

지능형 교통시스템을 위한 자동차 추적에 관한 연구

A Study on Vehicle Tracking System for Intelligent Transport System

서창진* · 양황규**

Chang-Jin Seo* and Hwang-Kyu Yang**

* 성덕대학 멀티미디어정보계열

** 동서대학교 인터넷공학부

요 약

본 논문은 영상검지기를 이용하여 도로상에서 주행하는 차량의 움직임 추적 시스템에 필요한 탐지방법과 이동궤적을 추적하는 방법을 제안하여 차량의 움직임을 추적하는 시스템을 구현하였다. 도로상에서 주행하는 차량의 움직임을 측정하는 이유는 지능형 교통시스템의 첨단교통관제에 필요한 정보를 제공할 수 있으며, 기존에 설치되어진 매설식 루프 검지기가 가지는 유지보수의 문제를 해결할 수 있다. 본 논문에서는 양방향 도로에서 주행하는 차량의 물체 탐지를 위하여 차영상 분석법을 기반으로 하였다. 이는 도로의 주변 환경이 빠르게 변화하기 때문에 배경영상을 사용하는 방법은 적합하지 않기 때문이다. 본 논문에서는 칼만필터와 이노베이션을 사용한 가변 탐색영역으로 차량의 이동 궤적을 추적하였다. 가변 탐색영역을 사용한 이유는 기존에 제한된 검색영역을 이용한 방법에서 나타나 질 수 있는 차량의 이동 속도 및 궤적의 변화에 따른 문제를 해결 할 수 있기 때문이다. 실험 결과 제한된 검색영역을 사용하는 방식보다 제안하는 방법이 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose a method about the extraction of vehicle and tracking trajectory for moving vehicle tracking system in road. This system applied to the monitoring system of the traffic flow for ATMS(advanced traffic management system) of ITS(intelligent transport system). Also, this system can solve the problem of maintenance of loop sensor. And we detected vehicle using differential image analysis. Because of the road environment changes by real time. Therefore, the method to use background image is not suitable. And we used Kalman filter and innovation value and variable search area for vehicle tracking system. Previous method using fixed search area is sensitive to the moving trajectory and the speed of vehicle. Simulation results show that proposed method increases the possibility of traffic measurement more than fixed area traffic measurement system.

Key Words : 지능형 교통시스템, 칼만필터, 선형최소오차 예측, 영상처리

1. 서 론

도로에 나가보면 항상 차량의 정체현상이 발생한다. 오늘날 이러한 정체 현상은 보편화가 되었으며 일상이 되었다. 이러한 정체 현상은 실제 차량대비 도로의 설치율이 낮은 이유에서도 발생되지만, 도로의 운영방법이 실시간환경에 적합한 지능 시스템이 아닌 통제적 수칙에 의존하기 때문이다. 이러한 도로의 만성적인 정체현상으로 매년 수조원 이상 교통 혼잡비용이 증가하고 있으며 이러한 문제의 해결을 위한 지능형 교통 시스템에 관한 관심이 고조되고 있다[9,11].

지능형교통시스템(Intelligent Transport System)은 교통체계의 효율성과 안전성을 제고하기 위하여 기존의 교통체계에 전자, 정보, 통신, 제어 등의 지능형 기술을 접목시킨 차세대 교통체계이다. 지능형 교통시스템은 첨단교통관제(ATMS), 첨단교통안내(ATIS), 첨단차량제어(AVCS), 첨단화물운송(CVO), 첨단대중수송(APTS)등 5개 분야로 나누어진다[9].

도로상에서 주행하는 차량의 탐지 및 추적은 ITS의 운용에 있어 가장 중요한 부분 중의 하나이며 정확하게 추출된 도로의 정보는 최적의 교통 신호 제어는 물론 교통의 흐름을 제어하거나 분산시키는데 사용할 수 있다. 아울러 이렇게 수집된 정보를 교통정책에 반영하거나 대중교통 이용자 및 인터넷 이용자에게 서비스하여 교통의 흐름을 보다 원활히 할 수 있다[2]. 하지만 도로상에서 동영상의 획득은 영상검지기의 위치 및 날씨와 태양의 고도, 노면상태와 차량의 상태등과 같은 여러 변수가 존재한다. 따라서 주변 환경에 보다 강인하고 처리시간이 짧은 표적 추출 및 이동궤적 추적 방법이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 환경 변수에 강인한 차영상 분석법과 차량의 이동 궤적을 예측할 수 있는 칼만필터를 적용하여 환경의 변화에 강인한 차량 추적 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 물체 탐지에 관련한 관련연구를 살펴보고, 3장에서는 제안하는 방법에 의한 차량 추적 방법을 제시하고, 4장에서는 실험결과 및 문제점 5장에서는 결론 및 향후연구과제로 구성하였다.

접수일자 : 2003년 11월 11일

완료일자 : 2003년 12월 1일

2. 관련 연구

이동물체의 추적은 동적 영상이해에 속하는 대표적인 예이다. 동적 영상이해란 순차적으로 입력되어지는 영상에서 움직이는 물체를 탐지하고 이동 물체의 움직임을 추적하기 위하여 탐지되어진 이동물체의 형태(shape), 색상(color), 크기(size), 결(texture) 등의 이동물체의 변수를 파악하여야 한다[4].

이동물체의 특징을 설명할 수 있는 변수가 완전히 구해진다면 이것은 이동물체의 추적이라는 문제에서 가장 일반적이고 완전한 해답이 된다. 하지만 실제영상 획득과정에서 영상 검지기의 미세한 흔들림과 전기적인 잡음 및 환경에 대한 변화로 인하여 획득된 영상에서 완전한 변수를 찾아내는 작업은 상당히 어렵고 이러한 정보를 찾기 위한 계산량 또한 매우 방대하다. 이동물체 추적이라는 동적 영상이해를 수행하는 방법으로 두 가지의 접근방법에 의하여 분류되어질 수 있다[3].

- (1) 이론적으로 적합하지만 구현하기 어렵고 많은 계산량을 필요로 하는 작업을 택하는 접근방법
- (2) 보다 간단한 모델을 사용하는 대신 각 영상 획득간의 시간차를 줄이는데서 얻을 수 있는 장점을 이용하는 방법

(1)은 주로 광류(optical flow)의 계산을 통해 가장 일반적인 이론을 제시하고 증명하였으며, (2)는 물체의 특성을 나타낼 수 있는 적절한 3차원 혹은 2차원의 모델을 만들어 이들 모델의 특징(feature)이 인접영상의 시간에서는 매우 서서히 변화한다는 가정을 사용하고 있다.

영상에서 물체를 탐지하기 위한 방법중 단일 영상분석법(single image analysis)은 영상의 색상정보, 에지, 명암정보 변화를 이용하여 영상내의 물체를 탐지하는 방법이다. 영상의 색상정보를 이용하는 방법은 영상내의 물체의 특징이 갖는 색상 분포가 항상 일정하여야 한다는 가정이 필요하다 [11,12]. 에지(edge)정보의 분석으로 영상내에 존재하는 물체를 탐지하는 방법은 영상의 전처리과정에서 상당한 오버헤드(overhead)가 발생되어진다[6].

복수 영상에서의 영상분할은 두 장 이상의 영상에서 깊이 정보(depth information)를 추출하여 영상의 분할에 사용한다. 이 방법의 일반적인 문제점은 이동물체의 움직임이 폐색(occlusion)되는 경우와 영상간의 이동물체의 움직임이 존재하지 않는 경우에 정확한 물체를 분리하기 어렵다는 단점이 있다[8]. 하지만 영상간의 처리가 단일 영상을 이용한 영상분할보다 빠른 계산 속도를 가진다는 장점이 있다.

3. 차량의 탐지 및 이동계적 추적방법

본 장에서는 세 프레임간의 차영상 분석기법을 기반으로 하여 차량의 형태를 탐지하는 방법과 8-방향 이웃정보를 이용하여 차량의 형태정보를 복원하는 방법을 제시한다. 그리고 본 논문에서 제안하는 가변적 탐색영역을 통한 이동계적 추적을 위한 Kalman 필터의 구성방법과 제안하는 이동계적 추적을 이용한 차량 계수방법을 제시하고자 한다. 전체 시스템의 흐름도는 그림 3.1과 같다.

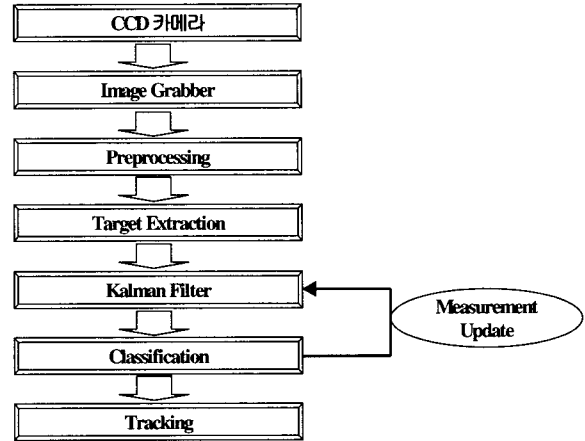


그림 3.1 시스템 흐름도.
Fig. 3.1 System flowchart.

3.1 차량의 탐지

3.1.1 세 프레임간 연산을 통한 차량의 형태추출

본 논문에서는 세 프레임간의 차영상(differential image) 분석기법을 기반으로 하여 차량의 형태를 추출한다. 그 이유는 간단하면서도 세 프레임간의 차영상 결과를 이용하여 중간 프레임에 존재하는 물체의 형태를 환경의 변화에 민감하지 않게 빠르게 추출할 수 있기 때문이다[2]. 그림 3.2는 세 프레임을 이용한 중간 프레임의 물체 탐지 방법이며 그림 3.3은 실제 영상에 적용한 결과이다.

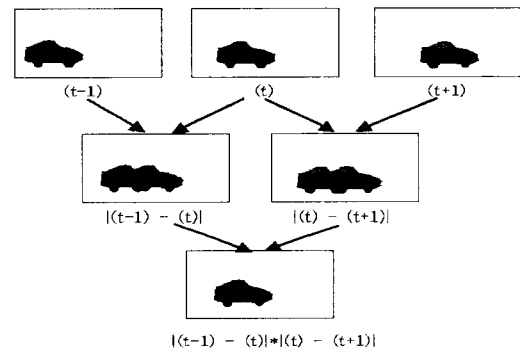


그림 3.2 세 프레임을 이용한 차량 탐지 방법.
Fig 3.2 The method of vehicle detection using 3-frame

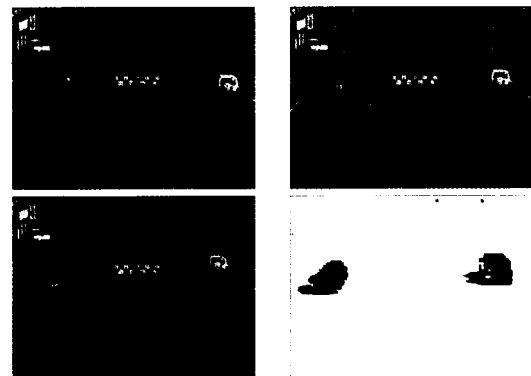


그림 3.3 세 프레임을 이용한 차량 탐지.
Fig. 3.3 The vehicle detection using 3-frame.

3.1.2 8방향 이웃 정보를 이용한 차량 형태정보 복원

컴퓨터시각을 이용한 추적기술에서 표적의 추출을 위하여 사용되는 영상의 영역화(segmentation) 기법은 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 영역화 기법에 의해 추출된 영역 정보는 입력 영상의 화소들을 특정한 의미를 갖는 단위 영역으로 생성함으로써 해당 영역에 대한 특징을 얻을 수 있다. 영역화 단계는 대부분의 컴퓨터 시각 시스템에서 기본적인 특징을 추출하는 단계에서 채택하고 있으며 이 영역화 단계의 성공은 전체 시스템의 성능을 좌우 할 만큼 매우 중요하다 [1].

본 논문에서는 일정 크기의 블록을 단위로 하여 영역 확장(region growing)기법을 이용하여 표적의 영역을 결정하였다. 즉, 이웃하는 블록과 비교하면서 영역을 확장해 나간다. 그 방법은 식 (1)와 같다. m,n은 필터 크기이며, BCNT는 유효한 픽셀의 최소 임계치로써 이 값에 의해서 표적의 표면인지 아닌지를 확인한다.

$$Fimage(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n I(x+i,y+j) \geq BCNT) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

영역 확장시 블록 단위로 비교함으로써 얻어질 수 있는 장점들을 살펴보면 첫째, 노이즈에 민감하게 반응하지 않는다는 것과 둘째, 처리속도를 증가시킬 수 있다는 것이다. 영역확장 기법은 그림 3.4와 같다. 그림 3.5는 영역확장 이전과 이후의 결과 영상이다.

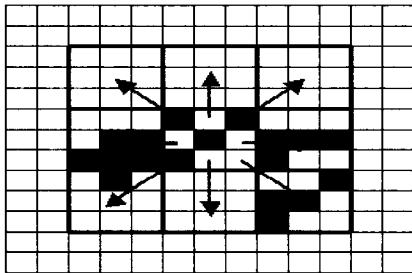


그림 3.4 8-방향 영역확장 기법.

Fig. 3.4 8-neighborhood region growing method.



그림 3.5 영역확장 이전과 영역확장 이후.

Fig. 3.5 The region growing before and after.

3.2 Kalman 필터

Kalman 필터는 시스템 상태의 최적예측인 선형최소오차(LMV: Linear Minimum Variance of error) 예측을 위한 순차적이면서 재귀적인 알고리즘을 제공한다. Kalman 필터는 잡음이 따르는 추정을 하게 되는 시스템의 실시간 추적에 사용되어지는 베이즈 추정기법을 사용한다[1,5,7]. Kalman 필터는 현 상태의 벡터 x_t 에 대한 일정시간 경과 후 전개된 상태를 묘사하는 시스템 모델이다. 상태들 사이의 천이(transition)행렬 Φ_t 와 공분산(covariance) Q_t 의 가

우시안 잡음의 첨가에 의해 특징지어진다[7].

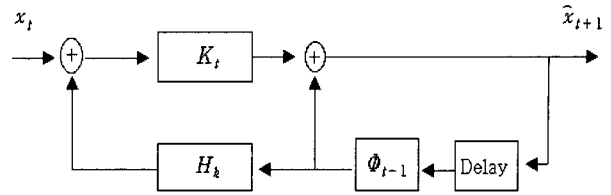


그림 3.6 Kalman filter의 모형도.

Fig. 3.6 The diagram of Kalman filter.

추적을 위한 Kalman 필터의 효율적인 구성을 위하여 먼저 적절한 운동모델의 설정이 필요하며 본 논문의 차량의 운동모델에서 사용된 가정은 다음과 같다.

- (1) 관성운동을 하는 차량은 일반적으로 완만하게 움직이므로 운동 파라미터의 급격한 변화는 발생하지 않는다.
- (2) 추적 목표의 속도는 인접한 시간 축에서는 상수의 값을 가지는 비교적 등가속도 운동을 한다.

운동모델의 상태변수는 영상에서의 현재 좌표 점과 (x, y) 축 방향의 변량으로 설정한다. 시간 t에서의 추적목표의 상태벡터는 식 (2)와 같다.

$$x(t) = [x(t) \ y(t) \ \Delta x \ \Delta y]^T \quad (2)$$

운동모델의 상태변수를 이용한 이산치 시간후의 예측을 위한 상태방정식은 식 (3)과 같다.

$$x(k+1) = \Phi(x)x(k) + w(k) \quad (3)$$

여기서 $\Phi(x)$: 상태천이행렬, $w(k)$: prediction error, 평균 0, 공분산행렬 $Q(k)$ 인 가우시안 분포

목표물체의 궤적은 등가속도 운동을 한다고 가정하고 물체의 이동방향은 비교적 선형적으로 변화한다고 가정 하다면 상태천이 행렬은 식 (4)와 같이 정의된다.

$$\Phi(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \Delta t & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \Delta t \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

본 논문에서는 입력 벡터의 차원이 좌표점과 x, y축상의 변량을 가지는 4차원 벡터를 가지므로 관측행렬 H_k 는 식 (5)와 같이 정의되어진다.

$$H(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서 $H(k)$ 는 상태영역에서 관측영역으로 맵핑하는 관측행렬이며, $w(k), v(k)$ 는 운동잡음과 측정잡음으로 평균이 0이고 공분산행렬이 각각 $Q(k), R(k)$ 인 가우시안 분포를 가지며 서로 독립적인 확률과정으로 가정한다. 이 모델에 대한 칼만 필터의 상태예측은 다음과 같은 과정으로 수행된다. 먼저 $k-1$ 시간에서 구한 예측상태벡터 $\hat{x}(k|k-1)$ 과 예측 공분산행렬 $P(k|k-1)$ 과 k 시간에서의 측정값 $z(k)$ 로 k 시간에서의 추정상태 $\hat{x}(k|k)$, 추정오차 공분산행렬 $P(k|k)$ 를 각각 식 (6), (7), (8)로 계산되어진다.

$$\hat{x}(k|k) = \hat{x}(k|k-1) + K(k)[z(k) - H(k)\hat{x}(k|k-1)] \quad (6)$$

$$K(k) = P(k|k-1)H(k)^T \cdot [H(k)P(k|k-1)H(k)^T + R(k)]^{-1} \quad (7)$$

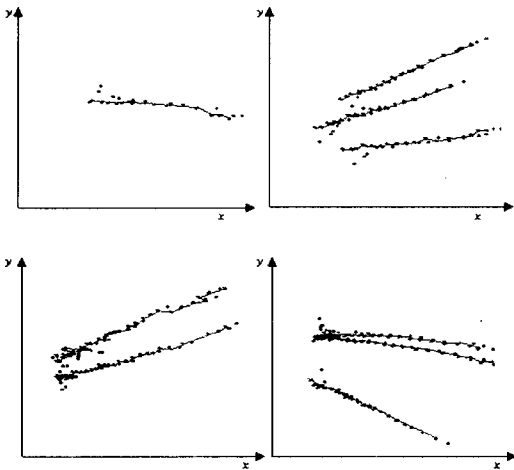
$$P(k|k) = [I - K(k)H(k)]P(k|k-1) \quad (8)$$

이를 이용한 $k+1$ 시간에서의 상태예측과 공분산 예측은 식 (9), (10)으로 계산되어진다.

$$\hat{x}(k+1) = \Phi(k)\hat{x}(k) \quad (9)$$

$$P(k+1|k) = \Phi(k)P(k|k)\Phi(k)^T + Q(k)^T \quad (10)$$

(9)와 (10)의 결과는 다시 다음 상태의 예측을 위한 (6), (7), (8)식의 입력으로 사용되어 Kalman 순환을 구성한다.



실선 : 실제 차량의 이동궤적
 점선 : 칼만필터에 의해 생성된 예측 지점
 그림 3.7 실제 탐지된 차량의 이동궤적과 예측된 궤적.
 Fig. 3.7 Real and prediction trajectory of vehicles.

3.3 가변적 탐색영역을 통한 물체 추적 및 계수

본 장에서는 이전 프레임에서 생성되어진 예측지점을 중심으로 이노베이션의 확률적 분포 특성을 이용한 각 차량의 가변 탐색 영역 설정 방법을 제안한다. 기존의 연구에서 차량 계수 방법은 차량의 이동 궤적을 고려하지 않고 단지 이전 프레임에서 탐지되어진 차량의 이동점의 특성만을 고려한 대응관계만을 계산하였다. 이러한 방법에서는 프레임간의 대응관계 계산에 주위에 존재하는 여러 차량에 대하여 검색을 하여야 하므로 상대적으로 계산량이 많아진다. 그렇지만 시간의 흐름에 따라 변화하는 차량의 이동궤적을 이용하면 탐색영역(scope)을 합리적으로 변화시킬 수 있다. 여기서 탐색영역이란 다음 프레임에서 차량이 최대 움직일 수 있는 거리를 계산하여 설정한 특정한 영역을 말한다. 일반적으로 트랩(trap)이라고도 한다.

탐색영역 범위는 교통량 측정을 위하여 설정해 놓은 영상의 영역 범위를 의미하며, 전체 영상을 탐색영역 범위로 정할 경우 영상의 첫 행과 끝 행의 사이가 된다. 그리고 탐색영역을 전체 영상으로 하면 한 대의 차량이 FOV(field of view)내에 진입하여 빠져나가는 시점까지 지속적으로 차량의 위치에서 전후방향으로 계산이 이루어져야 한다. 따라서 차량의 대응관계 계산을 위하여 여러 번의 비교 과정이 불가피하게 진행된다.

반면에 탐색 범위를 일정한 범위로 고정하는 경우 다음과 같은 문제가 발생할 수 있다[13].

- (1) 차량의 이동속도가 빠르고 탐색 범위가 작으면 차량이 추적되지 않고 통과 될 수 있다.
- (2) 이동 속도가 느리고 탐색 범위가 크면 불필요한 추적이 계속되어 측정 시간이 많이 소요된다.

그러므로 탐색영역은 각각 차량의 이동 벡터에 기반 하여 설정되어야 한다. 차량의 이동벡터에 따라 탄력적으로 탐색영역을 제한하면 다음과 같은 장점이 있다.

- (1) 탐색 범위를 영상전체에서 부분으로 축소함으로써 차량 추적 시간을 단축 할 수 있다.
- (2) 불필요한 이동 추적이 이루어지지 않음으로써 이동 추적 알고리즘을 단순화할 수 있다.

이러한 탐색영역설정은 이동물체를 추적하는데 불필요한 계산을 줄여 속도를 개선할 수 있는 장점이 있다. 가변적인 탐색영역 설정을 위해서는 차량의 이동 궤적의 분산정보를 알아야 한다. 본 논문에서는 이러한 분산정보의 계산을 위하여 Kalman 필터의 이노베이션의 정보를 이용하였다.

차량의 운동이 점차 선형운동을 할 경우 이노베이션의 값은 0의 값에 근사하여 진다. 이러한 경우 차량의 가속운동이나 진행방향의 흐름이 변화하는 경우 현재 프레임에서 생성되어진 이노베이션의 값만으로는 탐색영역 설정에 문제발생 가능성을 가지게 된다. 그러므로 이전 추적에서 발생되어진 이노베이션의 평균정보를 이용한다. 차량의 이동에 따라 점차 이노베이션의 값이 감소하므로 평균정보도 감소하게 되는 형태를 가진다. 하지만 초기에 발생되어진 이노베이션의 값은 상당히 크게 측정되어지므로 차량의 추적이 시작되어 추적만료되는 시점까지 가변적인 탐색영역은 0에 근사하지 않는다. 이러한 이유로 인하여 가변적 탐색영역 설정에 이전 추적에서 발생되어진 차량의 이노베이션의 평균을 첨가하여 최소 탐색영역 크기를 보장하도록 한다.

4. 실험 및 결과분석

실시간으로 시스템을 구성할 경우, 낮 시간의 경우에도 많은 변수가 발생하므로 입력영상에 대한 카메라의 조사가 불가피하다. 따라서 본 논문에서는 시리얼 포트로 카메라를 제어할 수 있는 JAI사의 CV-M10을 사용하였으며, 캡처된 영상의 평균밝기를 분석한 다음, 다음 프레임에 들어오는 영상에 대해서, 카메라의 Shuttle Speed와 Gain Control을 제어하여 변수가 많은 현장에서도 일정한 밝기를 가지는 영상을 얻을 수가 있었다. 속도에 영향을 받지 않기 위해서, 프레임 그레이버(frame grabber)를 프로그래시브(progressive)로 사용하여 프레임간에 영상이 겹치는 인터레이싱(interlacing)이 없는 영상을 얻을 수 있었다. 시뮬레이션을 위하여 Pentium 2.0GHz 프로세스와 Visual-C++언어를 사용하여 시뮬레이션 환경을 구축하여 실험하였다.



그림 4.1 도로 영상
 Fig. 4.1 test image



그림 4.2 차영상 분석결과
 Fig. 4.2 The result of DAMM

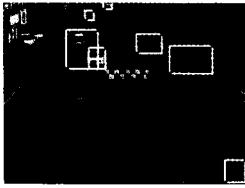


그림 4.3 탐지되어진 차량
Fig. 4.3 Detected vehicle

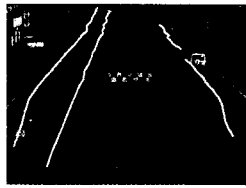


그림 4.4 추적된 차량의 경로
Fig. 4.4 Trajectory of vehicle

그림 4.1은 실험에 사용한 영상이며 그림 4.2는 세 프레임 연산을 통하여 생성되어진 결과 영상이다. 그림 4.3은 병합되어진 차량을 후처리(post processing)하여 분할한 결과이다. 본 논문은 고정된 카메라와 움직이는 객체 즉, SCMO(stationary camera moving objects)의 경우이므로 영상에서 추적하고자 하는 물체의 한계 크기를 설정하여 두 물체가 병합되어진 경우 및 하나의 물체가 둘 이상으로 분리된 경우 후처리를 적용하여 해결하였다. 그림 4.4는 영상에서 추적되어진 차량의 이동 궤적추적 결과이다.

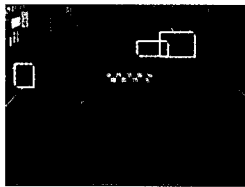


그림 4.5 이륜차의 탐지
Fig. 4.5 Detection of motorcycle



그림 4.6 추적에 실패한 영상
Fig. 4.6 Failed image

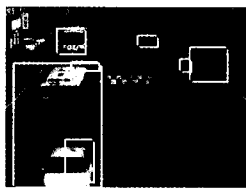


그림 4.7 추적에 실패한 영상의 탐지결과.
Fig. 4.7 Detection result of failed image.

그림 4.5는 도로에서 주행하는 이륜차를 탐지한 결과이다. 하지만 이륜차를 포함하도록 한계 크기를 설정하면 대형차량이 오분리 되었을 경우 병합에 문제가 발생되어 본 논문에서는 이륜차에 대한 추적은 제외하였다. 그림 4.6과 4.7은 대형 차량 뒤에 존재하는 소형차량의 추적에 실패한 경우이다. 본 실험을 위하여 지상 6m 지점에 영상검지기를 설치하여 지상과 사선방향으로 도로를 촬영하였다. 그림 4.6과 4.7의 문제를 근원적으로 해결하기 위해서는 지상과 직교하는 위치에 영상검지기를 설치하면 될 것이나 이는 현실적으로 어려운 문제이다. 이러한 문제를 보완하기 위해서는 가급적 높은 곳에 영상검지기를 설치하면 어느 정도 문제는 해결될 것으로 보인다.

본 논문에서는 실제 차량의 탐지 후 이전 프레임에서 생성되어진 예측값과 관측값의 차이로 구성되어지는 이노베이션의 값을 이용하여 가변적 탐색영역을 제공하므로 고정된 탐색영역을 가지는 시스템보다 효율적인 차량의 추적할 수 있는 것으로 실험결과 알 수 있었다. 그리고 차량의 이동 궤적 추적과정에 계수과정을 포함시키므로 일반적인 차량의 계수영역을 가지는 시스템보다 효율적인 차량의 계수를 할 수 있었다. 도로상에서 차량이 Δt 시간 동안 이동할 수 있는

표 4.1 영상1을 이용한 제안하는 방법의 실험결과.
Table 4.1 The simulation result of proposed method using video 1.

	제안하는 알고리즘	탐색 영역 30×30	탐색 영역 40×40	탐색 영역 50×50	탐색 영역 60×60
실제 통과차량	289대	289대	289대	289대	289대
추적 성공 차량	281대	252대	277대	275대	278대
추적 오류	8대	37대	12대	14대	11대
추적 성공률	97.23%	87.19%	95.84%	95.15%	96.19%

표 4.2 영상2를 이용한 제안하는 방법의 실험결과.
Table 4.2 The simulation result of proposed method using video 2.

	제안하는 알고리즘	탐색 영역 30×30	탐색 영역 40×40	탐색 영역 50×50	탐색 영역 60×60
실제 통과차량	334대	334대	334대	334대	334대
추적 성공 차량	328대	276대	320대	320대	322대
추적 오류	6대	58대	14대	14대	12대
추적 성공률	98.20%	82.63%	95.80%	95.80%	96.40%

변화는 차량의 속도가 아주 빠른 경우에도 실제 이동 벡터는 선형으로 변화를 하며 속도벡터의 변화는 급격하게 발생하지는 않았다. 본 논문에서는 Δt 시간을 0.05초와 01초의 주기로 영상을 캡처하여 실험에 사용하였다. 실험결과 나타난 문제점은 다음 두 가지를 보였다.

- (1) 두 대 이상의 차량이 하나의 차량으로 병합되어져 판단 되는 경우
- (2) 한 대의 차량이 두 대 이상의 차량으로 분리되어 판단되는 경우

(1),(2)의 경우는 실제 환경에서 표현되어질 수 있는 차량의 최대 크기 산정 및 최소 크기와 차선의 정보를 이용하여 해결되어 질 수 있다. 하지만 도로상에서 주행하는 차량의 크기는 소형과 중형 그리고 대형에 따라 모두 상이하므로 본 실험에서는 소형의 차량이 대형의 크기 이내로 병합되어지는 경우 (1)의 문제가 발생하였다. 그리고 대형차량의 부분크기가 소형크기 이상으로 판단되어지는 경우 (2)의 문제가 발생하였다. 실험에 사용한 환경은 그림 4.8과 같다.

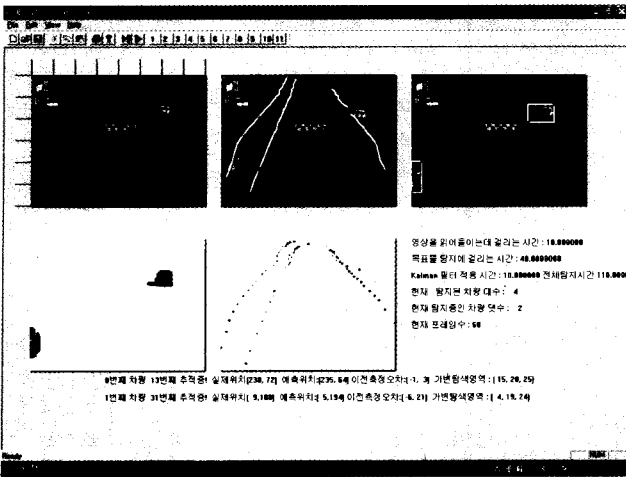


그림 4.8 실험에 사용한 인터페이스 환경.
Fig. 4.8 The simulation environment.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 양방향 도로에서 주행하는 차량의 움직임 추적에 가변적인 탐색영역과 예측 이동궤적 추적방법을 제시하여 기존의 방법이 가지는 교통량 측정을 위한 고정 영역 설정방법 보다 정밀한 교통량 측정방법에 대하여 제안하였다. 차량의 위치 상태를 표현하는 상태벡터를 중심점과 중심점의 이동변량으로 설정하였다. 추적을 위한 현재 탐지점의 예측지점을 설정하여 물체를 추적함으로써 일정 탐색영역을 설정하여 차량의 움직인 궤적을 탐지하는 기법에 비하여 불필요한 과정을 거치지 않으므로 빠르게 차량의 움직임을 추적할 수 있었다. 향후 연구 과제로는 여러 대의 차량이 교차 진행하거나 근접주행을 할 경우에 여러 대의 차량이 하나의 차량으로 합병되는 경우 이를 해결하는 방안을 모색하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] C. K. Chui, G. Chen, "Kalman Filtering with Real-Time Application," Springer-Verlag, pp. 42-45, 1991.
 [2] K. Takahashi, T. Kitamura, M. Takatoo, Y. Kobayashi, Y. Satoh, "Traffic Flow Measuring System by Image Processing," IAPR workshop on Machine Vision Application, 1996. 11.
 [3] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing Analysis and Machine Vision," Chapman & Hill Computing, pp. 113-178, 1995.
 [4] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital image processing," Second edition, Prentice Hall, 2001.
 [5] Robert G. Brown, "Introduction Random Signal Analysis and Kalman Gradient-based Object Localization and Recognition," IEEE Press, 1996.

[6] T. N. Tan, G. D. Sullivan, K. D. Baker, "Efficient Image Filtering," John Wiley & Sons, pp. 181-204, 1983.
 [7] Welch, Gregory, Gary Bishop. "An Introduction to the Kalman Filter," University of North Carolina, Department of Computer Science, Technical Report 95-041, 1995.
 [8] 김계영, 이은주, 최형일, "차영상 분석에 의한 동작 정보의 추출," 한국정보과학회 논문지, 제21권, 제8호, 1994. 08.
 [9] 김종혁, "첨단 교통관리 시스템," 한국정보과학회지, 제16권, 제6호, 1998. 06.
 [10] 서창진, 최은주, 양황규, 차의영, "동적 배경이미지 추출에 의한 자동 보행자 추적," 한국정보과학회 추계학술발표 논문집, 1997. 10.
 [11] 서창진, 김선숙, 차의영, "영상검지기를 이용한 자동 차추적시스템에 관한 연구," 한국정보과학회 추계학술발표논문집, 1998. 10.
 [12] 오창운, "물체와 배경의 분리를 이용한 물체 추적," 포항공과대학교 석사학위 논문, 1994. 02.
 [13] 전병태, 소정, "제한된 검색영역을 이용한 효율적인 차량계수," 한국정보과학회 논문지, 제23권 11호, 1996. 11.

저 자 소개



서창진(Chang-Jin Seo)

1997년 2월 경성대학교 이학사
 1999년 2월 부산대학교 이학석사
 2003년 8월 부산대학교 공학박사
 2000년 3월~현재 성덕대학 멀티미디어정보계열 전임강사

관심분야 : 신경망, 멀티미디어, 컴퓨터비전
 E_mail : cjseo@sd-c.ac.kr



양황규(Hwang-Kyu Yang)

1988년 2월 경북대학교 공학사
 1990년 2월 경북대학교 공학석사
 2003년 2월 부산대학교 이학박사
 1996년 3월~현재 동서대학교 인터넷공학부 조교수

관심분야 : 인공지능, 신경망, 멀티미디어, 컴퓨터게임
 E_mail : hkyang88@hotmail.com