

# 신호등 주기를 이용한 교차로 교통사고감지 알고리즘

정 성 환<sup>†</sup> · 이 준 환<sup>\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 교차로 내 사고를 감지하기 위하여 배경영상과 교차로 내에 설치된 사거리 신호등의 주기를 이용한 교차로 사고감지 알고리즘을 제안한다. 기존의 영상을 이용한 방법에서는 새로운 사고모델이나 혼잡한 상황, 음원을 이용할 경우에 소음이 크게 발생하는 상황에서 사고 감지율이 낮아지는 문제점을 내포한다. 본 논문에서는 차량 및 외부 그림자 또는 차량의 조명등의 영향으로 인한 사고 오 판단을 줄이기 위하여 신호등의 주기와 배경영상의 히스토그램의 속성을 이용한 필터를 개발하여 사고감지에 이용하였다. 제안된 알고리즘의 성능을 알아보기 위하여 15개의 실제 사고영상을 획득하여 실험한 결과 15개의 동영상에서 모두 사고를 감지하였으며, 새로운 사고 모델에 대해서도 교차로 내 사고를 감지 할 수 있었다.

키워드 : 교통사고감지, 교차로 사고감지, 교차로 신호등

## Detection Algorithm of Crossroad Traffic Accident Using the Sequence of Traffic Lights

Sung-Hwan Jeong<sup>†</sup> · Joonwhoan LEE<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

This paper suggests the background image and the algorithm of detecting an accident at crossroads by using the sequence of traffic light at crossroads, which is installed within the crossroads, in order to detect an accident within crossroads. A method of using the existing image contains a problem that the accident-detection ratio gets lower in a situation that noise occurs loudly given using new accident model, the confused situation, or sound source. This study used the accident detection by developing a filter of using the property of histogram in the sequence of traffic light at crossroads and the background image, in order to reduce misjudgment of an accident caused by external shadow, vehicle stoppage, vehicle headlight, and externally environmental influence. As a result of experimenting by acquiring 15 actual accident images in order to examine the performance of the suggested algorithm, the accident was detected in all the 15 videos. Even as for a new accident model, the accident within crossroads could be detected.

Keywords : Traffic Accident Detection, Crossroad Accident Detection, Crossroad Traffic Lights

### 1. 서 론

증가하는 교통량을 효율적으로 제어하고 사고를 예방하기 위해 지능형교통시스템(ITS)이 제시되어 신속하고 안전한 차세대 교통체계를 구축하는데 목적을 두고 있다. 차량이 증가함에 따라 도심 내 도로의 교차로에서 사고 발생빈도가 전체 사고의 50% 이상을 차지하고 있다. 특히 교차로사고는 신호등 방향에 따라 서로 다른 방향을 가지는 차량들이 충돌하는 사고로 발생한 사고는 대형 사고로 이어질 수 있으며, 횡단보도는 이용하는 사람과 같은 방향의 대기행렬의 차량들 까지 영향을 미치게 되는 사고로 간주된다. 또한 교

차로 내에 교통사고 발생 시 항상 문제가 되고 있는 가·피해자 판별에 대해서 신호등의 진입문제와 같은 사고 원인 파악에 어려운 문제점을 겪고 있다. 이러한 사고를 미연에 방지하기 위하여 교차로 신호등 위쪽에 신호위반 단속과 과속 감지용 카메라를 설치하여 교통사고를 미리 예방하고 있다. 하지만 이러한 장비는 기계식 장치로서 영상을 이용한 방법보다 설치비와 관리비용에서 높은 단가가 요구될 뿐만 아니라 새로운 추가적인 기능 구현이 어려우며 교차로에 설치하였을 경우 카메라 한 대가 한 방향만을 판단해야 하는 한계가 있으며, 교차로 내에 교통사고 판단에는 이용할 수 없는 단점이 있다. 따라서 교차로 전체를 볼 수 있는 카메라를 이용하여 교차로 내에 사고를 감지하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

교차로 내에 교통사고를 판단하는데 있어서 영상을 사용하였을 경우 배경영상과 현재 영상과의 차 영상을 생성하여

<sup>†</sup> 준 회 원: 전북대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
<sup>\*\*</sup> 정 회 원: 전북대학교 전자정보공학부 교수(교신저자)  
논문접수: 2008년 12월 2일  
수 정 일: 1차 2009년 1월 8일  
심사완료: 2009년 1월 8일

교차로 내에 진입한 차량들을 추적하여 추적한 차량들의 바운딩(Bounding) 박스끼리의 교차점을 기본으로 한 사고감지 장치들이 개발되어 있다. Ki<sup>[1]</sup>는 교차로 내의 영상에서 각 차량 객체를 추출 한 후 차량의 정보를 이용하여 교차로 내에 진입한 차량의 방향, 가속도, 위치, 면적을 이용하여 사고를 감지하지만, 이 방법은 교통상황이 혼잡한 경우 차량들이 밀집되어 있을 경우 사고의 오판단 가능성과 실시간 처리에 있어서 모든 차량들을 추적하는 것은 프로세서의 비용이 높게 측정되는 문제점이 있다. 또한 교차로 밖에서 발생하여 교차로 내부에 서서히 진입하였을 경우 이 차량이 단순히 정지선을 위반하여 교차로 내에 진입하였는지를 판단하기 쉽지 않은 문제점을 가지고 있다. Hu<sup>[2]</sup>는 교통사고를 차량의 3D모델을 기반으로 교차로를 볼 수 있는 카메라로부터 영상을 획득하여 모든 픽셀에 가중치를 부여한 후 차량들이 이동하는 픽셀들에 가중치를 점점 더 부여하게 되면 교차로에서 차량들이 이동하는 패턴을 찾을 수 있게 된다. 이 패턴으로부터 3D를 기반으로 하여 차량들을 추출하고 신경망을 이용한 교통사고 발생 패턴과 예측 모델을 생성한 후 교차로 사고감지에 이용하였지만 새로운 사고모델이 발생하였을 경우 사고를 정확히 인지할 수 없는 문제점이 있다.

음성을 이용한 방법으로는 미국과 일본에서 이용되는 음향 감지를 통해 사고영상을 저장하는 방식을 채택하고 있다<sup>[3]</sup>. 음향 감지 기술은 음향취득 장치를 통하여 현장에서 음원을 취득하고, 사고관련 음향 DB로 필터링하여 사고 유무를 판단하는 방법으로 교통사고 발생 음을 주파수 필터링을 통하여 교통사고를 인지하는 시스템이다. 박문수<sup>[4]</sup>는 교차로 내에 교통사고 상황관별을 위해 기존의 영상정보 감지 법에 추가, 보완할 수 있는 방법으로 교차로에서 발생한 사고음향과 자동검지의 방해요소인 다양한 교차로 주변소음에 관한 음향의 파형 및 주파수 특성 등을 분석하여 교통사고감지에 이용하였다. 교차로 주변에서 발생하는 음향과 주파수의 범위를 파악 한 후 각 교차로의 정지소음, 주행소음, 경적 음, 사이렌, 오토바이소음, 스키드 음, 주행 음, 충돌 음 등이 소음 패턴을 분석하여 이를 이용하였으나 비교적 차량이 없고 도로의 소음 또는 잡음이 낮은 도로에서의 교통사고에는 효율성이 있겠으나 차량이 많은 도로와 이 소음들이 동시에 발생할 경우에는 음원을 이용할 수 없는 문제점이 내포되어 있다. 이형석<sup>[5]</sup>등은 영상과 음향을 이용하여 교차로 내 사고 감지를 제안하였지만 이 역시 음향을 기준으로 하였기에 소음이 심한 교차로에서는 인식할 수 없는 문제점이 있다.

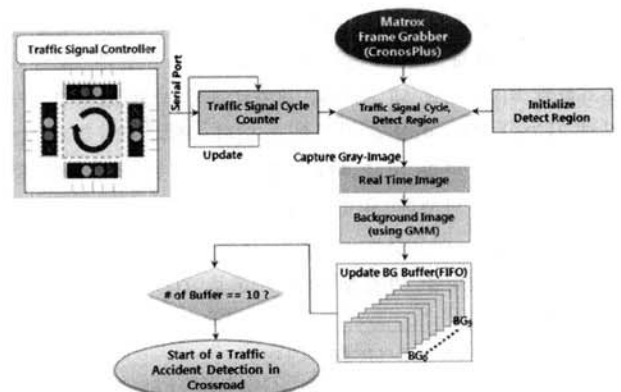
따라서 이러한 문제를 해결하고 교차로에서 발생한 사고에 대한 정확한 사고원인에 도움이 되기 위하여 배경영상과 교차로의 신호등 주기를 이용한 교차로 사고감지 시스템을 제안한다. 교차로에서 발생한 사고는 시간이 지남에 따라 배경영상에 등록되며 이 배경영상 버퍼를 이용하여 배경영상끼리의 차 영상을 사고감지에 이용하였으며 신호등의 주기에 따라 결과 이진영상을 업데이트 또는 필터링하여 정확한 사고를 판단하는 알고리즘을 제안한다.

## 2. 교차로 사고감지

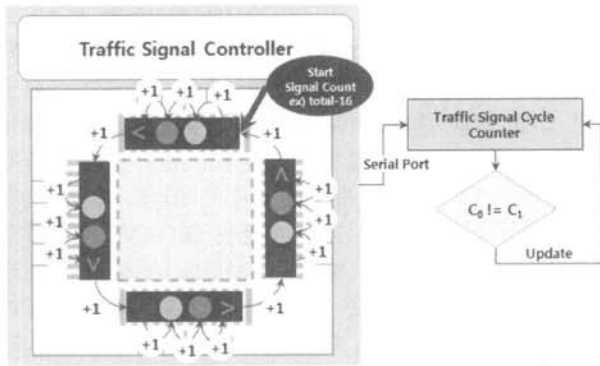
교차로 내부에서의 교통사고는 일반 연속류 도로와는 다른 복잡한 사고패턴이 발생하게 된다. 본 논문에서는 (그림 1)과 같이 교차로 내부의 감지영역을 설정하고 GMM (Gaussian Mixture Model)을 이용하여 감지영역 내 배경영상을 생성하게 된다<sup>[6]</sup>. 사용한 영상은 칼라 영상이 아닌 그레이영상을 입력받아 이용하였으며 Matrox사의 Frame Grabber CronosPlus를 이용하였다. 초기 실행은 교차로 신호등의 모든 방향에 대한 신호횟수를 알기 위하여 신호등이 1주기가 될 때 까지 신호등이 변하는 횟수를 카운트하게 되며 1주기가 되었을 경우와 교차로 감지영역이 설정되어 있을 경우 배경영상을 생성하게 된다. 비교적 깨끗한 배경영상을 획득하기 위하여 100프레임 동안은 초기 1장의 배경영상을 생성하되 되며 생성된 배경영상은 2.5초 마다 배경버퍼에 업데이트 된다. 배경 버퍼의 크기는 10장으로 하였으며 배경버퍼가 모두 등록되었을 경우 교차로 사고감지를 시작하게 된다. 배경영상을 이용하는 이유는 교차로 내부에 대한 다양한 사고모델을 생성할 필요가 없을 뿐 아니라 새로운 사고나 교차로 밖에서 사고 후 교차로 내부로 진입하는 사고 등 애매모호한 사고까지 감지해 낼 수 있는 이점이 있다.

(그림 2)는 교차로에 설치된 신호등에서의 신호횟수를 알기 위하여 신호를 카운트 하는 것을 나타낸 것이며 이는 Serial Port를 통하여 교차로에 설치되어있는 신호등 컨트롤러로부터 신호를 받아들여, 초기 저장해놓은 신호주기가 변하면 전체 신호주기 값을 업데이트하여 현재 교차로의 상황에 능동적으로 대처하게 하였다.

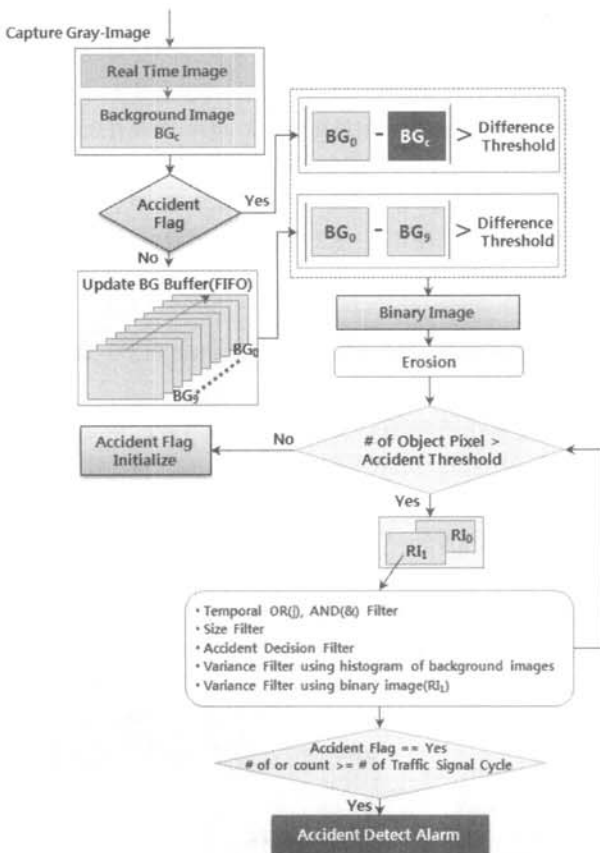
본 교차로 사고감지 알고리즘의 전체 순서도는 (그림 3)과 같다. 배경버퍼 10장이 모두 등록되게 되면 현재 입력되는 그레이 이미지로부터 현재의 배경을 실시간으로 업데이트하게 되며 업데이트 되는 배경은 2.5초마다 1개씩 FIFO배경버퍼에 업데이트 된다. 배경버퍼에 있는 배경영상끼리의 차 영상을 통하여 현재 교차로에 어떠한 객체가 정지하였는지를 파악하게 된다. 1차 잡음을 제거하기 위하여 Erosion 필터를 이용하였으며 이 필터를 통과한 후 객체라고 판단할 수 있는 크기가 나타나면 이를 사고 상황이라고 1차적으로



(그림 1) 사고감지 시작을 위한 과정



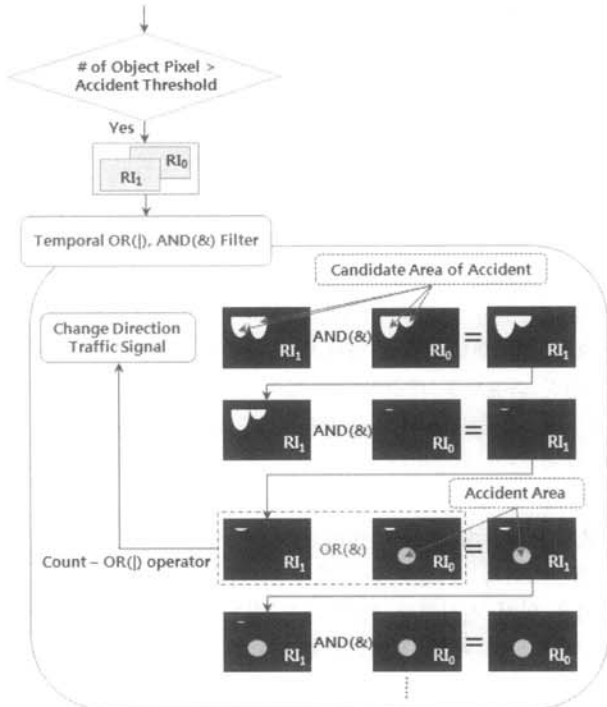
(그림 2) 교차로 신호등 카운트 방법



(그림 3) 교차로 사고감지 전체 흐름도

판단하여 현재의 사고 플래그를 FALSE 상태로 변경하고 배경버퍼에는 플래그가 TRUE가 될 때 까지 배경을 업데이트 하지 않는다. 이는 사고감지에 이용되는 배경영상이 되도록 객체가 존재하지 않는 배경영상을 이용하여야 객체를 추출해 낼 수 있기 때문이다.

정확한 사고유무를 판단하기 위하여 다음의 필터들을 사용하였다. 배경에 등록되게 되는 객체는 다양할 수 있으며 실제 사고가 아닌 외부 환경잡음에 의한 잡음, 교차로 내 정지선을 위반한 차량, 차량의 조명, 주변의 조명에 의한 객체 등 일 가능성을 시사한다. 이를 정확한 사고로 판단하기 위하여 본 사고감지 알고리즘에서는 Temporal OR-AND Filter, Size Filter, Accident Decision Filter, 배경영상과 이



(그림 4) 신호등을 이용한 Temporal OR-AND Filter

진영상의 히스토그램(histogram)을 이용한 Variance Filter를 개발하여 이용하였다. 이 모든 필터에서 현재의 객체가 실제 사고인지를 판단하게 되며 전체 신호등 주기까지 사고 플래그가 TRUE 상태라면 현재 교차로에 감지된 객체를 사고 상황으로 감지하게 된다.

## 2.1 사고판단 필터

### 2.1.1 Temporal OR-AND Filter

배경거리의 차 영상에서의 사고 유무를 판단하기는 쉽지 않은 문제이다. 차 영상에 나타난 객체 부분이 일단 사고감지의 후보지역으로 등록이 되면 이 등록된 객체가 정확한 사고인지를 판단해야 한다. 특히 야간과 야간 및 우천 시에는 교차로 횡단보도 전에 정지선에 정지한 차량들의 전조등으로 인하여 전조등이 배경영상에 객체로 등록 되는 객체 오 인식이 발생하게 된다. 이는 차량과 마찬가지로 움직이면서 교차로에 진입되기 때문에 배경영상을 이용한 객체 추출에 있어서도 문제가 되는 부분으로 볼 수 있다. 하지만 정지한 차량들이 녹색의 신호에 따라 움직이게 되면 등록된 객체들은 실제 객체가 아닌 오 판단된 객체로 볼 수 있다. 이 문제와 같이 한번 교차로에 등록된 오 판단 객체 때문에 실제 발생할 수 있는 사고 차량이 사고 판단을 하기 위한 이진영상에 업데이트가 되지 않는다면 사고를 감지하지 못하는 경우가 발생하게 된다. (그림 4)와 같이 일단 배경영상에 등록된 객체는 AND 연산에 의하여 객체 자신이 생성해 놓은 전조등 객체를 지우게 되며 실제 사고 객체가 이진영상에 등록되는 시점은 신호등의 방향이 변할 때로, 이때 OR 연산을 하게 되면 실제 사고 객체가 새로이 등록된다. 실제 사고 객체라면 AND 연산에 의하여 계속적으로 보존하게

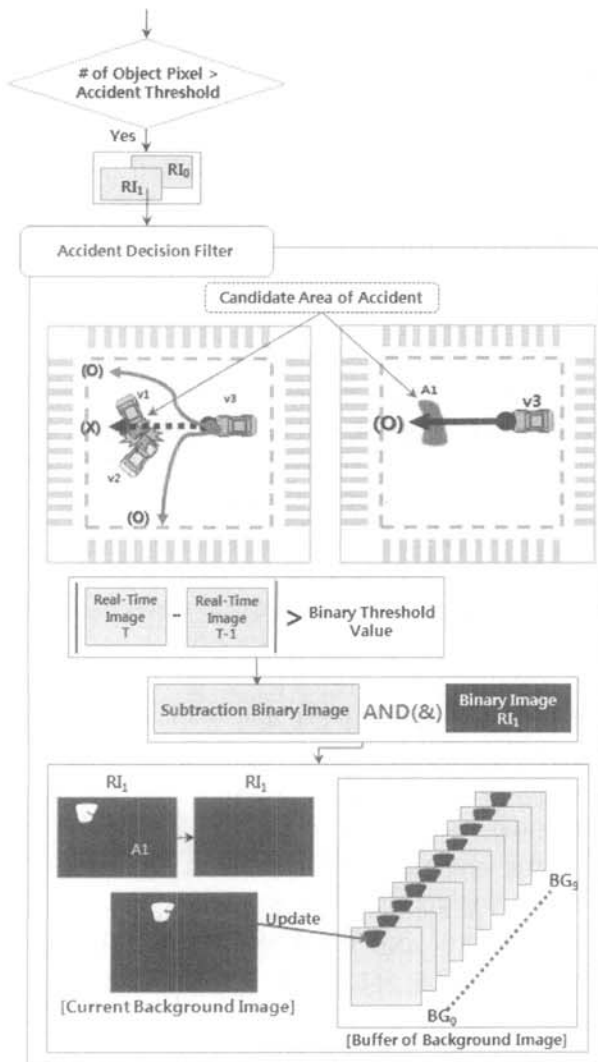
된다. 이는 사고가 발생하면 일단 차량은 사고처리를 하기 위해 계속적으로 같은 위치에 머물러 있게 된다는 점을 이용하였다. (그림 4)는 배경거리의 차 연산 결과 이전영상을  $RI_1, RI_0$ 로 저장한 후 계속적으로 AND, OR필터를 이용하여  $RI$ 영상을 업데이트하는 과정을 나타낸 것이다.

### 2.1.2 Size Filter

Size Filter는 차 영상에서 나타난 객체의 크기가 객체라고 볼 수 없을 만큼의 크기를 가지게 되는 컴포넌트들은 자동으로 삭제한다. 현재 업데이트되는 배경영상에서 삭제되는 영상 좌표만을 배경버퍼에 있는 배경영상에 업데이트 한다. 이는 작은 잡음이 사고감지에 또 다른 문제를 발생시키지 않게 하기 위함이다.

### 2.1.3 Accident Decision Filter

배경거리의 차 영상에서 객체로 나타나는 흰색 사고 후보 영역은 앞서 시사했던 바와 같이 실제 사고인지 외부 잡음에 의한 사고 후보 영역인지를 정확히 판단해야 한다. 야간

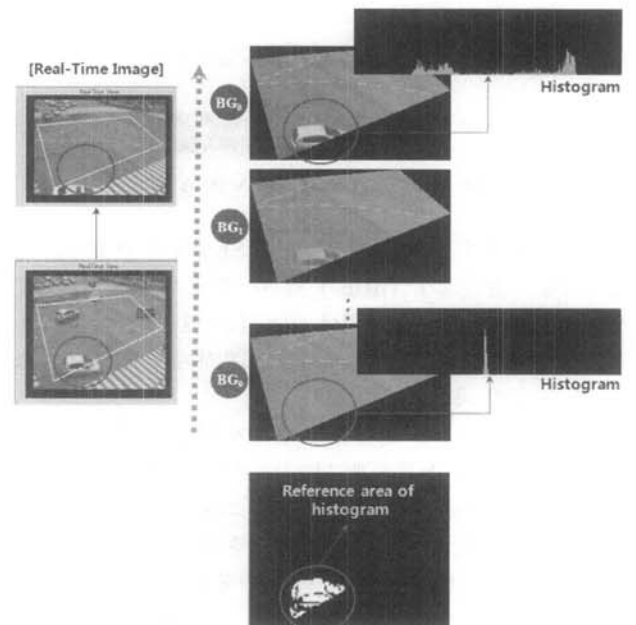


(그림 5) Accident Decision Filter와 배경버퍼 업데이트 방법

과 야간 우천 시 일 경우 조명이 바닥에 반사되어 교차로를 보고 있는 카메라에는 반사된 영역들이 나타나게 되며, 햇볕이 강할 경우 건물이나 주위 시설물에서 생겨나는 그림자 영역 또한 이를 객체인지를 판단하기 쉽지 않은 문제점이 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서 정확한 사고 감지를 위하여 제안한 필터로 (그림 5)와 같다. (그림 5)에서 필터 기준 영상은 OR-AND 연산에서 업데이트되는  $RI$ 이 기준 영상으로 하였다. 실제 사고 영역이라면 (그림 5)에서 보는 바와 같이 다른 차량들이 사고 지점을 통과 할 수 없게 되지만, 외부 조명이나 환경에 의한 사고 후보 영역은 다른 차량들이 통과할 수 있게 된다. 이 필터는 현재 실시간 영상에서 현재영상과 이전영상과의 차 영상을 생성한 후, 생성된 이전 영상과  $RI$ 영상간의 AND연산을 통과하는 부분은 사고 후보 지점에서 해제되며 해제되는 영역은  $RI$ 에 나타나 있던 후보영역을 해제하고 여기서 해제되는 기준 영역으로부터 현재 계속적으로 업데이트된 배경영상에서 배경버퍼에 저장된 10장의 배경영상을 해제되는 영역만을 업데이트 하여 현재의 오 판단된 상황을 버퍼에 입력하여 새로운 사고 오 판단 상황이 발생하지 않도록 방지 하였다.

### 2.1.4 배경영상과 이전 영상의 Histogram을 이용한 Variance Filter

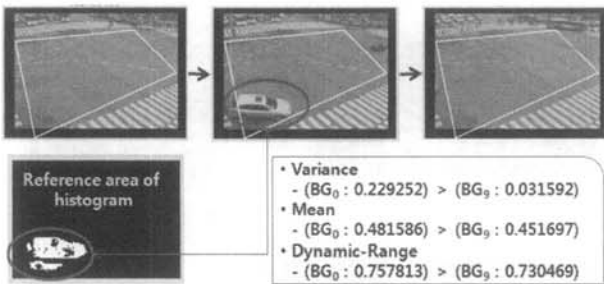
사고 상황이 위의 필터들에 의하여 해제되면 현재의 배경 업데이트 플래그는 TRUE로 변경되어 현재 배경이 배경버퍼에 등록되게 된다. (그림 6)과 같이 횡단보도 신호에 의하여 오랫동안 정차한 차량이 배경영상에 등록되어 배경버퍼  $BG_0$ 까지 업데이트되었다면 새로운 차량이 이 부분을 통과하지 않는 이상 현재의 이전 영상 객체는 사고로 판단 될 수 있는 사고 오 판단 현상이 발생된다. 이러한 경우를 방



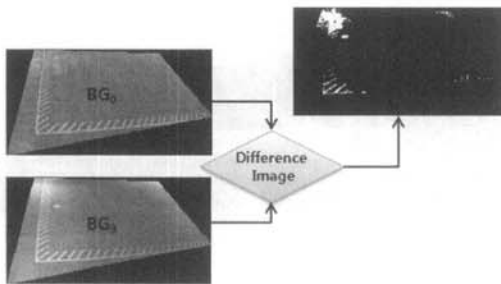
(그림 6) 배경영상의 Histogram을 이용한 Variance Filter

지하기 위하여 이전영상의 흰색 픽셀이 기준이 되어 배경버퍼에 있는 BG<sub>0</sub>영상과 BG<sub>9</sub>영상의 히스토그램을 생성하고 생성된 히스토그램으로부터 Dynamic-Range, Mean, Variance 값을 Normalize하여 0과 1사이의 값으로 추출한다. 추출된 값이 배경 BG<sub>0</sub>영상이 높게 나타났다면 이전 필터에 의한 정확한 사고 해제상황으로 간주하여 BG<sub>0</sub>영상을 버리고 배경버퍼를 업데이트 하게 된다. (그림 7)은 보행 신호등에 의해 정지 하였던가 다시 지나간 상황을 나타낸 것이다. 배경에 등록된 차량 부분이 사고 오 판단 필터에 의하여 해제된 후 배경버퍼 BG<sub>0</sub>과 BG<sub>9</sub>의 히스토그램의 3개의 값을 비교하여 사고 오 판단 상황을 해제하는 것을 나타낸 것이다.

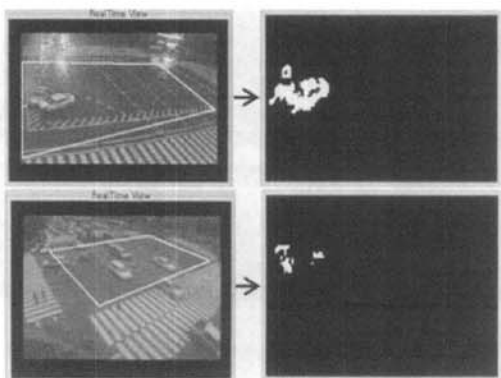
(그림 8)은 사고 판단에 이용되는 배경거리의 차 영상을 나타낸 것으로 (그림 8)의 (a)는 가장 최근의 BG<sub>9</sub>영상에 외부의 조명이 검지영역내부의 배경영상에 영향을 미치게 되어 전체적으로 넓게 잡음이 나타나게 된다. 이러한 경우 검지영역의 전체 면적을 최대값( $x_{max}, y_{max}$ )으로 하여 다음 식



(그림 7) 기준 영역에서 히스토그램의 Variance, Mean, Dynamic-Range 값



(a) 주변 조명의 변화로 인한 차 영상의 변화



(b) 실제 사고 시의 차 영상(흰색픽셀:사고영역)

(그림 8) 배경거리의 차 영상 결과

(1)~(5)식을 이용하여 이전영상에서 흰색픽셀의 분포도를 알 수 있게 된다. 이식을 이용하면 (그림 8)의 (a)는 V값이 크게 나타나며 실제 사고 차량이 나타난 (b)의 V값은 작게 나타나므로 이전영상에서의 외부의 잡음형태를 파악할 수 있다. 따라서 (그림 8)의 (a)와 같은 결과가 나타난다면 현재 사고를 해제하고 배경영상을 업데이트 할 수 있다.

$$x_1, y_1 = \Sigma P(x, y) \tag{1}$$

$$x_2, y_2 = \frac{(x_1, y_1)}{total P_i} \tag{2}$$

$$x_3 = (x_2 - i)^2, y_3 = (y_2 - j)^2 \tag{3}$$

$$V_x = x_3/x_{max}, V_y = y_3/y_{max} \tag{4}$$

$$V = V_x - V_y \tag{5}$$

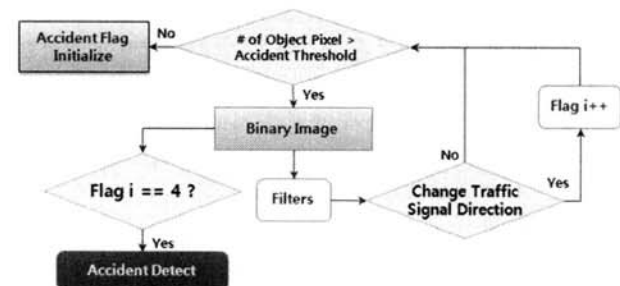
여기서 total P<sub>i</sub>는 이전 영상에서의 객체로 나타난 면적을 의미한다.

### 3. 실험 및 고찰

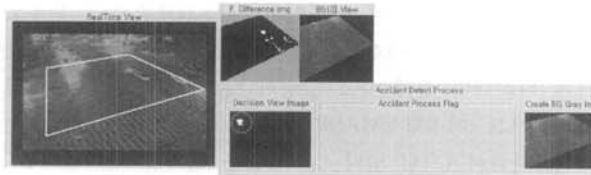
본 논문에서 제안한 배경영상과 신호등의 주기를 이용한 교차로 교통 사고감지 알고리즘은 (그림 9)와 같이 4단계에 걸쳐서 최종 사고여부를 판단하게 된다. 배경이 업데이트 될 때 배경거리의 차 영상을 생성하며 생성된 영상으로부터 사고를 판단하는 최종 단계를 나타낸 것으로 최종 사고 감지는 교차로 신호등의 1주기에 정확한 사고 결정을 하게 된다.

(그림 10)은 야간 차량의 전조등이 배경영상에 등록됨으로써 빨간색 원안에 1차적으로 객체로 인식된 경우이다. 하지만 이는 단순히 전조등으로 인한 오 판단된 상황이므로 OR-AND, Accident Decision 필터에 의하여 사고 상황이 해제된 모습을 (그림 10)의 (b)에서 확인할 수 있다.

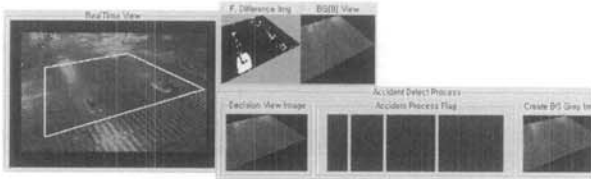
(그림 11)은 주변의 그림자에 의하여 배경영상에 등록된 그림자의 영향 때문에 발생한 객체의 오 판단 현상을 나타낸 것이다. 그림자의 영역이 변환에 따라 배경영상에 등록되어 차 영상이 발생하게 되나 차량의 이동정보와 히스토그



(그림 9) 최종 사고 감지

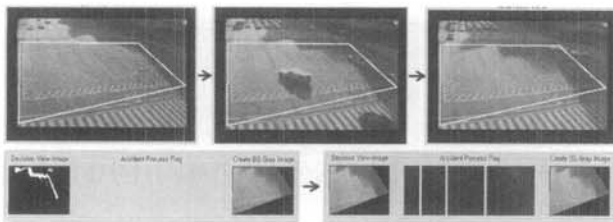


(a) 1차 사고발생 상황



(b) 정상소통 상황

(그림 10) 야간 차량의 전조등으로 인한 객체 오 인식 해제



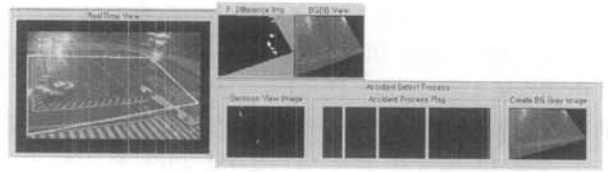
(그림 11) 그림자의 영향으로 인한 객체 오 인식 해제

램의 필터를 이용하여 현재 오 판단된 사고 상황을 해제하는 것을 나타낸 것이다.

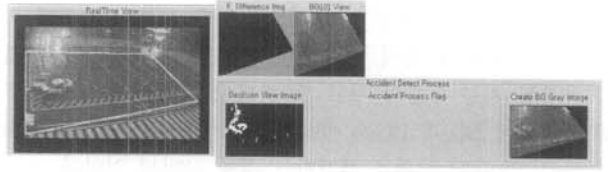
(그림 12)는 본 논문에서 제안한 사고감지 알고리즘을 적용하여 분당사거리 2008년 7월 20일 새벽 5시경 우천 시 분당사거리의 실제 사고영상을 DVR을 통해 저장하여 실험한 결과를 나타낸 것이다. 정상 소통 상황에서 어떠한 객체가 배경에 등록되면 25초전에 입력된 배경버퍼의 BG<sub>0</sub>영상과의 차 영상에서 1차적인 사고의 유무를 판단하며 사고라고 판단되면 계속적으로 이진 영상을 필터링 하게 된다. 각 그림 가운데 하단의 이진영상이 실제 사고유무를 판단하는데 이용되는 이진영상으로서 최종 사고감지 시에 잡음이 필터들에 의하여 제거되고 실제 사고 차량만 남게 되어 사고를 감지한 것을 나타낸 것이다. 작은 픽셀들의 영역은 Size Filter에 의하여 제거되며 제거되지 않는 영역은 다른 차량의 이동정보와 AND-OR 필터에 의하여 제거된다.

(그림 13)은 분당사거리 2008년 2월 2일 2시에 검지영역 부근에서 발생한 충돌 사고로 충돌 후 전복된 차량의 전조등으로 실제 사고를 감지한 것을 나타낸 것이다. (그림 14)는 정사사거리 2007년 5월 16일 오후에 발생한 사고로 차량과 오토바이의 사고 영상을 저장하여 사고를 감지한 실험한 결과를 나타낸 것이다. (그림 14)는 정자사거리 2008년 7월 3일 14시경에 교차로 밖에서 발생한 사고 차량이 교차로 안 검지영역 안으로 진입하여 사고를 감지해낸 결과를 나타낸 것이다.

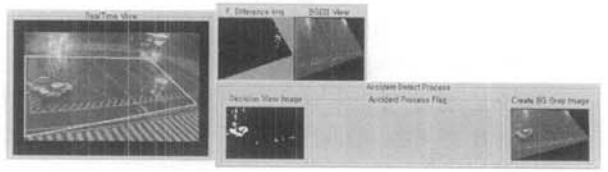
본 실험에서 사용한 교차로 내 사고 동영상은 총 17개로 새벽, 우천 시, 오전, 오후에 발생한 다양한 경우에서의 사고 영상을 (그림 15)에 나타내었다. 실험 동영상은 차량의 정면



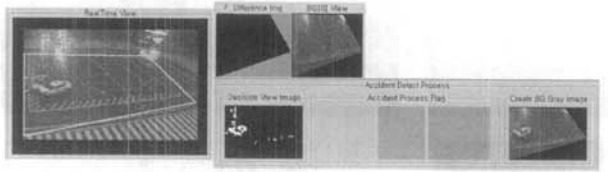
(a) 정상 소통 상황 후 사고발생 직후



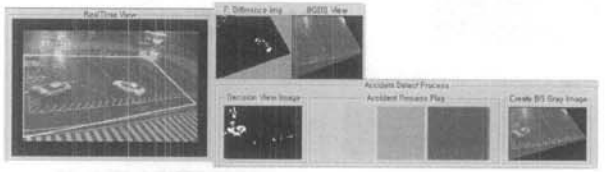
(b) 배경영상에 등록 - 사고감지 시작



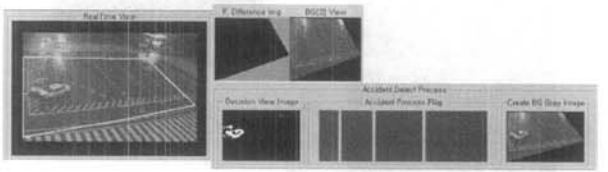
(c) 배경영상에 등록 - 사고감지 1단계



(d) 배경영상에 등록 - 사고감지 2단계

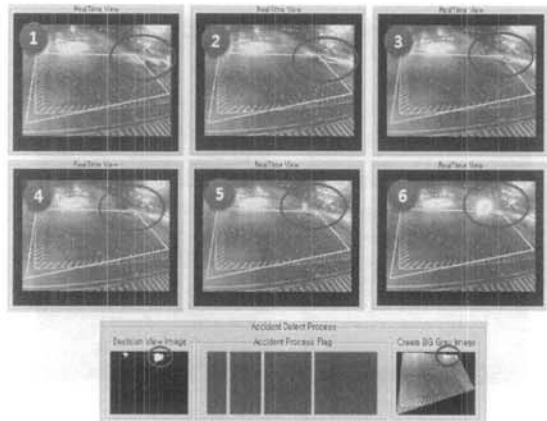


(e) 배경영상에 등록 - 사고감지 3단계

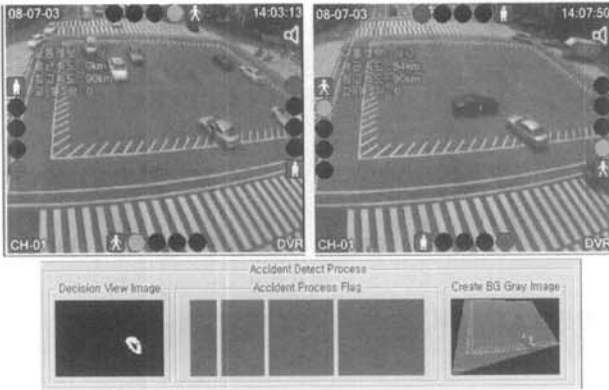


(f) 배경영상에 등록 - 사고감지 4단계

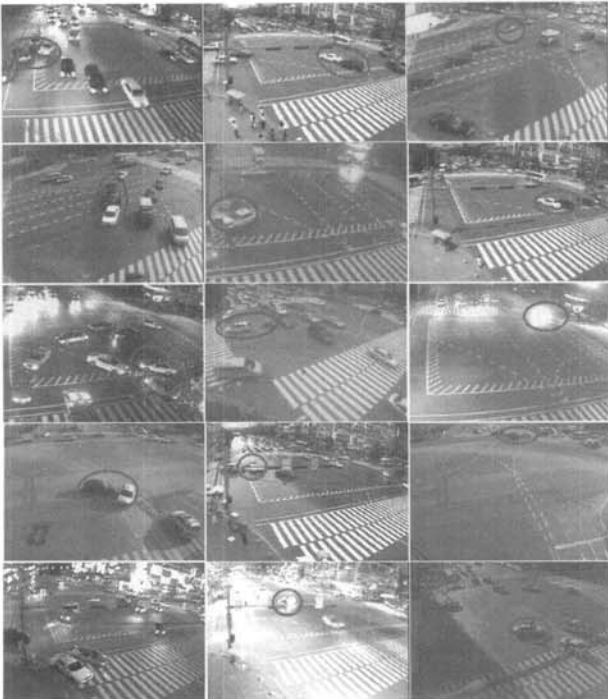
(그림 12) 사고감지 알고리즘 적용 결과



(그림 13) 차량 조명에 의한 사고감지



(그림 14) 교차로 밖에서 사고 발생 후 교차로 내부로 진입한 사고 감지 화면



(그림 15) 본 실험에서 사용한 교차로 내 사고영상



(그림 16) 사고를 감지하지 못한 상황

충돌, 측면충돌, 접촉사고, 교차로 밖에서 사고 후 교차로 내부 진입, 차량과 오토바이 접촉사고 등을 이용하였다. (그림

15)에 나타난 사고는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 이용하여 정확히 사고를 감지한 영상으로 각 그림의 빨간색 원안이 사고 영역을 나타낸 것이다.

본 논문에서 제안한 알고리즘으로 사고를 정확히 판별하지 못하는 사고를 (그림 16)에 나타내었다. (그림 16)의 영상은 버스와 차량과의 충돌로 큰 영역에 걸쳐 사고가 나타날 수 있지만 영상의 화질로 인해 차량 구별이 어려운 경우이다. 이는 영상의 화질을 개선 할 경우 교차로 내 사고 상황을 판별할 수 있을 것이다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 배경영상과 신호등의 신호 주기를 이용한 교차로 사고감지 알고리즘을 제안하였다. 기존의 교차로 사고감지에 이용된 차량 객체의 추적 방법, 음향을 이용하는 방법, 음향과 영상을 이용하는 방법들의 단점을 보완하고 교차로 내에 발생하는 어떠한 사고도 감지해 낼 수 있게 하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 알아보기 위하여 실제 사고 영상을 저장하여 실험한 결과 교차로 밖에서 발생한 하여 교차로 내부로 진입한 사고, 차량 충돌 후 감지영역 내에 발생한 차량의 전조등으로도 교차로 내부의 실제 사고를 감지 할 수 있었으며 사고로 오 인식된 1차 상황에서 필터를 이용하여 사고 상황을 해제하고 정상 소통상황으로 판단할 수 있게 하였다. 본 알고리즘에서 사용하는 영상의 크기는 320×240이며, 비교적 선명한 카메라를 요구하도록 설계하였다. 산업용 컴퓨터 CPU 1Ghz에서 처리속도는 초당 5프레임으로 이는 교차로 내에 사고 감지에 사용되는데 문제점이 없는 것으로 판단된다. 본 알고리즘의 개선점이라면 사고 발생 후 사고를 판단함에 있어서 신호등의 1회 주기까지 계속적으로 필터링하게 되어 사고 발생 후 인식 시간이 3분 정도 걸린다는 단점이 있지만 다양한 사고 패턴에 대하여 정확히 사고를 감지해 낸다는 이점이 있다. 교차로 내 실제 사고를 인위적으로 발생 시킬 수 없으므로 실험 데이터가 부족하여 본 사고감지 알고리즘의 성능을 수치적으로 나타낼 수 없으나 본 실험에서 사용한 15개의 사고에 대하여 교차로 내 교통사고를 모두 감지할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 교차로 내 교통사고 감지 알고리즘을 이용하였을 경우 교차로 내 사고가 발생 하였을 시에 교차로 신호등제어기를 제어할 수 있으며, 교차로 사고 상황을 종합교통센터에 전송할 수 있고, 사고 발생당시 가해자/피해자를 정확히 판별하는데 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Young-Kul Ki and Dong-Young Lee, "A Traffic Accident Recoding and Reporting Model at Intersections," IEEE Transactions on Intelligent Transportation System, Vol.8, No.2, pp.188-194, June 2007.
- [2] Weiming Hu, Xuejuan Xiao, Dan Xie, Tieniu Tan and Steve

Maybank, "Traffic Accident Prediction Using 3-D Model-Based Vehicle Tracking," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.53, No.3, pp.677-694, May 2004.

- [3] 김만배, 유성준, 김완기, "교통사고 자동기록장치의 설치효과 분석", 대한전자공학회, 텔레콤, Vol.22, No.2, pp.18-26, 2006.
- [4] 박문수, 김재이, "교차로 교통사고 자동감지를 위한 사고음의 음향특성 분석", 한국산학기술학회논문지, Vol.7, No.6, pp.1142-1148, 2006.
- [5] 이형석, 김영욱, 권대길, 박기현, 이경복, 한민홍, "영상과 음향 기반의 교차로내 교통사고 감지 시스템의 구현", 제어자동화 공학회, Vol.10. No.6, pp.501-509, June 2004.
- [6] DarShyang Lee, "Effective Gaussian Mixture Learning for Video Background Subtraction," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.27, No.5, pp. 827-832, May 2005.



### 정 성 환

e-mail : shjeong@chonbuk.ac.kr

2004년 전주대학교 컴퓨터공학과, 정보통신공학과(공학사)

2006년 전북대학교 의용생체공학과(공학석사)

2007년~현 재 전북대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 인공지능, 임베디드시스템



### 이 준 환

e-mail : chlee@chonbuk.ac.kr

1980년 한양대학교 전자공학과(공학사)

1982년 한국과학기술원 전자공학과(공학석사)

1982년 전북대학교 전자공학과 조교

1985년 전북대학교 전자공학과 전임강사

1990년 미국 미주리대학 전산학과(공학박사)

1990년~현 재 전북대학교 전자정보공학부 교수

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전, 인공지능