

CCD/IR 영상에서의 다중 센서 다중 표적 추적

이일광, 고한석

고려대학교 전자공학과

Tracking of Multi-targets in CCD/IR Multi-sensor system for ITS application

Ilkwang Lee, Hanseok Ko.

Dept. of Electronic Engineering, Korea Univ. {iklee,hsko}@korea.ac.kr
5ga 1 Anam-dong, Sungbuk-gu, Seoul, Korea. 136-701.

Abstract

본 논문에서는 광학센서와 적외선 센서를 사용하는 Multi-sensor 시스템에서 영상 정보를 통한 물체의 추적 및 인식에 필요한 영상을 분리하는데 필요한 전처리와 object 기반의 추적 방법을 제안하였다. 일반적인 추적 알고리즘의 목표는 consistency를 유지하는데 있다. 그러나 인식에 필요한 영상을 분리하기 위해서는 물체의 범위를 정확히 판단 할 수 있는 능력이 중요하다. 이를 위해 CCD와 IR영상에 동시에 적용 가능한 전처리 기법과 object 기반의 two-step 추적 알고리즘을 통해 consistency외에도, 물체의 범위를 estimation하여 인식에 필요한 범위를 분리해 낸다. 본 논문에서는 ITS의 ETCS application을 위해 이중 센서인 CCD와 IR의 야간 차량 영상정보를 이용하여 알고리즘을 test 하였다.

Introduction

영상처리 기술을 통한 여러 application에는 traffic surveillance system이나 security system과 같은 분야가 있으며, 이들 분야에서는 multiple object를 동시에 추적하고 그들의 움직임 방향 등을 분석해낼 수 있는 기술이 요구되어진다. 차량이 정지 하지 않은 상태에서 차종을 확인하고 요금을 징수하는 ITS의 한 분야인 ETCS (Electronic Toll Collect System)와 같은 경우를 보면 field of view내의 차량의 추적 뿐만 아니라 차량의 인식에 사용될 범위를 정확히 알아내어 차종을 인식할 수 있을 만큼의 영상을 획득할 수 있는 기능이 필수적이다. 그러나 대략적인 중심 위치의 추적 외에 인식에 필요한 차량의 범위를 알아내는 것은 주/

야간 조명의 변화, 주변환경의 변화 등으로 인해 어렵게 된다. 이런 이유로 지금까지의 시스템은 차량의 종류보다는 단순히 대,중,소의 크기만을 가려내는 수준에 머물러 있다[1]. 본 논문에서는 움직이는 차량을 tracking 하고 차량의 범위를 정확히 판별하여, 크기가 아닌 외형에 기반 한 차종을 인식 할 수 있는 영상 획득 기법에 대해 다루고자 한다.

1. Problem Formulation

주/야간, 외부 환경에 robust한 센서로는 IR 센서를 들 수 있다[2]. 그러나 대상에 대한 좀 더 많은 정보를 얻고자 CCD센서와 IR센서를 사용하기로 하였다. CCD센서를 IR 센서와 보완하여 차량의 tracking에 사용하게 될 경우, 주/야간 조명의 변화(그림자, 야간 headlight)에 의한 영향을 최소화 시킬 수 있는 전처리의 구현이 필수적이며, 이러한 전처리를 거친 영상은 외부환경등에 adaptive한 object segmentation 알고리즘을 통해 moving blob만을 추출하게 되고, 이렇게 추출된 moving blob을 통해 tracking을 수행하게 된다. Tracking에서는 field of view 내의 moving object들 중 관심 object를 분별해내고, occlusion과 consistency를 해결해가며, 정확한 차량 영역의 estimation을 하여야 한다.

2. Detection of moving object

2.1 조명변화에 robust한 전처리

CCD 영상은 그림자, 야간 영상의 head light 등 조명 변화에 매우 민감하며, IR 영상은 거리에 따른 intensity 변화와, 과도한 noise 문제가 발생한다. 두 가지 문제에 모두 적용 하기위해 Retinex 알고리즘을

응용하여 영상에 대한 전처리를 수행하였다. Retinex 는 color 영상의 각 RGB plane 에 주변 pixel 값과 중심 pixel 값의 비를 처리하여, dynamic range compression, color constancy, image sharpening, color rendition 등의 결과를 얻기위해 사용되어 지는 알고리즘이다 (1)[3].

$$R_i(x, y) = \log I_i(x, y) - \log[F(x, y) * I_i(x, y)]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_i(x, y) : \text{the image distribution} \\ \quad \text{in the } i\text{th color spectral band} \\ F(x, y) : \text{The surround function} \\ R_i(x, y) : \text{the associated retinex output} \\ * : \text{the convolution operation} \end{array} \right. \quad (1)$$

Surround function 의 형태와 width 에 의해 output 이 변화하게 되며, 본 연구에서는 가우시안 함수를 사용 하였다 (2).

$$F(x, y) = \exp\left(-\frac{(x - \frac{q}{2})^2 + (y - \frac{q}{2})^2}{(q)^2}\right) \quad (2)$$

q : width of gaussian function

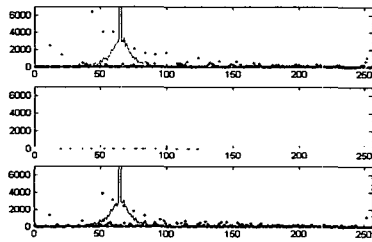


그림 1. Histogram Equalization of Retinex

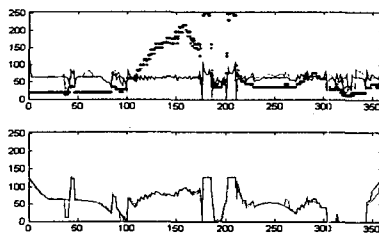


그림 2. Intensity adaptation of Retinex (q=4, q=40)

그림 1., 그림 2.와 같이 surround function 의 width 에 따라 intensity 가 크게 변화하는 부분을 제거 할 수 있으며, 세부적인 부분에 있어서는 contrast 를 높일 수 있다. Mono type 의 IR 영상은 동일한 처리에 의해 화면 전체의 거리에 따른 intensity 변화를 균일하게 해준다. 본 연구에서는 q=4 의 width 를 가지는 수식(3)을 사용하여, CCD 영상에서는 조명 성분 제거와 세부성분 개선, IR 영상에서는 거리에 따른 intensity 변화와 noise 성분을 감소 시켰다 (그림 3.).

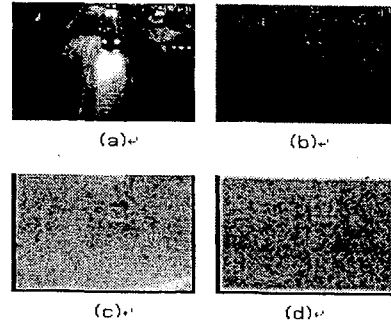


그림 3. Result of Retinex filtering (q=4)
(a) (c), original CCD/IR Image(night)
(b) (d), filtered image of CCD/IR

$$R_i(x, y) = \log(I_i(x, y) + 1^{-5}) - \log[(F(x, y) * I_i(x, y)) + 1^{-5}]$$

i : 1,2,3 for RGB plane

$$\text{Result}_i = (R_i - \min(R_i) - \text{mean}(R_i)) / 0.005 + 127.5 \quad (3)$$

2.2 Adaptive background estimation 을 통한 moving block 의 분리

전처리를 거친 영상은 moving object detection 을 통해 움직인 부분만을 분리해 내게 된다. Inter-frame difference 를 사용하여 Moving object 를 검출하는 방식은, 크게 temporal change 에 threshold 를 적용하여 binary 화 하는 방식과 statistical test 를 적용하는 방식이 있다 [4][5].

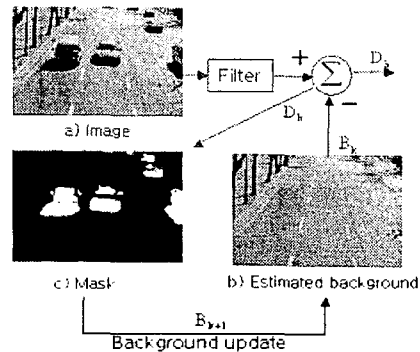


그림 4. Adaptive background estimation

본 논문에서는 binary 화 방식인 Modified Adaptive background estimation 을 사용하였다(그림 4)[6]. Retinex filter 를 거치면 dynamic range compression 이 많이 일어나, background 의 갱신에 필요한 hypothesis mask(그림 4.c)의 계산 및 moving block 의 threshold 값의 선택이 어렵게 된다. 따라서 dynamic threshold value 를 계산하여 알고리즘을 개선 해야 할 필요가 생긴다.(4)

$$\begin{aligned}
 B_{k+1} &= B_k + (\alpha_1(1 - M_k) + \alpha_2 M_k) D_k \\
 M_k(x) &= F(|D_k|) \& (\sim F(D_k)) \\
 F(X) &= \begin{cases} 1 & |X(x)| > T_x \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \\
 T_x &= \text{median}\{\text{Local mean}(X)\} + \sigma(X)
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

3.Tracking of Multi-Target

Multi-target을 tracking 하는데 있어서는 detect된 region을 통해 각 분할 영역의 중심을 구하고, 이를 measurement로 하여, KL, PDA, KL-IMPDA filter등을 통해 Tracking을 수행하는 방법이 주로 사용되어진다. 그러나 이러한 방법은 동일 Object의 부분적인 detection이 많이 생기게 될 경우 tracking이 어렵게 된다. 본 연구에서는 영상 인식에 적합한 차량을 획득할 수 있는 범위의 확인이 중요하므로, 효과적인 tracking을 위해서는 분할된 measurement들이 동일 object임을 확인할 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 분할된 영역을 1차 measurement로 하여 새로운 object를 찾아내고 이를 tracking하고, 수집된 정보를 통해 우리가 관심을 가져야 할 object를 선정하고, region estimation을 통해 정확한 차량의 범위를 계속 유지해가는 two-step tracking algorithm을 제안한다.



그림 5. Divided region in same object

3.1 Two step tracking algorithm

제안한 알고리즘은 object based tracking을 수행한다. 전체 구조는 New object search와 Object search step으로 구성된다. New object search step에서는 차량의 occlusion을 해결하고, 중심 제적, 속도, measurement의 region정보를 수집하며, 이를 통해 관심 object를 찾아내 등록하게 된다.

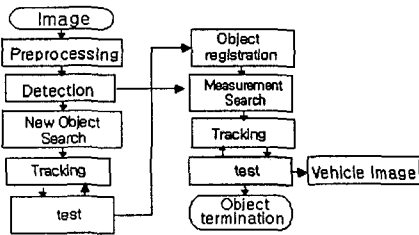


그림 6. Block diagram of two-step tracking

다음 단계인 Object search step에서는 차량의 region

estimation 기능을 추가하여 전단계에서 등록된 object에 대해 안정적인 차량 영역을 찾아 인식에 사용될 차량을 분리한다.

3.1.1 new object search step

New object step에서는 갱신된 moving blob detection 결과(그림 7.(a))를 통해 이미 등록된 object를 제외한 부분에 대해서 등록된 new object의 탐색을 우선 실시한다(그림 7.(b)). 각 new object가 가지고 있는 region 정보를 탐색 영역으로 하여 measurement의 유무를 조사하고, 이때 탐색 영역 안에서 발견된 measurement가 탐색 영역에 50%이상 포함할 때 consistency를 인정한다.(그림 7.(c)). False alarm에 의해 생긴 region에 대해서도 동일한 탐색을 하게 되며 measurement가 나타나지 않더라도, missed detection을 고려하여 3 frame이상 계속 주시한다.(그림 7.(c).4번 region) Tracked 된 new object의 measurement를 제외한 부분이 새로 등록될 new object들이다(그림 7.(d)). 과정을 마치면 등록된 new object들을 조사하여 consistency, velocity가 합당할 경우 object로 등록한다. 이러한 test step은 각 application 마다 모두 다른 조건들이 있을 수 있으며, 본 실험에서는 단 방향으로 계속하여 이동하는 차량만을 선택하도록 하였다.

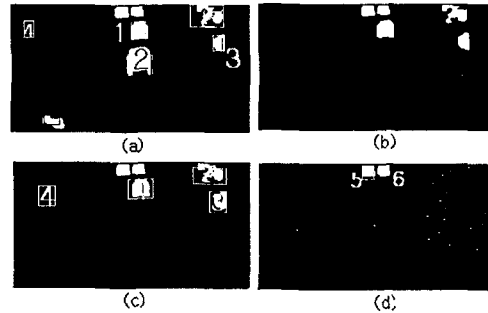


그림 7. New object Search step

3.1.2 Object search step

Object search step도 New object와 동일한 방법에 의해 전단계에서 등록된 Object의 region에 대해 진행된다. 그러나 Object step에서는 인식에 사용할 영상을 뽑아내기 위해 차량의 region을 estimation하는 기능이 추가되며, 이러한 region estimation을 통해 동일 방향 object간의 부분적인 겹침에 의해 나타나는 occlusion 및 동일 object의 measurement가 분리되는 경우에 대해서도 동일 object로 계속해서 tracking을 수행해 나갈 수 있다(그림 8).

3.2 Occlusion reasoning

Two-step tracking을 통한 알고리즘은 object의 tracking단계에 임시적인 단계를 둬으로써, region이 겹

치는 occlusion의 경우에도 효율적으로 tracking을 수행하며, occlusion 상태를 벗어난 object가 자신의 ID 및 tracking정보를 계속 유지 하고 있음을 알 수 있다 (그림 9).

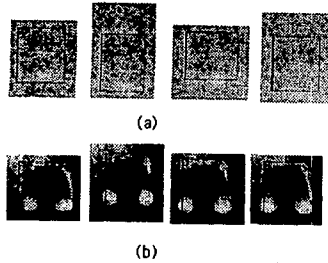


그림 8. Region Estimation of object in IR/CCD

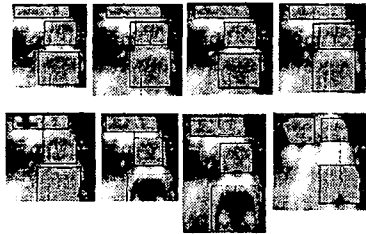


그림 9. Tracking under occlusion condition (CCD).

4. Conclusion

지금까지 영상 인식을 위한 Moving object의 안정적인 region detection을 위한, CCD/IR Multi-sensor system구현에 필요한 전처리, Multi-target tracking알고리즘에 대해 설명하였다.

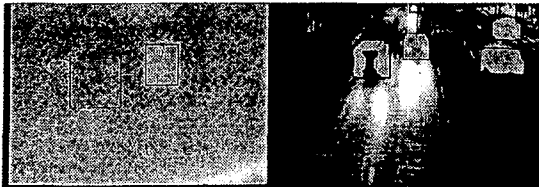


그림 10. Tracking of moving object in IR/CCD Image

Retinex를 응용한 전처리를 통해 Adaptive Background Estimation을 사용한 moving object detection성능을 더욱 향상 시키고, Two-step tracking algorithm을 통해 기존의 방식으로 해결하기 힘든 동일 방향 object의 occlusion 및 불안정한 measurement, missed detection에 의해 발생하는 consistency를 해결하여 안정적인 tracking 및 인식에 필요한 차량획득을 가능하게 하였다. Multi-sensor를 사용한 application system은 그림 11과 같은 구조를 가진다. 따라서 Future work으로는 추적 정보를 통한 두 센서의 자동

registration을 통한 동일 차량 확인 방법 및 CCD와 IR 영상에서 분리된 차량에 대한 인식 방법 개발이 있다. Multi-sensor system에서 분리된 차량 영상은 Decentralized fusion 방식 등을 통해 차량의 인식에 사용할 수 있다.

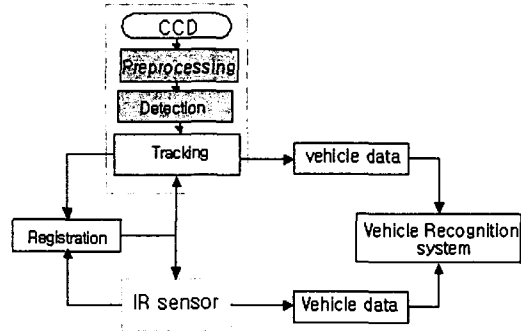


그림 6. Block diagram of tracking and registration algorithm

Reference

- [1] M. Kagesawa, S. Ueno, K. Ikeuchi and H. Kashiwagi, "Local Feature Based Vehicle Recognition In Infra-Red Images Using Parallel Vision Board", Proceedings of the ICIRS, Kyongju, Korea, pp. 1828-1833, Oct. 1999
- [2] A. Filippidis, L. Jain, and N. Martin, "Fusion of Intelligent Agents for the Detection of Aircraft in Sar Images", IEEE Trans. PAMI., vol.22, NO.4, APRIL 2000
- [3] W. Hwang, HANSEOK KO, "Color Enhancement in images with Single CCD Camera in Night Vision Environment," ITC-CSCC2000, Vol. 1, pp. 58-61, Pusan, Korea, Jul. 2000
- [4] N. Sang, T. Zhang and J. Peng "An Efficient Moving Target Identification Method" IEEE ICIPS. Beijing, China, pp. 1437-1441, OCTOBER, 1997
- [5] N. Paragios and R. Deriche, "Geodesic Active Regions for Motion Estimation and Tracking", IEEE Trans. PAMI., vol 20. no. 2. pp. 688-694, JANUARY 1999
- [6] J. Son and H. Ko "Robust Motion Tracking of Multiple Objects With KL-IMMPDAF", IEICE Trans. Information and systems, vol E00-A, NO. 1 FEBRUARY 2000