

논문 2011-06-40

# 전조등의 시각적 특성을 이용한 야간 사각 지대 차량 검출 기법

(Night-Time Blind Spot Vehicle Detection  
Using Visual Property of Head-Lamp)

정정은, 김현구, 박주현, 정호열\*

(Jung-Eun Joung, Hyun-Koo Kim, Ju-Hyun Park, Ho-Youl Jung)

**Abstract :** The blind spot is an area where drivers visibility does not reach. When drivers change a lane to adjacent lane, they need to give an attention because of the blind spot. If drivers try to change lane without notice of vehicle approaching in the blind spot, it causes a reason to have a car accident. This paper proposes a night-time blind spot vehicle detection using cameras. At nighttime, head-lights are used as characteristics to detect vehicles. Candidates of headlight are selected by high luminance feature and then shape filter and kalman filter are employed to remove other noisy blobs having similar luminance to head-lights. In addition, vehicle position is estimated from detected head-light, using virtual center line represented by approximated the first order linear equation. Experiments show that proposed method has relatively high detection performance in clear weather independent to the road types, but has not sufficient performance in rainy weather because of various ground reflectors.

**Keywords :** Vehicle detection, Blind spot detection, Night time, Image processing

## 1. 서론

사각지대(blind spot)는 운전자가 사이드 미러를 통하여 차량의 존재 유무의 확인이 어려운 측후방 영역을 지칭한다. 운전자가 사각지대의 차량을 인지하지 못하고 차선을 변경할 경우 접근하는 차량과 충돌 위험이 있다. 이를 방지하기 위해 접근하는 차량을 검출하기 위한 방법으로 능동센서(레이더, 초음파)를 사용하는 방법 [1]과 수동센서(카메라)를 사용하는 방법 [2, 3, 9-11]으로 나누어 연구되어 왔다.

레이더 센서를 이용하여 차량을 검출하는 방법은 차량의 거리 측정에는 적합하나, 레이더 신호의 특

\* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2011. 04. 16., 수정일 : 2011. 05. 06.,  
채택확정 : 2011. 08. 17.

정정은, 김현구, 박주현, 정호열 : 영남대학교

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0011096)

성상 형태적 정보가 부족하여 검출 대상의 구분이 어렵다 [13]. 그리고 시스템 구축 비용이 고가여서 일부 고가 차량에만 적용되고 있다 [4]. 초음파 센서는 주, 야간에 관계없이 차량 검출에 적용 가능한 센서로 검출거리가 10m 이하인 경우에 제한적으로 사용할 수 있어, 최소 10m이상 탐지 거리가 필요한 접근하는 사각지대의 차량 검출에 적합하지 않다 [3]. 그러나 카메라 센서는 능동센서들에 비해 상대적으로 넓은 시야각을 제공하고 물체의 형태구분 또한 가능하고 저비용으로 시스템을 구축할 수 있기 때문에 카메라 센서를 이용한 사각지대 차량 검출에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

카메라를 이용해서 차량을 검출하는 방법은 조도 환경(주간/야간)에 따라 검출 방법이 다양하다. 주간에는 차량의 형태정보(외곽선, 컬러 등)를 이용한 검출 방법이 사용되고 있으나 [5,6]. 야간에는 낮은 조도로 인해 차량의 형태정보를 추출하기 힘들기 때문에 주간 차량 검출에 사용되는 기존의 방법을 적용하기 어렵다 [7]. 이를 해결하기 위한 방법으로 Andreonet는 차량이 주행할 때 상대적으로

높은 온도를 가지는 바퀴, 엔진, 머플러 등을 검출하기 위해 적외선 카메라를 이용하는 방법을 제안하였지만 도로 전체의 온도가 높아지는 여름에는 차량 검출이 어려운 단점이 있다 [8]. 야간 환경에서 차량 검출의 단점을 극복하기 위해 영상에서 전조등과 후미등을 추출하여 차량을 검출하는 방법이 연구 되고 있으며 [9, 10] 이들 방법들은 도로 위의 잡음(반사체, 가로등/신호등 불빛, 도로표지판 등)을 효과적으로 제거하기 위한 기법을 사용하고 있다.

본 논문은 카메라를 이용하여 야간환경에서 사각지대에 접근하는 차량을 검출하는 방법과 각종 도로 반사체를 효과적으로 제거하는 방법을 제안한다. 우선 야간 환경에서 차량을 검출하기 위해서는 전조등의 밝기와 형태정보를 차량특징으로 사용하고 [11], 차량의 검출 영역에서 전조등과 함께 나타나는 잡음을 제거하기 위해서 형태필터를 사용한다. 형태필터에서 제거하지 못한 잡음은 모션정보를 이용하는 칼만 추적 기법(Kalman tracking)을 사용하여 제거하고 차량 위치검출필터를 사용하여 검출된 차량의 위치를 추정한다. 마지막으로 실험을 통하여 본 논문에서 제안한 방법의 성능을 평가하고 개선 방법을 제시한다.

## 2. 본 론

본 논문은 야간환경에 사각지대로 접근하는 차량을 검출하는 방법과 도로 반사체를 효과적으로 제거하는 방법을 제안한다.

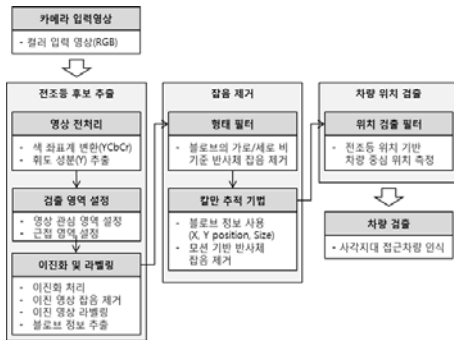


그림 1. 야간 환경의 사각 지대 차량 검출 시스템 구성

Fig. 1. Overview of blind spot vehicle detection system at night time

<그림 1>은 제안하는 차량 검출 방법의 전체 구성도이다. 카메라에서 입력받은 RGB 영상을 전처리 과정을 통해 전조등 추출을 위해 휘도 성분을 추출한다. 차량검출영역을 설정하여 전조등의 검색범위를 제한한다. 전조등 추출 과정에는 먼저 임계값을 설정하여 이진영상으로 변환하고, 이진영상의 연결성 정보를 사용하여 이진영상 라벨링 과정을 수행한다. 이때 얻어진 각 블로브(BLOB: Binary Large Object)의 정보를 추출한다. 형태필터에서는 블로브 정보를 사용하여 전조등이 아닌 잡음을 1차적으로 제거하고, 제거되지 않은 잡음은 블로브의 모션정보를 이용하여 칼만 추적 기법으로 제거한다. 마지막으로 위치검출필터를 사용하여 사각지대에 접근하는 차량의 중심 위치를 검출한다.

### 1. 영상 전처리

카메라로부터 획득한 영상은 RGB 컬러로 저장된다. 야간 환경에서 전조등은 도로, 차선에 비해 높은 휘도를 가지고 색상 성분을 가지지 않기 때문에 전조등을 효과적으로 추출하기 위해 YCbCr 컬러로 변환하여 휘도성분(Y컬러)만 추출한다.

### 2. 검출 영역 설정

본 논문에서는 사각지대의 접근하는 차량이 검출 대상이므로 차량의 후측방의 영역을 영상 관심 영역(ROI: Region of Interest)을 설정하고, 관심 영역에 차량이 접근하는 경우를 검출한다.



그림 2. 영상 관심 영역 및 근접 영역  
Fig. 2. Region of interest (black line) and region of proximity (white line)



그림 3. 사각지대의 영역 설정  
Fig. 3. Region setting of blind spot area

<그림 2>는 본 논문에서 설정한 영상 관심 영역을 영상에 검은색 선으로, 근접영역을 흰색 선으로 표시하였다. <그림 3>은 사각지대의 영역 설정 범위로 영상 관심 영역은 차량 검출 대상 영역인 차량의 측후방 14m이내의 범위를 말하며, 근접영역은 접근 차량과 충돌이 예상되는 측후방 7m 내의 범위로 영역을 설정하여 근접 영역 내 차량이 검출되는 경우 운전자에게 충돌 위험을 경고한다.

### 3. 이진화 및 라벨링

이진화 및 라벨링 과정은 먼저 영상에서 전조등 후보영역을 검출하기 위해 휘도 기준으로 임계값을 설정하여 전조등 후보를 추출한다. 추출된 전조등은 산란되는 특성으로 인하여 전조등 주변에 다수의 잡음이 포함되어 있다. 이러한 잡음을 제거하기 위해서 3x3 크기의 구성요소(structuring element)를 사용하여 해당하는 후보 영역을 침식연산(erosde) 후 팽창연산(dilate) 순서로 열림연산(opening)를 수행하여 전조등의 주변 잡음을 제거한다.



그림 4. 전조등 후보 영상 추출  
Fig. 4. Extraction of candidate head-light

<그림3>은 입력된 영상에서 관심 영역을 이진화 처리 후 열림 연산 처리한 결과를 나타낸다. 라벨링 과정은 이진 영상에서 픽셀(pixel)간 연결성 정보를 사용하여 블로브 정보를 추출한다. 라벨링 과정에서 추출된 블로브 정보는 전조등과 잡음을 구분하는데 사용되며 도로 위의 반사체 잡음을 제거하거나, 칼만 추적 필터를 통해 차량 위치를 추적하기 위해 사용된다. <표 1>는 블로브의 특징 정보를 나타낸다.

표 1. 블로브의 특징 정보  
Table. 1. Feature information of blob

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 블로브 가로길이</li> <li>▪ 블로브 세로길이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 블로브 중심 좌표</li> <li>▪ 블로브 픽셀 수</li> <li>▪ 블로브 박스 넓이</li> </ul>
--	--

### 4. 형태필터

형태필터(Shape filter)는 추출된 블로브 특징 정보를 이용하여 전조등과 형태가 다른 잡음을 제거하는데 사용된다. 전조등의 형태는 원형에 가깝기 때문에 <그림4>와 같이 간판(좌)이나 도로표지판(우)과 같은 비대칭 형태를 가진 블로브를 형태필터로 제거한다. 추출된 블로브의 가로, 세로 길이 정보를 이용하여 장축과 단축의 비율로 전조등을 판단하고 비대칭 정도가 심한 도로 표지판 및 간판은 잡음으로 간주하여 유사한 블로브를 전조등 후보에서 제거한다.

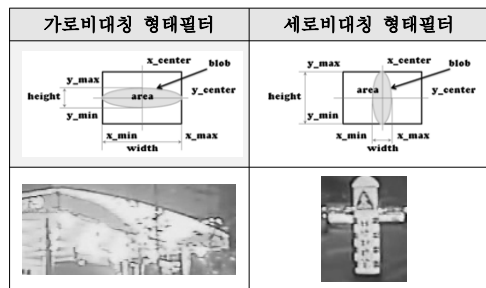


그림 5. 형태 필터 특징 및 제거대상  
Fig. 5. Features of shape filter and a target of elimination

### 5. 칼만 추적 기법

형태필터에서 1차적으로 제거되지 않은 반사체 잡음들은 블로브의 모션정보를 사용하여 제거한다. 사각지대에 접근하는 차량의 전조등이 일정한 방향으로 이동하는데 비해, 잡음성 블로브는 이동방향이 일정하지 않기 때문에 칼만 추적 기법 [14]으로 효과적으로 잡음을 제거한다. 칼만 필터를 사용하여 블로브의 생성, 이동, 사라짐 등을 판별하고 이를 위해 전조등의 위치정보(블로브 중심좌표), 크기(블로브 픽셀 수)를 사용한다. 칼만 필터는 시스템 모델을 구하고 상태 방정식과 예측 방정식을 이용하여 다음 상태를 추정하는 단계로 구성된다. 각 과정은 프레임(k)마다 이전 예측과 외부 입력을 통하여 다음 상태를 추정한다. 예측 과정에서 상태 추정 식(1)은 위치-거리 상태 모델을 상태변환 행렬 A로 변환하여 사용하여 위치값 ( $\hat{x}_k$ )을 추정한다. 식(2)는 이전 단계에서 검출된 블로브 위치 및 속도를 상태 모델의 변수로 적용하여 오차 공분산 ( $P_k$ )을 예측 한다. Q는  $w_k$ 의 공분산 행렬이며 영상 처리

의 특성상 검출된 차량의 위치에는 잡음( $w_k$ )은 없다고 가정하였다.

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + w_k \quad (1)$$

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q \quad (2)$$

이후 추정된 위치 ( $\hat{x}_k^-$ ) 그리고 블로브 크기에서 추출한 반지름을 저장하고, 다음 프레임의 추정 범위 내에 유사한 블로브 위치 값과 반지름이 있을 경우 트래킹 가능한 후보군으로 가정한다. 만약 두 위치의 이동거리(d) 식(3)이 추정된 이동거리(D) 식(4)보다 작은 경우 해당 블로브가 이동한 것으로 간주한다.

$$d = \sqrt{(\hat{x}_k^- - z_k)^2} \quad (3)$$

$$D = \sqrt{(\hat{x}_k^- - z_k^-)^2} \quad (4)$$

식(5)는 예측된 위치정보와 비교하여 칼만 이득( $K_k$ )을 갱신하기 위해 사용되며,  $H$ 는 측정된 차량의 위치 행렬,  $R$ 은 잡음 공분산의 행렬로 사용하였다. 식(6)에서 이전 예측 위치( $\hat{x}_k^-$ )과 갱신된 블로브 위치( $z_k$ )를 이용하여 위치( $\hat{x}$ )를 추정하고 식(7)은 상태오차 공분산 행렬( $P_k$ )을 갱신한다.

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1} \quad (5)$$

$$\hat{x} = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-) \quad (6)$$

$$P_k = (I - K_k H)P_k^- \quad (7)$$

만약 블로브가 검출이 되지 않거나 트래킹이 실패한 경우에는 가중치와 카운터를 이용하여 트래킹을 일정시간 유지한다. 이는 사각 지대에 인접해 있는 차량을 트래킹하기에 적합하며 검출 영역을 이용하여 차량 검출 범위를 제한할 수 있다.

6. 위치검출필터

야간환경에는 카메라로 획득된 영상에서 전조등을 검출하여 사각지대의 차량 유무를 확인할 수 있지만, 전조등은 차량이 접근할수록 크기가 기하급수적으로 커지며 특히 흐리거나 우천 시 전조등의 도로 반사가 발생하므로 차량의 위치와 일치하지 않는다. 따라서 검출된 전조등의 중심좌표를 사용하여 차량 간 거리를 계산할 경우, 거리 오차가 크게 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 위치검출필터

를 사용하여 차량검출 위치를 보정한다. <그림 6>은 위치검출필터를 설명하기 위한 것으로 실험을 통해 사각지대 영상에서 차량의 중심을 지나는 점들을 가상의 직선의 방정식  $VL_{center}$ 를 근사화하고, 한 대의 차량에 속한 한쌍의 전조등 중 왼쪽 전조등의 중심  $P_L$ 과 오른쪽 전조등의 중심  $P_R$ 을 잇는 직선  $\overline{PQ}$ 의 기울기를 실험을 통하여 도출하였다. 직선  $VL_{center}$ 과 왼쪽 전조등의 중심점  $P_L$ 을 지나는 직선  $\overline{PQ}$ 의 교점  $Q$ 를 인접한 차량의 중심 위치로 검출한다.

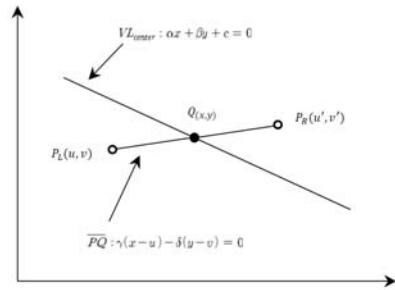


그림 6. 위치검출필터

Fig. 6. Position detection filter

영상에서 차량의 중심을 지나는 직선  $VL_{center}$ 을 식(8)이라고 가정하고 파라미터( $\alpha, \beta, c$ )를 실험을 통하여 추출한다. 트래킹 단계에서 추정된 블로브의 중심점  $P_L(u, v)$ 와  $P_R(u', v')$ 을 지나는 직선의 기울기 파라미터( $\gamma, \delta$ )를 실험을 통하여 도출하고, 직선  $\overline{PQ}$ 를 식(9)과 같이 직선의 방정식으로 나타낸다.

$$\alpha x + \beta y + c = 0 \quad (8)$$

$$\gamma(x - u) + \delta(y - v) = 0 \quad (9)$$

사각지대에 접근하는 차량은 한 쌍의 전조등을 가지고 있다. 한 쌍의 전조등 중 상대적으로 거리가 먼 오른쪽 전조등은 원근 왜곡(perspective distortion)에 의해 차량이 접근하면 영상에서 소실되는 경우가 발생한다. 반면 인접한 왼쪽 전조등은 오른쪽 전조등에 비해 원근 왜곡이 적으므로 전조등 검출에 용이하다. 따라서 인접한 전조등을 이용하여 차량의 중심 위치를 판단하기 위해서 식(10)을 사용하고, 직선  $VL_{center}$ 과 직선  $\overline{PQ}$ 의 교점인  $Q(x, y)$ 를 식(11)을 통해 계산하여 차량의 중심 좌표로 사용한다.

$$\alpha u + \beta v + c < 0, \forall u, v \quad (10)$$

where  $u, v$ 는 영상의 픽셀좌표

$$Q(x, y) = \left( \frac{\beta\gamma u + \beta\delta v + \delta c}{\beta\gamma - \alpha\delta}, \frac{\alpha\gamma u + \alpha\delta v + \gamma c}{\alpha\delta - \beta\gamma} \right) \quad (11)$$

<그림 7>은 주어진 영상 관심영역 내에서 잡음 제거필터(형태필터, 칼만필터)를 통과 후 검출된 전 조등을 이용하여 차량 중심 위치를 구하고, 차량의 중심 위치를 흰색 사각형으로 표시한 결과이다.



그림 7. 차량 검출 결과

Fig. 7. Result of vehicle detection

### 3. 실험 및 결과

실험을 위해서 카메라를 차량의 사이드 미러 아래에 부착하여 640×480 해상도(30 frame/sec)의 영상을 획득하였다. 영상 관심 영역을 <그림 3>과 같이 도로에서 인접한 차선의 1개 차선 폭을 기준으로 사이드 미러로부터 측후방 14m 이내 구간을 차량의 사각지대 영역으로 설정하였다. <표 2>와 같이 도로 환경에 따른 검출 성능을 평가하기 위해 시가지, 교외도로, 고속도로로 구분하고, 그리고 날씨에 따른 검출 성능을 평가하기 위해 맑은 날과 비 오는 날의 영상을 사용하였다.

표 2. 실험에 사용된 영상 종류

Table 2. Video types for experiment

영상 종류	시간 (총 프레임 수)	맑은 날	비 오는 날
시가지	7min (13,580)	☉	-
교외도로	7min (13,750)	☉	-
고속도로1	14min (23,874)	☉	-
고속도로2	23min (41,823)	-	☉

차량검출 성능의 정량적 평가를 위해 차량 검출률을 참-긍정 확률(TP: true positive), 거짓-긍정 확률(FP: false positive), 그리고 거짓-부정 확률

(FN: false negative)로 나누어 분석하였다. 참-긍정 확률은 실제 차량을 차량으로 검출한 확률이고, 거짓-긍정 확률은 실제로 차량이 없지만 차량으로 검출한 확률, 그리고 거짓-부정 확률은 실제로 차량이 있으나 차량으로 검출하지 못한 확률이다. 좋은 차량 검출 기법은 높은 참-긍정 확률, 낮은 거짓-긍정 확률과 거짓-부정 확률을 가진다.

<표 3>은 제안된 방법에서 트래킹을 적용하기 전의 차량 검출 결과로 잡음이 다수 검출되는 시가지에 비해서 교외도로는 상대적으로 잡음이 적은 환경으로 인해 높은 차량 검출률을 나타낸다.

표 3. 트래킹을 적용하지 않은 제안된 검출 기법에 의한 차량 검출률

Table 3. Vehicle detection rate using the proposed method without tracking

영상 종류	TP (%)	FP (%)	FN (%)
시가지	79.10	21.63	20.90
교외도로	84.73	4.31	15.27

<표 4>은 제안된 방법에서 트래킹을 적용한 차량 검출률을 나타낸 것이다. 트래킹을 적용하기 전 방법에 비해 칼만추적기법을 사용하여 적절한 후보를 추적하거나, 적절하지 않은 후보를 제거함으로써 검출률이 개선되었음을 나타낸다. 그리고 시가지에서 많은 도로 위의 잡음(반사체, 간판, 표지판)에도 칼만추적기법에 의해 높은 검출 성능을 나타내었다. 본 논문에서 칼만 추적 기법을 적용하여 차량의 위치를 추정하고 차량이 아닌 잡음을 제거함으로써 차량 검출률을 효과적으로 개선하였다.

표 4. 트래킹을 적용한 제안된 검출 기법에 의한 차량 검출률

Table 4. Vehicle detection rate using the proposed method with tracking

영상 종류	TP (%)	FP (%)	FN (%)
시가지	85.48	24.45	14.52
교외도로	86.38	3.36	13.62

<표 5>는 고속도로 영상을 날씨에 따라 맑은 날 영상과 비가 오는 날을 구분하여 실험한 결과이다. 비오는 날의 차량 검출률은 젖은 도로면에 반사된 전조등이 차량의 전조등으로 잘못 검출되는 경우가 높은 확률로 발생하여 거짓-긍정 확률에 영향을 준 결과로 전체 차량 검출 성능에 영향을 주었다.

표 5. 날씨 종류에 따른 차량 검출률

Table 5. Detection rate depending on weather

영상 종류	TP (%)	FP (%)	FN (%)
고속도로 (맑음)	80.24	3.41	19.76
고속도로 (비)	73.77	11.45	26.23

<표 6>는 위치검출필터에 의한 측정된 차량 중심점을 실제 차량의 중심점 위치와 비교한 결과이다. 제안된 방법의 성능 평가를 위해 검출된 전조등의 중심점을 차량의 중심으로 측정한 결과도 함께 나타내었다. 여기서 나타내는 거리는 영상에서 실제 환산 거리가 아니라 픽셀 단위 거리로 계산하였다. 인접한 전조등을 기준한 방법에 비해 위치검출필터는 차량의 중심을 지나는 직선과의 교점을 중심점으로 사용한 제안 방법이 실제 차량의 중심점에 근접한 결과를 나타낸다. 특히 차량의 중심점에 영향을 미치는 가로축 중심 위치(x축 평균 이탈거리)가 기존 방법에 비해 개선됨으로 중심점 검출 위치(평균 이탈거리)의 정확도 향상을 확인할 수 있다.

표 6. 차량 위치 검출 결과

Table 6. Result of vehicle position

영상 종류	x축 평균 이탈거리	y축 평균 이탈거리	평균 이탈 거리
인접 전조등 기준	49.06	3.56	56.05
위치검출필터	15.94	2.61	16.30

#### 4. 결 론

본 논문은 카메라를 이용하여 야간환경에서 사각지대에 접근하는 차량을 검출하는 방법과 도로 반사체를 효과적으로 제거하는 방법을 제안하였다. 야간 환경에서 차량을 검출하기 위해서는 전조등의 밝기와 형태정보를 차량특징으로 사용하고, 영상 관심영역을 지정하고, 도로 위의 잡음을 제거하기 위해 형태필터와 칼만 추적 기법을 사용하였다. 그리고 위치 검출 필터를 사용하여 검출된 차량의 위치를 보정하였다. 실험 결과, 본 논문에서 제안한 기법을 적용하면 맑은 날에는 도로의 종류에 관계없이 도로 위의 잡음을 효과적으로 제거하였으나, 우천 시에는 검출률이 상대적으로 저조한 특성을 보였다. 따라서 날씨에 영향을 받지 않는 사각지대 차량 검출을 위하여 우천 시 도로 반사에 의한 잡음을 효과적으로 줄이는 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] Chan Yet Wong, Uvais Qidwai "Intelligent surround sensing using fuzzy inference system", Sensors, IEEE, Irvine, CA, USA, 2005.
- [2] Eui Yoon Chung, H. C. Jung, Eugene Chang, I. S. Lee, "Vision based for lane change decision aid system", Stegic Technology, The 1st International Forum on, Ulsan, 2006.
- [3] S. Kim, S. Y. Oh, J. Kang, Y. Ryu, K. Kim, S. C. Park, and K. Park, "Front and rear vehicle detection and tracking in the day and night times using vision and sonar sensor fusion", International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 2173- 2178, Aug. 2005.
- [4] Luigi Giubolini, "A Multistatic microwave radar sensor for short range anticollision warning", IEEE Transactions on Vehicular Technology, pp. 2270-2275, Vol.49, No.6, Nov. 2000.
- [5] Anselm Haselhoff, Anton Kummert, Georg Schneider, "Radar-vision fusion with an application to car-following using an improved adaboost detection algorithm", International IEEE Conference on igit Transportation Systems, Seattle, WA, USA, pp. 854, 2007.
- [6] Sayanan Sivaraman, Mohan Manubhai Trivedi, "Active learning based robust monocular vehicle detection for on-road safety systems", Intelligent Vehicles Symposium, pp. 399, June. 2009.
- [7] David Acunzo, Ying Zhu, Binglong Xie, Gregory Baratoff, "Context-adaptive approach for vehicle detection under varying lighting conditions", International IEEE Conference on igit Transportation Systems, Seattle, WA, USA, pp. 654, 2007.
- [8] L. Andreonet, P. C. Antonellot, M. BertozziS, A. Broggi, A. Fascioli5, D. Ranzato, "Vehicle detection and localization in infra-red images", Intelligent Transportation Systems Conference, Singapore, pp. 141-146, Sep. 2002.
- [9] P. F. Alcantarilla, L. M. Bergasa, P. Jim'enez, M. A. Sotelo, I. Parra, D. Fern'andez, "Night

time vehicle detection for driving assistance lightbeam controller”, Intelligent Vehicles Symposium, Eindhoven, Netherlands, pp. 291, Jun. 2008.

- [10] Ronan O'Malley, Edward Jones, “Rear-lamp vehicle detection and tracking in low-exposure color video for night conditions”, IEEE Transaction on Intelligent Transportation System, Vol.11, No.2, Jun. 2010.
- [11] 김현구, 정호열, 박주현, “적응형 헤드램프 컨트롤을 위한 야간차량 인식”, 대한임베디드공학회 논문지, Vol.6, No.1, pp. 8-15, 2011.
- [12] Raoul de Charette, Fawzi Nashashibi, “Real time visual traffic lights recognition based on spot light detection and adaptive traffic lights templates”, Intelligent Vehicles Symposium, pp. 358-363, Jun. 2009.
- [13] B. F. Lin, Y. M. Chen, L. C. Fu, P. Y. Hsiao, L. A. Chuang and S. S. Huang, “Incorporating appearance and edge features for vehicle detection in the blind-spot area”, International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 869-874, Madeira Island, Portugal, Sep. 2010.
- [14] Grag Welch, Gary Bishop, “An Introduction to the kalman filter”, UNC-Chapel Hill, TR 95-041, July. 2006.

저 자 소 개

**정 정 은**



Email : jin0110@gmail.com

2009년 : 영남대학교 전자공학과 학사.  
현재, 영남대학교 정보통신학과 석사과정.  
관심분야 : 지능형 자동차, 영상 신호 처리.

**김 현 구**



2009년 : 영남대학교 정보통신학과 학사.  
2011년 : 영남대학교 정보통신학과 석사.  
현재, 영남대학교 정보통신학과 박사과정.

관심분야 : 지능형 자동차, 센서융합 신호처리.  
Email : kim-hk@yu.ac.kr

**정 호 열**



1988년 : 아주대학교 전자공학과 학사.  
1990년 : 아주대학교 전자공학과 석사.  
1998년 : 프랑스 INSAde Lyon 전자공학 박사.

현재, 영남대학교 정보통신학과 교수.  
관심분야 : 지능형 자동차, 영상 신호 처리, 영상 신호 압축, 3D water marking.  
Email : hoyoul@yu.ac.kr

**박 주 현**



1990년 : 경북대학교 전자공학과 학사.  
1992년 : 경북대학교 전자공학과 석사.  
1997년 : 포항공과대학교 전기전자공학과 박사.

현재, 영남대학교 전기공학과 교수.  
관심분야 : Complex network, Embedded control system.  
Email : jessie@ynu.ac.kr