

지능형 교통시스템 성능개선에 관한 연구

최호진[○], 김진석^{**}

[○]고구려대학 토목조경학부

^{**}고구려대학 정보전산원

e-mail: hjchoi@kgrc.ac.kr, ssukdori@kgrc.ac.kr

A Study on the Performance Improvement for Automated Accident Detection System

Ho-Jin Choi[○], Jin-Suk Kim^{**}

[○]Dept. of Civil Engineering & Landscape Architecture, Koguryeo College

^{**}Dept. of Information Technology Computer Center, Koguryeo College

● 요약 ●

교통사고의 발생은 교통 혼잡의 주요 원인으로 작용되어 교통사고에 의한 작간접적 손해비용까지 지출되고 있다. 따라서 교통사고를 사전에 예방하거나 사고가 발생한 후 신속하게 처리할 수 있는 실시간 교통사고 대처 시스템이 요구되고 있다. 즉, 교통사고 자동검지 시스템의 필요성은 가피해자의 구분에 활용하는 것 이외에 신속한 인명구조와 사고처리 등의 교차로 유고관리가 가능하며, 교통사고로 발생할 수 있는 교통 혼잡을 최소화 할 수 있다.

본 논문에서는 다양한 형태의 충돌 및 추돌 사고를 검지하는 시스템의 성능을 개선하기 위한 것으로 영상 또는 소리라는 매체에 기반을 둔 시스템에서 자동 검지의 한계성을 도출하고 개선하고자 하였다. 테스트 베드를 기반으로 자동검지 실패의 원인을 분석하고 그 원인에 따른 오인식의 문제점을 개선하여 운전자 단독사고로 인하여 차량 추적이 불가능한 경우, 소리 없이 발생한 사고, 야간에 발생한 사고 등의 문제점들을 극복함과 동시에 성능을 개선하는데 그 목적이 있다.

키워드: ITS(Intelligent Transport System), 교차로 교통사고(Crossroads Traffic Accident)

I. 서론

최근 우리나라를 비롯한 일본, 미국, 영국 등 일부 선진국에서는 사전 교통사고 예방뿐만 아니라 교통사고 발생 시 신속한 응급처치와 사고처리, 객관적인 가피해자를 신속하게 구분하여 교통사고 발생의 메커니즘을 구현하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그 중 가장 대표적인 것으로 교통사고기록장치를 들 수 있으며, 교통사고기록장치는 크게 수동형과 자동형으로 구분할 수 있다[1].

수동형은 교차로에 영상을 기록할 수 있는 비디오장치를 설치하여 사고발생시 기록된 장치를 확인하여 단순히 가해자와 피해자 구분에 활용하는 시스템이다. 반면에 자동형은 교통사고 발생시 자동으로 사고를 검지하여 관리센터에 신속히 경보해 주고 사고의 정도에 따라 경찰 및 119등 응급 정보를 관련부서에 신속히 알려 줌으로서 교통사고 피해자에 대한 인명구조와 신속한 사고처리가 가능하도록 하는 시스템이다[2].

본 논문에서는 소리에 기반을 둔 시스템의 문제점과 영상에만 기반을 둔 시스템의 문제점의 원인을 분석하고 소리와 영상 매체를 통합한 시스템을 구성하고 각각의 문제점을 상호 보완하므로 교통사고 자동 기록장치의 자동검지의 문제점을 개선하여 교차로 교통사고 자동검지의 성능을 향상시키고자 한다.

교차로내의 다양한 차량의 흐름들은 분석이 매우 어려운 문제점으로써 이를 극복하고자 다양한 교통상의 흐름과 변화들을 능동적으로 대처하고 개선하고자 한다. 본 연구는 교차로의 영상 및 소리의 장점을 이용하며 더불어 교차로 현시 신호데이터를 적용하여 자동검지 시스템의 성능을 개선하고자 한다.

II. 자동검지 시스템 기존분석 방법

1. 영상기반 검지방법

교차로 교통사고 자동검지시스템의 알고리즘은 그림 1과 같이 교차로를 촬영하고 있는 카메라의 영상신호를 입력하여 차량 및 사람 등의 이동 객체를 추출하고 이들 객체들의 화면상 지연시간을 추출하여 전후화면을 비교하는 방식이다.[3]

영상화면은 차량의 움직임을 검지하기 위해 셀로 나눠 각각의 셀에 변화된 화소를 기준으로 검지를 하게 된다. 각각의 셀에는 독립된 셀 ID를 부여하고 활성화영역, 불활성 영역 및 정지선과 입구 출구를 나타낸다. 그림 2에서 보던 붉은색 라인영역은 검지영역이며, 연두색 포인트 영역은 차량정체구간을 설정한 것으로 입구와 출구를 나타내며 정체 현상에 따른 오검지율을 방지하기 위해 설정된 영역이다. 핑크색 포인트 영역은 정지선 위반구간으로 정지

선을 초과하여 정차하는 차량이 해당영역의 70%가 포함될 경우 이벤트를 발생시키지 않는다.

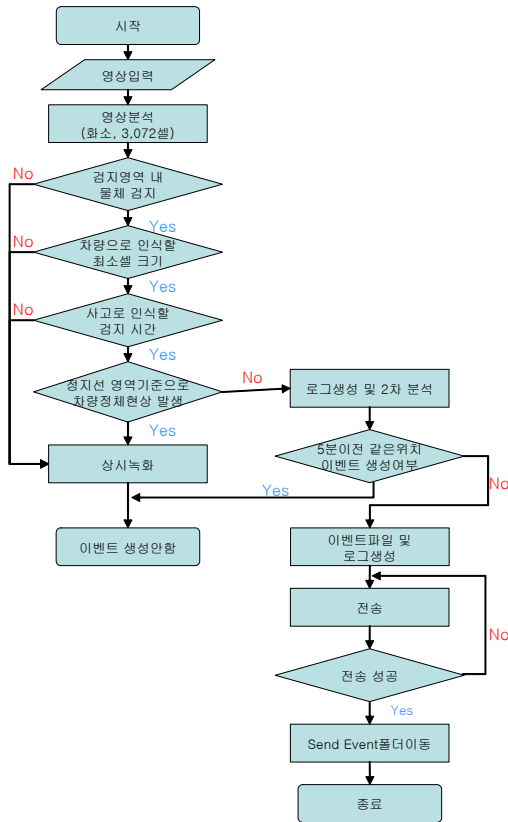


그림 1. 자동검지 알고리즘
Fig. 1. Automatic Detecting System Algorithm

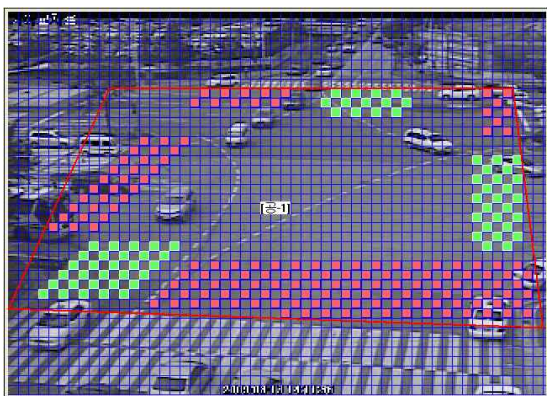


그림 2. 영역 설정
Fig. 2. Area Set

차영상은 전후 두 개의 영상을 가지고 변화된 픽셀들을 나타낸 것으로, 이러한 픽셀들을 그룹화하여 하나하나의 객체들을 얻을 수 있다.

실제 프로그램상 차량의 흐름에 따라 순차적으로 이동하는 차

량은 차량의 흐름에 방해가 되는 이동 및 정지된 차량에 대해서는 사고가 발생한 걸로 보고 영역을 설정한다.

2. 소리기반 검지방범

소리분석을 통한 검지 알고리즘들은 주로 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용해 진폭과 주파수 좌표로 데이터를 획득한 후 필터링을 하였다. LPC(Linear Predictive Coding)의 경우 실제 소리 자료 데이터를 그대로 활용했을 뿐이지만 GMM(Gaussian Mixture Model)이나 NN(Neural Network)의 경우는 각각의 사고 음에 대한 주파수별 동작상황을 파악하여 비교 판단 하는 것으로 소리내용을 분석한다[4][5].

일반적으로 소리 데이터 같은 수준의 데이터는 다항식으로 근사를 구하는 것은 쉽지 않은 일이다. 몇 개의 데이터 군을 특별하게 묶어 다항식으로 근사시키는 방법을 활용하는 것으로 대부분 비선형 최소 제곱법을 사용한다. 소리 데이터를 스무딩 처리하여 비교적 적은 수의 데이터로 줄어들어 비선형 최소 제곱법을 활용하여 다항식으로 근사 시킬 수 있게 된다[6][7].

3. 자동검지 시스템 문제점 분석

교차로 교통사고 자동검지 시스템의 영상검지 문제점은 단순한 로직(Logic)에 의하여 사고를 검지함에 있어 환경적인 요인에 매우 밀접하게 동작하였다는 점이다. 즉, 영상검지는 환경적 요인을 무시 할 수 없다.



그림 3. 영상검지 문제점
Fig. 3. Image Detection Problems

영상검지의 문제점은 조명, 날씨, 일출과 일몰 등이 대표적이며, 영상검지의 환경적인 원인에 의해 발생한 문제점을 보여주는 사례이다. 단순 화소(Pixel)변화에 의한 영상검지 방법은 우천 시 차량의 전조등에 의한 반사현상, 심야시간에 가로등에 의한 반사현상, 차량 전조등 불빛, 일몰 또는 일출시 건물 또는 가로수 등 기타

도로주변 시설물에 의한 그림자 등 다양한 환경요인에 의한 오인 식율이 높게 나타나고 있다[8][9].

소리검지 또한 교차로내 환경적 요인에 의한 많은 문제점을 가지고 있다. 단순한 차대차의 충돌 음, 스킨드 음만이 교차로 내에서 발생하고 있는게 아니라, 공사장의 공사 음이나, 차들의 경적을 주변에서의 여러 가지 소음 등이 발생하고 있다. 이러한 여러 가지 소음들이 섞인 음에서 정확한 사고음을 추출한다는 것은 많은 어려움이 있다. 또한, 소리 획득장비의 방향성에 따라 사고 음을 획득하지 못하는 문제점도 발생하고 있다.

III. 자동검지 성능개선 방안

1. 교차로 신호정보 및 분석

교차로에 설치되어 있는 신호제어기 장치와 연동하여 현시 신호정보를 획득하였는데, 이는 영상검지에서의 영역설정 및 배경영상을 획득하는데 효과적인 방법으로 영상검지 성능을 개선하는데 있어 중요한 요소이다. 또한 이러한 신호정보를 영상정보와 결합시켜 교통사고 발생시 가피해자를 선별하는데 유용하게 이용할 수 있다.

교차로에 설치되어 있는 신호제어기로부터 받는 신호 데이터는 13byte이며, 이 13byte 안에는 현 교차로내 신호등의 현시 데이터를 가지고 있다. 이 정보는 500m/sec마다 신호데이터를 받을 수 있어 실시간으로 정보를 획득할 수 있다.

2. 영상검지 성능개선

영상검지를 위한 영역설정 방식 중 포인트 방식은 모든 픽셀정보를 사용함으로 인한 리소스 문제를 특정 포인트 정보만 설정한 픽셀만 사용함으로 인해서 해결할 수가 있다. 또한, 신호정보에 따른 현시영역을 설정하므로써 좀 더 정확한 배경영상 및 차량의 정보를 추출할 수 있다.

영상검지를 이용해 교차로에서 차량객체를 추출하기 위해서는 먼저 정확한 배경영상을 획득해야만 한다. 특히, 교차로에서는 차량의 이동이 매우 다양하게 발생하고 있으므로 배경영상을 어느 특정한 시점을 기준으로 획득할 경우 일부 차량이 배경으로 인식되어서 객체를 추출하는데 많은 오류가 발생하게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서 특정한 시점이 아닌 실시간으로 배경을 누적하는 방식을 사용하였다. 검지좌표마다 누적할 수 있는 범위를 설정하고 그 범위를 벗어나면 처음 누적된 값을 버리고 나중에 누적된 값을 누적해 가는 방식으로 최근에 누적된 값만을 가져갈 수 있다.

누적방식으로 획득한 배경영상과 실시간으로 들어오는 영상간의 차를 이용한 영상처리를 하게 되면 배경이 아닌 객체를 추출할 수 있다. 추출한 객체가 그림자와 차량의 불빛일 경우가 있는데, 이러한 문제는 그림자 및 불빛의 평균 픽셀정보의 패턴을 이용한 방법으로 비교분석하여 해결할 수 있다.

흐름정보란 설정된 영역에서의 차량의 움직임이 있었는가를 판단하는 정보를 말하는데, 이 정보는 전 영상에서 현재 영상의 차를 이용한 영상처리 방법인 모션처리를 통해 검지영역별로 획득할 수 있다.

3. 소리검지 성능개선

소리검지용 필터는 추출한 차 대 차 충돌, 오토바이 대 차의 충돌 또한 스킨드 음과 충돌 음이 혼합으로 동작된 사고소리 모두에 대하여 다항식 조절의 변수들의 계수 조합으로 개선하였다.

소리 검지 모듈은 다항 근사에 의한 계수군을 필터로 하는 비교적 단순한 모듈을 선택하였다. 함수의 차수를 6차까지 계산하여 6개 쌍의 데이터 필드를 통하여 스킨드 음, 차 대 오토바이 충돌 음, 차 대 차 충돌 음 그리고 스킨드 음과 충돌 음이 전후에 서로 혼합된 소리를 포함하여 필터로 제작하여 사고 유무를 판단하였는데, 일반적으로 교통사고 특징이 강하게 드러난 음향에서는 효과적인 검지율을 보였으나, 노이즈나 환경적 요소들이 추가된 소리 데이터의 경우 검지율이 저조하게 나타났다.

실시간으로 처리된 다항식 계수들은 필터 역할을 할 수 있도록 미리 개선되어진 계수들과 비교를 하게 된다. 최종적으로 각각의 차수에 해당되는 계수들을 비교할 때 분포에 대한 상관관계를 따지고 표준오차 항목을 비교하게 된다. 실질적으로 상관관계 함수나 표준오차의 크기를 조절하므로 사고 검지에 대한 정밀도를 조절할 수 있다.

4. 사고검지 및 테스트 결과

본 논문에서 성능 개선한 교차로 교통사고 자동검지 시스템을 실제 현장에 적용하여 사고검지율과 유효이벤트 검지율을 평가하여 시스템에 대한 성능개선을 실험하였다.

사고검지를 위한 현장실험은 시스템 설치 후 일주간의 시스템 안정화 작업을 테스트 후 1개월 동안 실시하였다. 실험기준은 경찰규격서 성능을 기준으로 하였으며, 실제 사고영상을 기준으로 사고발생시 검지를 했는지의 여부를 평가하기 위해 교통사고 검지율(Detection Rate)을 분석하고, 유효 이벤트의 발생 상황을 분석하기 위해 유효이벤트 검지율(Correct Detection Rate)을 실험기준으로 설정하였다.



그림 4 구동프로그램 화면
Fig. 4. Main Program

그림 4는 실제 영상검지 및 소리검지 성능개선 모듈을 탑재하여 구동시킨 프로그램의 메인 화면으로 현시 신호정보를 이용하고 있으며, 이 신호정보는 영상정보와 함께 저장할 수 있어서 차후

교통사고가 발생 시 가피해자를 쉽게 구별하는데 사용될 수 있다.

실험결과는 45건의 이벤트가 검지되었으며, 이 기간동안 실제로 발생한 교통사고는 5건이었으며, 시스템의 의해 검지된 실제 교통사고 또한 5건으로 모두 검지되었다. 이로써 유효이벤트 검지율 11%, 교통사고 검지율은 100%로 실험기준인 10%, 90%보다 높게 평가되었다.

IV. 결론

본 논문에서는 교차로 교통사고 자동검지 시스템의 성능개선을 위해 교차로 내의 환경적 요소의 문제점을 해결하기 위해 현시 신호등 정보를 이용하였는데 이는 보다 좋은 배경영상 획득 및 영역별 검지정보 획득을 할 수 있었으며, 이는 차량 정체로 인한 오류 검지 문제점을 해결할 수가 있었다.

본 논문을 통해서 교차로 교통사고 자동검지 시스템을 위한 성능개선에는 아직까지 어느 정도의 한계가 있음을 알 수가 있었는데, 이는 교차로의 환경적인 요소인 눈, 비, 구름에 의해 영향을 받는 그림자, 태양빛, 안개, 교차로 내의 구조물 등은 영상검지가 앞으로 해결해야 할 문제점 들이며, 공사장의 소음, 각종 차량들의 상이한 경적 음들은 교통사고 자동검지 시스템과 병행하여 연구가 지속적으로 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 정양권, 교차로 교통사고 자동기록장치 성능 개선을 위한 추적 알고리즘에 관한 연구, 춘계학술대회, 2009.
- [2] 정양권, 음향 기반 교통사고 자동검지 알고리즘 개발, 2007.
- [3] 김만배, 유성준, 김완기, 교통사고자동기록장치의 설치효과 분석, 대한전자 공학회 텔레콤 제22권, 2006.
- [4] 김병철, 박기현, 한민홍, 사고음 인식에 의한 교차로 교통사고 검지, 대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2001.
- [5] 경찰청, 교통사고자동기록장치 규격서, 2004.
- [6] 유성준, 김영찬 외, 교통사고음 기반 교통사고검지 알고리즘 개발에 관한 연구, 제56회 한국교통학회 학술발표, pp.375-382, 2007.
- [7] 이진호, 기용걸, 유성준, 교통사고 자동기록장치 효율적 운영 방안 연구, 도로교통안전관리공단, 2005.
- [8] C.Harlow, Y.Wang., Automated Accident Detection System, In Transportation Research Record, No.1746, pp.90-93, 2001.
- [9] Navaneethakishnan Balraj., 2003. Automated Accident Detection In Intersection Via Digital Audio Signal Processing, Mississippi State University, 2003.