

논문 2011-48SC-5-4

사용자 지정 경로를 이용한 비정상 교통 행위 탐지

(Abnormal Traffic Behavior Detection by User-Define Trajectory)

유 한 주*, 최 진 영**

(Haan-Ju Yoo and Jin-Young Choi)

요 약

본 논문은 교통 감시를 수행하는 고정 카메라에서, 움직이는 물체들의 궤적을 사용자가 입력한 사용자 지정 경로를 바탕으로 그 정상/비정상성을 판별하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 입력된 경로 정보를 미리 정해진 규칙에 따라 각각의 이동 물체에 대한 비정상성(abnormality)을 계산하고 이를 임계값(Threshold)과 비교하여 비정상 행위를 판별해낸다. 사용자의 경로 정보 입력 기능을 이용하기 때문에 기존의 방법들에서 사용한, 계산량과 시간 소모가 크며 학습 데이터에 의해 그 성능이 크게 영향을 받는 정상 행위 (normal behavior) 모델링 단계를 배제하여 보다 빠르고 정확한 판별 결과를 제공한다. 뿐만 아니라 단순히 지정된 규칙만을 이용하지 않고 주어진 환경에 따라 규칙을 변형 적용하여 보다 강인한 판별 결과를 제공한다. 실험 결과는 본 논문에서 제안한 방법이 각종 교통 상황에서 발생하는 불법 및 비정상 교통 행위를 강인하게 판별해 내는 것을 보여준다.

Abstract

This paper present a method for abnormal traffic behavior, or trajectory, detection in static traffic surveillance camera with user-defined trajectories. The method computes the abnormality of moving object with a trajectory of the object and user-defined trajectories. Because of using user-define based information, the presented method have more accurate and faster performance than models need a learning about normal behaviors. The method also have adaptation process of assigned rule, so it can handle scene variation for more robust performance. The experimental results show that our method can detect abnormal traffic behaviors in various situation.

Keywords : 교통감시, 이상행동탐지, traffic surveillance, abnormal behavior detection

I. 서 론

도로상에서의 위법 행위는 심각한 사고를 유발하곤 한다. 때문에 이러한 위법 행위를 방지하기 위해서는 이를 단속할 수 있는 단속 시스템이 필요하다. 최근 들어 도로 교통 상황 파악 및 속도위반 단속, 불법 주·정차 단속 등을 위한 감시 카메라의 설치가 늘고 있다. 국

내 다수의 대도시에서 주요 교차로 및 간선 도로에 매우 밀도 있게 카메라들을 설치하고 있다. 이렇듯 카메라의 수는 증가하고 있으나 속도위반 단속을 제외한 대부분의 작업들은 자동화 하지 못하고 사람의 수작업에 의해 진행되고 있다. 때문에 위법 행위 중 상당수는 그 적발이 불가능하다. 앞으로 더욱 늘어날 감시 시스템을 보다 효율적이고 유용하게 사용하기 위해서는 현재 자동으로 단속하지 못하는 위법행위들을 자동으로 단속하고 관리 할 수 있는 시스템이 필요하다. 본 논문은 이러한 취지를 바탕으로 많은 위법행위자들을 자동으로 식별 및 보고 하는 시스템을 제안하였다.

* 정회원-교신저자, 서울대학교 전기공학부 인지기술 연구실

(Seoul National University)

** 정회원, 서울대학교 전기공학부

(Seoul National University)

※ 본 논문은 지식경제부 산하 BK21 및 삼성테크윈의 지원 하에 작성되었습니다.

접수일자: 2011년4월22일, 수정완료일: 2011년8월18일

1. 시스템 목표

관련된 선행 연구를 비교하기에 앞서 본 논문에서

다루고자 하는 문제의 최종 목표를 살펴볼 필요가 있다. 교통 감시를 크게 두 가지로 분류하면 교통 상황 파악과 불법 행위 단속으로 나눌 수 있다. 교통 상황 파악에는 교통량 측정, 사고 및 특수 상황 파악 등이 포함되며 불법 행위 단속에는 무단횡단, 불법 유턴, 불법 주·정차 및 과속, 역주행 적발 등이 포함된다. 본 논문이 제시하는 방법은 사용자가 입력한 정보를 바탕으로 불법 행위 단속을 자동화 하는 것을 목적으로 하고 있으며 이를 위해선 다음과 같은 요구 조건을 만족시켜야 한다.

- 입력 편의성. 감시자가 합법 행위를 시스템이 쉽게 입력할 수 있어야 한다. 도로 교통 상황은 대부분 매우 복잡하게 구성되어 있기 때문에 입력 편의성이 결여된 시스템은 실제 적용하기에 많은 무리가 따른다.
- 강인성. 불법 행위가 학습 데이터나 기타 여러 요인에 의해 성능의 변화가 심하면 시스템의 결과를 신뢰할 수 없기 때문에 실제 현장에 적용하기 힘들다. 때문에 본 논문에서 해결하고자 하는 문제를 다루는 시스템은 일관되고 높은 성능을 보여주어야 한다.
- 적응성. 교통 감시 환경은 수시로 변한다. 내부적 요인으로는 사고나 공사 등에 의해 교통의 흐름이 변화할 수도 있고 외부적인 요인으로는 조명 등의 변화로 감시되는 영상이 달라질 수 있다. 이러한 변화를 사용자가 일일이 변경하지 않고 시스템 자체적으로 수정 및 적용할 수 있어야 한다.
- 실시간성. 감시 시스템을 365일, 24시간 운용하기 위해서는 실시간성이 필수적으로 필요하다. 실시간으로 처리하지 못한다면 연속적이고 긴 시간동안의 감시를 수행할 수 없다.

불법 교통행위 감시 시스템이 효과적이려면 위의 네 가지 조건을 모두 만족시켜야 한다. 다음 절부터 이어지는 내용을 통해 본 논문의 시스템이 어떻게 상위 네 가지 조건을 만족시키고 관련된 다른 연구들은 어떠한 조건을 만족시키지 못하는지 알아볼 것이다.

2. 관련연구

비정상 교통 행위 탐지 방법은 크게, 규칙기반(rule-based) 방식과 확률론적(statistical) 방식으로 분류할 수 있다. 규칙기반 방식에는 MIT의 Ivanov^[1]가 제시한 방법이 있다. 그는 구문해석(Parsing) 알고리즘

을 확장하여 다중 객체(multi-agent)들의 상호작용을 하나의 구문해석기로 해석, 이를 통해 비정상 교통 행위를 탐지하였다. 이 때 사용된 구문 해석기는 행위의 일치성을 이용하여 불필요한 객체를 제거하는 방식으로 작동된다. 또한 그는 증분(Incremental) 구문해석기를 제안하였다. 하지만 그가 제안한 방법은 그 규칙이 고정적이기 때문에 다양한 환경변화에 적용할 수 없다. 때문에 적응성을 만족시키지 못한다. 뿐만 아니라 단순히 사건(event)을 중심으로 규칙을 서술하기 때문에 공간적인 정보를 활용할 수 없어 입력의 편의성도 떨어진다. 확률론적인 방식에는 Sultani^[2], Saleemi^[3], Basharat^[5]이 제안한 방법들이 속한다. Sultani^[2]는 잠재 디리클레 할당(Latent Dirichlet Allocation) 모형과 사회력(Social force) 모델을 이용하여 정상 행위를 비교사(unsupervised) 학습하고, 이를 통해 비정상 교통 행위를 판별한다. 그가 제안한 방법^[2]은 비교사 학습 방식을 채택하기 때문에 다양한 상황에 대하여 별도의 처리가 필요하지 않고 광범위하게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 학습 데이터에 따라 판별의 강인성이 일정치 않고, 학습에 비교적 큰 연산량이 필요하다는 단점이 있다. Saleemi^[3]는 경로 분석과 화면 이해(scene understanding)를 조합하는 방법을 제안했다. 이러한 방법은 두드러진(salient) 움직임만을 처리하기 때문에 잡음(noise)에 강인하다는 장점이 있으나 이 역시 앞서 Sultani^[2]의 방법과 마찬가지로 강인성과 실시간성 기준을 충분히 만족시키지 못한다. Basharat^[4]는 물체의 이동 경로를 가우시안 혼합 모델(Gaussian Mixture Model)로 회귀(regression)하는 방법을 제안하였다. 이는 매우 참신한 방법이지만 연산량이 비교적 커 실시간성을 만족시키지 못하고 사용자가 정보를 입력할 수 있는 방법이 없기 때문에 매우 희귀하지만 적법인 행위에 대해 고려할 수 없다.

3. 본 논문의 기여

본 논문에서 제안하는 시스템이 각 교통 감시 시스템의 요구조건을 어떻게 만족시키는지 정리하면 아래와 같다.

- 입력 편의성. 본 논문에서 제안하는 입력 방식 및 입력 요소들은 다양한 교통 상황에 대해 정상 경로의 정보를 손쉽게 입력할 수 있다.
- 강인성. 본 논문에서 제안하는 시스템의 방법은 사용자 입력에 의해 규칙을 정의하기 때문에, 단순히 확

물론적 방법을 사용하는 비교사 학습에 비해 성능이 강인하다.

- 적응성. 본 논문의 방법은 적응 방식이 채택되었기 때문에, 단순 규칙기반 방식과는 달리 상황 적응이 가능하여 보다 강인한 성능을 보여준다.
- 실시간성. 본 논문에서 사용하는 규칙기반 판별 방식은 연산량이 매우 적어 신속하게 상황을 감시 및 판단할 수 있다.

4. 논문조직

II장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템에 대해 보다 자세히 설명하였다. 어떻게 사용자 지정 경로 정보를 입력하는지, 어떤 식으로 이상 경로를 판별하는지 등을 설명하였다. III장에서는 다양한 환경에서 취득된 영상 자료를 바탕으로 본 시스템이 달성하고자 하는 목표에 대해 진행한 실험 결과를 도시하였다. IV장에서는 실험 결과를 바탕으로 최종 결론을 도출하였다.

II. 본 론

1. 개요

그림 1은 본 논문에서 제안하는 방법을 적용한 시스템의 개괄도이다. 해당 시스템은 고정카메라에 의한 교통 감시 시스템이다. 시스템은 입력 영상에 대해 이동 물체를 탐지하고 이를 추적하여 물체 궤적을 획득한다. 획득된 궤적을 본 논문에서 제안하는 방법을 통해 정상인지 비정상인지 판별한다. 정상으로 판별된 교통행위는 녹색으로, 비정상으로 판별된 교통행위는 적색으로 표시된다. 물체의 추적 및 궤적의 생성은 본 논문에서 다루는 범위를 넘어가므로 다루지 않겠다. 다만, 이동 물체의 궤적이 정상적으로 생성되어 본 논문에서 제안하는 방법의 입력으로 들어와야 하므로, 본 시스템에서는 변문섭^[6]이 제안한 물체 탐지 및 추적 방법을 사용하였다.

2. 사용자 지정 경로

사용자는 하나의 감시 화면에 다수의 사용자 지정 경로를 설정할 수 있다. 이를 통하여 사용자는 감시 시스템에 자신이 원하는, 혹은 기대하는 정상 교통 행위에 대한 정보를 입력할 수 있다. 개별 사용자 지정 경로의 생김새는 그림 2.(a)와 같다. 사용자 지정 경로는 해당 경로가 영향을 미치는 영역, 해당 경로의 이동 방향, 진

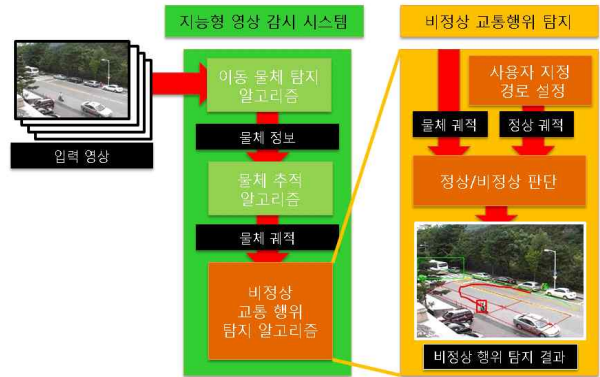


그림 1. 제안하는 시스템의 개요도
Fig. 1. System overview of the proposed system.



그림 2. (a) 사용자 지정 경로의 구조
(b) 사용자 지정 경로의 실례
Fig. 2. (a) a structure of user-define trajectory.
(b) an example of user-define trajectory

입과 진출 영역에 대한 정보를 포함하고 있다. 입력 인터페이스는 그래픽 유저 인터페이스를 차용하였다. 하지만 인터페이스에 대한 설명은 본 논문의 범위를 넘어가므로 자세한 설명은 생략하겠다. 다만, 그림 2.(a)의 정상 경로 입력은 어떠한 인터페이스로 구현한다 하더라도 사용자가 쉽게 입력할 수 있는 구조를 갖고 있다. 그림 2.(a)의 각부 명칭을 살펴보면 다음과 같다. 중점은 경로의 거점을 뜻한다. 즉, 각 중점을 설정함으로써 사용자 지정 경로의 기본 형태 및 위치를 지정한다. 방향,폭 막대는 사용자 지정 경로가 영향을 미치는 범위를 나타낸다. 경로 방향 선은 각 중점을 연결한 선이며 화살표로 되어 있다. 경로 방향 선은 이동 방향을 의미한다. 기본적으로 중점의 입력 순서에 따라 경로의 이동방향이 정해지나 횡단보도와 같은 양방향 통행이 가능한 경로의 경우 경로 방향 선을 양방향 화살표로 입력하면 된다. 그림 2.(b)는 실제로 감시 화면에 사용자 지정 경로를 그린 모습이다.

3. 비정상 교통 행위 탐지

사용자가 사용자 지정 경로 정보를 감시 화면에 입력하면 제안된 방법을 이용하여 정상/비정상 교통 행위를

판별할 수 있다. 어떤 이동 물체에 대해 정상/비정상 판단은 해당 물체의 비정상성을 측정 한 후, 이 값이 임계 값과 비교하여 내리게 된다. 이동 물체의 비정상성은 아래 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$P(A_j) = \sum_i P(T_{ji})P(A_j|T_{ji}) \tag{1}$$

여기서 밑첨자 j 는 j 번째 이동 물체에 해당함을 나타내고 밑첨자 i 는 i 번째 사용자 지정 경로에 해당함을 나타낸다. $P(T_{ij})$ 는 j 번째 이동 물체가 i 번째 사용자 지정 경로 상에서 움직일 확률을 나타낸다. 이는 바뀌 말 해서, j 번째 이동 물체의 궤적이 i 번째 사용자 지정 경로와 얼마나 관련이 있는지 그 관련성을 나타내는 요소이다. $P(A_j|T_{ij})$ 는 j 번째 이동 물체가 i 번째 사용자 지정 경로 상에서 움직일 경우 해당 물체의 궤적이 비정상 궤적일 확률을 나타낸다. 이 역시 바뀌 말하면, j 번째 이동 물체의 궤적을, i 번째 사용자 지정 경로의 기준으로 판단하였을 때, 얼마나 비정상 행위에 가까운지에 대해 나타내는 요소이다. 이를 개별 사용자 지정 경로 상에서의 비정상성이라고 부르기로 한다.

가. 개별 사용자 지정 경로 상 이동 물체 비정상성

개별 사용자 지정 경로에 대한 비정상성은 그림 3과 같이 세 가지 기준에 의해 판별한다. 해당 사용자 지정 경로로의 진입, 경로 상에서의 이동 방향, 경로에서의 진출이 그 것이다. 그림 4는 그림 3에서 제시한 각 기준에 대해 비정상성을 계산한 예시이다. 그림 4.(a)의 경우 이동 물체가 사용자 지정 경로에 진입할 시, 가장 첫 방향, 폭 막대에서 멀어짐에 따라 그 비정상성이 증가한다. 그림 4.(b)의 경우 이동 물체가 사용자 지정 경로에서 이동 시, 그 방향이 경로 방향선과 이루는 각에 따라 비정상성을 산출하는 방식을 보여준다. 이 때, 비정상성 그래프가 경로 방향선의 각도를 기준으로 좌우 대칭이 아니고 왜곡된 모양을 띄는데 그 이유는 감시 화면이 3차원 세계를 2차원으로 투사 시킨 화면이므로, 도로 등

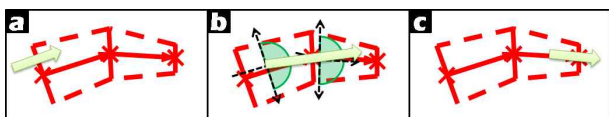


그림 3. 정상 경로 판별 기준
 (a) 진입시 (b) 진행시 (c) 진출시
 Fig. 3. Elements of decision rule. (a) For entrance. (b) For proceeding. (c) For exit.

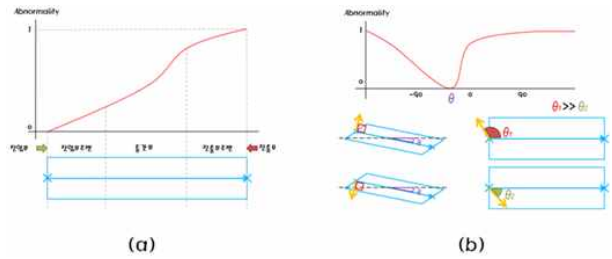


그림 4. 개별 사용자 지정 경로 상에서 각 항목에 대한 비정상성(abnormality) 산출 예시 (a)진출입 위치 관련 (b)이동 방향 관련

그림 4. An example of scoring an abnormality of a single user-define trajectory (a) with entrance or exit position, (b) with moving direction in the trajectory.

에 맞춰 사용자 지정 경로를 설정할 경우 그림 4.(b) 하단의 좌측과 같은 모양을 띄게 되기 때문이다. 이럴 경우 화면상에서는 경로 방향 선과 이루는 각도가 동일하게 직각이라고 하여도 이를 실제 위에서 내려다본다고 가정하면 그 각도가 크게 다를 수 있다. 즉, 감시 화면상에서는 θ_1 과 θ_2 가 똑같이 직각이지만, 실제 세계에서 해당 경로를 위에서 바라보았다고 생각할 때, θ_1 이 θ_2 보다 훨씬 크다는 걸 알 수 있다. 이렇듯 투사에 의한 영향이 있으므로 이동 물체의 이동 방향과 사용자 지정 경로의 경로 방향 선이 이루는 각도의 단순 차만을 이용하여 비정상성을 판단해서는 안 된다. 즉, 그림 4.(b) 상단의 그래프와 같이 왜곡된 형태를 따라야 한다. 비정상성을 측정하는 각 항목들은 변수(parameter)를 갖는다. 진입 및 진출 항목의 경우 비정상성을 나타내는 다항함수의 계수를 변수로 가지며 진행 항목의 경우 지수 함수의 반감기 값을 변수로 가진다. 이러한 변수들은 사용자 지정 경로 생성 시 초기 값으로 할당되지만 감시가 진행됨에 따라 관측되는 이동 물체 궤적을 바탕으로 보정이 이루어진다. 즉, 정상 교통 행위의 빈도수가 더 높다는 가정 하에, 그 빈도가 높은 궤적들에 알맞게 적응하는 과정을 거친다. 이는 사용자가 사용자 지정 경로를 입력 시 매우 정밀하게 입력하기 힘들고, 또한 돌발 상황이나 환경 변화에 의해 현재의 상황이 초기 상황과 달라질 수 있기 때문이다.

(나) 다중 사용자 지정 경로 상 이동 물체 비정상성

다중 경로, 즉 여러 개의 사용자 지정 경로가 존재할 때, 물체의 이동 궤적에 대한 비정상성을 판단하려면 해당 물체의 이동 궤적과 특정 사용자 지정 경로가

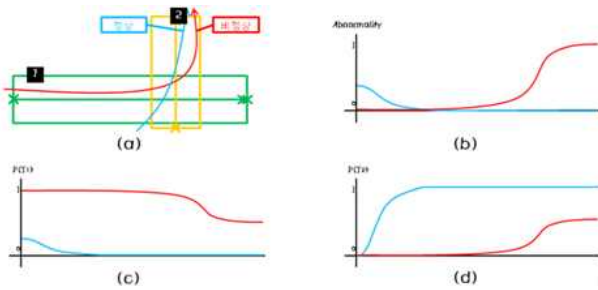


그림 5. 다중 경로에서 비정상성 측정 (a) 1번 사용자 지정 경로(녹색)와 2번 사용자 지정 경로(황색)가 설정된 상태에서 적색의 이동 물체 궤적은 정상적으로 1번 경로를 따라가다 비정상적으로 진출하고 2번 경로로 비정상적인 진입을 하고 청색으로 표시된 이동 물체 궤적은 비정상적으로 1번 경로에 진입하나 2번 경로에 정상 진입 후 2번 경로 위를 이동한다. (b) 각 궤적이 갖는 비정상성 (c) 각 궤적이 1번 사용자 지정 경로와 갖는 연관성 (d) 각 궤적이 2번 사용자 지정 경로와 갖는 연관성

그림 5. Scoring an abnormality of a multi-user-define trajectory. (a) When the first user-define trajectory(green rectangle) and the second user-define trajectory (yellow rectangle) are defined, the object of red trajectory exits the first user-define trajectory abnormally and enters the second user-define trajectory abnormally also. For the case of the object of blue trajectory, it enters the first and second user-define trajectory abnormally. (b) Abnormality of each moving object's trajectory. (c) Relationship between the first user-define trajectory and each moving object's trajectory. (d) Relationship between the second user-define trajectory and each moving object's trajectory.

얼마나 연관성이 있는지를 고려해야 한다. 즉, 제안된 식 (1)에서 $P(T_{ij})$ 를 잘 정의하여야만 보다 강인한 판별 결과를 얻을 수 있다. 본 논문에서는 $P(T_{ij})$ 를 다음과 같이 제안한다. j번째 사용자 지정 경로에서 i번째 이동 물체의 궤적의 비정상성이 낮을수록 $P(T_{ij})$ 를 높게 부여한다. j번째 사용자 지정 경로와 i번째 이동 물체의 최근 움직인 궤적이 가까울수록 $P(T_{ij})$ 를 높게 부여한다. i번째 이동 물체의 최근 궤적에 j번째 사용자 지정 경로가 차지하는 비율이 높을수록 $P(T_{ij})$ 를 높게 부여한다. 그림 5는 두 개의 이동물체가 두 개의 사용자 지정 경로 상에서 움직일 때, $P(T_{ij})$ 와 비정상성의 예를 도시한 그림이다.

III. 실험

실험은 듀얼코어(Dual Core) 2.13GHz의 CPU와 3GB의 RAM상에서 320x240 해상도의 영상을 30프레임으로 진행하였다. 이동 물체 탐지에는 확장된 단일 가우시안 모델(SGM)^[5]을 사용하였고 다중 물체추적은 자료 짜맞추기(data association)을 이용한 방법^[6]을 사용하였다. 사용 데이터는 실외에서 촬영된 네 가지 상황 데이터를 사용하였다. 해당 데이터에는 정상적인 교통 행위와 함께 무단횡단, 불법유턴, 역주행, 불법좌회전(또는 이동 불가 지역으로의 이동) 행위들이 담겨있다. 그림 6은 각각의 데이터별 판별 결과를 도시한 것이다. 시스템의 결과는 다음과 같이 구성된다. 각 이동 물체의 궤적을 표시하고 이 중 정상적으로 움직이는 물체는 녹색 테두리 및 궤적으로 표시하였다. 비정상적으로 움직이는 물체는 적색 테두리 및 궤적으로 표시하였다. 그림 6.(a)는 불법 유턴을 탐지한 결과이다. 정상적으로 이동한 버스 및 보행자는 녹색으로 처리되었고 불법 유턴을 행한 스쿠터만 적색으로 표시된 것을 확인할 수 있다. 그림 6.(b)는 불법 좌회전을 탐지한 모습이다. 그림 6.(c)는 보행자의 무단 횡단을 적발한 화면이다. 그림 6.(d)는 보행자의 무단 횡단 및 스쿠터의 역주행을 탐지한 결과를 담고 있다. 실험 결과 각 중 불법 교통 행위를 신속하고 정확하게 탐지해냄을 확인할 수 있다. 모든 실험은 실시간으로 이루어졌으며, 그 판별 결과도 강인함을 확인할 수 있다.

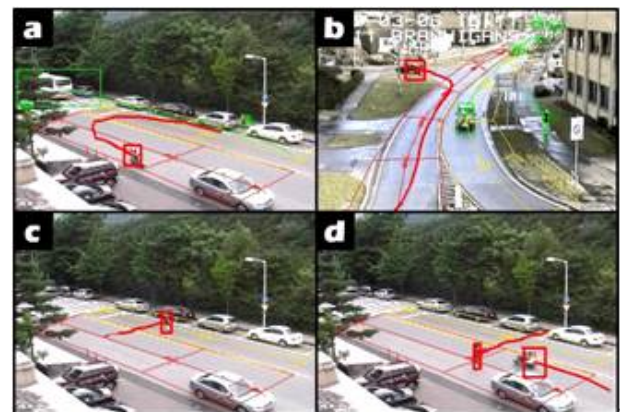


그림 6. 비정상 판별 결과
그림 6. Experimental results of abnormal traffic behaviors

IV. 결 론

본 논문은 감시 시스템의 네 가지 요구 조건인 입력 편의성, 강인성, 적응성, 실시간성에 부합하는 비정상 교통 행위 탐지 방법을 제안하였다. 이를 통하여 무단 횡단, 불법유턴, 역주행 등 다양한 위법 행위들을 탐지할 수 있음을 실험 결과를 통하여 보였다. 하지만 실제적인 단속이 이루어지기 위해선 차량의 번호판 정보가 필요하고, 제안한 방법에서는 이러한 번호판 추출은 다루지 않았다. 뿐만 아니라 제안된 방법을 이용하여 번호판을 추출하려면 또 다른 카메라가 위법 행위자의 번호판 만을 따로 추출해야 한다. 이러한 방식을 사용하기 위해서는 다중 카메라간의 연계가 이루어져야 하며 이를 위해서는 3D 좌표계 등을 이용하여 감시 상황을 입체적으로 표현할 수 있어야 한다. 추후 연구 과제는 계절적 간의 유사성을 판별하는 방법을 차용하여 보다 유연하고 강인한 시스템을 제작하는 것과, 감시 시스템을 3D 좌표계화 하여 다중 카메라 연동을 통해 실제적인 단속이 가능하도록 시스템을 개선하는 것이다.

참 고 문 헌

[1] Ivanov.Y and Bobick.A “Recognition of multi-agent interaction in video surveillance”, *The Proc. of the Seventh IEEE International Conf on Computer Vision*, pp. 169-176, Kerkyra, Greece, September 1999.

[2] Sultani.W, and Jin Young.C, “Abnormal traffic detection using intelligent driver model”, *The Proc. of the 2010 20th International Conf on Pattern Recognition*, pp. 324-327, Istanbul, Turkey, August 2010.

[3] Saleemi.I, Hartung.L, and Shah.M, “Scene Understanding by Statistical Modeling of Motion Patterns”, *The Proc. of the 2010 20th International Conf on Pattern Recognition*, pp. 2069-2076, San Francisco, CA, USA, June 2010.

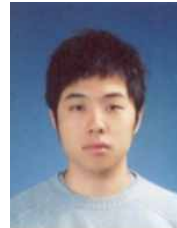
[4] Basharat.A, Gritai.A, and Shah.M, “Learning object motion patterns for anomaly detection and improved object detection”, *The Proc. of the 2010 20th International Conf on Pattern Recognition*, pp. 1-8, San Francisco, CA, USA, June 2010.

[5] 최정환, 백영민, 나진희, 최진영. “감시 시스템을 위한 효과적인 움직이는 물체 탐지 알고리즘”, 2007 CICS 정보 및 제어 학술대회 논문집, pp.

457-458, 제천, 대한민국, 2007 11월.

[6] 변문섭 외, “탐지 갈라짐과 물체 겹침 상황에 강인한 실시간 다개체 추적”, *대한전자공학회 추계종합 학술대회 논문집*, 367-368쪽, 서울, 대한민국, 2010년 11월.

저 자 소 개



유 한 주(정회원)-교신저자
2009년 서울대학교 전자공학부
학사 졸업.
<주관심분야 : 컴퓨터, 신호처리>



최 진 영(정회원)
1982년 서울대학교 전기공학부
학사 졸업.
1984년 서울대학교 전기공학부
석사 졸업.
1993년 서울대학교 전기공학부
박사 졸업.
<주관심분야 : 통신, 컴퓨터, 신호처리, 반도체>