

논문 2014-51-2-5

다채널 CCTV를 이용한 고속도로 돌발상황 감지 및 분류 알고리즘

(Highway Incident Detection and Classification Algorithms using Multi-Channel CCTV)

장 혁**, 황 태 현*, 양 훈 준*, 정 동 석**

(Hyeok Jang, Tae-Hyun Hwang, Hun-Jun Yang, and Dong-Seok Jeong[©])

요 약

지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation Systems)의 첨단 교통 관리 시스템(Advanced Traffic Management System)은 고화질 카메라, 고성능 레이더 센서와 같은 향상된 인프라를 통하여 도로 상의 차량 속도, 통행량, 돌발 상황 등의 교통 상황을 실시간으로 분석하며 관련 업무를 자동화하고 있다. 특히 도로 이용자의 안전을 위해서는 돌발 상황 자동 감지 및 2차 사고 방지를 위한 시스템이 필요하다. 이러한 유고 감지 및 관리 시스템에서는 CCTV 기반 영상 감지와 레이더를 이용한 물체감지가 주로 사용된다. 본 논문은 다중 감시용 카메라를 사용한 실시간 고속도로 돌발 상황 감지 시스템에서 모자이크(mosaic) 동영상 구성하는 방법과 다양한 각도에서 촬영된 움직이는 객체를 보다 정확하게 추적할 수 있는 배경 모델링에 기반한 알고리즘을 제안하였다. 실험결과 영상감지는 레이더감지의 근거리 음영 영역과 원거리 감지한계 영역을 보완해 줄 수 있을 뿐만 아니라 악천후를 제외한 주간 감지에서 보다 나은 분류 특징들을 갖고 있음을 확인 할 수 있었다.

Abstract

The advanced traffic management system of intelligent transport systems automates the related traffic tasks such as vehicle speed, traffic volume and traffic incidents through the improved infrastructures like high definition cameras, high-performance radar sensors. For the safety of road users, especially, the automated incident detection and secondary accident prevention system is required. Normally, CCTV based image object detection and radar based object detection is used in this system. In this paper, we proposed the algorithm for real time highway incident detection system using multi surveillance cameras to mosaic video and track accurately the moving object that taken from different angles by background modeling. We confirmed through experiments that the video detection can supplement the short-range shaded area and the long-range detection limit of radar. In addition, the video detection has better classification features in daytime detection excluding the bad weather condition.

Keywords : Incident detection, Mosaic, Background modeling, Object tracking, Object classification

I. 서 론

최근 스마트 기기로 대변되는 ICT(Information and

Communication Technology)는 다양한 산업 분야로 파급되어 융합된 기술로 재탄생 되고 있다. 국내 교통 분야 또한 건설, ICT, 자동차 등의 관련 첨단 기술을 접목하여 안전하고 쾌적한 인간중심의 미래도로를 목표로 스마트 하이웨이 사업을 진행 중에 있다^[1]. 안전성, 이동성, 지속가능성, 진보성, 미래지향 그리고 정시성을 핵심 가치로 하는 유비쿼터스 도로환경에서 사용자의 안전을 확보하기 위해 다양한 방법이 고안되고 있는데, 돌발 상황을 정의하고 패턴인식, 통계, 시계열 필터링을

* 학생회원, ** 정회원/평생회원, 인하대학교 전자공학과 (Dept. of Electronic Engineering, Inha University, Korea)

© Corresponding Author(E-mail: dsjeong@inha.ac.kr)

※ 이 논문은 인하대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행된 연구임.

접수일자: 2013년10월15일, 수정완료일: 2014년1월29일

이용해 이를 검지하는 알고리즘 연구가 활발하게 이루어지고 있다^[2]. 특히, 스마트 하이웨이의 첨단 교통 관리 시스템에서는 돌발 상황 검지기로 영상센서 및 레이더센서를 선정하여 각각의 특징점을 상호 보완하도록 하고 있는데 배열형 다채널 CCTV를 장착하여 1km 구간의 고속도로를 동시에 촬영하도록 구상되었다^[3]. 하지만, 기존 도로교통에 사용된 컴퓨터비전 기술은 단일 CCTV 영상을 기반으로 한 알고리즘이 대부분이므로, 구간 감시를 하고 있는 배열형 다채널 CCTV 동영상에 기반한 실시간 유고검지 방법의 연구가 필요하다^[4].

기존에 연구된 방법들을 살펴보면, 빠른 검지 속도를 위해 영상의 프로젝션을 통한 1차원 차량 모델을 사용한 기법이 있으며^[5], 차량 윤곽선을 수평 수직으로 나누어 확률적 특징으로 그룹화하는 기법이 있다^[6]. 안정적인 다중 객체 검출을 위해 배경 이미지를 주기적으로 업데이트 하면서 현재 영상과의 차를 통해 객체를 추출하고 각 프레임간 외곽선 정보로 칼만 필터(Kalman filter)를 이용해 추적하는 기법이 있다^[7]. 프레임간 배경 모델링과 객체 검출 점수표를 사용한 다중 객체 추적 기법은 근접 차량간 일시적 가려짐(occlusion)과 차량의 낙하물 검지에 활용될 수 있다^[8]. 물체와 카메라간 거리 변화에 따른 크기 변화를 고려한 추적기법이 있으며^[9], 차량의 운동학적 모델을 사용한 파티클 필터(Particle Filter) 기법이 있다^[10]. 카메라 촬영 각도에 따라 발생하는 가려짐의 영향을 최소화하기 위한 특징점 추적 및 3D 모델링 기법이 있다^[11]. 추적 정확도를 높이기 위해 RGB 가중합을 특징으로 사용하여 객체와 배경을 아다부스트(Adaptive Boosting) 분류기로 학습과 예측을 반복하며 Mean-shift 방법으로 객체의 위치를 찾는 기법이 있다^[12]. 보행자 검지에 있어서는 HOG(Histogram of Oriented Gradients) 특징 기술자가 대표적이며 에지의 기울기, 컬러, 질감, 모션 정보와 함께 아다부스트 또는 선형 SVM(Support Vector Machine) 분류기를 통해 학습되는 기법이 주로 사용된다^[13]. 보행자의 신체 부위별 컬러와 움직임 모델링을 통해 유사한 배경 색상에서도 강인한 특징을 사용한 기법이 있다^[14].

본 논문에서는 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation Systems)에서 추구하고 있는 기존보다 감시영역이 넓고, 검지율이 높으면서도 검지 속도가 빠른 영상식 고속도로 돌발 상황 검지 시스템에 알맞은 객체 검출 및 추적 알고리즘을 목표로 하였다. CCTV는 일정한 밝기를 유지하기 위해 오토아이리스(Auto Iris) 기능을 탑재하고 있으나 외부환경 변화에 따라 배

경 영상에 노이즈 성분이 되는 밝기 변화가 발생하므로 이를 최소화하기 위한 객체 검출 및 추적 알고리즘이 필요하다. 이를 위해서 본 논문에서는 가우시안 혼합 모델(Gaussian Mixture Model)^[15]과 움직임 즉 옵티컬 플로우(Optical Flow)를 판단하는 루카스-카나데(Lucas-Kanade) 방법^[16-17]을 이용하였다. 또한 추적에 실패하거나 돌발상황 발생 시 오보율을 줄이기 위해 보행자, 차량, 낙하물, 배경도로의 특징을 정의하고 학습시켜 분류하는 모듈을 추가함으로써 시스템의 성능을 높이고자 하였다.

II. 고속도로 돌발상황 검지 알고리즘

1. 배경이론

CCTV를 이용한 고속도로 구간별 돌발상황 검지를 위해서 구상된 시스템^[3]은 그림 1과 같다. 신뢰도가 높은 돌발상황 검지를 위해 영상 검지와 레이더 검지가 동시에 이루어진다. 레이더는 야간, 악천후 시에도 검지율에 큰 변화가 없는 것이 장점이다. 단점은 5미터 높이의 비교적 낮은 위치에 설치되어 가려짐이 많이 발생하므로 검지 거리가 상대적으로 작고 음영 지역이 발생한다. 다채널 CCTV는 22미터 높이에 설치되어 보다 큰 폭의 검지 영역을 가지며 상대적으로 가려짐이 적고 실시간 모자이크 동영상으로 실제 돌발 상황을 생생하게 확인하고 녹화할 수 있는 장점이 있다. 반면에 야간, 악천 후 시에는 레이더 검지에 의존해야 한다.

고속도로 영상을 획득하기 위해 그림 1과 같이 다중 채널 CCTV를 설치하여 약 1km 검지 영역 내의 영상을 획득한다. 다중채널 CCTV는 7개의 카메라로 구성되어 있으며 각 카메라는 서로 다른 배율의 렌즈를 적용한다. 카메라는 돔 형태로 구성되어 서로 다른 각도

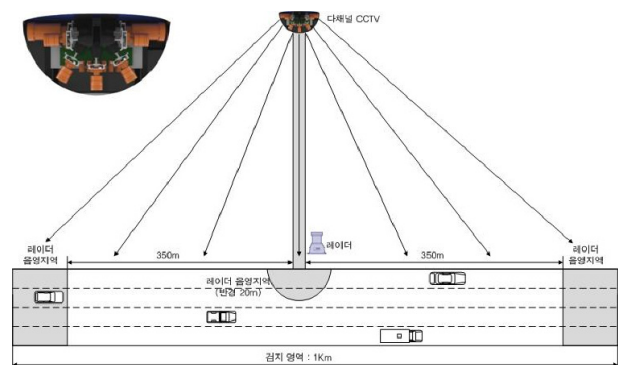


그림 1. 고속도로 구간 감시용 다채널 CCTV
Fig. 1. Multi-channel CCTV surveillance for highway segment.

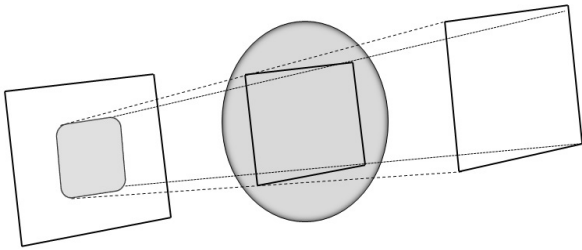


그림 2. 렌즈에 의한 방사왜곡
Fig. 2. Radial distortion due to lens.

로 고속도로를 촬영해서 영상을 획득한다. CCTV 바로 아래영역은 비교적 거리가 가깝기 때문에 어안렌즈를 이용해 감시 영역을 넓히는데, 여기서 촬영된 영상을 실제 환경과 비교했을 때 방사 왜곡 현상이 생기는 것을 알 수 있다. 방사 왜곡이란 그림 2와 같이 촬영된 영상이 실제 환경과 비교했을 때 가장자리 부근의 픽셀의 위치가 왜곡되는 현상이다. 이러한 현상은 어안 효과 (fish-eye effect)의 원인이 된다. 왜곡이 있을 경우 이를 보정하기 위해 식 (1), (2)가 사용된다. 식에서 (x, y) 의 위치는 영상 센서의 왜곡된 점을 나타내고, $(x_{corrected}, y_{corrected})$ 의 위치는 보정된 점을 나타낸다.

$$x_{corrected} = x(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6) \quad (1)$$

$$y_{corrected} = y(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6) \quad (2)$$

보정된 영상은 미리 설정한 특징점을 기준으로 어파인 변환되며, 안정되게 돌발상황을 감지하기 위하여 변환된 영상으로 모자이크 영상을 생성한다^[18-19].

객체 추출을 위해 배경과 전경을 분리하는 방법이 많이 사용되며 배경 차분(Background Subtraction) 기법과 가우시안 혼합 모델 기법이 대표적이다. 본 논문에서는 외부 환경 변화를 고려한 돌발상황 감지를 위해 Stauffer가 제안한 가우시안 혼합 모델을 사용한다. 이론적으로 하나의 배경이 일정한 밝기를 가질 경우 배경을 하나의 가우시안 분포만으로 모델링 할 수 있다. 하지만 실제로 배경의 밝기는 시간이 흐름에 따라 점차 변화한다. 그래서 이를 모델링하기 위해 적응형 가우시안 분포를 사용한다. 만일 배경의 가우시안 분포에 해당하지 않는 화소 값이 존재할 경우 이를 전경이라고 할 수 있다.

K 개의 가우시안 분포가 있을 경우, 배경의 화소 샘플의 집합은 $\{x_1, \dots, x_i\}$ 이다. 여기서 확률 함수는 식 (3)

과 같이 표현된다.

$$P(X_t) = \sum_{i=1}^K w_{i,t} \eta(X_t, \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) \quad (3)$$

$w_{i,t}, \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}$ 는 각각 시간 t 일 때 i 번째 가우시안 모델의 가중치, 평균값, 공분산 행렬을 나타낸다.

그리고 η 는 확률 밀도 함수를 의미하며 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$\eta(X_t, \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{p}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{1}{2}(X_t - \mu)^T \Sigma^{-1} (X_t - \mu)} \quad (4)$$

2. 제안한 고속도로 돌발상황 감지 알고리즘

본 논문에서 제안한 다채널 CCTV 돌발상황 감지 시스템의 알고리즘은 그림 3과 같이 구성된다. 기존 감시 시스템에서는 주로 단일 CCTV가 많이 사용되었지만 이는 카메라와 도로의 거리에 따라 감시영역에 한계가 생길 수 있다. 그러나 다채널 CCTV를 사용하면 약 1km의 고속도로 구간을 감시하여 보다 넓은 지역에서 발생하는 돌발상황을 감지 할 수 있다.

그림 4(a)는 22m 높이 위에 설치된 다채널 CCTV를 통해 채널별로 획득된 영상이다. 객체를 정확히 추적하기 위하여 신뢰성 있는 모자이크 영상을 구성하는 것이 중요하다. 이를 위해 각 채널에서 겹치는 대응점을 미

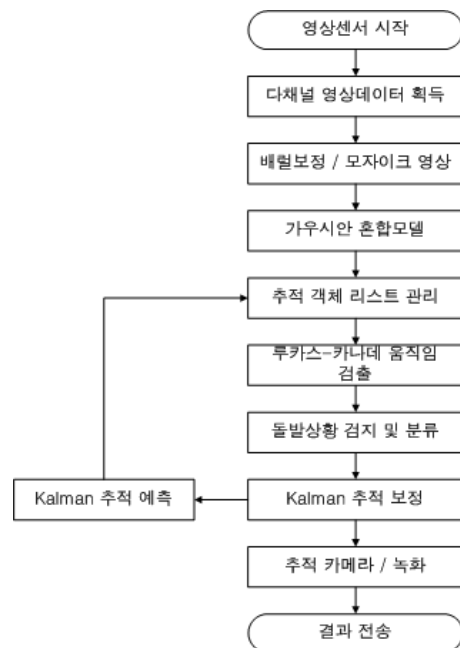


그림 3. 돌발상황 감지 시스템의 알고리즘 흐름도
Fig. 3. Algorithm flowchart of incident detection system.

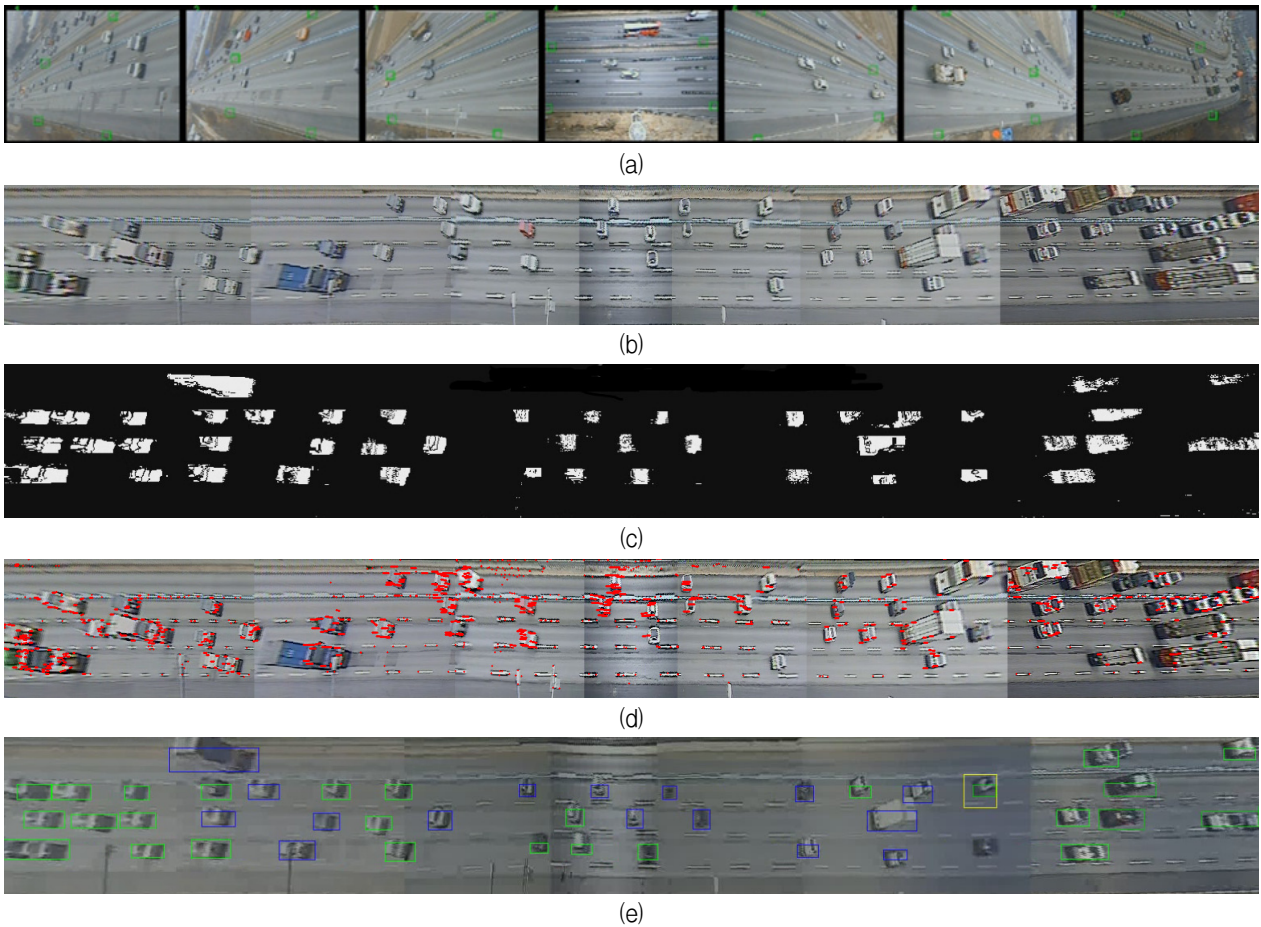


그림 4. 모자이크 구성 및 객체 추적 (a) 각 채널의 CCTV 영상, (b) 다채널 CCTV 고속도로 모자이크 영상, (c) 돌발상황 검지를 위한 객체 추출, (d) 루카스 카나데 움직임 검출, (e) 칼만 추적 보정 및 객체 리스트 관리

Fig. 4. Mosaic construction and object tracking (a) CCTV images of each channel, (b) Multi-channel CCTV highway mosaic image, (c) Object extraction for specific incident detection, (d) Lucas-Kanade movement detection, (e) Kalman tracking correction and object list management.

리 설정한다. 각 채널에서 획득된 영상은 설정된 대응점에 따라 배럴보정과 어파인 변환을 통해 그림 4(b)와 같이 모자이크 영상으로 구성된다. 구성된 모자이크 영상에 조도 변화 및 환경적인 변화 요인을 제거하기 위해 가우시안 혼합모델을 적용하여 그림 4(c)와 같이 고속도로상의 객체를 추출해낸다. 그 후, 추출된 객체를 바탕으로 루카스-카나데(Lucas-Kanade) 방법을 통해 객체의 움직임을 검출 및 추적한다. 그림 4(d)는 각 객체의 옵티컬 플로우를 나타낸다. 이 때, 각 객체에 칼만(Kalman) 추적을 사용하여 물체의 움직임 추적을 보정한다. 추적되는 객체는 그림 4(e)와 같이 객체 리스트로 관리하여 돌발상황 여부를 판단하게 된다.

검출된 객체의 돌발상황을 판별하기 위해 패턴 분류 과정을 거친다. 예비 돌발상황으로 판단된 객체들에서 특징들을 추출한다. 특징으로는 객체의 질감 성분과 에지 성분을 추출하기 위해 웨이블릿(Wavelet)^[20]과

HOG(Histogram of Oriented Gradients)^[21]를 사용한다. 추출된 특징은 SVM(Support Vector Machine) 분류기를 통해 객체의 훈련 및 분류에 사용된다.

III. 실험

본 논문에서 제안된 알고리즘은 스마트하이웨이사업

표 1. 돌발상황 검지 실험 항목
Table 1. Incident detection test items.

| 항목 | 평가척도 |
|------------|---|
| 평균검지 시간(초) | 검지기 검지시각-도로상 돌발상황 발생시각 |
| 검지율(%) | $\frac{\text{검지횟수}}{\text{총시행횟수(낙하, 정지)}} \times 100$ |
| 오보율(%) | $\frac{\text{오감지 횟수}}{\text{정상주행횟수}} \times 100$ |

표 2. 돌발상황 검지 실험용 차량 및 낙하물

Table 2. Incident detection experimental vehicles and debris.



표 3. 돌발상황 검지 실험 결과

Table 3. Incident detection results.

| 구분 | 시험 횟수 | 검지율(%) | 검지시간(초) |
|------|-------|--------|---------|
| 정지차량 | 21 | 100 | 9.76 |
| 낙하물 | 21 | 81.0 | 12.02 |
| 보행자 | 21 | 95.2 | 11.37 |
| 합계 | 63 | 92.1 | 11.05 |

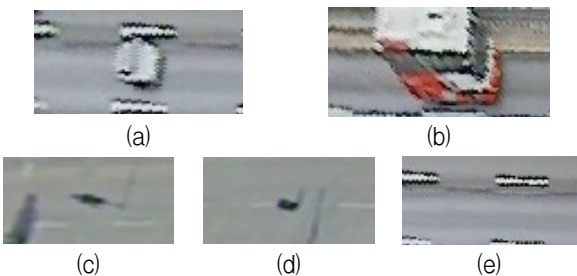


그림 5. 돌발상황 객체 (a) 소형차, (b) 대형차, (c) 사람, (d) 낙하물, (e)배경

Fig. 5. Incident object (a) Small vehicles, (b) Large vehicles, (c) Pedestrian, (d) Debris, (e) Background.

에서 수행된 돌발상황 검지 시스템에 적용하여 실험 하였다. 고속도로에서 임의의 돌발상황을 재현하기가 위험하므로, 여주분기점 인근에 있는 한국도로공사의 시험도로에서 표 1과 같은 실험 항목을 설정하고, 표 2와 같은 차량과 낙하물을 사용하여 비교적 맑은 날 오전 9시부터 오후 4시까지 진행하였다.

실험 결과 표 3과 같이 비교적 사이즈가 큰 정지 차량에 대해서는 검지율이 높았으며 사이즈가 작은 낙하물의 검지율이 떨어졌다. 전체 시스템 오보율은 20.8%로 비교적 높았으며, 특히 낙하물과 사람의 구분에 오류가 많았다.

시험도로에서 실험한 결과를 바탕으로 오보율 개선

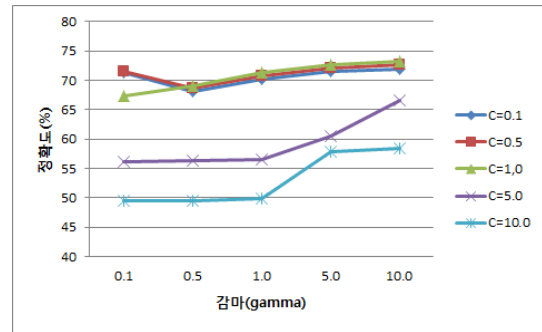


그림 6. 웨이블릿 질감 특징을 이용한 SVM 교차검증 및 그리드 검색 결과

Fig. 6. Cross-validation and grid search results of SVM using wavelet texture features.

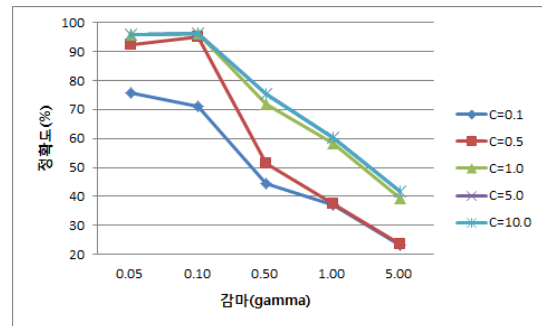


그림 7. HOG 기술자를 이용한 SVM 교차검증 및 그리드 검색 결과

Fig. 7. Cross-validation and grid search results of SVM using HOG descriptors.

을 위해 검출된 돌발 객체에 대해 학습을 통한 분류를 수행하도록 알고리즘을 개선하였다. 시험도로 및 오산 IC 실도로에서 녹화된 영상에서 그림 5와 같이 5종류의 학습자료를 총 500장을 수집하여 5목음 교차 검증 및 그리드 검색을 통해 RBF(Radial Basis Function) 커널의 SVM을 사용한 최적 학습 모형을 도출 하였다. 그림 6과 같이 웨이블릿의 질감 특징 및 밝기특징을 사용하여 최대 73.1%의 분류 정확도를 갖는 모형을 얻을 수 있었고, 그림 7과 같이 HOG 기술자를 이용하여 최대 96.4%의 분류 정확도를 갖는 모형을 얻을 수 있었다. 여기서 감마(gamma)는 가우시안 RBF 커널의 분산에 반비례하는 값으로 클수록 비선형 분류 특성이 높아진다. 상수 C는 결정 경계 바깥에 위치한 샘플의 영향을 최소화시키며 학습에 사용된 특징벡터의 군집도에 따라 분류 정확도에 영향을 준다. 교차검증 실험 결과 웨이블릿 질감 특징은 gamma=10.0 과 C=1.0에서 HOG 특징은 gamma=0.1 과 C=5.0에서 최대 정확도를 보였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 고속도로에서 발생하는 돌발상황 검지를 위해 고안된 배열형 다채널 CCTV 영상에서 모자이크 동영상을 구성하고 돌발상황을 검지 및 분류하는 방법을 제안하였다. 오보율을 낮추고, 검지 정확도를 높이기 위해 일반적인 객체검출 및 추적 기법 이외에도 학습 및 분류 기법을 적용함으로써 전체적인 시스템 성능 향상에 기여할 수 있었다. 원거리 객체의 가려짐으로 인한 추적 성능 저하와 카메라 흔들림 영향을 개선할 수 있는 알고리즘 개발이 향후 연구과제이며, 충분한 실험과 데이터 확보를 통해 보다 나은 특징 추출과 환경 변화에 강인한 온라인 학습 기법 등이 도입된다면 시스템의 사업화에 큰 도움이 될 수 있으리라 기대된다.

REFERENCES

- [1] S. W. Lee and H. S. Oh, "Smart Highway and Communication Technology," *Information & communications magazine*, vol. 27 no. 11, pp. 28-35, 2010.
- [2] S. U. Han, H. S. Kim, and S. H. Lim, "Introduction of the tunnel incident detection algorithms," *Transportation technology and policy*, vol. 6, no. 3, pp. 141-149, 2009.
- [3] S. H. Lee, Y. T. Son, W. K. Kim, and C. K. Jeong, "The Conceptual framework of detection system for emergency situations associated with SMART Highway," *In Proceedings of Korean Society of Road Engineers*, vol. 11, pp. 683-687, Nov. 2009.
- [4] N. Buch, S. A. Velastin, and J. Orwell, "A Review of Computer Vision Techniques for the Analysis of Urban Traffic," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 12, no. 3, pp. 920-939, Sep. 2011.
- [5] G. D. Sullivan, K. D. Baker, A. D. Worrall, C. I. Attwood, and P. R. Remagnino, "Model-based vehicle detection and classification using orthographic approximations," in *Proc. 7th Brit. Mach. Vis. Conf.*, vol. 2, pp. 695-704, Sep. 1996.
- [6] Z. Kim and J. Malik, "Fast vehicle detection with probabilistic feature grouping and its application to vehicle tracking," in *Proc. 9th IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 1, pp. 524-531, 2003.
- [7] R. Rad and M. Jamzad, "Real-time classification and tracking of multiple vehicles in highways," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 26, no. 10, pp. 1597-1607, Jul. 2005.
- [8] M. Han, W. Xu, H. Tao, and Y. Gong, "An Algorithm for Multiple Object Trajectory Tracking," in *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. CVPR*, vol. 1, pp. 864-871, 2004.
- [9] T. H. Hwang, S. I. Cho, J. H. Park, and K. H. Choi, "Object Tracking for a Video Sequence from a Moving Vehicle: A Multi-modal Approach," *ETRI J.*, vol. 28, no. 3, pp. 367-370, Jun. 2006.
- [10] F. Bardet and T. Chateau, "MCMC particle filter for real-time visual tracking of vehicles," in *Proc. IEEE 11th ITSC*, pp. 539-544, Oct. 2008.
- [11] N. K. Kanhere and S. T. Birchfield, "Real-time incremental segmentation and tracking of vehicles at low camera angles using stable features," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 9, no. 1, pp. 148-160, Mar. 2008.
- [12] H. Baskoro, J. S. Kim, and C. S. Kim, "Mean-Shift Object Tracking with Discrete and Real AdaBoost Techniques," *ETRI J.*, vol. 31, no. 3, pp. 282-291, Jun. 2009.
- [13] P. Dollar, C. Wojek, B. Schiele, and P. Perona, "Pedestrian Detection: An Evaluation of the State of the Art," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 34, no. 4, pp. 743-761, Apr. 2012.
- [14] D. H. Kim, S. W. Jung, Suryanto, S. J. Lee, H. K. Kim, and S. J. Ko, "Object Modeling with Color Arrangement for Region-Based Tracking," *ETRI J.*, vol. 34, no. 3, pp. 399-409, Jun. 2012.
- [15] C. Stauffer, W. Grimson, "Learning Patterns of Activity Using Real-Time Tracking," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 8, pp. 747-757, Aug. 2000.
- [16] B.D. Lucas and T. Kanade, "An Iterative image Registration Technique with an Application to Stereo Vision," *Proc. DARPA Image Understanding Workshop*, pp. 121-130, 1981.
- [17] J. Shi and C. Tomasi, "Good features to track", *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vision and Pattern Recogn.*, pp. 593-600, 1994.
- [18] I. H. Paek, J. H. Im, K. J. Park, and J. K. Paik "Panorama Background Generation and Object Tracking using Pan-Tilt-Zoom Camera," *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 45, no. 3, pp. 239-247, May. 2008.
- [19] J. H. Im and J. K. Paik "Feature-Based Panoramic Background Generation for Object

- Tracking in Dynamic Video,” *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 45, no. 6, pp. 108-116, Nov. 2008.
- [20] H. J. Yang, H. Jang and D. S. Jeong, “Detection algorithm for road surface condition using wavelet packet transform and SVM”, *In Proceedings of the 19th Korea-Japan joint workshop on Frontiers of Computer Vision*, Incheon, Korea, pp. 323-326, 2013.
- [21] N. Dalal and B. Triggs, “Histograms of oriented gradients for human detection,” *In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, San Diego, California, USA, pp. 886 - 893, 2005.

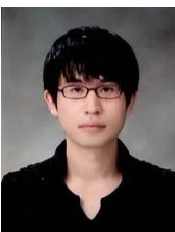
저 자 소 개



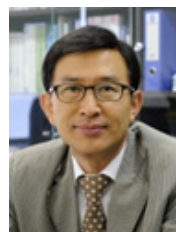
장 혁(평생회원)
1997년 인하대학교 전자공학과
학사 졸업
1999년 인하대학교 전자공학과
석사 졸업
2000년~현재 인하대학교
전자공학과 박사 과정
2000년~2001년 메디슨 x-ray 사업부 연구원
2002년~2009년 인피니트헬스케어 연구소 팀장
2010년~현재 한국전자통신연구원 사업화본부
RnD사업화센터 기업지원선임연구원
<주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전, 의료영상
시스템, ITS(지능형교통시스템)>



황 태 현(학생회원)
1996년 인하대학교 전자공학과
학사 졸업
1998년 인하대학교 전자공학과
석사 졸업
2009년~현재 인하대학교 전자공
학과 박사 과정
2001년~2006년 한국전자통신연구원 연구원
2009년~현재 한국지능형교통체계협회
책임연구원
<주관심분야 : 신호처리, ITS(지능형교통시스템),
Telematics>



양 훈 준(학생회원)
2011년 인하대학교 전자공학과
학사 졸업
2013년 인하대학교 전자공학과
석사 졸업
2013년~현재 인하대학교 전자공
학과 박사 과정
<주관심분야 : 패턴인식, 영상처리>



정 동 석(정회원)
1977년 서울대학교 전기공학과
학사 졸업
1985년 Virginia Tech
전자공학과 공학 석사
1988년 Virginia Tech
전자공학과 공학 박사
1988년~현재 인하대학교 전자공학부 교수
1990년~1994년 전자공학회 논문지 편집위원
1990년~1994년 통신학회 논문지 편집위원
2000년~2004년 정보전자공동연구소 소장
2010년~2011년 인하대학교 IT공대학장
2012년~2013년 인하공업전문대학 총장
<주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전, 패턴인식,
내용기반 멀티미디어검색>