교차로 사고음 검지시스템의 방해음향 조사연구

강희구* 고영권* 김재이*
동신대학교*

Hee-koo Kang* Young-gwon Go* Jae-yee Kim*
*Dongshin University
E-mail : khg2929@nate.com thebacks@naver.com j@dsu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 교차로 사고음 자동검지시스템의 검지율 향상을 위하여 다양한 음향패턴을 분석하였는데, 자동검지의 방해요소인 차종별 경적음과 특수목적용 차량의 사이렌음의 음향패턴은 일반적으로 사고음과 비슷한 음압을 가지고 있으나, 각각 다른 주기적인 형태의 주파수 파형으로 구성되어 있음을 확인하였다. 이를 위해, 교차로사고 자동음향감지시스템의 각종 방해요소(자동차 경적, 사이렌음, 기타 잡음 등)들의 파형 및 주파수 특성 등을 분석하는 음향인식기법을 도입하였다.

연구결과, 일반적인 교통소음과 교통사고음의 음향패턴을 비교하면 많은 차이가 있으며, 차량소통의 유무에 따라 약 20[dB]의 오차범위가 존재하는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

In this paper, it was performed the analysis on various intersection acoustic patterns for detection rate improvement of accident sound detection system : an acoustic pattern analysis on general traffic noise, an acoustic pattern analysis on engine noise, an acoustic pattern analysis on obstruct factors for accident sound detection system.

There are remarkable differences between the acoustic patterns of traffic noise and accident sound, and we must consider the acoustic patterns when we compose the accident traffic detection system by acoustic because there is error range of 20[dB] according to the volume of traffic in intersection.

키워드

Recongnition Of Crash-sound, Detection Of A Traffic Accident, ITS, Sound Simulation

Ⅰ. 서 론

경제발전과 더불어 국민의 삶의 질이 높아지고 이에 따라 자동차는 현대 생활에 없어서는 안 될 필수품이 되었다. 그러나, 자동차는 오늘날 심각한 사회문제 가운데 하나인 교통사고를 야기시키는 양면성을 가지고 있는데, 교통사고 발생률을 보면 상당수 OECD국가들은 안정적인 수치를 보이고 있어 더 이상의 급격한 감소를 기대하기 어려우나, 우리나라를 비롯한 몇몇 국가들은 교통사고의 감소 가능성이 커서 보다 많은 노력과 투자가 요청되고 있다.

또한, 국민의 생활수준과 소득의 향상에 따른 자동차 보급의 급격한 증가에 따라 2006년 6월 현재 전국의 자동차 등록대수가 1,600만대를 넘어서고 있으며, 차량의 폭발적인 증가는 교통사고의 필연적인 증가와 함께 사고처리를 위한 사회적 비용부담이 크게 늘어나게 되었으며, 사고처리를 위한 다양한 방안들이 제시되고 있다.

그리고, 차량증가에 따른 교통문제 해결을 위해 교통관제 시스템의 지능화 작업이 1990년 초반 기획단계를 시작으로 현장시험과 시범운영을 거쳐 현재는 서비스 제공단계에 이르고 있다. 또한 혼잡도가 높은 교차로 상에서 교통사고의 발생률이 지속적으로 증가함에 따라 사고발생에 따른 자동검지기능을 가진 시스템과 사고의 정확한 판별 기능을 가진 시스템의 필요성이 대두되게 되었다.[1]~[5]

따라서, 공정하고 객관적인 사고처리를 위해서는 사고 현장의 물증자료 확보가 최우선이며, 사고 전후의 영상 및 음향과 같은 보완적인 자료수집이 필요하게 되었으며, 최근에는 자주 발생하는 교차로의 사고발생 전후의 상황을 자동으로 녹화하여 교통관제센터로 전송하고 재생하는 '교통사고기록장치'를 개발하여 서울, 경기, 부산 등 대도시의 주요 교차로를 중심으로 단계적으로 설치하고 있다.[5]~[10]

그러나, 현재의 교통사고 기록 장치를 활용한 교차로 교통사고 자동 검지시스템은 영상정보만을 이용함으로서 사고를 판별하기가 쉽지 않고, 과다한 데이터 저장 공간이 필요하므로 기술적·경제적 어려움이 있다. 무엇보다도 차량이 많아 혼잡도가 높은 교차로의 경우에는 영상자료 위주의 사고 판별 시에 물체의 그림자, 날씨나 시간대에 따른 조명의 상이 그리고 CCTV의 위치 등에 따른 오판독의 가능성이 있으므로 기존의 방법에 사고의 인식기술을 부가하면, 사고판별의 정확도를 높일 수 있다. [10]

이에 따라, 본 논문에서는 교차로사고 자동음향검지시스템의 각종 방해요소(자동차 경적, 사이렌음, 기타 잡음 등)들의 파형 및 주파수 특성 등을 분석하는 음향인식기법을 도입한 자동감시시스템을 구현하여, 교통사고 판별을 위한 기존의 영상검지법에 추가·보완할 수 있도록 교통사고 상황 시뮬레이션을 통해 실용성을 검증하였다.

또한, 차량이 많아 혼잡한 도로의 경우에는 오히려 영상인식의 방법이 오판 가능성이 많으므로 사고음 인식기술을 통한 사고시점 측정과 판별이 정확한 방법이 될 수 있다.

이에 따라, 본 논문에서는 교통사고 상황판별을 위한 기존의 영상정보 검지법에 추가·보완할 수 있는 음향인식기법을 도입하여 교차로에서 발생한 사고음향과 다양한 음향의 파형 및 주파수 특성 등을 분석하였다.

II. 교차로주변 소음분석 알고리즘

교차로 주변에서 발생하는 각종 소음의 처리와 인식은 음향의 주파수 특징패턴에 따라 교차로에 설치한 마이크와 교통사고음 자동검지시스템에서 그림 1과 같다.

먼저, 교차로에 설치한 마이크로폰에 의해 주변의 다양한 잡음과 함께 사고음을 입력한다. 이때, 자동차가 충돌하는 교통사고의 경우 특징적인 소리를 가진 음향이 발생하는데 이에 따라 적절한 음향처리를 하면 일반적인 교통흐름의 잡음과 쉽게 구별할 수 있게 된다.

또한, 움직이는 자동차의 비상제동을 위해 운전자가 시도하는 날카로운 소음(스키드음)이나, 유리가 깨지는 소리, 차량충돌시 발생하는 에어백 폭발음 등은 일반적인 교차로 소음과 확연한 차이가 있으므로 쉽게 구별할 수 있게 된다.

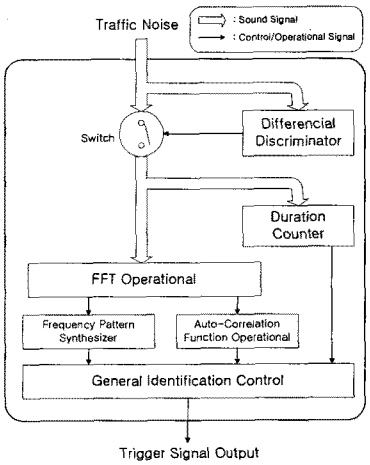

그림 1. 교차로주변 소음분석 알고리즘

이를 위해 미리 결정된 특성 음향 패턴의 발생을 검지할 수 있도록 다양한 형태의 교차로 주변 소음을 포함한 PCM음원과 음향처리회로에 의해 마이크로 입력된 음향을 비교분석할 수 있다.

III. 교차로 사고 자동검지율 향상을 위한 각종 음향의 수집

교차로내 교통사고 자동검지를 위해 필요한 다양한 음향을 분석하기 위해 그림 2와 같이 교차로 현장에서 수음하고, 그림 3과 같이 자동검지 방해요소인 자동차 경적류의 음향을 그림 4와 같은 방법으로 수음하여 FFT분석한 결과를 그림 5~10에 나타내었다.

그림 2. 교차로 주변소음의 수집 장면

그림 3. 자동차 경적

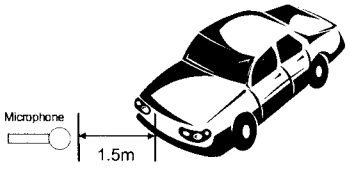

그림 4. 자동차 경적음 수음방법

IV. 음향의 분석방법

Spectrum Analysis는 사운드의 주파수와 레벨 등의 정보를 그래프 형식으로 분석하여 보여주는 기능이다. 주파수는 신호중에 포함되어 있는 가장 중요한 정보인데, 이러한 주파수 정보를 찾아내기 위한 수학적 전개법인 푸리에 급수와 이를 비주기 신호로 확장한 푸리에 변환 그리고 이산신호에 대한 푸리에변환인 이산푸리에변환을 거쳐 컴퓨터로 이산푸리에변환을 고속으로 계산하는 알고리즘인 고속푸리에 변환(FFT)으로 분석하였으며, 이는 다음의 기능을 갖는다.

- FFT Size : 스펙트럼 분석의 비율을 128에서 65,536까지 설정한다.
- FFT Overlap : 스펙트럼의 겹침을 99%까지 허용할 수 있게 한다. FFT Size와 FFT Overlap의 값이 높을수록 좀 더 정확한 분석이 가능하나, 분석속도가 저하된다.
- Smoothing Window : 스펙트럼 파형의 형태를 Blackman을 비롯한 6가지 옵션에 따라 선택할 수 있다.
- Slices Displayed : 스펙트럼 파형을 최대 64겹까지 볼 수 있으며, 2가지 이상의 옵션으로 순서를 변경할 수 있다.
- Set Sonogram Resolution : 스펙트럼 파형을 칼라 색상으로 볼 때, 분포비율을 최대 10,000샘플링까지 설정할 수 있다

V. 음향의 분석

V-1. 교차로 소음

그림 5~8은 그림 2와 같은 방법으로 수음한 대도시 교차로 주변음향을 FFT 분석한 것이며 주요 내용은 표 1과 같다.

그림 5는 교통소통량이 많은 대도시 교차로(5거리, 고가도로 포함)에서 수음한 것으로, 주요주파수는 70[Hz], -56[dB]이며, 그림 6의 주요주파수는 70[Hz], -51.2[dB]로 나타났다.

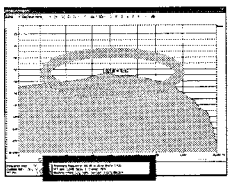

그림 5. 교차로 A (5거리)

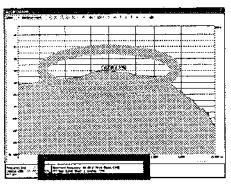

그림 6. 교차로 B (4거리)

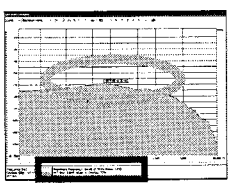

그림 7. 교차로 C (4거리)

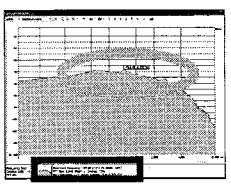

그림 8. 교차로 D(육교 위)

또한, 그림 7과 8에서 보는 것과 같이 다른 교차로의 교통소음의 Prominent Frequency는 각각 70[Hz], -64.0[dB]와 212[Hz], -49.2[dB]로 나타남을 확인할 수 있다. 특히, 그림 8은 교차로사고 자동검지시스템을 현장에 설치할 경우 마이크의 이상적인 높이(삼각대 높이 1.6미터 포함)에 해당하는 5~6미터에서 수음한 결과이다

표 1. 교차로소음 분석

구 분	주요주파수	최대음압
교차로 A	70[Hz]	-56[dB]
교차로 B	70[Hz]	-51.2[dB]
교차로 C	70[Hz]	-64[dB]
교차로 D	212[Hz]	-49.2[dB]

V-2. 자동차 경적음

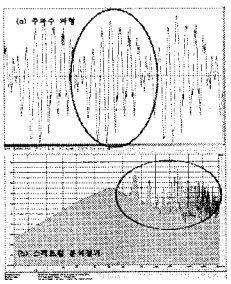

그림 9. 자동차 경적음 패턴분석 (H사 1톤 트럭)

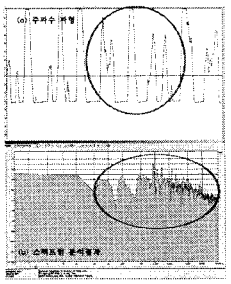

그림 10. 자동차 경적음 패턴 (H사 2,000cc 승용차)

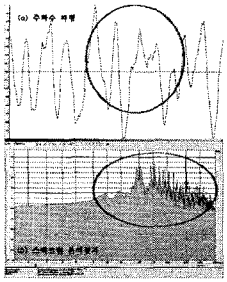

그림 11. 자동차 경적음 패턴
(R사 3,300cc 승용차)

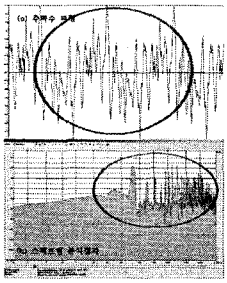

그림 12. 자동차경적음
패턴 (K사 45인승 버스)

교통사고 자동검지 방해요소의 정량화된 분석과 데이터베이스 구축을 위해 그림 2과 같은 자동차경적음을 그림 3과 같은 방법에 의해 수음하고 그림 9~12와 같이 FFT 분석하고, 표 2에 결과를 정리하였다.

그림 9는 국내 H사의 1톤 트럭의 순정품 경적음을 분석한 것으로 주요주파수는 2,534[Hz], -15[dB]로 나타났으며, 그림 10은 국내 H사의 배기량 2,000cc 승용차의 순정품 경적음을 분석한 것으로, 주요주파수는 915[Hz], -16[dB]이다

그림 11은 국내 R사의 배기량 3,300cc 승용차의 순정품 경적음을 분석한 것인데, 주요주파수는 1,056[Hz], -17[dB]로 나타났으며, 그림 12는 국내 K사의 45인승 대형버스의 순정품 경적음을 분석한 것으로, 주요주파수는 3,124[Hz], -19[dB]이다.

표 2. 경적음 분석

구 분	주요주파수	최대음압
1톤 트럭	2,534[Hz]	-15[dB]
승용차 1	915[Hz]	-16[dB]
승용차 2	1,056[Hz]	-17[dB]
대형버스	3,124[Hz]	-19[dB]

VI. 결 론

본 논문에서는 교통사고 상황판별을 위한 기존의 영상정보 검지법에 추가·보완할 수 있는 음향인식기법을 도입하여 교차로에서 발생한 사고음향과 자동검지의 방해요소인 다양한 교차로주변소음에 관한 음향의 파형 및 주파수 특성 등을 분석하였다. 이에 따른 사고음의 주요 주파수 특성 및 음향패턴 분석결과는 다음과 같다.

① 교차로 주변에 차량 소통이 활발한 시간의 경우 주변소음은 주로5,000[Hz] 이하의 영역에서 SPL 70[dB]으로 발생함을 확인하였다.
② 자동차 경적음의 음압(SPL)값은 110[dB], 500[Hz]~1,000[Hz] 사이의 순음과 이에 따른 주기적인 형태의 배음 조합으로 구성되어 있음을 확인하였다.

이와 같은 결과를 토대로 교차로사고 자동음향검지시스템을 도입할 경우 교차로에서 발생가능한 음향의 다양성을 고려할 때, 다음과 같은 조건을 갖춰야 할 것으로 사료된다.

① 교차로주변 각종 음향의 SPL값은 마이크의 위치와 차량의 크기, 속도 등을 고려해야 하며, 교차로사고 자동음향검지시스템의 설치장소에 맞도록 각종 음향의 패턴분석에 따른 결과를 지속적으로 업데이트하고 이에 따라 충분한 학습효과가 유지되도록 해야 한다.
② 교차로 주변에서 발생하는 자동검지의 방해요소의 주요패턴은 V-2에서 분석한 것과 같이 특정패턴이 일정하게 반복되므로 이에 따른 데이터를 수집하여 하드웨어에 장착하고 교차로사고 자동음향검지시스템에서 오판하지 않도록 해야 한다.

참 고 문 헌

[1] 박문수, 김재이, "교차로 교통사고 자동검지를 위한 사고음의 음향특성 분석", 한국산학기술학회 논문지, 7권 6호, 2006.
[2] 경찰청(police.go.kr), 2006' 경찰백서, 대한민국 경찰청, 2006.
[3] ㈜비클텍, 2000년도 지능형교통시스템 연구개발사업 최종보고서, ㈜비클텍, pp.45~51, 2001. 11.
[4] 도로교통안전관리공단, 교통사고 자동녹화장치 개발연구(보고서 번호 : 01-08-407), 2001.12.
[5] 홍정열, 도철웅, "신호교차로에서의 사고예측 모형개발 및 위험수준결정 연구", 대한교통학회지, 제20권 7호, pp.155~166, 2002.
[6] 이형석 외 5인, "영상과 음향 기반의 교차로 내 교통사고 검지시스템의 구현", 제어·자동화·시스템공학 논문지 10권 6호, pp.501-509, 2004.
[7] 김병철 외 2인, "사고음 인식에 의한 교차로 교통사고검지, 대한산업공학회 춘계학술대회 논문집, pp.837~840, 2001.
[8] 김정수, 손정곤, "교통소음현황조사 문제점 및 대책", 소음진동 제16권 제3호, pp.27~42, 한국소음진동공학회, 2006.
[9] 임영태, 도로교통소음의 경제적가치추정, 한국학술정보, 2006.
[10] 사종성, 자동차 진동소음의 기초, 청문각, 2002.