

# 영상 판독 이벤트 신호로 제어되는 실시간 차량하부 검사 시스템 엔진 개발

전지혜\*, 양지희\*, 장지웅\*\*, 박구만\* 정회원

## Development of Real-Time Under Vehicle Inspection System Engine by Image Identification Event

Ji-Hye Jeon\*, Ji-Hee Yang\*, Ji-Woong Jang\*\*, Goo-Man Park\* Regular Member

### 요 약

본 논문은 두 가지 영상 이벤트 신호로 제어되는 실시간 차량하부 검사 엔진에 대해 제안한다. 첫 번째 영상 이벤트는 차량 번호판 인식에 의한 과정으로 생성된 것이고, 두 번째 영상 이벤트는 차량 하부 특정 이벤트 검출에 의해 생성된 것이다. 실험 결과, 두 영상 이벤트 모두 2.8초, 1.1초로 실시간 처리에 적합하게 발생되는 것을 확인할 수 있었고, 이러한 영상 이벤트가 시스템의 제어 체계로 사용되어 후부에 연결되는 다음 대응 상황에 적합한 신호를 보내주는 것으로 확인할 수 있었다.

**Key Words** : license plate recognition, image recognition event, under vehicle inspection system, pipeline, real-time

### ABSTRACT

In this paper, we presented Under Vehicle Inspection System by comparing two image signals. Two signals are generated by license plate number and under-vehicle pattern recognition. The test shows reliable precision within real-time of 2.8sec, which can be applicable commercially. In the future, more research will be conducted to enhance the precision by automatic image balance in many challenging situations.

## I. 서 론

이벤트 신호는 어떠한 결과나 상태를 파악할 수 있고, 발생 순간에 시스템을 동작할 수 있는 유용한 제어 출력 체계이다. 이벤트는 일반적으로 0과 1 같은 비트에 의한 1차원적인 제어를 의미하는 경우가 많지만 2차원 영상 같은 경우도 이벤트로의 역할이 가능하다. 영상을 이용한 이벤트는 영상 처리 분야에서 일반적으로 특이사항을 검출(detection)하는 것을 이벤트 탐지라고 한다. 이벤트 탐지 후 그것이 무엇인지 분류(classification)하고 최종적으로 분석(analysis)하는 과정을 거치게 된다. 분석 결과에 따라 이후 시스템을 제어, 동작하거나 경보와 같은 알림 기능으로 응용할 수 있다.

영상 내에서의 특정 이벤트 탐지는 지능형 영상 분석(intelligent video analytics) 수행에 의한 결과로 볼 수 있다 [1]. 사용자가 원하는 이벤트에 대한 검출 시나리오를 사전

설계에서 영상을 분석하여 그 조건에 맞는 경우 이벤트로 판단하게 된다. 시간, 상황, 장소에 따라 사용자마다 검출을 원하는 이벤트 유형은 너무나 다양하므로 검출 조건에 대한 규칙을 정확하게 설정하여 이벤트 검출의 신뢰성을 높여야 한다.

영상의 이벤트 신호를 이용해 시스템을 제어하는 과정에서 실시간(real-time)으로 처리되는 것은 고려해야 할 주요 사항이다. 특히, 고해상도(HR, high resolution) 영상 입력 장치가 발전함에 따라 실시간으로 처리를 하기 위한 다양한 기술들이 연구되고 있기 때문이다[2, 3].

이에 본 논문에서는 제어 응용 산업 분야 중에서 고해상도 영상 입력 장치를 사용하면서 특정한 이벤트 탐지를 필요로 하는 머신 비전 분야에 대한 연구를 하였다. 영상의 이벤트 실험을 진행하고자, 영상 이벤트 유형을 차량 번호판 판독(LPR, license plate number)으로 선택하고 규칙을 통해

\* This study was supported by the Research Program funded by the Seoul National University of Science and Technology.

\*서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램 (jhjeon@seoultech.ac.kr, gmpark@seoultech.ac.kr), 교신저자 : 박구만

\*\*서울과학기술대학교 일반대학원 미디어IT공학과 (jwjang310@naver.com)

접수일자 : 2015년 7월 8일, 수정완료일자 : 2015년 8월 14일, 최종 게재확정일자 : 2015년 9월 10일

검출된 이벤트 신호에 의해 라인 스캔 카메라의 영상 처리가 파이프라인 구조로 처리되는 실시간 차량하부검사(UVIS, under vehicle inspection system) 엔진을 제어할 수 있는 방법에 대해 제안한다.

## II. 제안하는 실시간 차량하부 검사 엔진 구성

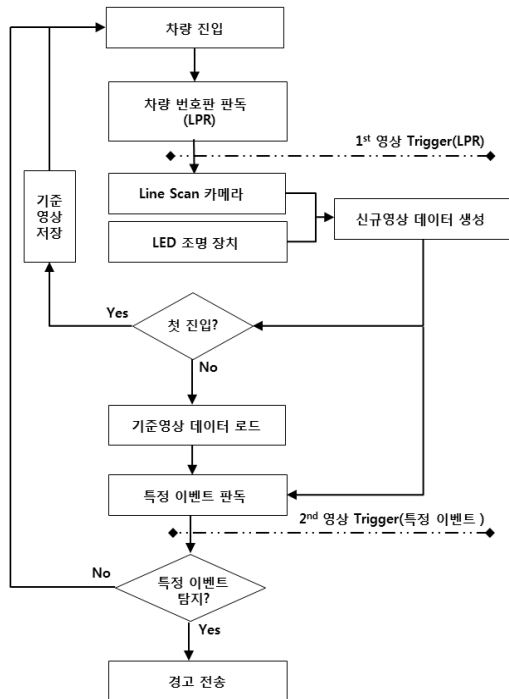


그림 1. 영상 판독에 의한 실시간 차량 하부 검사 엔진 구성.

### 1. 기존 연구 분석

본 논문에서의 영상 판독 이벤트는 LPR 알고리즘 결과를 일차적인 신호 체계로 사용하게 된다. LPR 판독 방법은 크게 번호판에 세로 성분이 많은 특징을 활용하는 에지(edge) 기반의 검출법[4], 번호판의 특수한 색을 이용한 색상 기반의 검출법[5], 세그먼트 위치별 비교를 수행하는 매칭 기반의 검출법[6], 특징점을 추출하여 학습 알고리즘을 통해 결과를 도출하는 학습 기반의 검출법[7]으로 총 네 가지로 분류할 수 있다.

첫 번째 방법은 신속하게 검출할 수 있으나, 에지 성분을 활용하기 때문에 환경에 따라 성능의 차가 심한 한계를 보인다. 두 번째 방법은 번호판 후보 영역을 감소할 수 있지만, 번호판이 다양한 국가 및 특수 번호판에 대한 인식이 낮다. 세 번째 방법은 앞서 소개한 두 가지 방법에 비해 인식이 높으나, 차량의 진입 각도 및 위치에 따른 성능 의존이 심한 편이다. 끝으로 마지막 방법은 검출된 특징점에 대한 신뢰성을 판단하기 어려우며 학습 기반이기 때문에 특징점의 개수에 따라 비교적 판독 시간이 오래 걸리는 단점을 가

진다.

이에 본 논문에서는 상기의 방법 중 매칭 검출법에서 확장된 방법을 이용한 영상 이벤트 생성 방법을 제안한다. LPR 판독을 위한 입력 영상을 균등하게 지역 분할하여 번호판이 검출될 수 있는 후보 영역에서만 판독을 수행하였는데 이는 매칭 검출법과 함께 수행 시 범위가 축소되어 영상 이벤트 신호에 따른 시스템 동작 지연을 최소화할 수 있다. 또한 차량의 진입 각도에 따른 번호판 왜곡을 보정하기 위해 판독 영상 좌표 변형 전처리 과정을 수행하였다.

### 2. 제안하는 실시간 차량하부 검사 엔진 구성

그림 1은 제안한 실시간 차량하부 검사 엔진에 대한 전체적인 구성도이다. 본 논문에서 제안하는 영상 이벤트를 통해 핵심적으로 처리하는 부분이 2개 부분임을 확인할 수 있다. 특정 지역으로 차량이 진입하는 경우, LPR 판독 카메라는 실시간 영상을 촬영하게 된다. LPR 판독 인식 과정에서의 불필요한 제어 지연 요소를 없애기 위해 실시간 영상 프레임을 지역적으로 균등 분할하여 번호판 후보 영역에 대해서만 알고리즘을 수행한다. 이후 LPR 카메라 영상을 기준으로 차량의 진출입이 랜덤할 수 있기 때문에 번호판 영상이 왜곡되어 변형된 직사각형으로 인식된다. 왜곡은 판독 성능에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 사전에 보정할 필요가 있다. 영상 워핑(image warping) 기법이 왜곡을 개선할 수 있는데 검출된 후보 영역의 모서리 좌표 값을 개선할 수 있다[8]. 이러한 처리 과정을 거친 후 번호판의 숫자 및 한글 인식을 위해 매칭 검출법을 사용하였다. 매칭 후 출력되는 플래그에 따라 영상 이벤트가 동작하는 것이 상기 그림에서의 첫 번째 영상 이벤트 부분이다.

이후 첫 번째 영상 이벤트에 따라 라인스캔 카메라와 조명 장치 동작을 하게 되고 영상을 실시간으로 획득하여 신규 영상 데이터를 생성할 수 있다. 생성된 데이터는 다음 단계에서 차량의 번호판에 따라 첫 진입 여부를 판단하여 첫 진입인 차량의 경우 다음번에 UVIS 엔진을 통과할 때의 특정 이벤트 판독 비교를 위해 기준 영상을 저장하고 엔진을 종료하게 된다. 첫 진입 아닌 재진입인 경우 기존에 저장되어 있는 기준 영상을 로드하여 이전 단계에서 생성한 신규 영상 데이터와 유사도를 비교하여 특정 이벤트를 판독하게 된다. 판독 알고리즘은 해상도에 따른 실시간 처리 제약을 극복하기 위해 영상 크기를 자동적으로 조정하고, 매칭 검출법으로 매칭 여부를 판별하게 된다. 이후 매칭 출력 플래그에 따라 영상 이벤트가 한번 더 동작하게 되는데 그림1에서의 두 번째 영상 이벤트 부분을 의미하는 것이다.

UVIS 엔진이 판독 결과인 두 번째 영상 이벤트에 따라 특정 이벤트가 탐지된 경우 경고 및 로그 기록으로 이상 여부를 표출하고, 탐지되지 않은 경우는 영상 데이터를 저장하고 엔진을 종료한다. 이는 첫 번째 영상 이벤트와 마찬가지로 두 번째 영상 이벤트도 제안한 UVIS 엔진의 경고 모듈과의

연계 여부를 제어할 수 있게 되는 제어 출력 체계로 사용되는 것을 알 수 있다. 이처럼 UVIS 엔진 내 핵심 제어 부분을 하드웨어에 의존하지 않고, 영상 판독 기술을 이용하여 영상 이벤트를 자동적으로 발생시켜 동작하게 하는 것이 제안하고자 하는 엔진의 구성이다.

### 3. 첫 번째 영상 이벤트 생성부

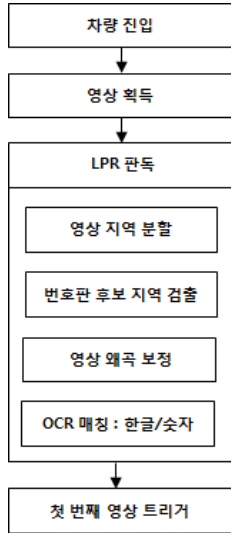


그림 2. UVIS 엔진의 첫 번째 영상 이벤트 생성 과정.

그림 2는 첫 번째 영상 이벤트 신호 생성 과정을 나타낸 것이다. 차량이 진입함에 따라 지속적으로 감시하고 있는 카메라로 영상을 획득한다. 획득된 영상을 지역별로 분할(segmentation)한 후 번호판이 검출될 수 있는 후보 지역을 선정하게 된다. 후보 지역을 국내 번호판 데이터와 유사한 성분이 검출되면 번호 판독 성능 향상을 위해 영상 왜곡 보정을 진행한다. 영상 왜곡 보정을 워핑 기법 중 원근 변환(perspective transform)을 사용하며 식 (1)과 같다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$x, y$ 는 입력 좌표를 의미하고 호모지니어스한  $h$ 의 요소들로 구성된  $H$  행렬에 의해 보정된 좌표  $x', y'$ 를 구할 수 있다. 이때 자유도(DOF, degree of freedom)는 8이므로 최소 4개의  $x, y$  좌표값이 있어야 수행할 수 있다. 본 논문에서는 차량 번호판 모서리 끝의 좌표 4개를 특징점으로 검출하여 활용하였다.

왜곡 보정까지 마친 번호판 영역에서 숫자와 한글을 판독해야 한다. 판독 방법은 일반적으로 광학문자인식(OCR, optical character recognition)을 활용하며 본 연구에서는 한글의 인식률을 높이기 위해 신경망(neural network)과 매칭(matching) 기법을 혼용하였다. 매칭은 실제 코드북(codebook)을 데이터베이스로 두어 가장 매칭 결과가 유사한 것을 보여주는 방식으로 하였다.

국내 차량 번호판의 한글 문자는 총 40개의 데이터로 구성되어 있어서 코드북의 한글은 각각의 문자별로 00부터 39번까지의 인덱스를 부여하였다. 이때 하나의 인덱스 당 문자 영상 정보는  $20 \times 20$  픽셀의 크기로 구성되어 있다. 영상 정보가 작은 크기이나 매칭 성능에는 큰 영향을 미치지 않으며 코드북을 통해 영상 정보를 로드하는 시간이 짧아서 매우 유용하다. 매칭 결과가 최대 유사율을 갖는 한글의 코드를 읽어와 판별하게 된다. 이러한 판별 기법과 신경망을 통한 숫자 및 한글 위치 검출을 혼용하여 정확한 LPR 판별 결과 및 첫 번째 영상 이벤트 신호를 생성, 출력할 수 있다. 이후 발생한 영상 이벤트를 이용하여 차량하부 검출을 위한 UVIS 엔진의 장비를 구동 시킬 수 있는 제어 체계로서 활용이 가능하게 된다.

### 4. 두 번째 영상 이벤트 생성부

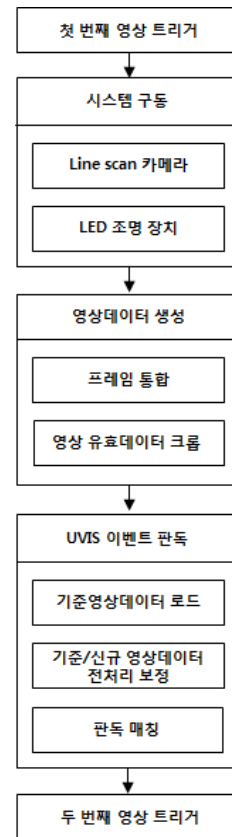


그림 3. UVIS 엔진의 두 번째 영상 이벤트 생성 과정.

그림 3은 두 번째 영상 이벤트 신호 생성 과정을 나타낸 것이다. 첫 번째 영상 이벤트에 의해서 UVIS의 입력 영상 획득 부분이 구동 된다. 2개의 장비가 동작되는데 하나는 영상을 입력받을 수 있는 라인스캔 카메라이다. 다른 하나는 LED 조명 장치인데 차량 하부는 조명이 없기 때문에 영상의 밝기를 보상해줄 수 있는 장비가 필요하여 장치를 동작 시켜야 한다. 두 개의 장비가 앞 단의 이벤트에 의해 동시에 구동 된다. 이 후 라인스캔 카메라로 획득한 라인 영상 데이터를 통합하여 사용자가 설정한  $w \times h$  크기의 단일 프레임으로

저장하게 되고 설정한  $N$ 개의 프레임 수만큼 저장을 한다.

저장된  $N$ 개 프레임에는 차량의 일부만을 담은 라인 스캔 영상이므로 하나의 차량 영상 데이터로 활용하기 위해 프레임들을 통합하는 과정이 필요하다. 기존의 메모리 버퍼를 사용자가 설정한  $N$  프레임 수에 맞게 유동적일 수 있기 때문에 가변(dynamic) 메모리 버퍼를 초기화해주어 메모리에 순차적으로 프레임을 저장하여 하나의 영상 데이터로 통합한다. 이후 차량 앞 범퍼와 뒤 범퍼 즉, 통합된 영상 데이터의 맨 앞과 뒤에서 차량이 아닌 불필요한 데이터를 필터링할 필요가 있다. 이에 본 논문에서는 맨 앞의 불필요한 1 픽셀 라인을 활용하여 앞 쪽부터 스캐닝하게 된다. 스캐닝 알고리즘은 연산 속도가 빠르고 구현이 간편한 템플릿 매칭(template matching)을 활용하였다. 템플릿 매칭을 이용해 서로 임계값에 의해 비매칭(mis-matching)이 되는 라인을 차량의 범퍼 시작으로 인식하여 그 부분을 크롭하고, 같은 방법으로 영상의 뒤쪽부터 시작하여 뒤 범퍼를 인식하여 크롭한다. 오차를 낮추기 위한 목적으로 라인스캔 카메라에서 획득된 라인을 템플릿 매칭하여 진행하였다. 이는 앞 범퍼, 뒤 범퍼 스캐닝 진행 중 템플릿 매칭의 비매칭 임계치가 10라인 연속적으로 이상 들어왔을 때 차량이라는 것을 판단하는 방법으로 발생할 수 있는 오류에 대해 재점검하게 된다.

이렇게 최종적으로 영상 데이터를 획득하게 되면 이후 UVIS 엔진의 핵심인 이상 유무를 검출할 수 있는 특정 이벤트 판독 단계로 진입하게 된다. 이때 본 엔진을 처음 경험하는 차량이면 앞 단에서 획득한 영상 데이터를 기준데이터로 저장하게 되고 재 경험하는 차량이라면 기 진입 시 저장했던 영상 데이터를 기준 영상 데이터로 사용하여 판독하게 된다. 기준 영상과 신규 생성한 영상 데이터를 전처리(pre processing)하여 차량의 진입의 위치가 항상 일정하지 않기 때문에 그에 따른 오차를 보상하게 된다. 이 오차 보상 기법으로는 픽셀 움직임 추정(pixel moving estimation) 방식을 택하였다. 차량은 UVIS 엔진의 line scan 카메라에 항상 같은 위치로 진입하지 않고 방향에 따라 미세한 부분은 랜덤하게 진입하므로 영상을 4분면을 분할하여 영상 내 픽셀 좌표값  $x, y$ 만큼 보상해주었다. 기준 영상의 중간 블록을  $M \times N$  크기의 검색 마스크로 두고, 신규 영상에서의 중간 블록을 기준으로 하여 화소의 이동 범위만큼 움직임을 추정하고, 각 4분면 별로  $x, y$ 의 화소 움직임 추정을 판단하게 된다. 영상 중 움직임 추정 보상을 한 후 빈(empty) 부분은 차량의 바깥쪽이라 위험 요소 설치가 어렵거나 큰 오차가 없는 차량 경계 위치이므로 임의적으로 0으로 채워 영상 데이터 크기를 같게 하고 그 부분은 검출을 하지 않는 것으로 한다.

전처리한 기준 영상 데이터와 신규 영상 데이터를 서로 컨볼루션(convolution) 비교하여 정합률이 다른 지역을 판독하여 두 번째 영상 이벤트를 생성하고, 사각형으로 표출하여 영상 데이터를 저장한다. 두 번째 영상 이벤트는 이후 경고 부분과 연동되어 관리자에게 경고 및 메일 전송 등 시스템

동작 제어하는 용도로 활용할 수 있다.

본 장에서는 입력 영상 내에서 차량 번호판 판독을 통해 판별 첫 번째 영상 이벤트를 생성하는 방법과 발생한 이벤트를 이용하여 차량 하부의 이상 여부를 검출하는 UVIS 엔진 동작에 따른 두 번째 영상 이벤트 방식에 대해 소개하였다. 이에 다음 4장에서는 제안하는 방식의 머신 비전을 이용하여 첫 번째 및 두 번째 영상 이벤트 생성에 대한 실험 과정 및 결과 구현에 대해 논한다.

### III. 실험 결과

본 논문에서 실험은 Intel i7, 8G RAM, Windows7을 기반으로 MS Visual studio 10.0, MS SDK, OpenCV(open computer vision) 2.4.10 버전의 개발 툴을 활용하였다. OpenCV는 컴퓨터 비전 분야에 필요한 영상 처리 라이브러리로서 카메라 기반 실시간 처리를 위해 유용하다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 4. UVIS 엔진의 첫 번째 영상 이벤트 출력 실험 결과 : (a)후보 영역 검출 (b)번호판 검출(원영상, 이진영상) (c)번호판 내 한글 인식 결과(d)번호판 내 숫자 인식 결과

그림 4는 UVIS 엔진의 첫 번째 영상 이벤트 생성 과정을 실험한 결과이다. 개인 정보 보호를 위해 번호판의 숫자는 일부 변경하여 실험하였다. 앞 장에서 설명한 것처럼 LPR 판독을 위해 입력 영상에서 지역 분할 및 에지 성분을 검출하여 그림 4(a)와 같이 학습에 의해 후보 영역을 검출하였다.



이때 빨간색 윤곽선이 실제 번호판일 가능성이 높은 곳을 표출한 것이다. 이후 가장 국내 번호판으로 유력한 최종 후보 지역을 검출하고 번호판 판독 성능을 향상하기 위한 위평을 거친 결과 영상 및 이진 영상이 그림 4(b)이다. 이진 영상을 기반으로 한글을 인식하게 되는데 그림 4(c)처럼 매칭 결과에 의해 코드북에서 한글을 판독할 수 있고 이후 그림 4(d)와 같이 번호판 영역에서 전체적인 숫자를 찾아내게 된다. 이처럼 한글 및 숫자 판독이 끝나면 최종적으로 결과 표출 창에 번호판 검출에 의해 후반 제어 체계를 제어할 수 있는 첫 번째 영상 이벤트 생성이 완료된다.

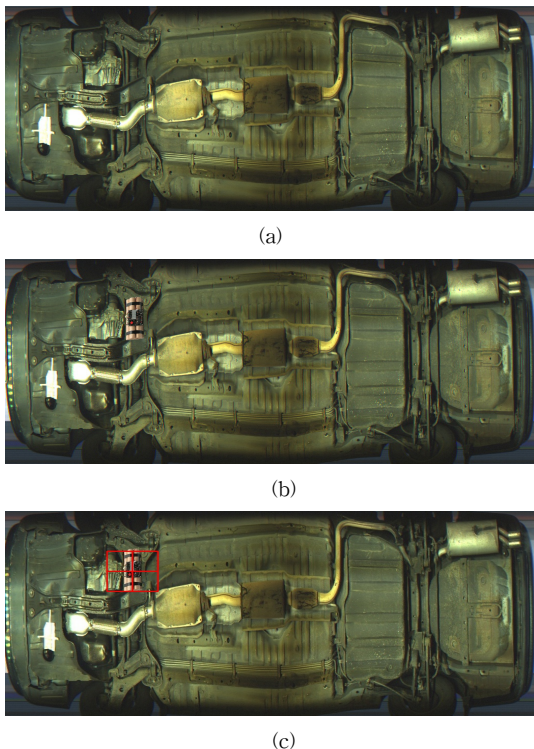


그림 5. UVIS 엔진의 두 번째 영상 이벤트 출력 실험 결과 : (a)기준 영상 데이터 (b)현재 영상 데이터 (c)특정 이벤트 검출.

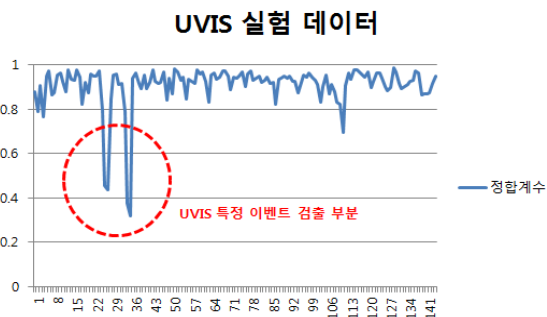


그림 6. 두 번째 영상 이벤트의 정합계수 측정 결과.

그림 5는 UVIS 엔진의 두 번째 영상 이벤트 생성 과정을 실험한 결과이다. 그림 5(a)는 앞의 과정에서 설명한 것처럼 기준 영상 데이터를 생성하여 저장한 것이고, 그림 5(b)는 현재 영상 데이터를 나타낸 것이다. 실험을 위해 본 논문에서

는 현재 영상 데이터에 실제 차량에 장착될 수 있는 폭탄 크기의 이미지를 합성하여 실험을 진행하였다. 영상에서의 정합 계수에 대한 실험이 정확하려면 환경적 조건을 최대한 배제하여 항상 동일시되는 조건으로 실험이 진행될 수 있도록 유지해야 한다. 이것을 위해 본 실험에서는 그림 5(a)를 기준으로 하여 그림 5(b)의 상하좌우의 픽셀 이동을 통해 영상의 위치를 보정해준다. 이후 기준 영상 데이터와 현재 영상 데이터를 비교하여 특정 이벤트인 차량 폭발물을 검출한 결과를 그림 5(c)와 같이 사각형으로 표출하여 결과 영상 데이터를 저장하였다. 실험 결과, 두 영상 데이터 간 정합률을 비교하여 정합이 확연하게 다른 부분에서 특정 이벤트를 정확히 검출하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 6은 정합 계수를 측정한 것이다.  $x$ 축은 템플릿 매칭 윈도우의 크기로 나눈 지역의 개수를 의미한다.  $y$ 축은 지역별 계수를 측정하여 어떠한 지역에서 특정 이벤트가 발생하였는지를 검출할 수 있는 정합 계수를 의미한다. 정합 계수의 범위는 0~1까지 정규화 된 값을 갖는다. 상기 그래프에서 알 수 있는 것처럼 정합 계수가 약 25~32까지의 3번 구역, 33~40까지의 4번 구역 두 군데에서 정합 계수가 0.3~0.5 사이로 다른 계수들의 평균인 0.8보다 현저하게 낮음을 확인할 수 있다. 이는 낮은 계수가 측정된 템플릿 지역에서 기준 영상 데이터와 신규 영상 데이터가 서로 차이가 드러남을 확인할 수 있는 부분이다.

이렇게 정합 계수 차이가 나타나는 부분에서 특정 이벤트를 검출하여 최종적으로 UVIS 엔진의 두 번째 영상 이벤트가 정상적으로 생성되며 이 이벤트를 이용하여 후반부에서 실제 알람 및 경보와 같은 확장 센서와 연동할 수 있을 뿐만 아니라 관리자에게 조기 경보를 알려주어 더 큰 위험 상황에 대해 대비할 수 있는 시스템으로서의 활용이 가능하다.

본 장에서는 두 개의 영상 이벤트의 생성을 실험적으로 확인하였다. 첫 번째 이벤트는 LPR 검출을 통해 실험을 진행하였으며, 차량 번호판 후보를 검출하여 한글 및 숫자를 정확하게 검출, 영상 이벤트가 생성되는 것을 확인하였다. 두 번째 이벤트는 정합 계수를 비교하여 UVIS 엔진의 차량 하부 특정 이벤트 검출하는 것으로 생성하였다. 또한 실시간 제어 체계로서의 실험을 진행하기 위해 시간을 측정하였다. 첫 번째 영상 이벤트 생성은 약 2.8초 정도가 소요되었으며, 두 번째 영상 이벤트 생성은 약 1.1초 정도가 소요되었다. 이러한 실험을 통해 우리는 머신 비전 분야에서 영상 이벤트의 정확한 생성이 실시간 생성을 통해 시스템의 제어 체계 대응 과정이 얼마나 중요한 유기적 관계가 있는지를 확인할 수 있었다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 머신 비전 분야에서 LPR과 차량 하부의 특정 이벤트를 검출하여 생성한 영상 이벤트가 시스템 제어

체계로 사용할 수 있는 UVIS 엔진에 대해 개발하였다.

두 개의 영상 이벤트를 시스템 제어를 위해 사용하였는데 첫 번째 이벤트는 라인스캔 카메라를 이용하여 한글 및 숫자를 학습을 통해 인식할 수 있는 LPR 시스템을 구성하여 생성하였다. 두 번째 이벤트는 차량 하부에서의 특정 이벤트를 감지하여 이상 여부를 감지할 수 있는 UVIS 엔진을 개발하였다. 정합 계수를 분석하여 기준 및 현재 영상 데이터에서의 차이점을 정량적으로 검출할 수 있었다.

실험 결과에서는 두 영상 이벤트가 실시간 시스템 제어 체계로 사용할 수 있는지에 대한 여부를 실험하고 분석하였다. 그 결과 두 영상 이벤트 모두 실시간 제어 시스템으로 사용하기에 적합한 것을 확인할 수 있었으며, 정확도도 판단할 수 있었다. 이러한 머신 비전에서의 영상 이벤트 신호는 고가의 장비 및 센서 등의 하드웨어를 대체할 수 있고, 기존 장비와 연동하여 쉬운 설치를 할 수 있는 신뢰성 높은 엔진으로의 구성이 가능하다는 결론을 얻을 수 있었다.

향후 연구방향으로는 소프트웨어 엔진이 가질 수 있는 약점 중 하나인 환경, 시간 등에 따른 조건에 민감하여 신뢰성 높은 성능의 안정화 부분에 대해 더욱 개선된 시스템을 제안하려고 한다. 본 논문에서는 환경 및 제약적 조건을 알고리즘을 통해 맞추어 주었으나, 픽셀 밝기 데이터를 저장하여 다양한 환경 및 특수 상황에서도 영상이 항상 일정하게 최적화 될 수 있는 자동화 영상 밸런스(automatic image balance) 기능을 추가적으로 탑재할 예정이다.

### 참 고 문 헌

[1] S. Arimoto, "Linear controllable systems," Nature, vol. 135, pp. 18-27, July 1990.

[2] R. C. Baker and B. Charlie, "Nonlinear unstable systems," International Journal of Control, vol. 23, no. 4, pp. 123-145, May 1989.

[3] G. S. Choi and C. S. Kim, "Linear stable systems," IEEE Trans. of Automatic Control, vol. 33, no. 3, pp. 1234-1245, Dec. 1993.

[4] M. Young, The Technical Writer's Handbook, 3rd Ed., Mill Valley, Seoul, 1989.

[5] Z. Shiler and S. Dubowski, "Time optimal paths and acceleration lines of robotic manipulators," Proc. of the 26th Conf. Decision and Control, pp. 98-99, 1987.

[6] C. Han, C. Oh, and B. Choi, "The study on recognition of fighting motion by using HMM," Proc. of ICROS Annual Conference 2010, Chuncheon, Korea, pp. 78-79, May 2010.

[7] C. Han, C. Oh, and B. Choi, "The study on recognition of fighting motion by using HMM," Proc. of ICROS Annual Conference 2010, Chuncheon, Korea, pp. 78-79, May 2010.

[8] C. Han, C. Oh, and B. Choi, "The study on recognition of fighting motion by using HMM," Proc. of ICROS Annual Conference 2010, Chuncheon, Korea, pp. 78-79, May 2010.

### 저자

#### 전 지 혜(Jihye Jeon)



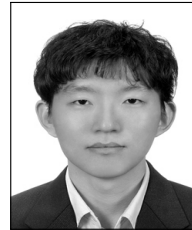
· 2007년 2월 : 수원대학교 전자공학과 공학사  
 · 2009년 2월 : 수원대학교 전자공학과 석사  
 · 2008년 11월 ~ 2013년 9월 : (주)하이 트론씨스템즈 종합연구소 선임연구원  
 · 2013년 3월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램 박사과정  
 <관심분야> : 지능형 영상 분석, 패턴인식, 컴퓨터비전

#### 양 지 희(Jihee Yang)



· 2012년 2월 : 강릉원주대학교 멀티미디어공학과 학사  
 · 2013년 3월 ~ 2015년 2월 : 서울과학기술대학교 일반대학원 석사  
 · 2015년 3월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램 박사과정  
 <관심분야> : 디지털 영상처리, 패턴인식

#### 장 지 웅(Jiwoong Jang)



· 2009년 3월 ~ 2015년 8월 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 학사  
 · 2015년 9월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 일반대학원 미디어IT공학과 석사과정  
 <관심분야> : 컴퓨터비전, 미디어아트, 패턴인식.

#### 박 구 만(Gooman Park)



· 1984년 : 한국항공대학교 전자공학과 공학사  
 · 1986년 : 연세대학교 전자공학과 석사  
 · 1991년 : 연세대학교 전자공학과 박사  
 · 1991년 3월 ~ 1996년 9월 : 삼성전자 신호처리연구소 선임연구원.  
 · 1996년 9월 ~ 1999년 7월 : 호남대학교 전자공학과 조교수  
 · 1999년 8월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램 교수  
 · 2006년 1월 ~ 2007년 8월 : Georgia Institute of Technology Dept.of Electrical and Computer Engineering, Visiting Scholar  
 <관심분야> : 컴퓨터비전, 멀티미디어 통신

#### 정회원