

Multi-Device를 이용한 자동돌발검지시스템

Automatic Incident Detection System Using Multi-Device



오창권



이진각



정철기



김완기



김광섭

1. 서론

도로교통공단에서 집계한 자료에 따르면 2010년 한해 교통사고는 하루 평균 2,683건이 발생하여 사망 15명, 부상 4,202명의 인명피해를 야기하였다.

고속도로와 같이 주행속도가 높은 환경에서 발생하는 교통사고 치사율은 일반도로에 비해 상대적으로 높을 수 밖에 없다. 그러므로 사고발생을 예방하는 것 못지 않게 사고 발생시 신속한 대응을 통해 2차사고의 피해를 최소화하는 것도 매우 중요하다.

고속도로에는 교통관리시스템(FTMS)사업의 일환으로 약 3km간격으로 설치된 CCTV는 실시간 교통정보 수집 및 원활한 교통흐름관리에 활용되고 있다. 그러나, CCTV의 설치간격이 넓어 돌발 사고 발생시 감지할 수 없는 영역이 발생할 뿐만

아니라 교통사고 등 돌발상황 발생시 자동으로 돌발상황 정보를 알 수가 없어 2차사고 예방에는 한계가 있다.

또한, 영상검지기는 특성상 악천후나 야간에 감지할 수 없는 한계를 지니고 있으므로 이에 대한 보완도 필요하다.

따라서, 넓은 영역을 검지할 수 있으며, 자동으로 돌발정보를 알려 주고, 돌발발생 지역을 자동으로 정밀 촬영하는 기능을 갖춘 돌발검지시스템이 필요하다.

본 연구에서는 상기와 같은 영상검지기의 한계를 극복할 수 있도록 1km의 구간검지가 가능한 Array형 카메라, 레이더 검지기, 자동추적 CCTV를 조합한 돌발검지 시스템을 개발하였고, "SMART-I"라고 명명하였다. "SMART-I" 돌발검지 시스템을 통하여 보다 안전한 도로, 보다 편리한 도로가 이룩되기를 기대해 본다.

오창권 : ㈜로드코리아, shinepower@nate.com, Phone: 031-627-5111, Fax: 031-378-4854
이진각 : ㈜로드코리아, leejinkak@naver.com, Phone:031-627-5104, Fax: 031-378-4854
정철기 : ㈜로드코리아, ccg1231@ex.co.kr, Phone:031-627-5103, Fax: 031-378-4854
김완기 : 휴엔에스(주), kwk10@hunsol.com, Phone:070-7012-1550, Fax: 031-478-0370
김광섭 : 휴엔에스(주), kskim@hunsol.com, Phone:070-7012-4741, Fax: 031-478-0370

II. 고속도로 교통사고의 특성

1. 고속도로 교통사고 현황

경찰청이 최근 3년간 고속도로 교통사고 특성에 대해 분석한 결과에 따르면, 전체 고속도로 3,777km 중 331km(8.8%, 48개 구간)에서 30% 이상의 사망사고가 발생하였다.

사고 원인별로는 단조로운 고속도로 특성상 졸음운전(27.4%), 후속사고 등 졸음운전과 직결되는 사고가 전체의 40%를 차지하는 것으로 나타났다.

일반적으로 고속도로 사망사고의 치사율은 일반도로에 비해 약 2.5배 정도 높다고 알려져 있다.

2. 2차사고

교통사고 후 고장차량을 본선에 방치하거나 갓길 정차시 안전조치가 제대로 되지 않고 뒤따르는 차량의 과속, 전방주시태만, 안전거리 미확보 등의 원인이 조합되어 2차사고로 이어지는 경우가 발생하고 있다. 2008년부터 2010년까지 집계된 고속도로 2차사고 현황을 살펴보면 매년 사고건수는 약 85건에 사망자는 약 50여명이 발생하는 것으로 집계되어 이에 대한 대책마련이 요구된다.

이와 같은 고속도로 2차사고 예방을 위해 한국

〈표 1〉 고속도로 2차사고 현황

구분	계	08년	09년	10년
사고(건)	255	86	75	94
사망(명)	149	41	50	58

자료 : 한국도로공사, "고속도로 2차사고 현황 및 사고예방대책", 국정감사자료, 2011

도로공사에서는 사고발생상황 전파 및 대응체계 개선, 사전예방활동 강화 그리고 자동차 안전장비 장착 의무화를 위한 건의 등의 대책을 수립하였다. 그러나, 돌발상황 발생시 순찰차나 운전자의 제보 등 인력에 의한 사고발생 접수 및 상황전파 만으로는 2차사고 예방에 한계가 있으므로 돌발상황을 신속하게 검지해 내는 기계적 시스템이 갖춰져야 할 것이다.

III. 국내·외 돌발검지 시스템 구축현황

1. 국내·외 돌발검지 시스템 현황

국외에서 돌발상황 검지를 목적으로 설치되는 시스템 중 대표적인 사례로써 일본의 TAAMS가 있다. TAAMS는 음향검지를 이용한 검지 시스템으로 교차로에서 교통사고음을 식별하여 교통사고를 판별해 내는 시스템이다.

일본의 TAMMS는 영상검지를 활용한 시스템

〈표 2〉 SMART-I시스템과 기존 시스템의 비교분석

구분	교차로 사고검지시스템	안전지향형 돌발검지기	SMART-I시스템
검지방식	· 영상(지점)검지	· 영상(지점)검지	· 영상(구간)검지 + 레이다검지
검지영역	· 100m 내외	· 100m 내외	· 1km 내외
주요 장단점	· 환경적 변화 민감 · 겹침에 따른 오류 · 악천후시 정확도 낮음 · 원거리 물체 검지시 정확도 떨어짐	좌동	· 레이다검지를 조합하여 악천후 대응 · 개별검지기법의 한계보완을 통한 복합검지 체계로써 오검지율 감소 및 정확도 향상 · 1차검지에서 감지된 돌발상황 발생지점을 자동으로 추적하여 표출함으로써 돌발정확도 향상
검지형태	· 트립와이어시스템 · 트랙킹시스템 · 공간분석시스템	· 트랙킹 시스템 · 교통정보 속성을 이용하여 돌발상황 검지	· Tracking 기반의 기술로 교통흐름을 분석함으로써 시스템 설치목적에 맞는 긴 구간에서의 돌발 상황 검지

자료 : 이상화, 손영태, 김환기, 정철기(2009), "스마트하이웨이에 적합한 돌발상황 검지시스템 구성", 한국도로학회 2009년도 추계학술대회 논문집, 한국도로학회, pp.683-687.

은 아니지만 돌발상황을 감지한다는 설치 목적에서 같은 맥락이라 할 수 있다. 일본에서 설치되고 있는 시스템은 음향검지를 하기 때문에 기상환경에 따른 영향은 적지만, 사고감지율이 낮아 여전히 돌발상황의 정확한 감지에는 한계가 있는 것으로 평가되고 있다.

일본 경찰청 보고에 따르면, 교통사고를 자동으로 감지하는 데에는 다소 떨어지지만 교통사고 처리와 교통안전에 큰 영향이 있는 것으로 보고된 바 있다.

벨기에의 Traficon사는 CCIDS(Camera and Computer aided Incident Detection Sensor) 영상검지기를 이용하여 터널 교통사고 조기경보 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 비디오 카메라를 이용하여 터널 내에 주행하는 차량의 흐름을 분석하는데, 터널내 교통사고, 정지 차량, 화재 및 스모그 상태를 실시간으로 검출하는 방식이나, 국내에 적용된 바는 없다.

국내에서는 교차로 교통사고 자동기록장치가 활용되고 있다. 이 시스템은 교차로 내 교통사고를 자동으로 감지하여 교통사고 발생 시 중앙센터에 알려주는 시스템이다. 교통사고를 자동으로 감지하기 위해 영상검지와 음향검지법을 활용하여 감지하고 있으며, 서울시 소재 교차로 11곳에 설치 운영 중에 있다.

한국교통연구원에서 수행한 「안전지향형 교통환경기술개발」 연구과제에서 개발된 돌발검지기는 교통정보 수집을 위한 Image Processing 기법과 200m 이상의 구간에 대해 개별차량을 추적하는 Image Tracking기법을 주로 사용하여 사고 및 돌발검지를 수행한다. 개발된 시스템에 대한 평가를 위해 경기도 고양시 소재의 이산포IC에서 가양대교 부근까지의 자유로 구간을 Testbed로 선정하여 기본 교통정보의 수집정확도, 오차율, 사고감지 유무 등에 대한 시험을 수행한 바 있다. 성능평가 결과 교통량과 속도는 각각 95%, 96%로 최상

급의 결과를 얻었다. 사고감지기술에 대한 평가는 총 4가지(1차로 또는 2차로 사고, 1차로 또는 2차로 점유사고, 고장차량으로 인한 사고, 급제동으로 인한 추돌사고) 시나리오로 진행되었으며, 사고상황 감지는 100% 성공하였다.

다만 이 시스템은 감지영역이 200m로 제한되어 있고, 눈, 비 등의 날씨에 따라 교통정보 정확도가 80% 수준으로 낮아지는 한계가 있다.

2. 고속도로 CCTV 설치 현황

고속도로에 정보화 시대에 맞는 지능화 고속도로 구축의 일환으로 실시간 교통정보수집 및 제공, 원활한 교통흐름관리, 그리고 도로용량의 효율성 증대를 위하여 교통관리시스템(FTMS)을 구축하였다.

고속도로 전체연장 3,632km에 대하여 VDS(차량검지기) 2,772식, CCTV 1,492식, VMS(도로전광표지) 855식을 설치하였다¹⁾.

이중 도로 교통상황을 모니터링 하는 CCTV는 가시거리가 200m내외인데 비해 설치간격은 2~3km로 되어있기 때문에 CCTV 설치간격 사이에 보이지 않는 사각이 발생한다.

이와 같이 CCTV로 확인이 불가능한 지점에서 사고발생시 즉각적인 대처가 어려워 2차사고가 발생할 수 있는 위험은 여전히 노출되어 있는 것이다.

대표적인 사례로써, 지난 2010년 7월 인천대교 부근에서 발생한 고속버스 추락사고²⁾를 들 수 있다. 12명의 목숨을 앗아간 '인천대교 고속버스 추락 사고'는 16분이라는 짧은 시간에 벌어졌다. 인천대교 영종요금소를 통과한 승용차는 약 500m 정도 진행하다가 엔진고장으로 차가 멈춰섰는데 고장차의 운전자는 멈춰버린 차량을 비상등만 켜놓고 2차로에 방치한 뒤 갓길로 가서 보험회사 직원과 통화를 하고 있었다. 뒤따르던 화물차가 전방에 정차되어 있는 승용차의 왼쪽 뒤편을 들

1) 한국도로공사 홈페이지 : "http://www.ex.co.kr/열린경영/주요사업/ITS개요", 2012.01현재

2) 경인일보(2010), "[인천대교 버스 추락] 고장난 마티즈, 초동조치 어렵다", 2010.7.5 3면

이받고 1차로로 튕겨 나가 중앙분리대에 부딪혔다. 그러나 화물차를 뒤따라오던 버스는 정차되어 있는 승용차를 피하지 못하고 승용차 뒤편과 가드레일을 차례로 들이받고 도로 밑 10m 아래로 추락했다. 차량의 고장으로 주행로에 멈춰선 이후부터 약 16분이라는 시간이 흘렀으나, 적절한 대처는 없었다.

사고발생지점 부근에 CCTV가 설치되어 있었지만 가시영역의 한계로 인해 돌발상황을 검지하지 못하여 신속한 대응을 할 수 없었던 것이다.

안전한 교통서비스 제공을 위해서는 보다 정확하고 신속한 돌발검지 시스템이 요구되는 이유이다.

3. 기존 돌발상황 검지관련 기술에 대한 검토

현재 국내·외 돌발상황 검지관련 기술을 검토한 결과, 돌발상황 검지시스템은 교차로(단속류)에 국한하여 설치되고 있으나 교통사고를 검지하여 가피해자 구분에 활용되는 것이 주요 목적으로서, 돌발상황 처리나 관리의 목적에 부합하지 않는 실정이다.

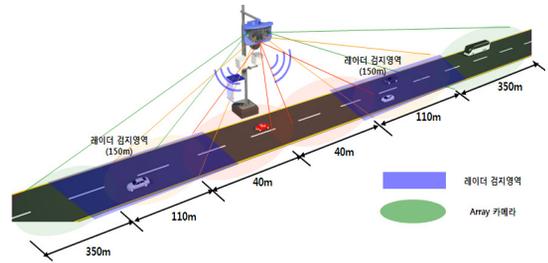
또한, 기 설치되어 있는 CCTV의 경우에도 짧은 검지영역과 악천후 상황에서는 돌발상황을 검지할 수 없다는 한계가 있다.

따라서, 돌발상황 발생 시 관리자가 적절한 대처할 수 있도록 돌발검지의 정확도 향상과 신속한 돌발상황의 유형파악을 할 수 있도록 지원시스템이 필요하다.

IV. SMART-I 시스템 개발

“SMART-I” 돌발검지시스템은 구간검지(ARRAY 카메라 자료)방식과 지점검지(레이더 검지기 자료)방식을 조합하여 하드웨어와 소프트웨어를 개발하였기 때문에 악천후 상황에서도 돌발 상황을 감지할 수 있도록 하였다.

검지 가능한 돌발상황의 유형으로는 고장차량, 낙하물, 갓길정차, 차로이탈사고 등이 있으며, 실



〈그림 1〉 SMART-I개념도

시간으로 돌발상황의 발생위치 및 돌발상황의 유형파악이 가능토록 하였다.

돌발상황 발생시 오(誤)검지 및 유형 판별에 소요되는 시간지체를 최소화하여 돌발상황 관리 및 2차사고 예방에 큰 역할을 수행할 수 있도록 개발한 것이다.

스마트하이웨이사업으로 진행된 본 연구의 결과, SMART-I 시스템은 경기도 여주에 위치하고 있는 스마트하이웨이 체험도로에 설치하였다.

성능평가 결과 당초 연구목표인 돌발상황 3분 이내 자동검지, 검지정확도 90%이상, 추적정확도 90% 이상의 목표를 달성하였다.

향후에는 공용도로에서의 성능검증 및 기능고도화를 위해 준비중에 있다.

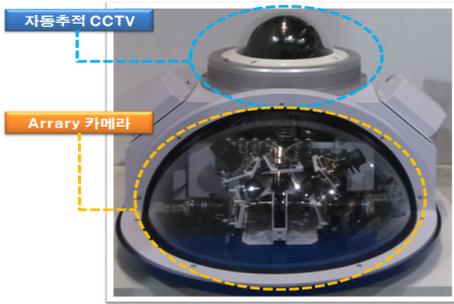
1. SMART-I 구성

1) Array 카메라 시스템

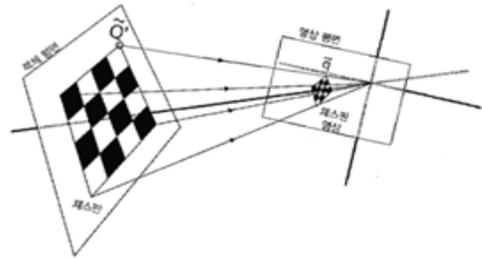
Array 카메라 시스템은 배율이 각기 다른 7개의 카메라를 이용하여 카메라 좌우측으로 약 500m씩 총 1km 구간의 도로상황을 검지할 수 있다.

2) 파노라마 영상

Array 카메라로 부터 수집된 7개의 영상은 하나의 파노라마 영상으로 구현하고, 파노라마 영상에 영상검지 알고리즘을 적용시켜 검지영역 내에 정지차량, 낙하물, 사고, 갓길주정차, 역주행 등 돌발상황을 신속하게 확인할 수 있도록 하였다.



〈그림 2〉 SMART-I 시스템



〈그림 3〉 호모그래피에서 객체 평면이 영상 평면으로 매핑되는 모습

3) 레이더 검지기

레이더 검지기는 영상검지기와 달리 악천후 등 기상상황에 영향을 덜 받으면서도 개별차량의 속도, 위치 정보를 검지할 수 있어서 영상검지기를 보조하는 역할을 한다. SMART-I에 적용된 레이더 검지기는 약 150m의 검지영역을 갖는 전방주사식으로 양방향으로 2식을 설치하여 약 300m구간에서 발생하는 돌발상황을 검지할 수 있도록 하였다.

4) 자동추적 CCTV

자동추적 CCTV는 영상검지 및 레이더 검지 시스템으로부터 돌발상황 지점정보를 전달받아 돌발상황 발생지점을 자동으로 정밀촬영 할 수 있는 시스템이다. 영상검지 알고리즘에 의해 생성되는 돌발상황 발생지점의 위치정보는 이미지 픽셀좌표형태로 받게 되는데, 맵매칭 알고리즘에 의해 이미지 픽셀좌표를 돌발상황 발생지점의 실제 GPS좌표로 환산하여 자동으로 추적 및 정밀촬영을 가능하게 하였다.

자동추적을 위한 영상좌표와 GPS좌표의 맵매칭 알고리즘 개발에는 평면 호모그래피 원리를 적용하여 이미지픽셀좌표와 실제GPS좌표와의 매칭시키는 방법을 사용하였다.

평면 호모그래피(Planer homography)는 하나의 평면을 다른 평면으로 옮기는 투영 변환을 의미하는데, 도로면을 하나의 평면으로 했을 때, 도로면에서 영상 평면으로의 변환과정도 평면 호모그래피로 볼 수 있기 때문이다.

2. 성능평가

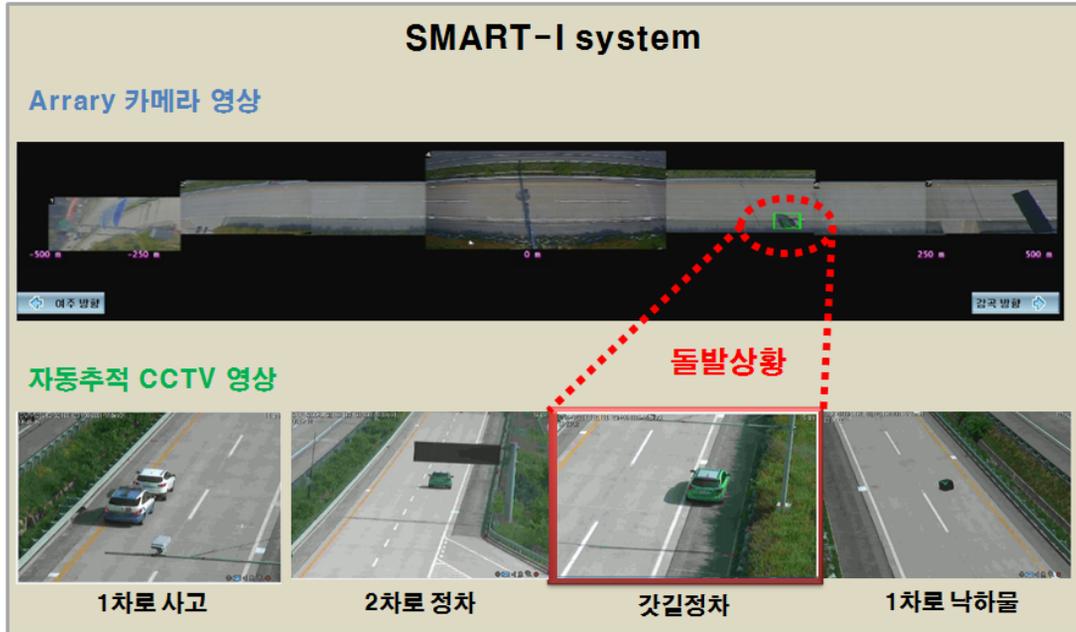
SMART-I의 성능평가는 당초 연구목표로 설정 하였던 3분 이내 검지, 검지 정확도 및 추적 정확도를 측정하는 것으로서, 성능평가를 위한 시나리오 는 다음과 같다. 검지영역 밖에서부터 정상적인 주행을 하던 시험차량을 검지영역 내에 임의의 장소(1차로, 2차로, 갓길 및 -500m ~ +500m)에 정차시켜 정지차량을 검지하는 것과, 시험차량에 적재하고 있던 0.7m²의 낙하물시험용 박스를 떨어 뜨려 낙하물검지 여부를 테스트 하였다.

평가결과 시험차량이 정지하거나, 낙하물이 발생되면 영상 검지 시스템은 약 1~2분 사이에 차량정지, 낙하물, 갓길정차 등의 돌발유형별 유고정보를 발생시킨 후 돌발정보를 자동추적 CCTV에 전송하여 지체 없이 돌발상황 발생지점에 대한 정밀 촬영하는 것을 확인할 수 있었다.

스마트하이웨이 체험도로서 실시된 성능평가에서는 돌발상황 시나리오별로 약 100회의 테스트를 수행하였으며, 테스트 결과 90%이상 검지정확도를 확보하여 당초의 연구목표를 달성하였다.

V. 결론

현재까지 국내에서 개발되어 사용되고 있는 돌발감지 시스템은 악천후 시 오검지율과 짧은 검지 영역으로 인해 효율성이 저하되어 널리 적용되지 못하고 있다. 돌발감지의 정확도 수준을 높이고 긴 구간



〈그림 4〉 SMART-I 시스템 성능평가 시 돌발 시나리오별 검지영상

검지에 대한 필요성이 지속적으로 요구되고 있다.

이에 따라 기존 시스템의 문제점을 해결하고 사회적인 요구에 대응하고자 개발 중인 SMART-I 시스템은 복합검지기(영상 및 레이더 검지기)를 활용하여 상호 단점을 보완함으로써 기존에 발생했던 오검지율을 대폭 줄이고 1km의 긴 구간을 검지할 수 있는 것으로 실제 도로환경에서 사고 위험구간 모든 구역에서 검지할 수 있도록 하였다.

다만 현재의 SMART-I 시스템은 이상적인 환경하에서 테스트를 해 본 상태라서 실제 도로에 적용을 하기 위해서는 기능고도화 및 공용도로 성능 검증이 필요하다.

영상검지기, 레이더검지기, 자동추적 CCTV와 같은 이기종간의 장점을 통합하여 돌발상황을 검지하는 SMART-I 시스템은 ITS분야에서 획기적인 기술 중의 하나로 평가받고 있다.

SMART-I 시스템의 상용화가 이루어지면 도로 및 교통상황 관리 분야의 시장 선점을 꾀할 수 있으며, 해외 수출로 인한 국가경쟁력도 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 도로교통공단(2011), 2010년 교통사고 통계분석.
2. 삼성교통안전문화연구소(2010), 최근 3년간 고속도로 교통사고 특성.
3. 김봉곤(2011), “고속도로 2차사고 현황 및 사고예방대책(2011년 국감자료)”, 한국도로공사 교통처.
4. 한국도로공사 홈페이지 : “<http://www.ex.co.kr/열린경영/주요사업/ITS개요>”, 2012.01현재.
5. 목동훈(2010), “[인천대교 버스 추락] 고장난 마티즈, 초동조치 아쉽다”, 경인일보, 2010.7.5 3면.
6. 한국도로공사(2012), “터널 영상유고감지시스템 성능평가 방법 및 확대적용 방안 연구”, pp.32~35.
7. 도로교통공단(2004), “교통사고 자동기록장치 효과분석 및 DB 구축방안 연구”, pp.20~23.
8. 이상화, 손영태, 김완기, 정철기((2009), “스마트하이웨이에 적합한 돌발상황 검지시스템 구상”, 한국도로학회 2009년도 추계학술대회 논문집, 한국도로학회, pp.683-687.