

논리연산을 이용한 주행차량 분할 및 추적에 관한 연구

조경민, 최기호
광운대학교 컴퓨터공학과

A Study on Moving Vehicles Segmentation and Tracking using Logic Operations

Gyung-min Jo, Ki-ho Choi
Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon University

요 약

본 논문은 논리 연산을 이용한 실시간 주행 차량 분할 및 추적에 관한 알고리즘을 제안하였다. 연속된 프레임 간에 논리연산을 이용하여 영상을 분할하고, 배경과 잡음을 제거하였으며 영상에서 주행차량의 이동 영역을 추출하였다. 주행차량들을 논리 연산을 이용하여 영상분할 함으로써 기존 방법에 비해 평활화 및 에지추출 단계에서 나타날 수 있는 문제점들을 제거하였고, 전처리 단계를 줄였으며, 알고리즘을 단순화 하였다. 또한 추적되는 영상으로부터 위치와 컬러등의 주행 차량의 특징을 직접 추출 가능하도록 하였다.

1. 서론

비디오 스트림상의 영상은 3차원의 실세계를 2차원 영상으로 처리해야 하기 때문에 조명, 속도, 방향등의 주변 환경에 아주 민감하여 이동객체 추적은 많은 연구의 대상이 되고 있다.

MPEG-7(Moving Picture Expert Group-7)에서는 영상에서의 객체를 기반으로 하는 움직임 분석과 추적에 관련된 다각적인 연구가 진행되고 있다.

Ronan은 영상에 컬러를 이용한 영역을 구분하는 방법을 제안하였는데, 컬러를 단계별로 구분하여 영역을 구분하기 때문에 많은 계산을 필요로 한다. JungHwan은 키프레임에서 객체를 구분하는 방법을 제안하였는데 양자화와 에지추출등의 단계를 거쳐 이 또한 많은 계산을 필요로 한다.

본 논문은 1장 서론에 이어 2장에서는 영상분할에 대해 설명하고, 3장에서는 주행차량분할 및 추적 방법을 제안하고, 4장에서는 실험결과를 검토고찰하며, 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 영상분할

통상적으로 접하고 있는 화소의 집합을 한 개의 연결된 영역으로 인지하기 위해서는 그 영역이 같은 성질(homogeneous)로 되어 있어야 한다. 이러한 영역의 균질성은 각각의 화소의 성질, 국소적인 화소 집합의 성질들과 관계가 있다.

영상의 형태에 있어서 논리 연산기법은 영상내에 하나의 집합으로 표현할 수 있는 영상내의 동질영역들을 논리적 특성을 이용하여 처리하는 것이다. 영상의 형태에 대한 논리 연산은 여러 가지 목적을 가질 수 있지만, 본 논문에서는 주로 물체와 배경을 구분하는데 사용하였다.

영상내에서 물체의 위치를 찾기 위해서는 물체영역의 경계를 찾는 것이 선행 되어야 한다. 영역의 경계 추적이란 이진화된 영상 또는 라벨링된 영상에서 일정한 밝기값을 가지는 영역의 경계를 추적하여 경계 화소의 순서화된 정보를 얻어내는 것이다. 이진화된 영상에 대해 밝기값이 배경과 다른 영역에 대해 경계를 추적한다.

◆ 경계추적의 단계

(1) : 영상의 왼쪽 맨 위에 있는 화소부터 오른쪽으

로 순서대로 화소의 값을 관찰하다가 화소의 값이 배경과 다른 화소값을 만나면 경계추적을 시작한다.

- (2) : 처음 물체영역의 화소를 만나면 시작점 표시를 하고 이 점 주위를 관찰하여 영역으로 인지되는 화소를 찾는다. 처음에는 시작점을 중심으로 영역의 화소값을 갖는 방향으로 진행한다.
- (3) : 중심 위치는 새로 경계를 표시한 위치로 옮겨지고 (2)에서 시작점 주위의 위치에서 경계를 발견하였으므로 새로운 탐색점을 지금의 중심 위치로 이동시키고 다시 탐색을 실행한다.
- (4) : (2)와 (3)을 반복해서 실행하고 최초 시작점에 도달하면 물체 영역에 대한 경계추적을 종결한다.

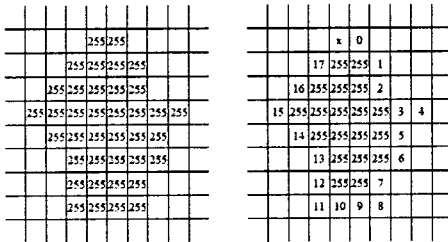


그림 1. 경계 추적 단계의 예

3. 주행 차량 분할 및 추적

본 논문에서 제안한 알고리즘은 컬러 정보를 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임의 차(XOR)영상을 구한다. 차영상의 컬러 정보를 이용하여 이진화 될 때 발생할 수 있는 물체 영상의 손실을 최소화 하는 이진화 임계값을 결정하고, 차영상과 현재 프레임의 논리연산을 이용하여 이전 프레임에서의 나타나는 물체를 제거하여 현재 프레임에서 물체의 위치를 파악한다.

복수 영상에서 물체의 탐지는 두 개 이상의 영상의 깊이정보(depth information)를 추출하여 물체를 추출하는데 사용된다. 이 방법의 일반적인 문제점은 이동 물체의 움직임이 겹쳐(occlusion)지는 경우와 영상간에 물체의 움직임이 존재하지 않는 경우 정확하게 물체를 분리하기 어렵다는 단점이 있다.

이웃하는 컬러 영상 프레임 간에 XOR연산을 취하여 이동한 차량의 이동 영역을 구할 수 있다. 이 경우 재래의 평활화 단계를 거칠 때 각 프레임 간의 시간 차에 의해 생기는 빛의 강도차이로부터 발생하는 잡음을 줄일 수 있어 깨끗한 차영상을 구할 수 있다.

$$d_y(x, y) = f(x, y, t_i) XOR f(x, y, t_j)$$

$$= \begin{cases} 1: f(x, y, t_i) \neq f(x, y, t_j) \text{ 일때} \\ 1: f(x, y, t_i) = f(x, y, t_j) \text{ 일때} \end{cases} \quad (1)$$

물체의 이동 영역을 검출하기 위해서 차영상과 현재 영상을 합하여 현재 영상에 차영상의 이동 범위를 표시한다. 그리고 다시 현재 영상과의 차영상을 구하면 최초 차영상 결과에서 이전 프레임에 있던 물체를 제거하게 됨으로 현재 프레임에서의 물체 영역을 얻게 된다. 또한, 두 개의 프레임에서 동일하게 가지고 있는 배경을 포함한 잡음을 축소하는 부수적인 효과를 얻을 수 있다.

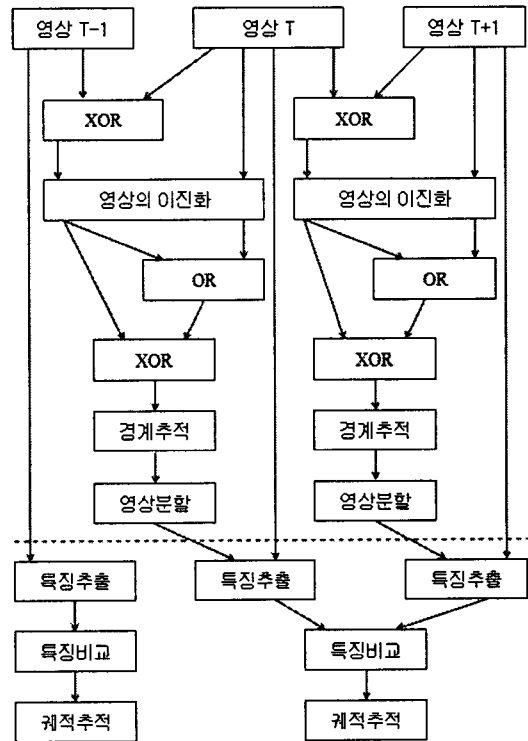


그림 2. 제안된 알고리즘의 순서도

이전 프레임을 B, 현재 프레임을 C라고 했을 때, 결과 영상 R 은 다음과 같은 집합으로 나타낼 수 있다.

$$R = ((B XOR C) OR C) XOR C \quad (2)$$

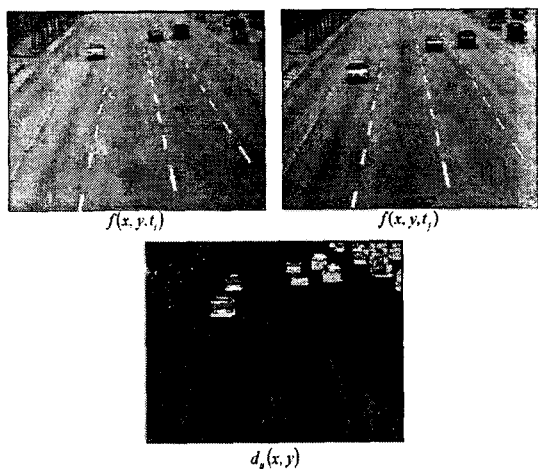


그림 3. 두 영상의 차영상

차량을 추출할 경우에 차량에 색상이나 반사되는 빛등에 의해 정확한 형태나 영역을 추출하지 못하는 경우가 많다. 따라서 영상에서 차량의 기본적인 형태를 나타낼 수는 있지만 객체의 영역 전체를 확실하게 나타내지 못한다. 또한 모든 객체의 형태가 폐곡선을 이루고 있다고 할 수 없다. 그리고 영상의 내부가 비어 있는 경우에 물체 안에 다른 물체가 있는 것으로 오인식 할 수 있기 때문에 닫힘(Closing) 연산과 영역 채움(Region Filling)을 통해 물체의 영역을 하나의 객체로 인식되도록 정리한다.

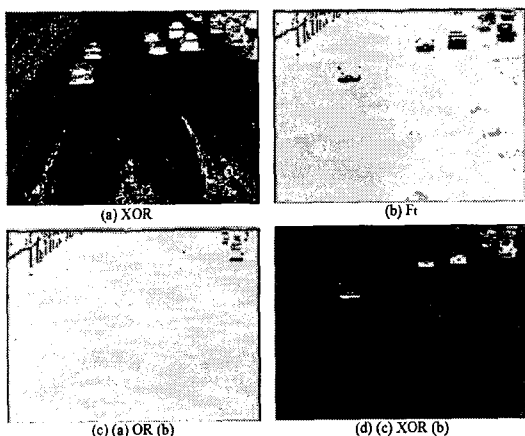


그림 4. 움직임 영역 검출

닫힘 연산은 팽창(Dilation)연산과 침식(Erosion)연산을 통해 이루어지는데, 팽창연산을 통해 확대된 영역은 떨어져 있던 영역을 하나로 연결시키게 된다. 하지만 찾고자 하는 물체의 영역 범위를 벗어나게 되므

로 침식 연산을 통해 외부로 확대된 영역만큼을 다시 축소시키게 된다. 특정한 구조를 갖고 있는 집합 B를 이용하여 닫힘 연산을 하고자 하는 영역의 집합 A에 대한 닫힘 연산은 식 (3)과 같다.

$$A \circ B = (A \oplus B) \ominus B \quad (3)$$

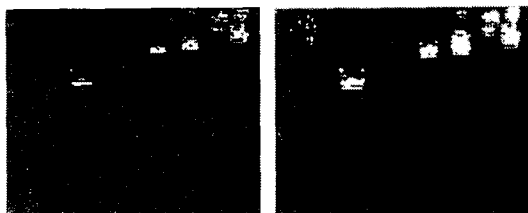


그림 5. 영상에서 닫힘 연산의 결과

주행 차량의 영역으로 검출된 영상을 배경에서 분할한다. 분할된 차량은 현재 프레임의 영상 정보를 이용하여 분할된 영역의 위치와 컬러 특징값들을 얻을 수 있고, 각 영역의 특징값을 비교하여 이동 경로를 추적할 수 있다.



그림 6. 주행 차량 분할

4. 실험 및 고찰

제안된 알고리즘의 심험을 위하여 서울 상계동 부근 시가지와 동부 간선도로 등을 주행하는 차량에 대한 영상을 수집하여 실험하였다.

그림 7에서 주행차량들에 대해 제안된 알고리즘을 이용해 분할된 차량의 궤적을 보였다.

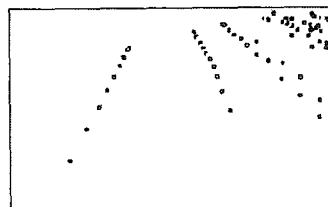


그림 7. 차량 궤적 추적

실험을 통해서 이동한 차량이 실제 평균 3.4대인 영상에서 평균 ± 1.4 대의 오차를 갖는 결과를 얻었다

오차의 원인은 차량의 반사광에 의해 분리된 물체로 인식하거나 카메라에서 멀리 떨어진 차량은 프레임간 변화가 작기 때문에 잡음과 같이 처리 되는것과 구조물을 실은 대형차량의 균일하지 않은 형태 및 컬러의 차이로 물체가 분리되어 인식되었기 때문이다.

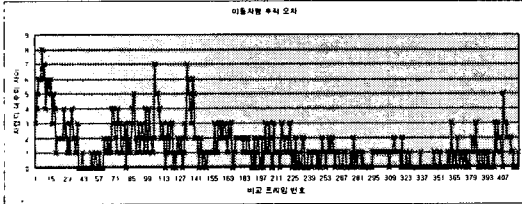


그림 8. 이동차량의 추적 오차

5. 결론

본 논문은 논리 연산을 이용한 실시간 주행차량 분할에 관한 알고리즘을 제안하였다. 연속된 프레임 간에 논리연산을 이용하여 배경과 물체를 분리하고 잡음을 제거하였으며, 주행차량에 대한 특징 정보를 추출이 가능하도록 하였다.

논리 연산을 이용한 영상분할을 이용하여 추적함으로써 기존 방법에 비해 평활화 및 에지 추출 단계에서 나타날 수 있는 환경 변화에 따른 차이와 복잡한 산술연산등에 의한 연산 시간등의 문제점들을 제거하였고, 전처리 단계를 줄였으며, 알고리즘을 단순화 하였다. 또한 분할된 영상으로부터 위치와 컬러등의 주행차량의 특징을 직접 추출가능토록 하였다.

[참고문헌]

[1] Changick Kim and Jeng-Neng Hwang, "Fast and Automatic Video Object Segmentation and Tracking for Content-Based Applications," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 2, pp.122-129, Feb. 2002.

[2] Dieter Koller, et. al, "Robust Multiple Car Tracking with Occlusion Reasoning," Proc. 3rd European Confer. on Computer Vision, pp.186-196, May 1994.

[3] Gerhard Rigoll, et. al, "Person Tracking in Real-World Scenarios Using Statistical Methods," IEEE Inter. Confer. on Automatic Face and Gesture Recognition, Grenoble France, March 2000.

[4] Jinhui Pan, Shipeng Li and Ya-Qin Zhang, "Automatic Extraction of Moving Objects using Multiple Features and Multiple Frames," IEEE Int. Symposium on Circuits and Systems(ISCAS) 2000, Geneva, pp.36-39, Jan. 2000.

[5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed., Prentice Hall, NJ, 2002.

[6] Rita Cucchira, Massimo Piccardi, Paola Mello "Image Analysis and Rule Based Reasoning for a Traffic Monitoring System," IEEE Intelligent transportation system, Vol. 1, No. 2, pp.119-130, June 2000.

[7] Ross Culter, Larry S. Davis "Robust Real-Time Periodic Motion Detection and Analysis and Application," IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 8, pp.781-795, August 2000.

[8] Su Zhang, Yuncai Liu and Pengfei Shi, "An Algorithm of Region-Based Moving Vehicles Segmentation," 5th Asia-Pacific ITS Forum in Seoul, TS3A-2, pp.1-8, July 2002.

[9] Trevor Darrell and Michele Covell, "Correspondence with Cumulative Similarity Transforms," IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23, No. 2, pp.222-227, Feb. 2001.

[10] 최기호, "논리연산을 이용한 주행차량 영상분할", 한국 ITS 학회, 창간호, pp10-16, Dec. 2002.

[11] JungHwan Oh, JeongKyu Lee and Eswar Vemuri "An Efficient Technique for Segmentation of Key Object(s) from Video Shots", Proc of International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC 2003). pp. 384-388. April 28-30, 2003.

[12] R. Fablet, P. Bouthemy, and M. Gelgon, "Moving object detection in color image sequences using region-level graph labeling," in 6 th IEEE International Conference on Image Processing, ICIP, Oct. 1999.