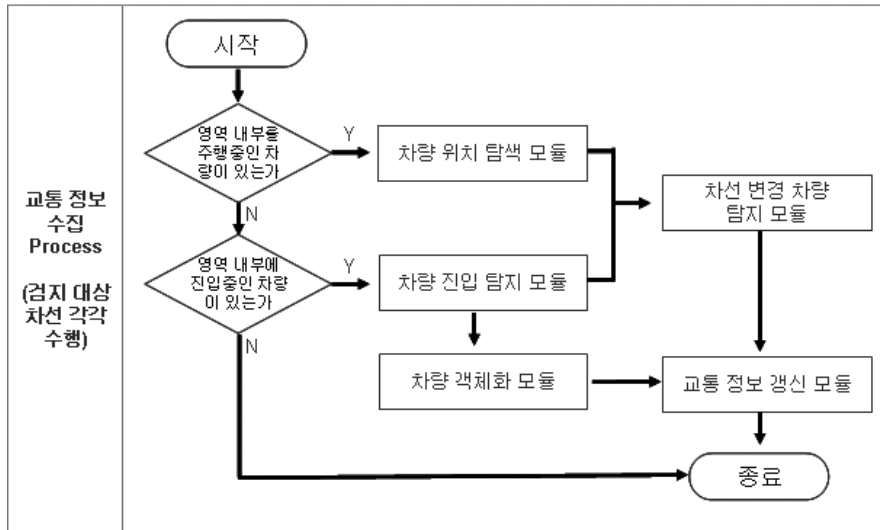
2. 제안 알고리즘(algorithm)의 구성

제안하는 실시간 교통 정보 수집 시스템의 전체 알고리즘은 (그림 1)과 같다. 시스템을 구동하기 전에 먼저 교통정보를 취득할 영역을 차선별로 설정한다. 영역이 설정되면 실제로 차량을 검지하기 위한 대표점을 추출하여 다수의 가상 검지선을 구성하고, 검지 영역에 대한 배경 정보를 얻어 저장한다. 이때 배경정보는 일정 시간 간격이나 사용자가 원할 때마다 갱신 한다. 그 후 영상 수집 장치를 통해 시스템 내부로 유입된 영상 프레임을 'Virtual Line Detect 모듈'로 보내 기상 조건이나 영상 수집 장치상의 오류로 인한 영향이 있는지 여부를 평가한다. 만약 이상이 있다면 해당 영상 프레임에 대해서는 교통정보 수집을 위한 프로세스를 진행하지 않는다.

영상 프레임에서 교통정보를 수집하기 위한 알고리즘은 (그림 2)와 같다. 제안하는 시스템에서는 교통정보를 취득하기 위해 검지 영역 내에 유입되는 차량을 객체화하는 과정을 거치게 되는데, 차량을 객체화 하는 방식은 다음과 같다. 먼저 차선마다 설정된 검지 영역에서 차량이 진입하게 되는 부분을 진입부로 설정하고, '차량 진입 탐지 모듈'을 통해 차량이 영역 내부로 진입하기 시작하였는지를 감시하게 된다. 진입부에 차량이 진입하게 되면, 그 차량이 차선 영역 내부



(그림 1) 실시간 교통 정보 수집 시스템의 전체 구성 프로세스



(그림 2) 차선별 교통정보 수집 프로세스

로 완전히 진입하기를 기다렸다가, 완전히 진입하면 ‘차량 객체화 모듈’을 통해 차량을 객체로 만든다.

위의 방식을 통해 만들어진 객체가 있다면 해당 차량은 이미 차선 영역 내부에 완전히 진입한 것이므로, ‘차량 위치 탐색 모듈’을 통해 다음 프레임에서의 위치를 탐색한다. 만약 차량 객체가 차선 영역의 끝에 도달했다면 ‘교통 정보 갱신 모듈’을 통해 해당 차량의 속도를 측정하고, 교통량을 산정한다. 이때 해당 차선에서 차량 객체의 현재 위치를 찾을 수 없다면, 이는 차량이 주행 중 차선을 변경한 경우이므로 ‘차선 변경 차량 탐지 모듈’을 통해 해당 차량의 위치를 탐색하게 된다.

교통정보를 수집하기 위해 구성한 모듈은 총 7개로, 간략하게 정리하면 <표 1>과 같다.

3. 시스템의 초기 설정 및 모듈별 세부 구조

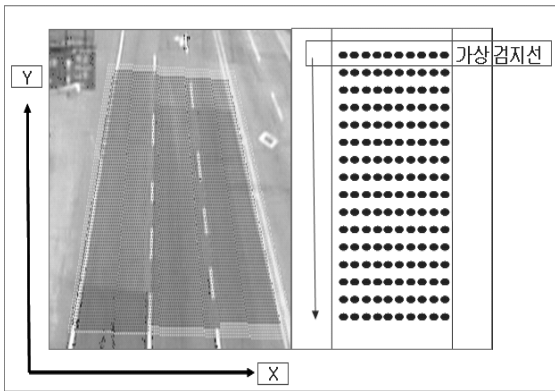
3.1 시스템의 초기 설정

제안하는 시스템을 적용하기 위해 우선 차선별로 교통정

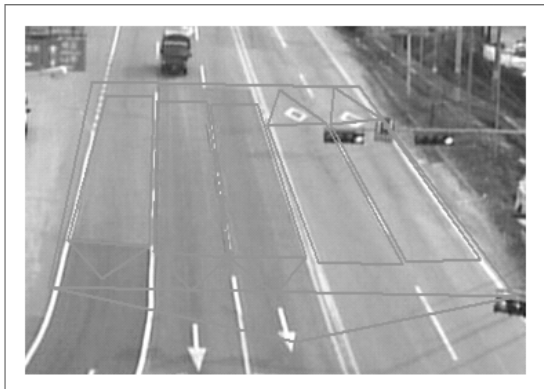
<표 1> 시스템 구성 모듈

모듈 이름	기능
감시 영역의 배경 생성 및 업데이트 모듈	차선별로 차량 검지에 필요한 배경정보를 생성하고 갱신함
Virtual Line Detect 모듈	가상 검지선상에 차량이 존재하는지 탐지함
차량 진입 탐지 모듈	차선별 검지 영역에 차량이 진입하는지 탐지함
차량 객체화 모듈	차량이 차선 영역에 완전히 진입하면, 이를 추적하기 위해 해당 차량의 길이, 현재 위치, 진입한 차선, 영역에 진입한 시간등을 묶어 객체화함
차량 위치 탐색 모듈	영역 내부에 완전히 진입하여 객체화된 차량들이 다음 프레임에서 어느 위치로 이동하였는지 추적하는 기능을 수행
차선 변경 차량 탐지 모듈	차량 객체들이 다른 차선으로 차선변경을 하는 경우의 처리를 담당함
교통정보 갱신 모듈	차선별 감시 영역을 수행하는 정상적인 차량 객체가 영역의 끝에 도달하였을 때 객체 내부에 저장된 정보를 이용하여 교통정보를 산출함

보를 취득하기 위한 감시 영역을 설정한다. 영역이 설정되면 대표점 추출하고, 가상 검지선을 설정한다. 이때 차선의 감시 영역의 크기는 차량 3~4대 정도의 크기가 적절하다. 기존의 영상 분석방식은 차선의 감시 영역내의 모든 픽셀을 대상으로 차량을 검출하므로 검지 차선이 많아지거나, 영역의 크기가 크면 프로세스 시간이 오래 걸리게 된다. 이 문제를 해결하기 위해 차선의 넓이를 고려하여 4~5픽셀당 1개의 픽셀만을 대표점으로 추출하여 이 부분에서만 차량을 검출한다. 검지선은 설정된 영역 내부에서 추출된 대표점 중에서, 동일한 Y축의 좌표를 지니는 대표점의 집합을 말한다. (그림 2)의 우측의 개념도는 대표점과 가상 검지선의 개념을 한 개의 차선을 예로 들어 표현한 것으로, 한 개의 차선은 다수의 가상 검지선을 갖게 된다. (그림 3)의 좌측은



(그림 3) 차선별 대표점 추출(좌), 가상 검지선의 개념도(우)



(그림 4) 차선별 감시 영역의 설정



(그림 5) 실시간 배경 생성

차선별로 추출된 대표점을 표시한 것이다. 감시영역은 동일한 주행 방향을 갖는 차선뿐만이 아니라, 다른 방향의 차선도 동시에 설정이 가능하다. (그림 4)은 왼쪽 세 차선은 차량이 그림의 위쪽에서 아래쪽으로 주행하는 차선이고 오른쪽의 두 차선은 아래쪽에서 위쪽으로 주행하는 차선으로, 주행방향은 다르나 동시에 감시하도록 설정된 화면이다.

3.2 감시영역의 배경 생성 및 업데이트 모듈

감시 영역의 배경을 생성하기 위해 도로 위를 주행하는 차량이 존재하지 않을 때까지 기다렸다가 배경정보를 생성하는 방법은 비효율적인 방식이다. 따라서 차량이 주행하고 있는 상황에서도 실시간으로 배경정보를 생성할 수 있어야 한다.

제안하는 시스템에서의 '감시영역의 배경 생성 및 업데이트 모듈'은 임준식[19]의 방법을 이용하였다. 영상의 감시 영역의 RGB값을 매 프레임마다 픽셀별로 비교하여 일정 시간 이상 변화가 없는 픽셀이 있다면, 그 위치의 배경으로 저장하는 방식이다. 본 연구에서는 실시간으로 유입되는 영상프레임의 모든 픽셀 값을 비교하여, 각각의 픽셀이 5프레임 연속으로 같은 RGB를 지니면 배경 값으로 저장하는 방법을 사용하였다. (그림 5)의 우측의 그림은 200개 프레임을 대상으로 위의 방식을 적용하여 생성된 배경 영상의 예로, 좌측의 그림과 같은 도로 상황에서 실시간으로 배경을 생성한 것이다.

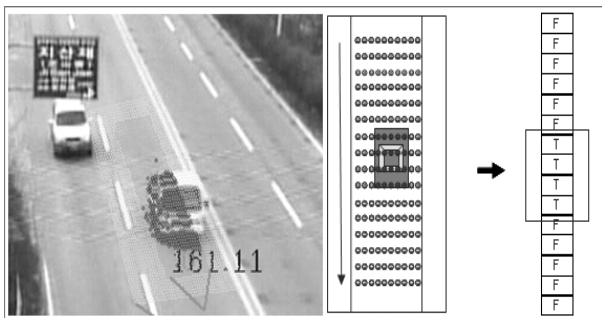
한 번 생성된 배경영상은 시간이 지남에 따라 조도와 같은 환경적인 변화로 인해 정확성이 떨어지므로 지속적인 배경영상의 갱신이 필요하다. 그 시기는 차선별 검지 영역 내에 차량이 존재하지 않거나, 영상 전체에 변화가 생겼을 경우이다[19].

3.3 Virtual Line Detect 모듈

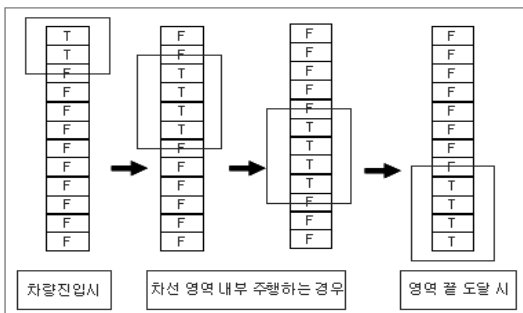
'Virtual Line Detect 모듈'은 차선별로 설정된 가상 검지선상에 차량이 존재하는지 여부를 판단하는 모듈로, 영상에서 교통정보를 측정하는 문제는 'Virtual Line Detect 모듈'을 통해 단순화된다. 1개의 가상 검지선상에 차량이 존재하는지의 여부는 검지선을 구성하는 대표점들의 변화율로, 변화가 있는 대표점의 개수가 절반이상이면 차량이 존재한다고 판단한다. 검지선 마다 차량 존재 여부를 판단하여 그

결과를 나열하면 (그림 6)의 우측처럼 표현할 수 있다. (그림 5) 우측의 칸은 각각의 가상 검지선을 의미하고, F는 해당 검지선에 차량이 존재하지 않는 경우를, T는 차량이 존재하는 경우를 의미한다. 결국 영상프레임에서 차량을 검출하고 위치를 추적하여 교통정보를 측정하는 문제는 결국 (그림 7)처럼 프레임별 가상 검지선상의 차량 존재 여부를 판단하여 결과를 나열하고, 이를 분석하는 문제로 단순화 되는 것이다. (그림 6)은 차량이 차선 영역 내부에 진입하여 끝에 도달하기까지 가상 검지선상의 변화 패턴을 예시한 것이다.

또한 'Virtual Line Detect 모듈'을 통해 차량이 있는 것으로 판단되는 가상 검지선의 개수가 전체 검지선의 70%이상 이라면, 이때의 영상프레임에 기상 조건 등의 요인으로 인한 급격한 변화가 있는 것으로 보고 해당 프레임에 대해서는 교통정보 측정을 하지 않게 된다. 차량과 차량사이의 거리를 고려하면 많은 차량들이 차선 영역 내에 진입하여 주행하고 있다 하더라도 주행 중인 차량들의 전체 넓이가 차선 영역 면적의 70%이상을 차지하는 경우는 없기 때문이다.



(그림 6) 가상 검지선상의 차량유무 판단 결과



(그림 7) 차량 주행 시 가상 검지선상의 차량 검출 여부의 변화 패턴

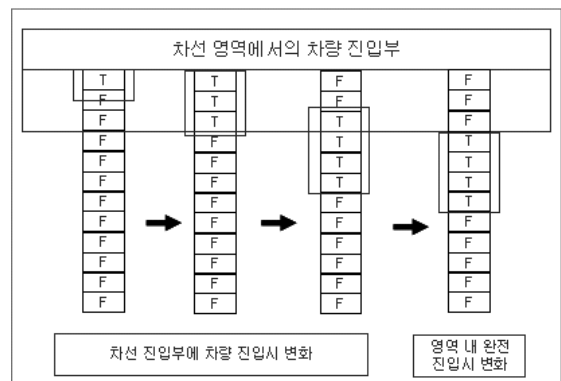
3.4 차량 진입 탐지 모듈

'차량 진입 탐지 모듈'은 각 차선별 영역 내부에 차량이 진입했는지 여부를 판단한다. 영역 내부에 차량이 진입하기 시작하면 그 시간을 차량 객체에 저장하고, 영역 끝에 도달하면 진입 시간을 토대로 차량 속도를 측정하게 되므로 영역 내부에 차량이 진입하기 시작하는 것을 탐지하는 것은 중요한 역할이다. 제안하는 시스템에서는 차선별로 설정된 감시 영역에서 차량이 진입하게 되는 부분을 차량 진입부로

설정하여, 차량이 진입부에 진입하는 순간 그 시간을 기록하게 된다.

3.5 차량 객체화 모듈

'차량 진입 탐지 모듈'에 의해 특정 차선 영역에 차량이 진입하기 시작했다면, 해당 차선은 '차량 객체화 모듈'에 의해 영역 내부로 완전히 진입하기를 기다리게 된다. 차량이 완전히 진입하게 되면, '차량 위치 탐색 모듈'을 통해 차량의 현재 위치를 찾고 객체화하게 된다. 차량 객체에 포함되는 정보로는 차량이 차선 영역의 진입부에 진입한 시간과 차량의 현재 위치, 그리고 차량의 길이 등의 정보이다. 차량이 차선 영역 내부에 진입하기 시작해서 완전히 진입하기까지의 가상 검지선상의 차량 검출 여부의 변화 패턴은 (그림 8)과 같다. 차량이 차선 영역 내부에 진입하기 시작하면 차선의 진입부내 가상 검지선의 일부나 전체에서 차량이 검출되고, 영역 내부에 완전히 진입하였다면, 차선 진입부내 가상 검지선상에서 차량이 아무것도 검출되지 않는다.

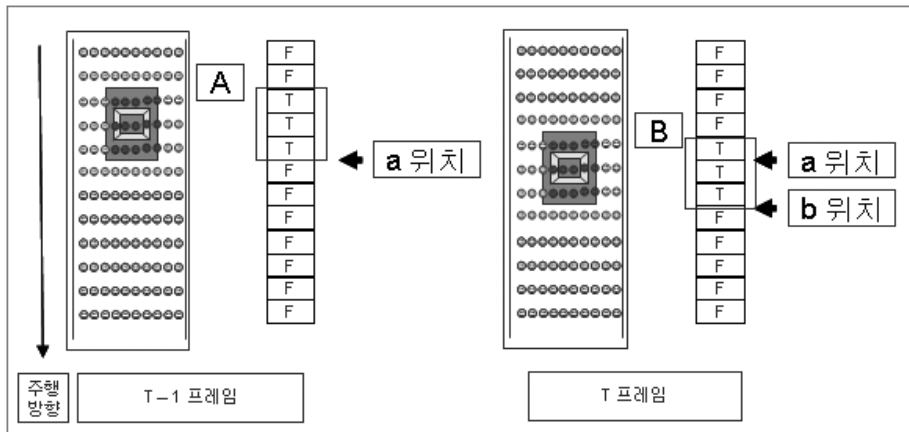


(그림 8) 차선 영역에 차량 진입 시 가상 검지선상의 변화 패턴

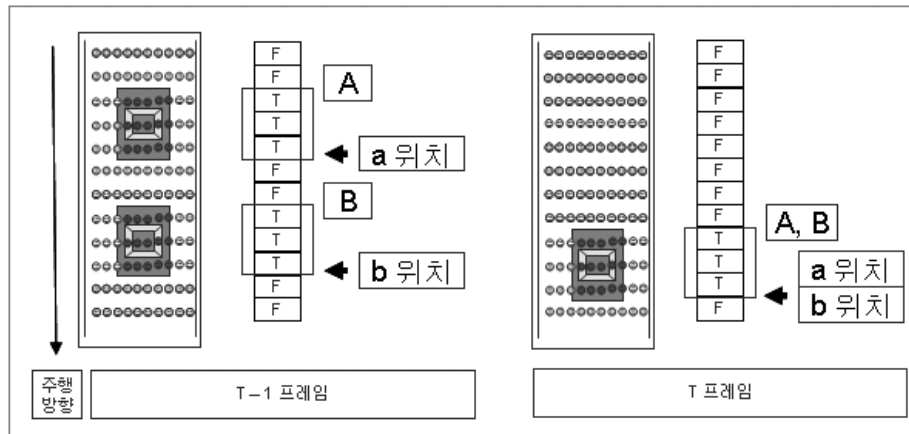
3.6 차량 위치 탐색 모듈

'차량 위치 탐색 모듈'은 차량 객체가 현재 어느 가상 검지선상에 위치하는지를 탐색하는 모듈로, 두 대 이상의 차량이 차선 영역 내를 주행하는 경우에도 각각 어느 위치에 있는지 탐색한다. 예를 들면 (그림 9)의 T-1 시간 영상 프레임의 가상 검지선상에서 추출된 차량 객체 A는 현재 가상 검지선 a의 위치에 있다는 정보를 가지고 있다. 그러면 다음에 유입되는 T 시간 영상 프레임의 가상 검지선 a 위치부터 주행 방향으로 탐색을 시작하여 가장 가까이 있는 차량 객체 B와 B의 위치 b를 찾는다. 그 후 차량 객체 A와 차량 객체 B는 T-1 시간과 T 시간 영상 프레임의 가상 검지선 상에서 주행 방향으로 가장 가까운 위치에 있기 때문에 이 두 객체는 동일한 차량 객체로 보고, 객체 A의 정보에 객체 B의 정보와 가상 검지선 b의 위치를 저장한다.

차량 객체가 다음 영상 프레임에서 어느 위치로 이동하였는지는 전적으로 위치 정보에 기반 한다. 만약 T-1 시간의 차량 객체를 T시간에 찾을 수 없다면 해당 차량은 차선을 변경하여 T-1 시간에 주행 중인 차선을 빠져 나간 것으로 판단하고 '차선 변경 차량 탐지 모듈'을 통해 어느 차선을



(그림 9) 위치 기반의 차량 객체 추적



(그림 10) 위치 기반 차량 객체 추적 방식의 예외 상황

주행하고 있는지 찾게 된다.

위에서 제안한 방식의 문제는 두 대 이상의 차량 객체가 차선 영역을 주행하다가 1대가 차선을 변경한 경우이다. 위의 방식을 그대로 적용하면 (그림 10)의 경우처럼 T-1 일 때 2대의 차량이 각각 1개의 차량 객체에 할당되어 있으나, T 시간일 때는 1대가 차선 변경 등의 이유로 사라짐으로 인해 남은 1대의 차량이 2개의 차량 객체에 각각 할당되어 있는 모습이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 특정 객체에 저장될 정보를 다른 객체가 가지고 있는지 여부를 탐색하여, 만약 다른 객체가 동일한 정보를 가지고 있다면 특정 객체의 정보를 갱신하지 않고 객체를 소멸시키는 방식을 사용하였다.

3.7 차선 변경 차량 탐지 모듈

차선별로 설정된 감시영역 내부를 주행하는 차량이 차선을 변경하는 경우는 비교적 흔하게 나타난다. 따라서 이에 대한 처리는 정확한 교통정보 측정에 있어서 필수적이다. 이때 현재 감시중인 차선에서 다른 차선으로 빠져나가는 경우에는 해당 차선의 교통정보에는 아무런 영향을 미치지 못한다. 그러나 다른 차선에서 빠져나와 현재 감시중인 차선으로 진입하는 경우에는 별도의 처리를 해주어야 한다. 제

안하는 시스템에서는 차선 영역의 끝 부분에 새로 유입된 차량을 감지할 수 있는 영역을 별도로 두어 해당 부분을 지나는 차량이 현재 객체화 되어 주행 중인 차량인지, 아니면 다른 차선에서 이동한 차량인지를 판단하여 교통정보 측정에 활용하는 방식을 사용하였다. 즉, 영역의 끝에 도달한 차량이 차량 객체에 배정된 차량이 아니라면 이 차량은 다른 차선에서 현재 차선으로 차선을 변경한 차량으로 판단하고 교통정보 산정에 이용하는 것이다.

차선이 차량을 변경하는 경우의 교통정보를 측정은 두 가지 경우로 나누어서 측정된다. 첫 번째 경우는 현재 감시 중인 차선에서 역시 감시 중인 차선으로 이동하는 경우이고, 두 번째 경우는 감시 중이지 않은 차선에서 감시 중인 차선으로 이동하는 경우이다. 두 번째 경우는 영역의 끝에 도달한 차선의 교통량만 증가시키고, 속도는 측정하지 않았다. 첫 번째 경우에는 속도와 교통량 모두 산정하였다. 이때 속도 측정방식은 다음과 같다.

먼저 감시중인 차선 영역 내부를 주행하다가 사라지는 차량이 발생하면, 그 차량 객체가 주행하던 차선과 차선 영역 내부로 진입하기 시작한 시간 정보를 별도로 보관한다. 그 후 일정 시간 내에 주변의 차선에서 객체화 되지 않은 차량이 영역의 끝에 도달하고, 보관중인 정보를 이용하여 측정

한 속도가 차량들의 평균 속도와 큰 차이가 없다면 차선을 변경해서 주행한 차량으로 보고 속도를 측정하는 방식이다. 이때 별도로 보관한 정보는 일정 시간이 지난 이후 자동으로 삭제한다.

3.8 교통 정보 갱신 모듈

차선 영역 내부를 주행하던 차량 객체의 위치가 ‘차량 위치 탐색 모듈’에 의해 영역 끝에 도달하였다고 판단되는 경우, 차량 객체가 지니고 있는 정보를 이용하여 속도를 측정하고, 차선별 교통량을 산정한다. 이때 차량 객체가 다른 차선에서 주행하다 차선을 변경하여 영역의 끝에 도달한 경우 ‘차선 변경 차량 탐지 모듈’에 의해 다른 차선에 진입한 시점을 알 수 있는 경우에만 속도를 측정하고 교통량을 산정한다. 그렇지 않은 경우 영역의 끝에 도달한 차선의 교통량만 산정한다. 차량 객체의 속도 측정은 차량이 차선 영역 끝에 진입하기 시작한 시간과 도달한 시간, 그리고 영상에 그려진 영역의 실제 거리를 이용하여 측정하며, 식은 식 (1)과 같다. 이때 속도의 단위는 시간당 이동거리 km/h 이다.

$$V = \frac{s}{t}, \text{ 단위}(km/h) \tag{1}$$

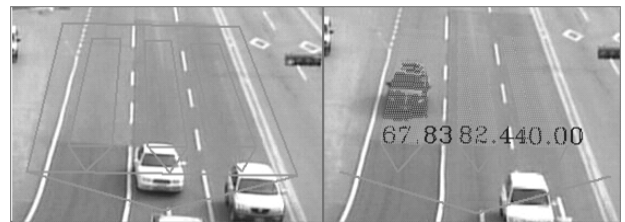
V = 속도, t = 영역 진입 시간
- 영역 끝 도달 시간, s = 이동거리

4. 실험 및 결과

실험은 CCTV를 통해 수집한 영상을 사용하였다. 실험에 사용한 영상은 2008년 1월 11일 오후 3시경 나주 국도 1호

선 나주대학 삼거리에 설치된 약 10분간의 영상과 화순원지 교차로에 설치된 약 10분간의 영상, 나주 국도 13호선 평동 산단 인근에 설치된 약 7분간의 영상, 나주 국도 1호선 포충사 입구 인근에 설치된 약 3분간의 영상, 양재 IC의 2005년 7월 18일 16시 38분부터 약 5분간의 영상으로 실험결과는 <표 2>과 같다. 차량 검지율은 측정된 교통량을 실제 교통량으로 나눈 백분율이며, 평균 소요 시간은 차량이 차선에 설정된 영역내부에 진입하여 끝에 도달하기까지의 시간으로 평균값이다. 차량 검지율의 경우 실험 결과가 동일 장소에서는 항상 같은 수준을 유지하고 있어야 신뢰성을 확보할 수 있다. 예를 들면 한 장소에서의 차량 검지율이 90% 수준을 지속적으로 유지하고 있다면 해당 장소의 실제 교통량은 측정된 교통량의 약 11% 더 많다고 판단할 수 있기 때문이다.

시스템이 정상적으로 작동하기 위해서는 (그림 11) 좌측 그림처럼 검지하려는 차선들의 중앙에 카메라가 설치되고, 차선별로 차량들이 실제로 통과하는 위치를 중심으로 감시 영역이 설정된 경우이다. (그림 11)의 우측 그림의 차선별 영역 하단에 표시되는 숫자는 가장 최근에 차선 영역을 통과한 차량의 측정된 속도를 의미한다. 즉, 왼쪽의 숫자부터



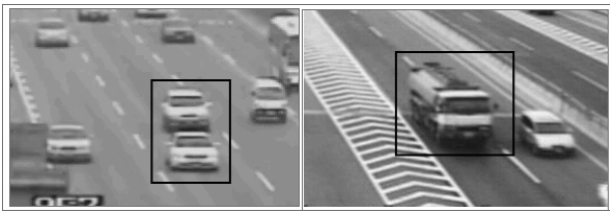
(그림 11) 차선별 검지역역 설정(좌), 교통정보 실시간 수집 장면(우)

<표 2> 실험 결과

장소	실험시간	차선	실제 교통량	측정된 교통량	오차	차량 검지율		평균소요 시간
						차선별	방향별	
나주대학 삼거리	10분	1	77	67	10	87.01%	89.36%	0.87
		2	64	59	5	92.19%		0.91
		역1	60	51	9	85%		0.61
화순원지 교차로	10분	1	98	94	4	95.92%	94.41%	0.73
		2	81	75	6	92.59%		0.77
평동 산단 인근	7분	1	30	27	3	90%	90.9%	0.79
		2	22	19	3	86.36%		0.73
		3	14	14	0	100%		0.81
포충사 입구	3분	1	14	13	1	92.86%	97.14%	0.66
		2	21	21	0	100%		0.58
양재 IC	5분	1	43	39	4	90.7%	95.13%	1.22
		2	43	42	1	97.67%		1.13
		3	36	36	0	100%		1.18
		4	22	20	2	90.9%		1.06
총합	35분		625	577		평균 : 92.32%		

‘67.83’, ‘82.44’, ‘0.00’은 각각 왼쪽부터 첫 번째, 두 번째, 세 번째 차선을 가장 최근에 통과한 차량의 속도로, 이 중 ‘0.00’은 해당 차선을 통과한 차량의 속도가 차선 변경 등의 이유로 측정되지 못한 경우이다.

시스템의 오작동은 카메라가 설치된 위치와 각도의 문제로 인한 것이 많다. <표 2>의 나주대학 삼거리와 평동 산단 인근에서의 실험결과가 다른 지역에 비해 좋지 않은 이유도 바로 이런 연유이다. 대표적인 사례는 (그림 12)과 같다. (그림 12)의 좌측 그림의 경우 2대의 차량이 인해 2대가 붙어서 주행하는 것처럼 보이는 경우이다. 이 경우 실제로는 2대의 차량이 주행하나 시스템 내부에서는 1대의 차량으로 처리된다. (그림 12)의 우측 그림은 차량이 주행하면서 옆 차선의 감시영역을 점유하여 시스템이 오작동하게 되는 경우이다. 이 경우 양쪽 차선에서 모두 차량이 검지되게 된다. 따라서 차량들의 영상 이미지 상에서 충분히 분리될 수 있도록 적절한 위치에 영상 수집 장치를 설치하여야 한다. 이외에 주행 중인 차량의 그림자가 옆 차선에 드리워져 오류가 발생하는 경우도 있었다. 이 경우에도 실제로는 1대의 차량이 주행했으나 두 차선에서 모두 차량이 주행한 것으로 처리된다.



(그림 12) 시스템 오작동 사례

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 차선 영역마다 가상 검지기를 설정하여 영역에 진입한 차량의 위치정보를 이용하여 추적하여 실시간으로 교통정보를 측정하는 시스템을 제안하였다. 이때 가상 검지기 방식의 단점을 보완하기 위해 차선마다 다중의 가상 검지선을 설정하여 검지 영역 내에 여러 대의 차량이 진입하거나, 차량의 차선 변경 시에도 효과적으로 교통정보를 추출할 수 있게 하였고, 영상 분석 방식의 문제점인 검지영역의 크기가 클수록 증가하는 차량 추출 시간의 문제를 해결하기 위해, 검지 영역 내에서 대표 픽셀을 추출하고, 이를 이용하여 교통정보를 측정하였다. CCTV를 이용하여 취득한 영상에 제안하는 시스템을 이용하여 교통정보를 측정한 결과 평균 92.32%의 차량 검지율을 보였다.

2008년 1월 한국건설기술연구원에서 발표한 현장 설치 예정인 AVI 영상을 대상으로 한 ITS 장비의 성능 평가 기준에 의하면, 평균 90%이상의 차량 검지율을 보이면 최상급, 80%이상이면 상급, 70%이상이면 중급, 70% 미만은 최하급으로 분류된다. 이때 실험은 주중 3일간 매일 일출(기상청 예보기준의 전후 15분), 주간(일출 30분 후, 일몰 30분 전),

일몰(기상청예보기준의 전후 15분), 야간(일몰 30분 후, 일출 30분 전) 각각에 대해 30분 동안 최소 100대 이상의 차량이 주행하는 도로에서 분석단위시간 30분 기준으로 수행한다[20].

제안하는 알고리즘에 대한 성능 실험은 주간에 5곳의 장소에서 CCTV를 통해 촬영된 총 35분간 총 625대의 차량이 주행한 영상을 사용하였다. CCTV 영상의 취득에 어려움이 있고, 상용화 단계의 알고리즘이 아니기 때문에, 현장 설치 예정인 ITS 장비를 대상으로 하는 한국건설기술연구원의 ITS 성능 평가 기준에 맞춘 직접적인 평가는 어렵다.

그러나 제안하는 실시간 교통정보 수집 알고리즘의 주간 성능 실험은 30여분 동안 600여대가 넘는 차량을 대상으로 실험되어, 상용화 가능성 차원의 주간 성능은 최상급에 가깝다고 볼 수 있다. 추후 도로마다 각기 다르게 고정된 위치의 CCTV가 아닌, 제안하는 알고리즘에 최적화된 영상 수집 장치의 설치 높이나 도로와의 각도 등의 위치를 찾으면 더욱 뛰어난 성능을 발휘할 것이다.

측정된 차량들의 속도를 평균 내어 도로마다 정해져 있는 제한 속도와 비교하고, 시간대별로 통과한 차량의 수를 이용하면 현재 도로의 소통상황을 추정하는 것이 가능하다. 이를 테면 시간당 몇 대의 차량들이 제한 속도의 몇 퍼센트의 수준의 속도로 주행하고 있다는 식이다. 또한 시간대 별로 차량의 평균 주행 속도와 교통량을 통계내면 차량 분산이 필요한 시간대를 파악하여 교통 정책을 수립하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

제안하는 시스템상의 오류는 카메라의 위치나 각도 등의 이유로 영상 이미지 상 두 대 이상의 차량이 붙어서 주행하거나 다른 차선을 점유하는 경우와 그림자로 인한 것으로 나눌 수 있다. 이중 도로의 그림자 제거에 관하여 이대호 [21]는 차량의 위치 주변에 존재하는 밝기 정보를 이용하여 그림자를 제외하고 차량을 검출한 바 있으나, 본 연구에서는 시스템 프로세스 타임 등의 문제로 인해 실시간으로 적용하기에는 무리가 있었다. 따라서 프로세스 타임에 적은 영향을 미치면서 효과적으로 그림자를 제거할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

영상 이미지에서 두 대 이상의 차량이 붙어서 주행하는 경우 차량들의 특징을 이용해서 분리하는 연구도 필요하나, 트럭의 경우 운전석이 위치한 부분의 특징과 뒤에 이어지는 부분의 특징이 다른 경우가 많아 어려움을 예상된다. 마지막으로 야간의 교통정보 수집은 제안하는 시스템을 활용할 수 없다. 따라서 차량의 라이트 불빛의 특성을 이용하여 교통정보를 수집하는 연구도 추가로 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이승환, “ITS의 기본개념과 국내·외 추진동향”, 대한전자공학회 전자공학회지, 제28권 제5호, pp.22-26, 2001.
- [2] 박종현, “ITS의 발전 전망과 과제”, 대한전자공학회 전자공학회지, 제28권 제5호, pp.63-68, 2001.
- [3] 이대호, 박영태, “영상 분석에 기반한 교통 모니터링 시스템에

관한 조사”, 대한전자공학회 논문지, 제43권 TC편, 제9호, pp.69-79, 2006.

[4] 이준화, 원제무, 김상구, “교통정보 제공이 고속도로 통행시간 절감에 미치는 영향에 관한 연구”, 대한국토·도시계획학회 국토계획, 제36권 제7호, pp.309-319, 2001.

[5] 김재민, “GPS 구간 검지 방식 기반의 Network 설계를 통한 교통정보 수집 및 제공”, 한국통신학회 통신학회지(정보와 통신), 제21권, 제5호, pp.580-589, 2004.

[6] 장용구, 구지희, 최현상, 이상훈, “GPS/GIS 기술기반의 실시간 교통정보시스템 개발”, 2005 한국GIS학회 추계 학술대회 논문집, pp.45-56, 2005.

[7] 이대호, 박영태, “분할 영역 정보를 이용한 국부 영역에서 차량 검지 및 추적”, 한국정보과학회, 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제34권 제10호, pp.929-936, 2007.

[8] 이주신, “트래픽 정보 취득을 위한 고속이동물체 속도 측정”, 한국통신학회 논문지, 제29권 제11C호, pp.1527-1540, 2004.

[9] P.G. Michalopoulos, “Vehicle detection video through image processing : The Autoscope System,” IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.40, No.1, pp.21-29, 1991.

[10] J. Gajda, R. Sroka, M. Stencel, A. Wajda and T. Zeqlen, “A Vehicle Classification Based on Inductive Loop Detectors,” Proceedings of the 18th IEEE Conference IMTC, Vol.1, pp.460-464, 2001.

[11] B.L. Tseng, C.Y. Lin and J.R. Smith, “Real-Time Video Surveillance for Traffic Monitoring Using Virtual Line Analysis,” Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp.541-544, 2002.

[12] 임강모, 이주신, “지능형 교통 시스템을 위한 이동물체 실시간 속도 측정”, 한국정보기술학회 논문지, 제3권 제3호, pp.29-35, 2005.

[13] 김의철, 나인섭, 김수형, 임경태, “실시간 교통정보 수집을 위한 효율적인 비디오 영상처리”, 2007 한국정보처리학회 추계 학술발표대회 논문집, 제14권 제2호, pp.27-49, 2007.

[14] M. Maire and C. Kanath, “Tracking Vehicles in traffic Surveillance Video,” Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) Technical Report, 2005.

[15] 이영재, 이대호, 박영태, “시공간 영상분석에 의한 실시간 교통정보 산출 기법”, 대한전자공학회 논문지, 제37권 SP편, 제4호, pp.11-19, 2000.

[16] 이인정, 민준영, 장영상, “고속도로변 폐쇄회로 카메라 영상에서 트래킹에 의한 교통정보수집 알고리즘”, 한국데이터베이스학회 Journal of Information Technology Applications & Management, 제11권 제4호, pp.169-179, 2004.

[17] L.D. Stefano and E. Viarani, “Vehicle Detection and Tracking Using the Block Matching Algorithm,” Proceeding of 3rd IMACE/IEEE, Vol.1, pp.4491-4496, 1999.

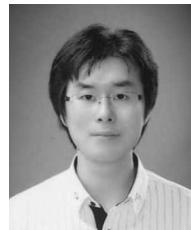
[18] Z. Zhu, G. Xu, B. Yang, D. Shi and X Lin, “VISATRAM: A real-time vision system for automatic traffic monitoring,” Image and Vision Computation, Vol.18, No.10, pp.781-794,

2000.

[19] 임준식, 김수형, 나인섭, 서준석, “적응적 배경영상을 이용한 주행차량 추적”, 2008 IT-CONVERGENCE 합동학술대회 논문집, pp.370-372, 2008.

[20] 한국건설기술연구원, “2008년도 ITS 성능평가 시행공고”, <http://www.kict.re.kr/webzine/read.asp?idx=4912&code=notice&page=1>, 2008.

[21] 이대호, 박영태, “단일 프레임에서 차량 검출을 위한 그림자 분류 기법”, 2007 정보과학회논문지 소프트웨어 및 응용, 제34권 제11호, pp.991-1000, 2007.



김 의 철

e-mail : chul3731@naver.com
 2007년 조선대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2008년~현 재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 석사과정
 관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 지능형 교통 시스템



김 수 형

e-mail : shkim@chonnam.ac.kr
 1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1988년 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
 1993년 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
 1993년~1996년 삼성전자 멀티미디어연구소 선임연구원
 2000년~2002년 캐나다 Concordia 대학 CENPARMI 연구소 방문교수
 1997년~현 재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 인공지능, 패턴인식, 문서영상 정보검색, 유비쿼터스 컴퓨팅



이 귀 상

e-mail : gslee@chonnam.ac.kr
 1980년 서울대학교 전기공학과(학사)
 1982년 서울대학교 전기계산기공학과(석사)
 1991년 Pennsylvania 주립대학 전산학과(박사)
 1984년~현 재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 멀티미디어통신, 영상처리 및 컴퓨터비전, 임베디드 시스템



양형정

e-mail : hjyang@chonnam.ac.kr

1991년 전북대학교 전산통계학과(학사)

1993년 전북대학교 전산통계학과(석사)

1998년 전북대학교 전산통계학과(박사)

2003년~2005년 카네기멜런 대학교 연구원

2005년~2007년 전남대학교 전자컴퓨터공

학부 전임강사

2007~현 재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 조교수

관심분야 : e-Design, 데이터 마이닝, e-Learning