

비디오 영상에서 규칙기반 차량추적에 관한 연구

A Study on Rule-Based Vehicle Tracking in Video Images

박은종*
(Eun-Jong Park)

이준환**
(Joon-Whan Lee)

요약

차량의 자동 추적은 도로 건설 계획을 수립하는데 있어서 중요한 자료인 교통의 흐름을 분석하거나, 비디오 영상의 교통량 분석 시스템에서 차량의 정확한 속도를 측정하는 등 여러 분야에서 그 중요성이 날로 증가하고 있다.

본 논문에서는 비디오 영상에서 차량 추적 시 발생할 수 있는 가능한 경우들을 고려한 규칙기반 차량 추적 방법들을 제안한다. 제안된 방법들은 정확도의 관점에서 Mean-Shift방법에 비해 빠르고 좋은 성능을 나타내었다.

본 논문에서 제안된 방법은 추적의 속도나 정확성을 높이기 위해 칼만 필터 예측기 및 칼라 정보를 이용한 탐색들을 융합한다면 더 우수한 추적 성능을 보일 것으로 기대된다.

Abstract

Automatic tracking of vehicles is important to accurately estimate the vehicle speeds in video-based traffic measurement systems and to analyze traffic flows for road construction.

This paper proposes a carefully designed rule-based tracking scheme that considers the possible cases that can be appeared in the video-based vehicle tracking. The proposed scheme is fast and outperforms the Mean-Shift scheme in terms of accuracy. The accuracy and the speed of the scheme would be increased by combining it with color-based searching and Kalman filters.

Key Words : Automatic vehicle tracking, rule-based tracking, ROI(Region-Of-Interest)

1. 서론

도로의 효율적인 관리, 운영 및 제어에 필요한 교통 정보는 최근 텔레메틱스 산업의 성장과 더불어 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 이는 최근 문제시 되고 있는 잘못된 교통 수요 예측으로 인한 무분별한 도로의 신설 및 확장 등으로 발생하

는 예산 낭비와 그에 따른 수많은 민원과 사회적 비용 등에서 알 수 있듯이 정확한 교통 정보의 수집은 도로 관련 정책에 있어서 없어서는 안 될 핵심 기술로 인식되고 있다. 또한 기존의 획일적인 교통 정보가 아닌 사용자가 필요로 하는 교통정보를 실시간 및 비 실시간으로 제공하는 텔레메틱스 산업에서 정확한 교통량 정보가 가지는 의미는 매

* 주저자 : 전북대학교 영상공학과 박사1
** 공저자 : 전북대학교 전자정보공학부 교수
† 논문접수일 : 2005년 3월 9일

우 중요하다.

현재 교통정보 수집은 CCTV, 루프감지기, 영상 감지기, 통행료 징수 시스템(Toll Collecting System TCS), 프로브카, 통신원 고객 제보 등의 여러 방법을 통해 수집되어 지고 있으며, 이들 각각은 장단점이 있어 서로 상보적으로 응용 가능하다.

도로 영상에서의 차량추적은 차량의 계수와 속도정보, 차종정보를 간접적으로 획득하는데 유용할 뿐만 아니라 도로상의 개별차량의 행태를 관찰하여 합류부 등의 특성을 분석[1,2]하고 향후의 도로 계획 등을 수립하는데도 유용한 정보를 제공한다.

본 논문에서는 이러한 목적을 위하여 카메라 등을 통해 취득한 영상에서 다양한 규칙을 이용하여 차량을 추적하는 방법을 제안한다. 이는 기존의 컴퓨터 비전을 기반으로 한 객체 추적의 방법에 대한 많은 연구들과 그 맥락을 같이한다.[3-5]

영상에서 움직이는 객체를 추적하는 문제는 크게 두 부분으로 나누어 진다. 그 하나는 추적대상 즉 ROI(Region of Interest)[6]를 결정하는 문제와 결정된 ROI를 이용하여 연속되는 프레임에서 추적하는 문제가 그것이다. 전자의 ROI 결정은 영상의 세그멘테이션과 움직이는 세그먼트를 찾는 문제이며 일반적으로 배경영상과의 차영상을 이용하거나 이전 프레임과의 차영상등을 이용하는 방법을 사용한다. 그러나, 배경영상과 차영상을 이용할 경우에는 움직이는 객체의 그림자는 ROI 결정에 영향을 크게 미치며, 이전 영상과의 차영상을 이용하는 경우에는 그림자 문제가 전자의 경우보다는 완화된다. 본 논문에서는 그림자의 영향을 최소화하기 위하여 후자의 방법을 이용한다. 또한 영상에서 ROI 영역을 추적하는 방법에는 객체의 코너 등 영상의 시각적인 특징의 그룹핑을 이용하는 방법, Kalman 필터를 사용하여 추적속도를 향상시키는 방법, Mean-Shift 방법 및 이들을 조합하는 방법을 들 수 있다. Mean-Shift를 이용한 객체 추적[6,7] 방법은 추적하고자 하는 대상 객체의 칼러 등의 속성정보와 가장 유사한 영역을 연속되는 영상 프레임에서 탐욕스럽게 찾아내는 방법으로, 복잡한 영상에서도 뛰어난 객체 추적 성능을 보인다.

그러나 이러한 방법은 주로 사람의 얼굴과 같은 통일된 칼러 정보를 가지는 객체 추적에는 좋은 성능을 보이지만, 차량 추적에는 적합하지 않다. 왜냐하면 차량마다 가지는 칼라 정보가 다양할 뿐만 아니라, 취득한 영상에서 도로와 유사한 칼라 정보를 가지는 차량들이 수시로 발생하며, 일부 차량으로 검출된 객체들이 가지는 칼라 정보는 너무 단편적이고 그 양이 적기 때문에 좋은 추적 성능을 보이지 못한다. 따라서, 본 논문에서는 영상에 나타나는 차량 객체들의 성질을 관찰하여 추적에 필요한 규칙을 만들고 이를 이용하는 방법을 제안한다.

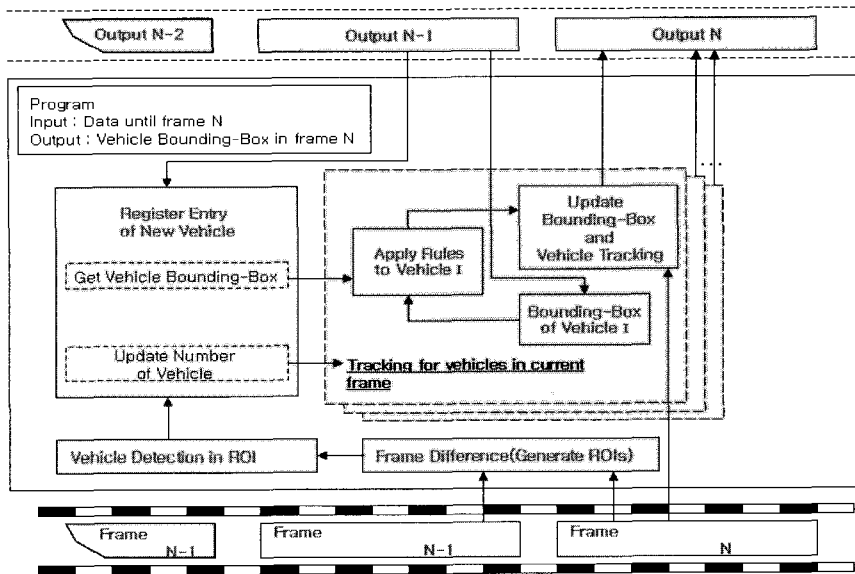
본 논문에서 제시하는 규칙에 기반 한 차량 추적은 Surendra Gupte[8] 등이 제안한 방법과 유사하다. 그러나 [8]에서는 분석 과정에서 발생하는 객체들의 상황을 연계 그래프(Association Graph)로 표현하고 이를 이용한 매칭이 필요하며, 추적할 차량 객체를 얻어내기 위해 배경영상획득과 업데이트 등의 많은 처리 시간을 요하는 전처리 작업들을 요구하고 있다. 본 논문에서는 이러한 복잡한 전처리 작업 등을 배제하고 전체적인 구조를 단순화 함으로서 좀 더 빠르고 정확한 차량 계측과 추적을 얻는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 추적할 차량 객체 영역을 얻어내는 ROI 영역 추출을 2.1절에서 소개하며, 추출된 ROI(Region Of Interesting)를 바탕으로 제안된 규칙 기반 차량 추적 방법을 2.2 절에서 제시한다. 3 절에서는 제안된 방법의 실험결과를 정리하며, 4 절에서는 본 논문의 결과를 요약한다.

II. 규칙기반 차량 추적 알고리즘

본 절에서 제안하는 차량추적 알고리즘은 <그림 1>과 같다. 즉 차량 추적은 현재프레임(N)과 이전 프레임 (N-1)을 이용하여 먼저 현재 프레임의 ROI를 결정하는 부분과 결정된 ROI를 이용하여 추적하는 부분으로 나누어 진다.

현재 프레임에서 추적 대상의 차량객체는 이전 프레임 까지의 추적된 차량과 현재 프레임에서 새롭게 추가된 차량을 포함하며, 추적이 완료된 차량



<그림 1> 규칙기반 차량추적 알고리즘의 흐름도
 <Fig. 1> Flow of the rule-based vehicle tracking algorithm

객체는 추적 대상 차량 저장소에서 제거된다. 차량 객체의 추적은 이전 프레임(N-1)에서의 추적 결과인 바운딩 박스를 이용하여 현재 프레임(N)에서의 ROI 영역들을 매칭시킴으로서 진행된다.

차량이 진입되는 방향이 영상의 상단을 의미한다는 가정과, 영상에서 차량객체의 그림자의 영향이 크지 않은 정오를 전후하여 촬영한 영상을 대상으로 하여 그림자의 영향이 크지 않으며, 차량의 점유율이 크지 않은 도로를 가정한다. 첫 번째 가정은 카메라의 촬영방향에 따라 달라지기 때문에 현실적으로 만족시키기 어려운 가정이 아니며, 두 번째 가정과 세 번째 가정은 대부분의 영상기반의 동영상 분석에서의 그림자 및 가려짐 등의 문제 등에 의한 논문에서 제안하는 방법에서도 그대로 적용된다는 의미이다.

1. ROI 영역 추출

차량 추적은 추적될 차량들 즉 ROI의 결정이 선행 되어져야 한다. 일반적으로 ROI를 추출하는 방법은 배경영상과 현재영상의 차영상을 이용하는 방법[8]과 이전프레임과 현재프레임의 차영상으로

부터 추출하는 방법[6]이 있다. 전자의 방법에서는 배경영상을 추출하는 방법은 화소 단위의 적응적 GMM(Gaussian Mixture Model)을 이용하여 배경과 객체를 분리하는 방법 등이 제안되고 있으나, 기본적으로 그림자역시 배경과 다른 부분이기 때문에 그림자를 포함하는 ROI를 추출할 가능성이 높으며, 화소단위의 모델을 만들어야 하기 때문에 메모리와 계산시간이 많이 요구되며 구름, 조명등의 변화에 적응적인 배경생성을 위해서는 결정해야 할 변수가 많다.

반면에 현재 프레임과 이전 프레임의 차영상을 이용하는 경우에는 변화된 부분만을 얻어내고 이를 후처리 하여 ROI를 추출하기 때문에 전자의 방법에 비해 단순하고, 조명의 변화에 빠르게 반응하며, 그림자 영역 역시 변화된 부분 만이 차영상에 기여하므로 그림자를 배제한 ROI 추출이 상대적으로 용이하다.

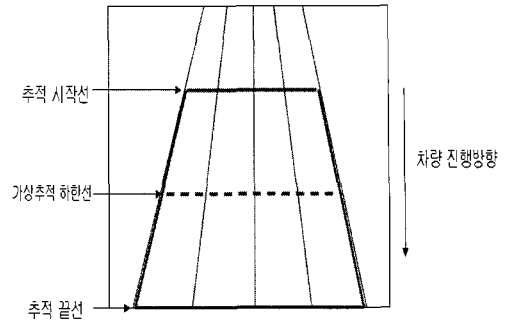
ROI를 구하기 위하여 위한 첫 단계로 이진화 과정은 <그림 2>와 같다. 그림에서 현재 프레임과 이전 프레임의 차영상 $\delta(x,y) = |I_{t-1}(x,y) - I_t(x,y)|$ 로 표현되며, 문턱치를 가정하여 이진화를 수행하면 변화된 부분의 영상을 얻을 수 있다. 일반적으로 변

화된 부분의 영상은 차량의 진행방향의 전후에 남겨 되어 한대의 차량이라도 연결된 객체로 얻어지기 곤란하다. 따라서, 이들을 연결하기 위해 팽창연산(dilation)을[9] 수행하며, 팽창된 영상에서 연결객체를 찾고, 연결된 객체의 크기가 작은 부분은 잡음일 가능성이 있기 때문에 이런 작은 면적의 연결객체는 제거한다. 본 논문에서의 팽창 연산은 3x1의 구조적 요소를 가정하였다. 이는 차량이 진행되는 방향이 영상 평면의 y축 방향이기 때문에 차영상 생성 과정에서의 동일 차량 객체가 상하로 분리되는 것을 억제하기 위함이다.

본 논문에서 제안한 방법의 실험에서는 이진영상을 만들기 위한 문턱치는 70, 팽창연산의 구조적 요소(structuring element)는 3x1, 크기 필터의 문턱치는 10 으로 하였다. 이러한 부분은 영상의 촬영조건이 달라지면 조정되어야 할 변수들이다.

2. 차량 추적

본 논문에서는 차량이 진행되는 방향의 추적 영역을 가정한다. 추적의 시작은 추적영역의 시작선에 접하는 객체를 추적대상 차량으로 간주해서 진행되며, 추적 영역의 끝선에 도착하면 추적이 완료된다. 또한 추적 중에 새로운 추적대상 객체가 생성될 수 있음을 가정하였으며, 추적대상 차량이 사라지는 경우 추적 영역내의 일정영역 에서는 가상 추



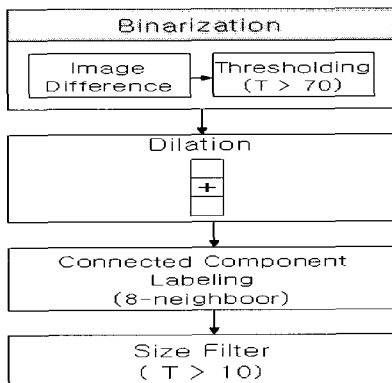
<그림 3> 추적 영역과 가상 추적 영역
<Fig. 3> Tracking and virtual tracking

적을 진행하고 영역 밖에서는 오류로 처리한다.

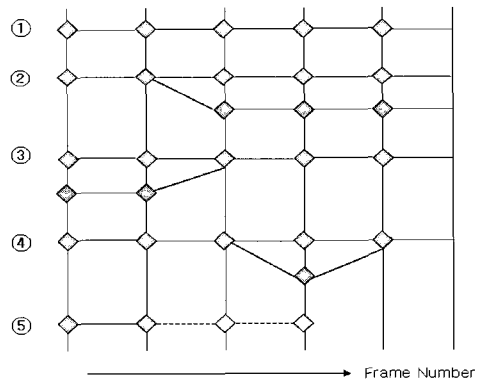
<그림 3>은 추적영역과 가상추적 영역을 보여주고 있다.

제안된 추적방법에서의 추적 가능한 경우는 <그림 4>와 같으며, <그림 4>의 흰 부분은 추출된 ROI 들로 연속되는 프레임에서 추적될 대상들을 보여주고 있다.

- ①의 경우는 정상적인 차량의 추적을 의미하며,
- ②는 가려짐 등에 의해 두 대 이상의 차량이 동시에 추적되다가 분리되는 경우이고, ③은 두 대의 차량의 추적이 진행되다가 합쳐지는 경우이다.
- ④의 경우는 분리 이후 또 다른 합쳐짐의 경우를 나타내고 있으며, ⑤의 경우는 사라지는 경우로 가상 추적 영역까지는 이전의 추적이 진행되었던 영역을 복사하여 가상적인 추적이 진행되지만 이



<그림 2> ROI 추출과정
<Fig. 2> Extraction of the ROI



<그림 4> 제안된 방법에 의한 추적 가능 경우들
<Fig. 4> Cases of tracking by proposed algorithm

영역 밖에서는 오류로 처리된다. 그러나 전처리의 오류 등으로 인해 일시적으로 가상추적 영역 내에서 추적 대상이 사라졌다 나타나는 경우에도 추적이 계속될 수 있도록 구성하였다.

본 논문에서 차량 객체들에 대한 추적 과정은 이전 프레임의 ROI들과 현재 프레임의 ROI들의 매칭과정이다. 제안한 방법에서는 [8]에서의 방법과 같이 연계 그래프를 가정하지 않는다. 왜냐하면 초당 25프레임으로 촬영된 영상에서 이전 프레임의 차량 객체는 속도가 유한하기 때문에 현재 프레임에서도 유사한 위치에 놓이게 되기 때문에 복잡한 그래프 매칭을 이용할 필요가 없다는 것이다.

그러나, ROI 추출과정에서의 잡음, 또는 차량의 겹쳐짐 등으로 복잡한 상황들이 존재한다. 본 논문에서의 차량 추적 규칙은 이러한 상황들을 관찰하고 분석하여 최적의 매칭을 유지하기 위한 목적으로 구성되었다. 제안된 차량추적 과정에서 규칙과 매칭과정은 다음과 같다.

1) 차량추적을 위한 매칭과정

(1) 정의

- i) 바운딩 박스: 연결된 ROI를 포함하는 최소의 직사각형으로 (x_{min}, y_{min}) 과 (x_{max}, y_{max}) 의 범위로 설정된다. 여기서 (x_{min}, y_{min}) 와 (x_{max}, y_{max}) 는 연결된 ROI의 x, y 방향의 최소값과 최대값을 의미한다.
- ii) ROI 센터: 연결된 ROI 객체의 무게중심 $((x_{min} + x_{max})/2, (y_{min} + y_{max})/2)$ 를 의미한다.
- iii) P_i = 프레임 t-1에서의 i번째 ROI, C_j = 프레임 t에서 j번째 ROI
- iv) B_i = 프레임 t-1에서의 P_i 를 포함하는 i번째 바운딩 박스
- v) B_j = 프레임 t에서의 C_j 를 포함하는 j번째 바운딩 박스
- vi) 점유율 = 바운딩 박스에 포함된 연결된 ROI들의 면적/바운딩 박스의 면적
- vii) 객체비율 = 바운딩 박스에 포함된 연결된 ROI의 면적비
= 바운딩 박스내의 연결된 ROI 면적/ 가장

큰 연결된 ROI 면적

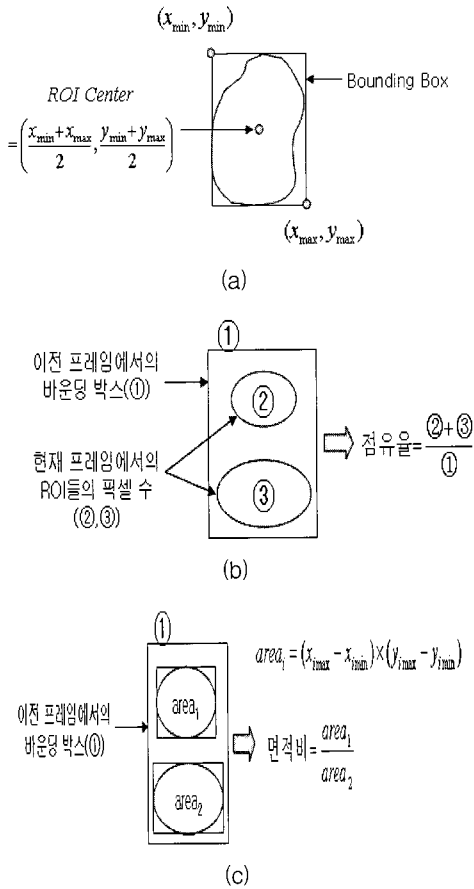
(2) 규칙

- i) B_i 를 프레임 t의 동일위치 매칭 시도
- ii) 시도된 매칭에서 프레임 t의 연결된 ROI들을 관찰 만약 연결된 ROI의 센터가 한 개(C_j) 존재하면, B_i 를 프레임 t-1의 동일위치 매칭 시도 만약 연결된 ROI의 센터가 한 개(P_i) 존재하면, P_i 로부터 B_i 를 갱신(A) 만약 연결된 ROI의 센터가 두 개 이상 존재하면, 최소 영역 확장에 의한 현재 프레임의 분리(B) 만약 연결된 ROI의 센터가 두개 이상 존재하면, 점유율 > T 이면 B_i 에 포함된 ROI들에 대해 ROI 면적비 ≈ 1.0 이면 새로운 추적대상 생성(C) 그렇지 않으면 연결된 ROI들의 병합(D) 점유율 $\leq T$ 이면 가장 큰 ROI를 포함하는 바운딩 박스로 갱신(E) 만약 연결된 ROI가 하나도 존재하지 않을 경우 가상추적 영역 내에서의 경우 (F) B_i 를 복사 가상추적 영역 밖의 경우 오류처리
- iii) 현재 프레임 t에 과정 ii)에서 매칭되지 않은 ROI가 존재할 경우 새로운 추적 객체 생성(G)

<그림 5>(a)는 전술한 정의에서 바운딩 박스 및 연결된 ROI를 보여주고 있으며, <그림 5>(b)는 이전 프레임의 바운딩박스를 현재 프레임의 동일위치에 놓았을 경우 박스안에 포함된 ROI들로 점유율을 보여주며, <그림 5>(c)는 바운딩 박스 내의 ROI 면적비를 보여주고 있다.

전술한 차량 추적을 위한 매칭과정에서 각 경우에 수행되는 작업들은 다음과 같다.

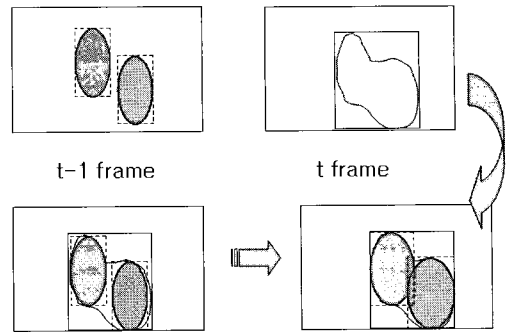
- (A) 통상의 객체이동의 경우
동일 차량 객체의 정상적인 이동이라 간주할 수 있는 경우이며, 이전 프레임의 바운딩 박스는 현재 프레임에서 연결된 ROI를 포함할 수 있도록 조정되어 새로운 바운딩 박스로 갱신된다.
- (B) 객체들이 융합되어 분리되어야 하는 경우
현재 프레임의 한개의 객체를 포함하는 바운딩 박스 B_i 를 이전 프레임의 동일위치에 놓았을 때 두



<그림 5> 차량 추적을 위한 매칭 규칙에서의 정의들 (a) ROI와 바운딩 박스 (b)바운딩 박스와 점유율 (c)ROI 면적 비율
 <Fig. 5> Definitions (a)ROI and bounding box (b)Bounding box and occupation ratio (c) Area rate of ROIs

개 이상의 연결된 ROI들을 포함한다면, 이는 이전 프레임에서는 분리되어 추적되던 객체가 부분적으로 가려짐 등의 원인에 의해 융합되어 나타난 경우로 간주할 수 있다. 이 경우에는 현재 프레임의 연결된 ROI를 이전 프레임의 바운딩 박스들의 합집합으로 만들어 융합된 상태에서도 추적이 일어날 수 있도록 분리한다.

본 논문에서는 바운딩 박스 B 안에 속해 있는 이전 프레임의 각 ROI들의 바운딩 박스 B_i 를 B 의 영역 안에서 확장을 시도한다. 이때 실제 가려짐이



<그림 6> 분리과정에서의 바운딩 박스 조정
 <Fig. 6> Updating bounding boxes in splitting

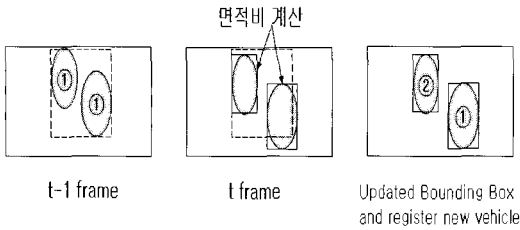
어느 정도 일어났는지를 알 수 없기 때문에 확장할 B 의 영역들이 서로 중복됨이 발생하지 않는 범위 내에서 바운딩 박스의 조정을 시도한다. <그림 6>은 이러한 상황을 보여주고 있다.

(C) 추적 대상의 객체가 늘어나는 경우

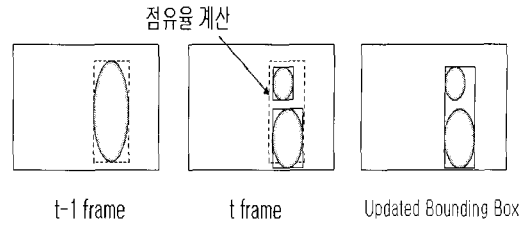
이전 프레임까지 두 대 이상의 차량이 합쳐져서 진행하다가 현재프레임 부터는 분리되어 연속되는 프레임에서 추적되어야 할 대상이 늘어나는 경우로 간주될 수 있다. 즉 이전 프레임까지는 두 대 이상의 차량이 상호간의 부분적인 가려짐 등으로 인해 하나의 객체로 추적되었지만 현재프레임 부터는 서로 다른 객체로 분리되어 추적되어야 하는 상황을 의미한다. 즉 바운딩 박스내의 ROI들의 점유율이 큰 경우에는 박스 내에 객체들이 점유하는 부분이 많다는 것을 의미하며, 이들이 분리되어 있더라도 그 크기가 유사하면, 이전 프레임까지 동일 객체로 추적되던 차량들이 현 프레임에서 부터는 분리되기 시작했음을 의미한다. <그림 7>은 이러한 상황을 보여준다. <그림 7>에서 이전프레임 t-1의 ROI들은 그 이전의 t-i 프레임 동안 동일 객체로 병합되어 진행되어 졌음을 의미한다. 이러한 문제점을 <그림 5>의 (c)를 적용하여 객체를 분리, 새로운 차량객체로 등록하였다.

(D) 동일 객체로 병합되어야 하는 경우

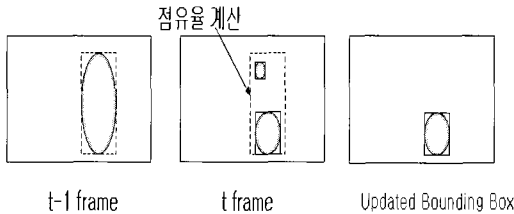
이 경우는 이전 프레임까지 동일한 객체로 추적되다가 현재 프레임에서 전처리등의 불완전성으로



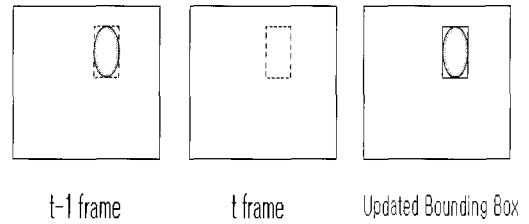
<그림 7> 새로운 차량 분리 과정
<Fig. 7> Separation for new vehicle



<그림 8> 동일 객체로 병합되는 과정
<Fig. 8> Merging vehicles



<그림 9> 가장 큰 ROI를 포함하는 바운딩 박스의 갱신
<Fig. 9> Updating for the largest ROI



<그림 10> 추적중 사라진 ROI에 대한 가상 ROI 영역 설정
<Fig. 10> Virtual ROI for disappeared vehicle

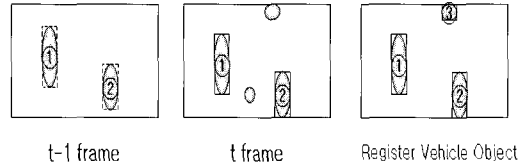
분리되었다고 가정한다. 따라서, 이들 ROI들은 한 객체로 간주되며 병합된다. 이러한 현상은 상대적으로 큰 차량 버스나 트럭 등에서 전처리의 불완전성으로 큰 객체에서 작은 객체들이 떨어져 나와 점유율은 크며, 연결된 ROI의 면적비는 작은 경우이다. <그림 8>은 이 상황을 보여준다.

(E) 가장 큰 ROI를 포함하는 바운딩 박스로 갱신

이러한 경우는 전처리 과정에서 잡음 등으로 큰 객체와 작은 객체가 상대적으로 멀리 떨어져 있고, 이들의 면적차이 역시 큰 경우를 의미한다. 이러한 경우에는 가장 큰 객체를 포함하는 바운딩 박스의 갱신이 일어난다. <그림 9>는 이 상황을 보여준다.

(F) 객체 추적 중 사라지는 경우

이러한 경우는 도로 표면의 컬러 정보와 유사한 색상 정보를 가지는 차량 추적 과정에서 주로 발생한다. 이는 ROI추출 과정의 차영상을 통한 이진 영상 생성 과정에서 차량의 컬러 정보와 도로 표면의 컬러 정보와의 거리가 문턱치(70) 범위 내에 존재하기 때문에 차량의 상당부분이 손실됨으로 인해 이 같은 현상이 나타난다. 즉, 이전 프레임에서의 ROI가 현재프레임에 와서는 크기 필터로 인해 사라지는 현상이다. 주로 추적 시작선에서 추



<그림 11> 새로운 차량 객체 등록
<Fig. 11> Registering new vehicle

출한 ROI의 바운딩 박스는 상당히 작은 영역을 가지기 때문에 추적 시작선에 가까운 영역일수록 이러한 현상은 더욱더 빈번하게 발생하게 된다.

본 논문에서는 주어진 추적 시작선 부터 가상 추적 하한선까지의 영역 내에서 이러한 현상이 발생했을 경우 이전 프레임의 바운딩 박스를 복사해 줌으로 계속해서 추적이 이루어 질수 있도록 조정 하였다. 가상 추적 하한선 이후부터는 차량의 컬러 정보가 도로의 컬러정보와 구별될 수 있을 만큼 분명해 지기 때문에 만약 가상 추적 하한선 이후에 이러한 현상이 나타난 경우에는 오류로 처리하였다. <그림 10>은 이러한 과정을 보여준다.

(G) 새로운 객체를 등록하는 경우

이러한 상황은 이전 프레임의 모든 ROI 객체들에 대해서 위에서 언급한 모든 규칙들을 적용했을

때 어느 하나 적용되지 않을 때 발생하며, 적용되지 않은 현재 프레임의 C_j 는 새로운 객체로 등록할 후보 객체가 된다. 그러나 전처리 과정 중에 발생한 여러 노이즈들도 이러한 후보 객체가 될 수 있기 때문에 본 논문에서는 새로운 객체로 등록할 수 있는 조건을 추적 시작선에 인접한 객체로 제한하였다. 추적 시작선에 인접하지 않은 모든 후보 객체들은 노이즈로 간주하였다. <그림 11>은 이러한 과정을 보여준다. 즉, 이 과정은 추적 대상 객체가 추적 시작선 부터 등록되는 과정으로 일반적으로 가려짐이나 겹침이 일어나지 않는다면 가장 많은 추적 대상 객체의 등록이 일어난다.

III. 실험 및 결과

본 실험에 사용된 영상은 서울 올림픽도로 상에서 촬영한 영상으로서 320x240의 영상 사이즈와 21,660프레임의 길이를 가지는 데이터이다.

사용자는 추적구간을 4개의 점으로 입력해주며, 시스템은 지정된 추적구간에 대한 차량 추적을 수행한다.

실험에 사용된 이진영상 생성을 위한 차영상 문턱치는 70, 팽창은 <그림 2>와 같이 3x1 화소만을 고려하였다.

약 12분 분량의 재생 시간을 가지는 본 데이터를 가지고 통과한 차량 대수에 대한 정확도를 측정하는 결과는 표 1과 같다. 표2는 추적 오류 상황표를 나타내고 있다.

표2에서 추적 미완성이란 가상검지 영역 밖에서

추적에 실패한 경우를 의미하며, 추적 불가란 실제 통과 차량대수에서 시스템이 추적한 차량 대수와의 차를 말한다. 분리추적이란 원래 한 객체를 복수개의 객체로 추적한 경우이며, 병합추적이란 복수객체를 한 객체로 추적한 경우를 의미한다. 이러한 추적오류는 전처리 과정의 그림자, 가려짐, 겹쳐짐 등의 문제와 전처리 과정의 불완전성에 기인한다.

<그림 12>의 (a)는 2.2절에서 언급한 (B)의 경우로 융합되었던 객체가 분리되는 모습을 보여주며, <그림 12>의 (b)는 (C)의 경우로 가려짐 등에 의해 병합되었던 객체가 분리되는 것을 보여준다. 또한 <그림 12>의 (c)는 (D)의 경우로 전처리 오류로 발생한 복수개의 ROI들이 병합되는 모습을 보여준다. <그림 12>의 (d)는 추적 시작선에서의 새로운 추적 대상 객체의 생성을 보여준다.

<그림 13>은 Mean-Shift 알고리즘에 의해 추적이 실패하는 모습을 보여주며, 이 알고리즘은 차량의 컬러가 도로면과 유사할 경우 많은 추적 실패를 발생하여 비교 대상이 될 수 없었다

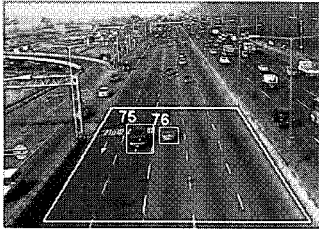
이상의 결과를 검토하면 본 논문에서 제안한 규칙기반의 차량추적 알고리즘은 차량 영상 추적 시 발생하는 다양한 경우들을 고려하여 규칙을 구성하였지만, Mean-Shift등의 알고리즘에 비해 성능이 우수한 결과를 확인하였다. 또한 본 논문에서 제안한 방법은 전처리과정의 불완전성에 기인한 추적의 불완전성을 규칙을 통하여 극복하려는 시도로 고려될 수 있다. 또한 12분 영상의 추적에 소요된 시간은 약 37분으로 빠른 추적 성능을 보였다. (CPU:Pentium4 2.4GHz, Memory 1GB)

<표 1> 통과 차량에 대한 계측 정확도
<Table. 1> Accuracy of tracking

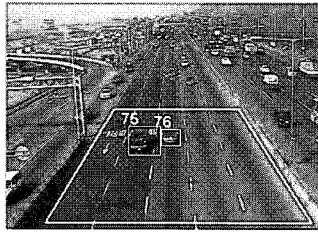
실제 통과 차량대수 (a)	시스템이 추적한 총 차량 대수(b)	오류 추적 대수(c)	추적 성공률 $\{(b)-(c)\} / (a)$
1212	1200	73	92.98%

<표 2> 추적 오류 상황 표
<Table. 2> Errors of tracking

오류 유형		오류 대수
추적 미완성		38
추적 불가		12
추적 오류	분리추적	10
	병합추적	13
계		73



t-1 프레임 결과 영상
Result of (t-1) frame

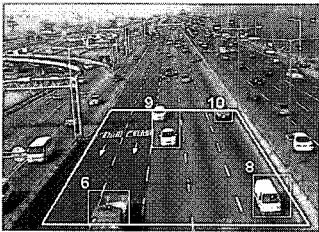


t 프레임 결과 영상
Result of t frame

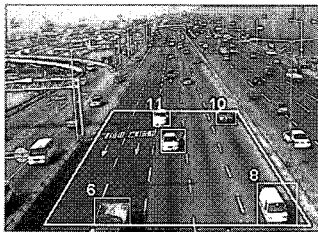


t 프레임 이진 영상
binary image of t frame

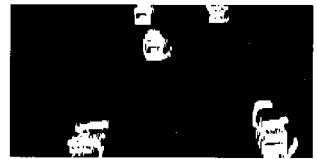
(a)



t-1 프레임 결과 영상
Result of (t-1) frame

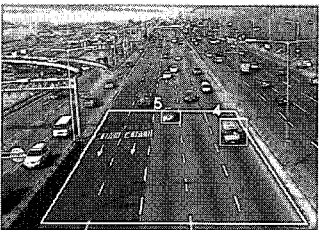


t 프레임 결과 영상
Result of t frame

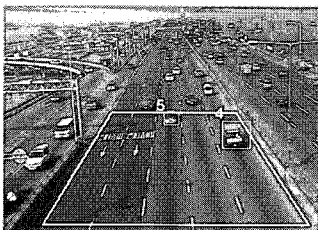


t 프레임 이진 영상
binary image of t frame

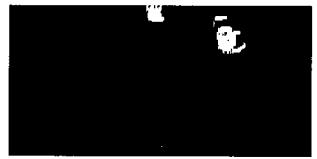
(b)



t-1 프레임 결과 영상
Result of (t-1) frame

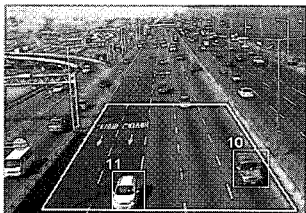


t 프레임 결과 영상
Result of t frame

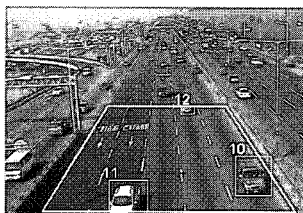


t 프레임 이진 영상
binary image of t frame

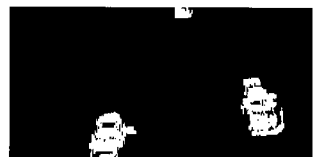
(c)



t-1 프레임 결과 영상
Result of (t-1) frame



t 프레임 결과 영상
Result of t frame



t 프레임 이진 영상
binary image of t frame

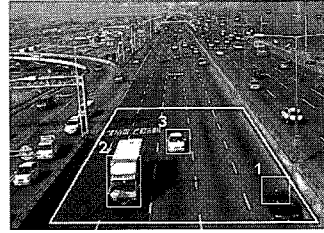
(d)

<그림 12> 실험결과 영상들. (a)융합되었던 객체 분리 결과 영상 (b)융합된 객체 내에서의 새로운 차량 분리 결과 영상 (c)복수개의 객체 융합 결과 영상 (d)새로운 추적 객체 생성 영상

<Fig. 12> Result images (a) Result of splitting (b)New vehicle registration in the merged ROI (c)Result of merging (d)Registration new vehicle



(a) 추적중인 객체
(a)Vehicles in tracking



(b) 1번 차량의 추적실패 모습
(b)Tracking error in vehicle 1

<그림 13> Mean-Shift를 이용한 차량 추적
<Fig. 13> Vehicle tracking using mean-shift algorithm

IV. 결 론

동영상을 이용한 차량객체의 추적은 기존의 영상검지기의 기능을 향상시키며 또한 개별 차량의 움직임 정보를 획득하여 도로상의 차량의 주행 행태를 관측하기 위해 필요하다. 본 논문에서는 동영상을 이용한 차량 추적 과정에서 나타나는 여러 가지 현상들을 다양한 규칙을 이용하여 해결하는 방법을 제안하였으며, 실험을 통하여 탐욕적인 탐색방법인 Mean-Shift 알고리즘 보다 추적의 정확성이 우수하고 실시간에 가까운 빠른 추적을 할 수 있음을 보였다.

제안된 방법은 Surendra Gupte[8] 등이 제안한 방법에서와 같이 그래프를 생성하는데 소요되는 시간이 소요되지 않으며, 전처리 과정에서 나타나는 오류들을 적절한 규칙을 생성하여 해결할 수 있음을 제시하였다.

그러나 본 논문에서 제안한 현재 프레임과 이전 프레임과의 차영상을 통한 ROI영역 추출에 의한 차량 추적은 교통량이 많아 차량의 속도가 일정속도 이하로 떨어져 정체되는 영상에서는 사용할 수 없다. 이는 현재 프레임과 이전 프레임의 차영상의 결과를 통해 ROI를 추출할 수 없기 때문이다.

본 논문에서 제안된 방법은 추적의 속도를 높이기 위한 칼만 필터 예측기 및 추적의 정확성을 높이기 위한 칼라 정보를 이용한 탐색등을 융합하면 더 우수한 추적 정확성을 보일 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 이선구, 이용래, “고속도로 합류부의 차선 변경 확률 보정에 관한 연구,” *대한 토목학회 정기 학술대회*, 2003
- [2] 최재성, 이승준, “고속도로 합류부 임계 차두 간격 및 용량 선정에 관한 연구,” *대한 교통학회지*, 제 19권, 제 6호, 2002년 12월
- [3] LG 산업전선, “영상 검지 시스템 개발 결과 보고서”, 1999
- [4] 박은중, “컴퓨터 비전을 이용한 오프라인 및 실시간 교통량 조사 시스템”, *전북대 석사 학위 논문*, 2005
- [5] Y. K. Yung and Y. S. Ho, “A Feature-Based Vehicle Tracking System in Congested Traffic Video Sequences,” *Proc. Second IEEE Pacific Rim Conf. on Multimedia*, vol. , pp. , Beijing, China, Oct, 2001
- [6] R. Patil, P. E. Rybski, T. Kanade, M. M. Veloso, “People Detection and Tracking in High Resolution Panoramic Video Mosaic,” *Proc. 2004 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*, vol. , pp. , Sept. 2004.
- [7] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer, “Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects using Mean Shift,” *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 2, pp.

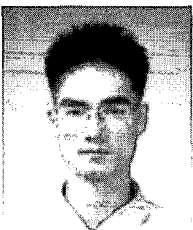
142-149, June 2000.

- [8] S. Gupte, O. Masoud, R. F. K. Martin, and N. P. Papanikolopoulos, "Detection and Classification of Vehicles," *IEEE Trans. Intelligent Transportation System*, vol. 3, no. 1, pp. ,

March 2002.

- [9] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Second Edition, pp 523-532, 출판사, 연도.

〈저자소개〉



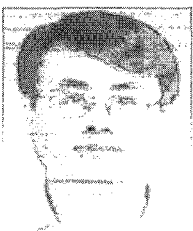
박 은 중 (Eun-Jong, Park)

2003년 2월 : 군산대학교 컴퓨터정보과학과 졸업(학사)

2005년 2월 : 전북대학교 전자공학과 졸업(석사)

현재 : 전북대학교 영상공학과 박사1

<관심분야> 영상처리, 컴퓨터 비전



이 준 환 (JoonWhan Lee)

1980년 2월 : 한양대학교 전자공학과 졸업(학사)

1982년 2월 : 과학기술원 전기전자공 학과 졸업(석사)

1990년 : 미국 미주리대학 컴퓨터 공학과 졸업(박사)

현재 전북대학교 전자공학과 교수

<관심분야> 영상처리, 컴퓨터 비전, 인공지능