

적응 배경 모델을 이용한 다중 차량 추적 시스템에 관한 연구

0

강은구*, 김성동**, 최기호*

* 광운대학교 컴퓨터공학과

** 계원 조형 예술 대학교

A Study on Multiple Vehicle Tracking System using the Adaptive Background Model

0

EunGoo Kang*, SeongDong Kim**, KiHo Choi*

* Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon Univ.

** Kaywon School of Art & Design

요 약

본 논문은 도로상에 고정된 카메라의 영상에 들어오는 여러 대의 차량을 추적(tracking)하기 위한 시스템에 대하여 연구하고자 한다. 제안된 차량 추적 시스템은 주변 환경 변화에 따른 배경 이미지 처리를 위하여 적응적 배경 모델(Adaptive Background Model)을 이용한 배경 영상과 연속되어 들어오는 입력 영상과의 차 영상을 이용한 차량 추출 부분과 칼만 필터를 이용하여 효과적으로 위치를 추적하기 위한 차량 추적 단계로 나누어 진다.

1. 서론

차량 증가에 따른 도로 확충의 부족으로 교통 문제가 증가함에 따라 교통 감시는 현 사회에 중요한 주제가 되고 있다. 현재 교통감시에 주된 기술은 자기적 루프(magnetic loop detector)를 이용하고 있다. 이 방법은 도로표면 밑에 설치되어 설치 공사방법이 번거롭고 제약이 많이 따른다. 따라서 카메라에서 얻어진 동영상상을 통한 교통 감시 시스템에 대한 관심이 높아지면서 컴퓨터 비전 연구가 활발히 이루어지고 있는 추세이다. 컴퓨터 비전 시스템을 통해서

얻어진 도로 상황의 혼잡 정도, 사고의 발생, 차선의 위반 등의 정보를 중앙의 통제 시스템에 보내어서 적절한 대응을 할 수 있다면 효율적인 차량 통제가 이루어질 수 있을 것이다.

도로와 차량의 상태에 대한 판단을 가능하게 하는 정보는 고정된 카메라로부터 입력된 영상 데이터로부터 동작 정보를 가지는 차량을 추출하고, 추출된 차량을 추적(tracking)하여, 그 차량의 궤적, 속도 등의 정보를 구함으로써 얻을 수 있게 된다.

본 논문에서는 차량을 추출하고 분할하는 방법으로, 적응 배경 모델을 이용한 배경 이미지와 연속

적으로 들어오는 이미지와의 차(difference) 영상을 통하여 물체를 검출하는 영역 기반 방법을 이용한다. 특히 배경 모델은 시스템 초기화 단계에서 획득되어 연속되어 들어오는 이미지와 비교하는데, 주위 환경 특히 낮과 밤에 적응적으로 대처하기 위하여 명암 히스토그램(histogram)을 이용하여 배경 모델을 개선하는 방법을 이용한다. 그리고 차량의 위치를 예측하고 추적하는 방법으로써, 탐색 영역을 줄이기 위해 동작 추정에 칼만필터를 이용 전 상태까지 추적하던 표적물에 관하여 현재의 위치를 미리 예측하여 이에 가까운 위치에 있는 표적물을 추적중인 표적물로 판단하고, 이를 이용하여 다음의 위치를 예측하는 방법을 사용하게 된다. 여기서는 차량 추적에 있어서 차량의 정확한 형태가 필요하지 않으므로 동작 칼만 필터만을 사용하여 차량의 위치를 예측, 추적하게 된다.

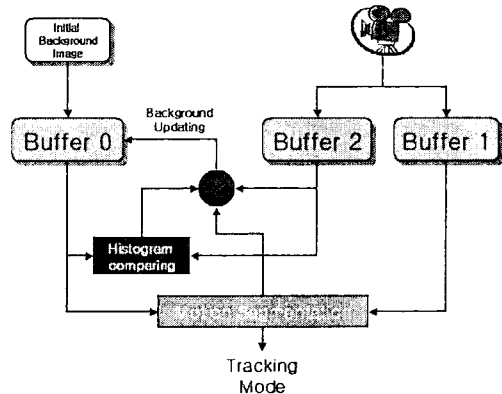
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 차량을 추출하고 분할하는 방법과 적응적 배경 모델을 적용하는 방법을 살펴보고, 제 3 장에서는 칼만 필터를 이용하여 차량의 위치를 측정, 예측, 수정하는 과정을 설명한다.

2. 차량 추출

연속 영상에서 고정된 배경으로부터 움직이는 물체만을 뽑아내는 가장 손쉬운 방법은 현재의 입력 영상과 고정된 배경사이의 차 영상을 이용하는 방법이다. 배경모델은 시스템 초기화 단계에서 수행되는 배경 영상 획득과정과 추적단계에서 수행되는 적응 배경 모델로 이루어진다. 배경 영상 획득 과정은 시스템이 가동되는 초기에만 수행된다. 배경 영상은 날씨 등과 같은 주위 환경 변화에 따라 배경의 새로운 반영이 필요하다. 날씨 또는 밤낮 등 주위 환경의 변화가 존재하는 연속 영상으로부터 움직이는 물체만을 찾도록 하기 위해서는 주위 환경 변화에 따라 적응 가능한 배경 모델을 구현하여야 한다

기존 방법에는 마스크(mask)를 이용하여 현재 들어온 이미지에서 차량부분을 처리하여 일정시간마다 배경영상을 개선시키는 방법이 있으나, 이 방법

은 개선시킬 필요가 없는 경우에도 처리함으로 불필요한 과정을 수행하게 된다[5]. 따라서 본 논문에서는 명암 히스토그램을 이용하여 임계값을 넘었을 경우 배경이미지를 개선시키는 적응 배경 모델을 제시하고자 한다.



[그림 1] 차량 추출 과정 모델

2.1 버퍼

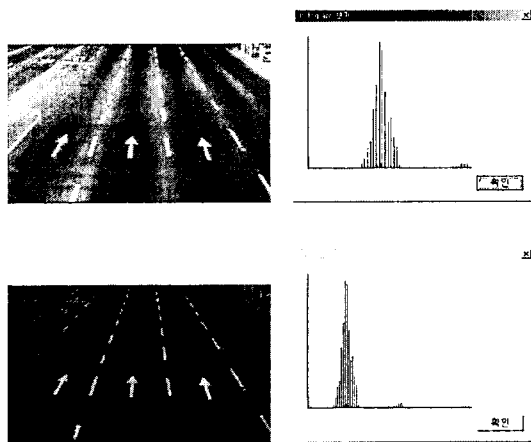
그림 1에서와 같이 초기 배경 모델은 버퍼 0에 저장이 되고 연속되는 영상 프레임은 버퍼(buffer) 1과 버퍼 2로 들어오게 된다. 버퍼 0은 참조 이미지를 저장하는데 쓰인다. 버퍼 1은 현재 이미지를 저장하는데 쓰인다. 그리고 버퍼 2는 미리 정해진 시간 t_{max} 가 경과할 때마다 히스토그램을 이용하여 버퍼 0에 저장된 배경 이미지와 버퍼 2에 들어온 이미지와의 명암의 차이를 이용하여 임계값이 넘었을 경우 버퍼 0를 새로 저장하기 위한 이미지를 저장하는 임시 버퍼로 쓰인다. 그리고 카메라 영상 내에서 차량의 추출은 버퍼 0의 이미지와 버퍼 1에 저장된 이미지를 비교, 추출한다.

2.2 히스토그램 비교

낮과 밤, 즉 밝고 어두움 등 주변 환경은 참조가 되는 배경 이미지와 현재 이미지의 차 영상에 따른 차량 추출에 문제가 될 수 있기 때문에 이에 대한 대처를 히스토그램을 이용하여 어느 정도의 밝기의 차

이가 생기면 참조 이미지 즉 배경 이미지를 개선 하는 방법을 사용한다.

히스토그램은 화소 밝기(pixel intensity)의 막대 그래프(bar graph)이다. x축은 화소의 밝기를 나타내고, y축은 각 화소 밝기가 영상 내에서 나타나는 빈도수를 나타낸다. 영상 히스토그램은 영상의 밝기 분포를 나타내는 유용한 정보이다. 또한 영상의 명암대비(contrast) 정보도 내포하고 있다

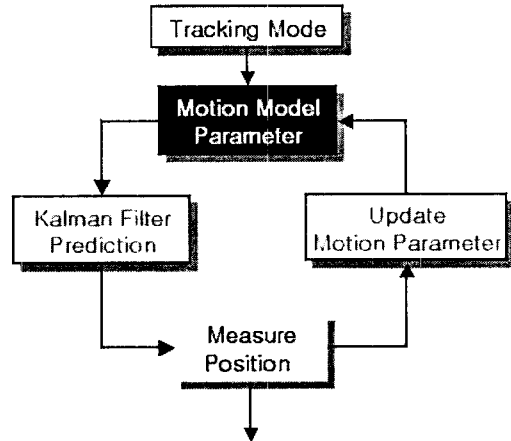


[그림 2] 낮과 밤의 배경영상과 히스토그램 비교

위에 보이는 그림 2과 같이 히스토그램에서 화소 밝기의 차이에 따라 배경의 변화를 판단 할 수 있다. 따라서 위와 같은 히스토그램을 이용하여 배경 이미지를 개선 할 것인가를 판단하게 된다

3. 차량 추적

움직이는 물체를 추적하기 위하여 칼만 필터를 사용한다. 본 연구에서도 측정된 화상정보로부터 표적물을 추적하기 위하여 칼만 필터를 사용하였다. 칼만 필터는 필터의 구조가 선형으로 구성되어 있으며, 선형시스템에서 모든 변수들의 분포가 가우시안(Gaussian)이고 부가되는 잡음들이 백색가우시안(White Gaussian)의 특성을 지니고 있을 경우에 그 특성이 최적을 나타냄이 잘 알려져 있다.



[그림 3] 칼만 동작 추적 모델

3.1 칼만 필터

칼만 필터란 잡음에 의해 간섭 받는 선형 동적 시스템(linear dynamic system)에서 상태 벡터 x_k 의 최적의 추정치 \hat{x}_k 를 구하기 위한 순환적인(recursive)알고리즘이다. 여기서 k는 시간을 나타낸다. 칼만 필터링은 크게 예측(prediction), 측정(measurement), 수정(update)의 세 가지 단계로 나누어진다.

3.2 칼만필터 적용

먼저 차량의 운동학 모델은 다음 식으로 표현된다.

$$X_{k+1} = 1/2a_k \Delta t^2 + v_k \Delta t + X_k \quad (1)$$

$$v_{k+1} = a_k \Delta t + v_k \quad (2)$$

$$a_{k+1} = a_k = a \quad (3)$$

그리고 차량의 위치를 나타내는 좌표 (x,y)를 이용하는데 있어서 다음 식과 같이 두 가지로 나눈다.

$$X_k = \begin{bmatrix} x_k \\ v_{xk} \\ a_{xk} \end{bmatrix} \quad Y_k = \begin{bmatrix} y_k \\ v_{yk} \\ a_{yk} \end{bmatrix} \quad (4)$$

칼만 필터에 적용하는 식들은 같기 때문에 여기

서 우리는 X좌표에 관해서만 기술하기로 한다. 계산 과정은 상태방정식과 측정방정식에 의해 제어된다. 다음 식은 상태방정식에 관한 식이다.

$$X_{k+1} = A_k X_k + w_k \quad (5)$$

측정 방정식은 다음과 같다.

$$z_k = H_k X_k + v_k \quad (6)$$

w_k 는 시스템의 모델 잡음이며, v_k 는 측정 잡음을 나타내며 서로 비상관이며 가우시안 분포를 가졌다고 가정한다.

$$P(w) \rightarrow N(0, Q) \quad (7)$$

$$P(v) \rightarrow N(0, R) \quad (8)$$

그리고 칼만필터는 다음과 같은 서로 다른 측정 벡터를 사용한다.

$$z_{xk} = \begin{bmatrix} x_k \\ v_{xk} \end{bmatrix} \quad z_{yk} = \begin{bmatrix} y_k \\ v_{yk} \end{bmatrix} \quad (9)$$

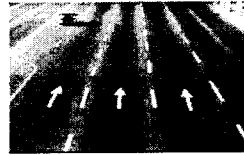
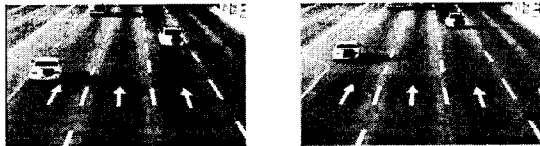
A행렬은 현 상태와 다음 상태와의 관계를 나타내고 H행렬은 현 상태와 측정간의 관계를 나타내는데 주어진 위의 식에 따라서 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$A_k = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.5 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

4. 구현 및 고찰

실험에 사용한 영상은 안양에서 직접 촬영하였으며 고정된 카메라에서 얻은 영상은 gray level로 나타낸 AVI 파일로 다루었다.

다음 그림은 차량의 형태와 상관 없이 차량의 위치만을 추적하는 것을 보여 주고 있다.



[그림 4] 다수 차량의 위치변화에 따른 추적실험 영상

5. 결론

본 논문에서는 배경 이미지의 개선을 적응적으로 개선하는 방법과 차량 추적에서는 차량의 형태를 생략하고 위치만을 추적함으로써 처리 시간을 단축하여 실시간으로 처리할 수 있는 기반을 조성하였다.

앞으로 차량의 교통 관리 파라미터 및 차량의 속도 측정 등 교통 감시에 있어 필요한 파라미터 측정 방법들을 개발한다면 효과적인 교통 감시 시스템을 구성할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] J.Badenas, J.M.Sanchiz and F.Pla, "Using Temporal Integration for Tracking Regions in Traffic Monitoring Sequences" IEEE Multimedia, Oct.-Dec. 2000, pp.1137-1140.
- [2] R.G. Brown and P.Y.C.Hwang, Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc. 1992.
- [3] D. Beymer, P. McLauchlan, and B.coifman, and J. Malik, "A Real-time Comuter Vision System for Measuring Traffic Parameter," Proc. of CVPR 97, pp. 495-501, July 1997.
- [4]이철현,김형태,설성욱,남기곤,이장영,"칼만필터를 이용한 다중 차량 추적 알고리즘,"대한전자공학회 논문지, 제36권,S편,제3호 pp.89-96, 1999.
- [5] 이상욱, 설성욱, 남기곤, 권태하. 특정 기반 다중 물체 추적 시스템에 관한 연구 대한전자공학회 논문지, vol.36-S, no.11, pp. 95-101, 1999. 11