

# 교통소음의 교통정보화 가능성에 관한 연구

## A Study on The Traffic Information Capability of Traffic Noise

정민섭\*, 김형철\*\*, 최중인\*\*

---

### 목 차

---

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| I. 서론                    | III. 연구의 내용              |
| 1. 연구의 배경 및 목적           | 1. 현장조사 수행 절차            |
| 2. 연구의 방법                | 2. 조사지점의 도로·교통 여건        |
|                          | 3. 측정치에 의한 통계결과          |
| II. 검지기를 이용한 교통제어 시스템 현황 | IV. 교통소음의 교통 정보화 사례      |
| 1. 이용현황                  | 1. 도시내 신호 제어 시스템         |
| 2. 기존 검지 기술 현황           | 2. 지방부의 교통량이 적은 교차로 적용 예 |
|                          | 3. 자전거, 보행자 신호등의 적용 가능성  |
|                          | V. 결론                    |
- 

---

### ABSTRACT

---

과학의 발달과 인간의 편리성 추구 성향에 따라 다양한 분야에서 소리를 이용한 기계·전자 시스템에 대한 연구 개발이 진행 중이다. 아마도 소리를 감지할 수 있는 센서 가격의 저렴함과 인간에게 있어서는 가장 편리한 방법이기 때문일 것이다. 이러한 생각을 바탕으로 소리라는 변수를 교통분야에 응용할 수 있는 분야를 생각해 볼 때 본 연구는 검지기를 이용한 교통 신호제어 분야를 제안하고자 한다. 검지기를 중심으로 한 교통 제어 시스템은 교통관리 측면에서 매우 중요한 분야를 차지하고 있다. 기존 고비용의 검지기 시스템들은 실제 상황에서는 그 투자 비용의 가치만큼 역할을 수행하지 못하고 있으며, 주요 교차로나 고속도로만을 교통변수 측정 및 교통제어의 대상으로 삼고 이들에 대해서만 검지 시스템을 운용하는 등 실용화측면에서 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 저렴하면서도 주요 교차로를 제외한 여타의 비주요 교차로 등과 같은 어떠한 교통 여건에도 적용할 수 있는 소음검지기법의 개발은 실로 높은 연구 가치가 있다고 사료된다. 소음검지시스템은 교통상황변수 중 가장 중요한 교통량과 도로 소음과의 상관 관계를 이용하여 신호제어를 하는 원리로 구성된다. 본 연구에서는 이러한 시스템의 제안을 위해 교통소음과 교통량이 어떠한 상관관계를 형성하는가를 분석하였으며 이를 바탕으로 응용할 수 있는 신호제어 시스템의 일부 교통관련 분야를 제안하였다.

---

\* 경원대학교 대학원 석사과정, \*\* 경원대학교 공과대학 교수

# 1. 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

과학의 발달이 급속하게 진전되는 현대 산업사회에서 전자시스템에 음향(音響)을 응용한 활용분야를 찾는 것은 그리 어려운 일이 아니다. 그만큼 소리라는 것은 가장 쉽게 접근할 수 있는 대상이며 그 응용분야의 폭도 제한이 없어 광범위하다고 할 수 있다.

그러나 교통분야에서는 차량의 작동원리나 옵션으로 추가되는 단순한 내부 작동방법으로만 사용될 뿐 보다 폭넓은 분야에는 효율적으로 활용하지 못하고 있다.

음향(音響)을 응용할 수 있는 교통분야로는 여러 가지가 있겠지만 본 연구에서는 교통관리 측면 중에서 검지기법을 이용한 교통 신호 제어 체계를 중심으로 그 활용 가능성을 알아보고자 한다.

교통 신호제어 체계의 효율적인 차량 제어를 위해서는 교통 상황에 따라 적절하게 응동(應動)할 수 있는 신호 제어 체계가 바람직하다. 이를 위해서는 매 순간 교통상황을 나타내는 교통량 등의 주요 변수를 입력받아 이를 신호 제어에 반영할 수 있는 페루프 형태의 제어방식이 사용되어야 한다.

현재 연구 개발되고 상용화된 대표적인 검지기법은 여러 가지를 들 수 있으나 이들 방법은 검지기 가격이 비싸고 설치 및 유지 보수비용이 많이 드는 문제점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 기존 검지기법에 근간을 두고 구현된 신호 제어 체계는 대도심의 주요 교차로 및 고속도로 등과 같이 제한된 범위의 장소에서만 설치 운용되고 있다. 중소도시 및 신도시 등 교통량이 상대적으로 적고 경제규모가 작은 지역에서는 아직도 기존 개루프 형태의 신호 제어 체계가 사용되고 있다. 그리고 차량 정체시와 같은 경우에는 교통안내원에 의한 수동 신호 제어로 이를 보완하고 있는 실정이다.

따라서 경제적이며 설치 및 보수 유지가 용이하여 비주요 교차로를 포함한 모든 지역에 적용될 수 있는 신 검지기법을 이용한 신호제어체계에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

이러한 인식을 바탕으로 본 연구에서는 음향(音響)을 응용할 수 있는 분야로써 교통량과 교통소음과의 상관 관계를 이용한 소음검지시스템을 제시하고자 하며 그 활용 가능성에 대해 연구하고자 한다.

## 2. 연구의 방법

먼저 검지기를 이용한 교통신호 제어시스템의 현황을 조사하고 비교 분석을 통하여 본 연구의 타당성을 제시하고자 한다. 실제 조사 대상 지점을 선정하여 현장조사를 수행한 후 조사 자료를 바탕으로 교통량과 소음과의 상관성을 분석한다.

분석결과를 바탕으로 본 연구의 전체처럼 교통정보로의 활용 가능성이 있는가를 검증하여 도출된 결론에 따라 교통소음을 응용할 수 있는 대안을 제시하면서 결론을 맺도록 한다.

# II. 검지기를 이용한 교통제어 시스템 현황

## 1. 이용현황

기존 교통신호제어 시스템은 대부분이 루프 검지기를 이용한 교차로 신호제어 시스템을 채택하고 있다. 이는 루프 검지기가 여타의 검지기보다 비교적 경제적이며 교통신호 전략을 구축할 수 있는 현실적인 방안이기 때문이다. 그러나 설치 및 유지보수 상의 어려움과 정확한 매설위치 파악을 위한 별도 시스템이 필요한 점, 여전히 높은 설비비 등의 문제점은 루프검지기가 가진 근본적인 한계라 할 수 있다. 이로 인해 현재까지 개발된 모든 신호제어 시스템들은 주요 교차로나 고속

도로만을 교통변수 측정 및 교통제어의 대상으로 삼고 이들에 대해서만 검지 시스템을 운용하고 있다. 즉, 주요 교차로를 제외한 여타의 비주요 교차로들에 대해서 개루프 방식<sup>2)</sup>의 제어전략을 취하므로 효과적인 적응제어가 이뤄질 수 없게 되어있다.

## 2. 기존 검지 기술 현황

첨단교통체계(IVHS/ITS)에 대한 관심이 집중되면서 보다 정확하고 종합적인 교통상황의 검지 방법에 대한 많은 연구가 진행 중이다.

첨단교통체계의 바람직한 구현을 위해서는 교통 정보 수집기술, 이의 현장 제어기술, 수집된 교통 정보의 처리를 위한 DB를 포함한 중앙관제설비기술, 사용자에게 이들 수집, 분석된 교통정보를 안내 및 전달하기 위한 기술이 요구된다. 이 중 교통 정보 수집기술에는 각종 교통정보(속도, 차종, 대기행렬, 과적, 사고현황 등)를 수집하기 위한 센서기술을 말하며 이러한 센서를 바탕으로 검지기로 완성되어진다.

### 1) 검지기별 특성 분석

기존에 활용되고 있는 검지기로는 대표적으로 초단파 검지기와 영상 검지기, 적외선 검지기, WIM 센서 등을 들 수 있으며 이 들 검지기와 본 연구 대상인 소음 검지기와와의 각 특성을 비교 해보면 다음과 같다.

#### ① 초단파 검지기

초단파 검지기는 도플러 효과(Doppler Effect)를 이용하여 움직이는 차량의 속도를 측정하는 종류와 레이더의 원리를 이용하여 차량의 존재 유무와 속도, 점유 시간 등을 측정하는 종류로 나눌 수 있다. 초단파 검지기는 통과 차량수와 속도 등과 같은 교통 매개변수를 측정할 수 있으며, 도로 점유율을 파악하여 차량의 존재 유무를 판별할 수도 있다. 어떤 종류는 차량의 형태를 식별하여 차종을 구분하기도 한다.

초단파 검지기는 현재 과속 차량의 단속을 목적으로 많이 이용되고 있으며 주야의 구별없이 작동이 가능하다. 그러나 초단파는 검지기 주변의 전자기거나 통신 장비에 전자기 장애를 일으킬 수 있으므로 운용시 주의를 기울여야 한다.

#### ② 영상 검지기

영상 검지기는 영상 처리 기술을 이용하여 도로를 통행하는 차량들의 속도, 점유 시간, 차도 시간 등과 같은 교통 매개변수를 측정하는 검지기이다. 특히, 영상 검지기는 인간의 눈과 같은 기능을 하는 카메라를 정보의 입력 수단으로 사용하기 때문에 기존의 루프 센서 뿐만 아니라 초음파나 초단파, 적외선 검지기의 성능보다 한 단계 앞선 시스템으로 차량의 검지 기능과 모니터링 기능을 동시에 수행할 수 있다. 영상 검지기는 차종 분류가 가능하며 그 밖에도 차량의 존재 유무와 교통량, 점유 시간, 차종별 속도, 차선별 속도 측정이 가능하다. 또한 상기의 자료를 가공하여 도로 구간의 밀도나 링크 여행 속도를 산출할 수도 있다.

#### ③ 적외선 검지기

적외선 검지기는 검지 방식에 따라 크게 능동형과 수동형으로 나눌 수 있다. 능동형 적외선 검지기는 검지 대상에 광선을 발사한 후 반사되어 되돌아오는 빛을 감지하여 검지 대상을 인식하는 방식의 검지기이며, 수동형 적외선 검지기는 검지 대상이 방출하는 에너지를 통해 검지 대상을 인식하는 방식의 검지기이다. 적외선 검지기도 영상 검지기와 마찬가지로 도로의 상공이나 노측에 설치, 운용된다.

---

2) 차량 소통 현황에 관계없이 시간적으로 일정하게 정해진 방식으로 신호가 변하는 신호제어 방식

④ WIM 센서

WIM(Weigh-In-Motion) 센서는 도로 면에 설치되어 주행 중인 차량의 중량, 속도, 차종 등의 교통 매개변수를 측정하는 검지기이다. WIM 센서는 단독으로 운용되기 보다는 주로 루프 센서와 조합하여 운용되며 영상 검지기나 초단파 검지기, 적외선 검지기와 같은 비매설형 검지기들과는 달리 차량의 중량을 측정할 수 있는 유일한 검지기이다.

특히, WIM 센서는 차량의 중량을 정적인 상태가 아닌 주행 중인 상태에서 측정하기 때문에 측정 정도(accuracy)가 센서 설치 지점의 도로 조건에 의해 영향을 많이 받게 된다. 이러한 점이 도로 여건에 의한 영향을 적게 받는 비매설형 검지기들과 크게 다른점이라고 할 수 있다. 따라서 WIM 센서의 설치 지점은 종단 및 횡단 구배와 최소 곡선 반경, 포장 상태 등 제반 도로 조건이 양호하여야 한다.

⑤ 소음 검지기(본 연구 대상)

본 연구에서 제안하는 소음 검지기를 이용한 검지기법은 소음인식 마이크로 센서를 이용한 신검지 시스템이며, 교통량의 정도에 따른 소음도의 수치와 변화를 추출하여 교통신호 제어에 활용하는 것이다.

센서를 이용해 소음을 검지하게 되면 filtering의 과정을 통하여 소음을 정도별로 구별하게 된다.

제어기는 filter를 통하여 전해진 소음도의 정도에 따라 신호등의 신호시간을 분할하는 전체적 과정으로 시스템을 구성한다.

2) 비교 종합

검지기별 운용상의 장단점과 특성을 종합적으로 관찰 해 보면 다음 표와 같다.

<표 1> 검지기별 특성 비교

구분	설치	장점	단점	교통 매개변수
WIM 센서	매설형	<ul style="list-style-type: none"> <li>상대적으로 기후 조건에 의한 영향이 적음</li> <li>현재 차량의 중량 자료를 제공할 수 있는 유일한 검지 방식임</li> <li>침단의 검지 방식(영상 검지기)과의 연계 운용이 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설치 공사시 교통 흐름에 직접적 장애를 유발</li> <li>도로의 유지 및 보수시 손상의 우려가 있음</li> <li>설치 지점의 도로 조건에 의한 영향이 많음</li> <li>센서의 수명과 성능이 재하된 하중에 반비례</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>통과 차량수</li> <li>속도</li> <li>축하중/축군하중</li> <li>총중량</li> <li>차종(축거)</li> <li>점유율</li> <li>차두시간</li> </ul>
소음검지기(본연구대상)	비매설형	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후의 영향이 적음</li> <li>설치 공사시 교통 흐름에 장애가 없음</li> <li>도로의 유지·보수시에 손상의 우려가 없음</li> <li>유지·보수가 용이하여 전문인력이 필요 없음</li> <li>운영체계의 이해가 용이</li> <li>주야에 관계없이 운영이 가능함</li> <li>설치 비용이 월등히 저렴</li> <li>기존의 신호등 지주를 이용하여 설치 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량을 제외한 기타 소음에 영향을 받을 가능성 내포</li> <li>고비용의 다른 검지기에 비해 응용분야가 많이 제한됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>통과 차량의 소음도</li> </ul>
초단파검지기	초단파	<ul style="list-style-type: none"> <li>설치 공사시 교통 흐름에 직접적 장애가 없음</li> <li>노면의 파손이나 공사에 관계없이 검지 가능</li> <li>기존의 신호등 지주를 이용하여 설치 가능</li> <li>도로 유지보수시 손상의 우려가 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설치와 유지보수에 전문 인력이 필요</li> <li>검지기 출력이 검지 각도의 영향을 많이 받음</li> <li>인접 차선의 차량들을 검지할 가능성이 있음</li> <li>주변의 기기에 전자기 장애를 유발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>통과 차량수</li> <li>속도</li> <li>차량 존재 유무</li> <li>점유시간(율)</li> <li>대기행렬</li> <li>차종</li> <li>차간거리</li> <li>차두시간</li> </ul>

영상 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치 공사시 교통 흐름에 직접적 장애없음</li> <li>• 노면의 파손 및 공사에 관계없이 검지 가능</li> <li>• 기존의 신호등 지주를 이용하여 설치 가능</li> <li>• 도로의 유지·보수시 손상의 우려가 없음</li> <li>• 검지 영역의 설정 및 변경이 용이함</li> <li>• 여타 검지기에 비해서 상대적으로 검지 영역이 넓음</li> <li>• 유지·보수시 손상의 우려가 없음</li> <li>• 검지 영역의 설정 및 변경이 용이함</li> <li>• 여타 검지기에 비해서 상대적으로 검지 영역이 넓음</li> <li>• 유지·보수비가 저렴</li> <li>• 도로 상황의 실시간 모니터링이 가능</li> <li>• 다른 검지 방식이나 첨단 기술과의 결합이 용이 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상대적으로 구매와 설치 비용이 고가임</li> <li>• 설치 및 유지·보수에 전문 인력이 필요</li> <li>• 인접 차선의 차량들을 검지할 가능성이 있음</li> <li>• 카메라의 설치 위치에 따라서 측정 정도가 상이함</li> <li>• 시간대나 기상 변화의 영향을 많이 받음</li> <li>• 광학적 잡음에 민감</li> <li>• 주간과 야간의 차량 검지 알고리즘이 상이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차선별)교통량</li> <li>• (개별/평균)속도</li> <li>• 차량 존재 유무</li> <li>• 점유 시간(울)</li> <li>• 대기행렬 길이</li> <li>• (평균)차두 간격</li> <li>• 차종 구분</li> <li>• (순간)밀도</li> <li>• 유고 감지</li> <li>• 차량의 주행궤적 추적</li> </ul>
적외선 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치 공사시 교통 흐름에 직접적 장애가 없음</li> <li>• 노면 파손 및 공사에 관계없이 검지 가능</li> <li>• 기존의 신호등 지주를 이용하여 설치 가능</li> <li>• 도로의 유지·보수시에 손상의 우려가 없음</li> <li>• 주야에 관계없이 운영이 가능함</li> <li>• 검지기 크기가 소형임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치와 유지·보수에 전문인력이 필요</li> <li>• 인접 차선의 차량들을 검지할 가능성이 있음</li> <li>• 운용 초기에 검지 영역이 불안정함</li> <li>• 일기 조건의 영향을 많이 받음</li> <li>• 반사 방식인 경우 반사율이 높은 물체는 누락시킬 가능성이 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동과 차량수</li> <li>• 속도(능동형)</li> <li>• 차량 존재 유무</li> <li>• 점유율(시간)</li> <li>• 차량 길이(능동형)</li> <li>• 차종 구분</li> <li>• 차두 간격</li> </ul>

앞의 표에서 살펴 본 바와 같이 각 검지기들의 여러 특성을 비교 해 본 결과 본 연구 대상인 소음 검지기법은 여러면에서 타 검지기에 비해 우월함을 지니고 있음을 알 수 있다.

이때 소음검지 기술 상용화의 관건은 소음으로부터 얻는 교통상황 정보추정의 신뢰성 문제이다. 그러나 이 문제에 대해서는 소음해석, 고등 신호처리 기술 및 강인 제어 기술 등 소프트웨어적인 해결이 가능할 것으로 예상되며 이를 위한 본 연구의 필요성이 강조되어야 할 것이다.

### III. 연구의 내용

#### 1. 현장조사 수행 절차

##### 1) 전제

- 주변시설과 보행자, 항공기 운항 등과 같이 소음에 영향을 미칠 수 있는 제반요소들은 고정적·규칙적 장애 요인이 되지 않으며 아직 일부 소음에 대한 제어 추출 센서기술이 개발되지 않은 점을 고려하여 본 연구 조사에서는 이러한 요소로 인한 영향은 무시하기로 한다.
- 조사 대상지점의 선정시 시간대별 교통량의 변동이 뚜렷한 지점을 대상지점으로 정하며 본 검지기의 설치 대상이 될 비 주요교차로를 설정한다.
- 조사 일시는 차량의 통행 발생이 일정한 평일로 정하며 하루를 기준으로 한다.

##### 2) 대상 조사지점의 선정

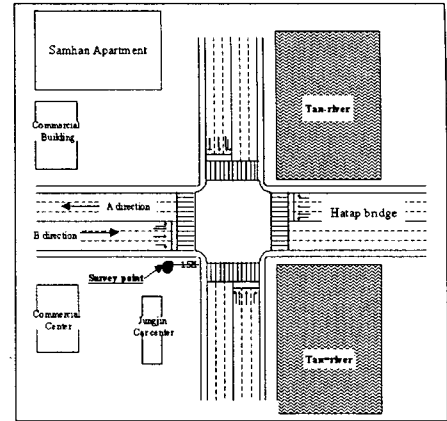
- 현 경기도 성남시 분당구내 비 주요교차로 중 4지 평면교차로를 대상지점으로 선정한다.
- 교차로 중 조사 위치는 측정치의 정확도를 위해 고정적인 한 지점에서 실시한다.

##### 3) 조사시간

한 주동안의 교통량중 비교적 통행패턴의 변화가 적은 수요일을 선택하여 1998년 9월 16일로

정하며 교통량의 변화에 따라 교통량이 가장 적은 시간대, 차량첨두율이 가장 높은 시간대, 업무시간대 이렇게 3단계의 시간대를 구분 설정하여 단계별 조사에 임한다.

- 1차 조사: 교통량이 가장 적은 시간대 설정 (02:00 ~ 04:00)
- 2차 조사: 교통량이 가장 많은 오전 첨두시간대 설정 (07:00 ~ 09:00)
- 3차 조사: 오전 첨두와 오후 첨두시간대 사이의 평균 교통량수준 시간대 설정 (14:00 ~ 16:00)



<그림 1> Survey Map

4) 조사방법

대상 도로 상에서 교차로 정지선을 기준으로 8m 이격하여 소음 측정기를 설치한 후, 당해 도로의 신호 2주기 단위로 A방향과 B방향의 교통량을 측정함과 동시에 신호 2주기를 10초 간격으로 분할하여 각 각의 소음도 수치 dB(c)를 측정한다.

5) 조사결과의 종합

조사 결과인 각 자료를 통해 상관, 회귀분석을 실행함으로써 본 연구의 실효성과 타당성을 검증한다.

2. 조사지점의 도로·교통 여건

본 교차로는 네 방향의 접근로 모두 왕복 6차선 도로이며, 주기는 113초로 각 현시는 다음과 같다.

<표 2> 조사지점의 현시체계

1현시	황색 시간	2현시	황색 시간	3현시	황색 시간	4현시	황색 시간	주기
낙생로 방향	2초	서현동 방향	2초	야탑교 방향	2초	성남대로	2초	
↗ →		↙ ↑		↓ ↘		← ↘		
24초		31초		28초		28초		119초

3. 측정치에 의한 통계결과

1) 상관분석

다음의 결과에서 보는 바와 같이 차량에 의한 소음도는 교통량과의 상관관계가 매우 유의함을 알 수 있다. 즉, 교통량은 소음도와 밀접한 연관성을 갖고 있음을 뜻하는 것이다. 따라서 본 연구의 전제와 같이 신호제어 분야에서 교통량과 소음과의 상관성을 이용하여 신호제어 시스템으로의 활용 가능성이 매우 높음을 알 수 있다.

<표 3> 변수들간의 상관분석 결과

Correlations		Average Noise Level dB(c)	Maximum Noise Level dB(c)	Minimum Noise Level dB(c)	A direction Traffic Volume (pcu/hr)	B direction Traffic Volume (pcu/hr)	Total Traffic Volume (pcu/hr)	Log A direction Traffic Volume (pcu/hr)	Log B direction Traffic Volume (pcu/hr)	Log Total Traffic Volume (pcu/hr)
Pearson Correlation	Average Noise Level dB(c)	1.000	.609(**)	.956(**)	.836(**)	.777(**)	.850(**)	.879(**)	.859(**)	.871(**)
	Maximum Noise Level dB(c)	.609(**)	1.000	.493(**)	.436(**)	.359(**)	.434(**)	.421(**)	.404(**)	.453(**)
	Minimum Noise Level dB(c)	.956(**)	.493(**)	1.000	.828(**)	.764(**)	.834(**)	.844(**)	.832(**)	.833(**)
	A direction Traffic Volume (pcu/hr)	.836(**)	.436(**)	.828(**)	1.000	.590(**)	.822(**)	.930(**)	.673(**)	.790(**)
	B direction Traffic Volume (pcu/hr)	.777(**)	.359(**)	.764(**)	.590(**)	1.000	.873(**)	.663(**)	.937(**)	.834(**)
	Total Traffic Volume (pcu/hr)	.850(**)	.434(**)	.834(**)	.822(**)	.873(**)	1.000	.827(**)	.872(**)	.931(**)
	Log A direction Traffic Volume (pcu/hr)	.879(**)	.421(**)	.844(**)	.930(**)	.663(**)	.827(**)	1.000	.795(**)	.898(**)
	Log B direction Traffic Volume (pcu/hr)	.859(**)	.404(**)	.832(**)	.673(**)	.937(**)	.872(**)	.795(**)	1.000	.940(**)
	Log Total Traffic Volume (pcu/hr)	.871(**)	.453(**)	.833(**)	.790(**)	.834(**)	.931(**)	.898(**)	.940(**)	1.000

※ Log값의 지정은 산포도의 조밀함을 유도함으로써 신뢰도를 높이기 위함

2) 회귀분석

① 독립변수 Total 교통량과 종속변수 평균 소음도와의 관계

<표 4> Total 교통량과 평균 소음도와의 회귀분석 결과

Model Summary(b) Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.850(a)	.723	.717	2.1725
a Predictors: (Constant), Total Traffic Volume (pcu/hr)				
b Dependent Variable: Average Noise Level dB(c)				

② 독립변수 Log Total 교통량과 종속변수 평균 소음도와의 관계

<표 5> Log Total 교통량과 평균 소음도와의 회귀분석 결과

Model Summary(b) Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.871(a)	.759	.754	2.0267
a Predictors: (Constant), Log Total Traffic Volume (pcu/hr)				
b Dependent Variable: Average Noise Level dB(c)				

회귀분석의 여러 단계 중 신뢰도가 높은 ②의 과정을 관계식과 산포도 그래프로 표현하면 다음과 같다.

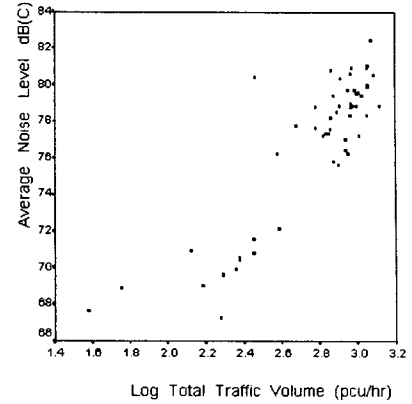
$$L = 48.024 + 10.370 \text{ Log}(V) \quad \text{상관계수 } R = 0.871$$

L: 평균 소음도(dB)

V: Total 교통량(pcu/hr)

이상의 회귀분석 결과에서 본 바와 같이 상관계수 R값은 상당히 높은 수치로 나타났다.

이는 독립변수인 교통량의 변화가 종속변수인 소음도에 많은 영향을 주고 있음을 뜻하며 본 연구의 이론적 전제와 일치함을 알 수 있다.



<그림 2> Log Total 교통량과 평균소음도와의 산포도 관계 그래프

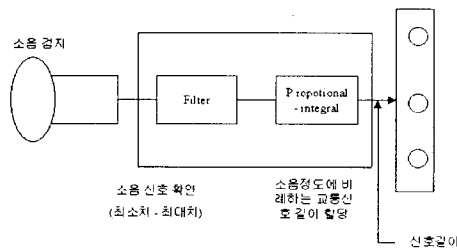
### 3) 분석의 종합

여러 과정의 통계분석을 통해 살펴 본 바와 같이 교통량의 변화에 비례하여 소음도의 수치도 변화함으로써 두변수간에 상호 높은 상관관계가 존재함을 알 수 있으며 이는 곧 소음 감지기를 통한 교통 제어 시스템으로 실용화의 가능성이 높음을 알 수 있다.

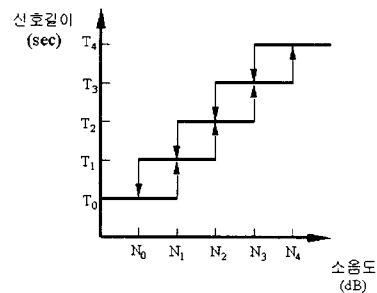
## IV. 교통소음의 교통 정보화 사례

### 1. 도시내 신호 제어 시스템

소음 감지를 이용한 신호 제어 시스템은 <그림 3>에서 볼 수 있듯이, 먼저 소음 감지기로부터 측정된 소음신호가 Filter를 거치면서 기본적 신호처리 과정이 이루어진다. 가장 간단한 신호 검증 기법으로 최대 - 최소법이 사용된다. 또한 짧은 시간의 레벨이 높은 외란 신호를 제거하기 위하여 일반적 비례제어에 적분제어를 첨가 하였다.



<그림 3> 소음 감지기를 이용한 교통 신호 제어 체계



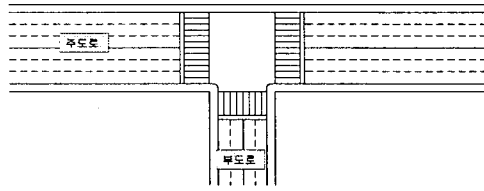
<그림 4> 소음도에 따른 신호길이 할당 체계

이상의 신호 처리과정을 거쳐 생성된 값에 따라 신호길이가 조정된다.

신호처리된 소음치로부터 신호길이를 결정하는 알고리즘은 <그림 4>에서 보여 주고 있다. 이 복합 계단식 알고리즘은 중첩의 부분을 설정하여 소음의 변화에 따라 신호의 길이가 민감하게 변하는 경우를 방지하고 있다.



## 2. 지방부의 교통량이 적은 교차로 적용 예



<그림 5> 비 주요교차로의 적용 예

현 검지기를 이용한 신호 제어 시스템은 일부 대도시의 주요 교차로와 고속도로 등과 같이 제한된 범위와 장소에서만 설치 운용되고 있다. 그로 인해 중소도시 및 신도시 등의 교통량이 상대적으로 적은 지역, <그림 5>와 같이 주도로와 부도로가 접하는 비 주요교차로 그리고 경제규모가 작은 지역에서는 여전히 기존 개루프 형태의 신호 제어 체계가 사용되고 있고 차량 정체시 등과 같은 돌발 상황에 접했을 경우 수동 신호 제어로 이를 보완하고 있는 실정이다. 비 주요교차로로 개개에 대한 독립적인 실시간 분산 적응제어가 적용되면 교통제어의 효과를 극대화시키고 사회적인 효율을 크게 높일 수 있다. 이때 비 주요교차로의 특성상 대상 교차로에 설치될 검지기는 교통량 등의 가장 기본적인 몇몇 교통상황변수들만을 정확하게 제공할 수 있는 능력을 갖추면 충분하며, 기존의 검지시스템과 같은 고가의 검지 시스템을 채용하여 교통상황변수들 모두를 정확하게 파악하려하는 것은 경제적 부담 때문에 현실적이라 할 수 없다. 이와 같은 관점에서 본 과제에서 제시하는 저렴한 소음검지기를 이용한 신호제어 시스템을 활용하여 비 주요교차로를 대상으로 교통제어 운용체계를 수립하게 되면 효율적인 교통의 흐름과 사회적인 효율을 크게 높일 수 있을 것이다.

## 3. 자전거, 보행자 신호등의 적용 가능성

소음 검지기를 이용한 신호제어 시스템은 그 원리를 응용하여 차량의 제어 외에 자전거와 보행자 신호등의 제어에도 활용 할 수 있다. 특별히 차량 통행이 많지 않은 경우 교차로에서 도로 횡단을 원하는 보행자나 자전거를 이용하는 사람이 음성으로써 음성인식 센서에 신호를 전달하면 검지 시스템이 교차로 신호길을 최소화하여 보행신호를 할당하는 원리로 시스템이 작동되게 된다. 음성인식 센서를 부착한 검지기를 응용하게 되면 보행자와 자전거 통행시 교차로에서의 지체 시간을 최소화함으로써 통행의 활성화를 도모할 수 있을 것이다.

## V. 결론

음성이나 음향과 같은 소리를 하나의 단위 변수로 봤을 때 일상생활에서 가장 쉽게 접할 수 있는 부분이며 검지 센서의 가격이 저렴하다는 장점을 다양한 분야에서 활용하게 되면 높은 기대효과를 창출할 수 있을 것이다. 변수의 특성상 정밀한 정확도를 유출할 수는 없지만 이를 교통분야에 응용하게 되면 일부대상에서는 높은 효과를 얻을 수 있을 것이라 전망된다.

앞으로 교통 문제는 공간계획과 연계된 실생활에서 점점 더 중요하게 대두될 것이므로 이와 관련된 기술 개발의 필요성은 증가할 것이다. 따라서 소리라는 변수가 가지는 장점을 살려 교통분야에 응용해 새로운 기술개발 창출의 기회로 응용하고자 본 연구에서는 교통량과 교통소음간의 상관관계의 분석을 통해 교통소음 검지기를 이용한 신호제어 시스템을 제안했다. 기존 고비용의 검지기 시스템들은 실제 상황에서는 그 투자 비용의 가치만큼의 역할을 수행하지 못하고 있으며, 현 우리나라의 실정에서 그 시스템들을 모든 지역에 도입한다는 것은 경제적으로 어려운 일이다.

물론 영상 검지기를 비롯한 다양한 검지기들이 단일 정보에 의존하지 않고 타 측면까지의 종합적 정보 획득이 가능하다는 장점은 있다. 그러나 교통량이 많은 주요교차로 외에 비 주요교차로

나 평균 교통량은 적으면서도 시간에 따른 통행패턴의 변화가 심한 교차로까지 고비용의 검지기를 도입한다는 것은 무리가 따른다.

비 주요교차로들에 대한 교통상황변수들의 실시간 측정정보는 주요 교차로에 대한 효과적인 제어를 수행하는데 도움을 줄 수 있으며 동시에 비 주요교차로 개개에 대한 독립적인 실시간 분산 적응제어가 적용되면 교통제어의 효과를 극대화시키고 사회적인 효용을 크게 높일 수 있다. 이때 비 주요교차로의 특성상 대상 교차로에 설치될 검지기는 교통량 등의 가장 기본적인 몇몇 교통상황변수들만을 정확하게 제공할 수 있는 능력을 갖추면 충분하며, 루프 검지기나 이미지 검지기와 같은 고가의 검지기를 채용하여 교통상황변수들 모두를 정확하게 파악하려하는 것은 경제적 부담 때문에 현실적이라 할 수 없다. 또 교차로에서 도로횡단시 지체시간을 최소화하기 위해 음성인식 검지기를 이용한 보행신호 제어는 보행자와 자전거 이용자의 편의를 도모하여 교통서비스의 질을 크게 향상 시킬 수 있을 것이다.

저렴하면서 어떠한 교통 여건에도 적용할 수 있는 소음검지기와 음성인식 검지기의 개발은 실로 높은 연구 가치가 있다고 사료된다. 또한 지방자치시대의 정착과 더불어 지역별 교통 문제 해결 노력이 이루어질 때, 신도시 및 중소도시의 경우 재정적 부담이 적은 신기술에 보다 많은 관심을 갖게 될 것이다. 따라서 본 연구에서 제안하는 기술의 상용화가 성공할 경우 이에 대한 수요는 매우 클 것으로 전망된다. 또한 아직 외국에서 본 제안 기술과 동일한 상용 기술이 없는 것으로 판단되는 상황에서 우리 고유 기술로 국제적 수요도 창출할 수 있을 것으로 전망된다.

본 연구의 내용과 결과를 바탕으로 향후에도 교통분야에서 좀 더 발전된 연구가 진행되기를 기대하며 이전과 같이 외국 기술력에 의존하지 않는 다양한 아이디어의 창출을 기대한다.

#### <참 고 문 헌>

1. 건설교통부, 수도권 도로 교통정보·관리 체계 구축 기본설계 및 평가 연구 최종보고서: 평가연구편, 1997. 12
2. 건설교통부, 수도권 도로 교통정보·관리 체계 구축 기본설계 및 평가 연구 최종보고서: 기본설계편, 1997. 12
3. 김 형 철 외, "Passenger Car Equivalence of Truck Noise at Different Mix of Heavy Vehicles and Traffic Volume", INTER-NOISE, 771-774, 1987
4. 김 형 철, "An Impact Evaluation of Road Traffic Noise by Land Use Characteristics", WESTPAC III, 1988
5. 김 형 철 외, "소음의 민감도를 측정하기 위한 소음 측정척도", 한국과학재단, 1987
6. 김 형 철 외, "성남시 교통소음의 현황과 저감방안에 관한 연구", 연구보고서, 1997
7. 최 중 인, "소음검지기를 이용한 교통 신호등 자동제어기" 특허 출원번호 : 20408
8. 건설교통부, 지능형 교통시스템 기본계획(안) 수립을 위한 교통정보 수집·처리·전달 시스템 연구, 1996. 7
9. 교통개발연구원, ITS를 통한 교통정보화의 최근동향과 추진전략: 정책토론회 자료, 1997. 12
10. 도로교통안전협회, 시가지도로 교통정보 수집 및 활용체계 개발에 관한 연구, 1997
11. 도로교통안전협회, 첨단도로교통체계 구축에 관한 연구, 1996
12. 건설교통부, RDS를 이용한 교통정보 전송체계 구축 연구. 1996. 10