

# 인터넷 통신을 이용한 환경소음 측정 분석 및 평가 관리 시스템의 개발

## Development of Management System for Measurement and Characteristic Analysis, Evaluation of Environmental Noise

유 동 준\* · 이 상 권†

Dong-Jun Yu and Sang-Kwon Lee

(2004년 11월 13일 접수 ; 2005년 2월 15일 심사완료)

**Key Words** : Environmental Noise(환경소음), Noise Measurement(소음측정), Characteristic Analysis(특성분석), Noise Evaluation(소음평가), Management System(관리시스템), Internet(인터넷)

### ABSTRACT

In these days, the people living in the urban suffer from the environmental noise because the number of cars increases in the city, and a lot of new industrial complex is made in the urban every year. But there is no suitable system for measurement and management of environmental noise. Therefore, in this research, a new system for the measurement and characteristic analysis, evaluation, management of environmental noise using Internet communication is developed. The system includes the environmental noise measurement equipment and the controller for the noise measurement and analysis, evaluation, management.

### 1. 서 론

현대 도시에서는 산업의 발전과 더불어 필연적으로 발생하는 각종 건설공사 현장의 공사장 소음, 승용차의 증가에 따른 도로교통소음, 공장의 증가로 인한 공장 소음, 항공기 이착륙에 기인한 항공기 소음 등의 각종 환경소음이 발생하고 있으며, 이러한 환경소음은 안락한 생활 주거 공간을 추구하는 현대인들의 주요 민원 대상이 되고 있다.<sup>(1)</sup> 이에 따라 정부는 환경소음에 대한 규제를 한층 강화하고, 규제지역에서의 소음원의 저소음화를 유도하여 민원을 해결하기 위해 근래에 주요 민원 대상이 되고 있는 항공기 소음의 소음레벨을 주기적으로 측정하여 인터넷상에

공개를 하고 있다. 그러나 기타 규제지역의 환경소음에 대한 측정은 제한된 인원의 담당 공무원이 분기마다 측정지점에서 직접측정, 관리하므로 실시간의 소음 측정이 어렵고, 환경소음의 평가와 각종 규제기준에 대한 일반인들의 이해 부족 등의 이유로 인하여 점차 증가하고 있는 각종환경소음에 대한 민원을 해결하고, 소음 분쟁 발생 시 해당 지역, 해당시간의 환경소음도에 대한 정확한 근거자료를 제시하는데 어려움이 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 중앙컴퓨터에서 환경소음 규제 지역들 혹은 소음 분쟁 지역들의 환경소음을 실시간으로 측정 평가해서 인터넷을 통하여 일반인들에게 제공해 주는 환경소음 측정 분석 및 평가 관리시스템의 개발이 필요하다. 따라서 이 논문에서는 인터넷 통신을 이용해 각 측정지점에 있는 소음측정 시스템을 제어하고, 측정된 소음데이터를 실시간으로 수신하여 환경소음에 대한 특성분석, 평가, 관리를 수행할 수 있는 시스템의 개발 및 적용에 대한 연구결과를 소개하고자 한다.

† 책임저자 : 정희원, 인하대학교 기계공학과  
E-mail : sangkwon@inha.ac.kr  
Tel : (032) 860-7305, Fax : (032) 868-1716

\* 정희원, 인하대학교 대학원 기계공학과

## 2. 인터넷 통신 이용 소음측정 장비

이 연구에서는 인터넷 통신을 이용한 환경 소음의 측정을 위해서 Fig.1과 같이 실시간 환경소음 측정 분석 및 평가 관리 시스템을 구성하였다.

### (1) 환경소음 측정용 옥외 마이크로폰

이 연구에 사용된 옥외용 마이크로폰은 정밀하면서도 주변 환경에 영향을 받지 않아야 한다. 따라서 이미 옥외용 마이크로폰으로서 잘 검증된 B&K 4189 마이크로폰과 UA1404 옥외용 마이크로폰 키트를 구매하여 사용하였다.

### (2) 신호증폭기 및 Ethernet Converter

신호증폭기는 측정된 소음데이터를 증폭시킨 후 컴퓨터에서 데이터의 처리가 가능하도록 마이크로폰으로부터 들어오는 연속신호(analogue signal)를 증폭

하여 이산신호(digital signal)로 바꾸어주는 역할을 한다. Fig.2의 왼쪽 사진은 이 연구를 위해서 개발된 신호증폭기를 보여준다. 이 증폭기는 현장에서 소음이 제대로 수신되는지를 확인 가능한 신호 모니터링 (monitoring) 화면을 갖고 있으며, 간단한 FFT(fast fourier transform) 등의 소음분석 기능도 내장되어 있다. 또한 인터넷 통신망을 이용한 데이터 송수신이 가능하도록 하기 위해 Fig.2의 오른쪽 사진에서 보여지는 인터넷 통신단말기를 신호증폭기와 연결 IP

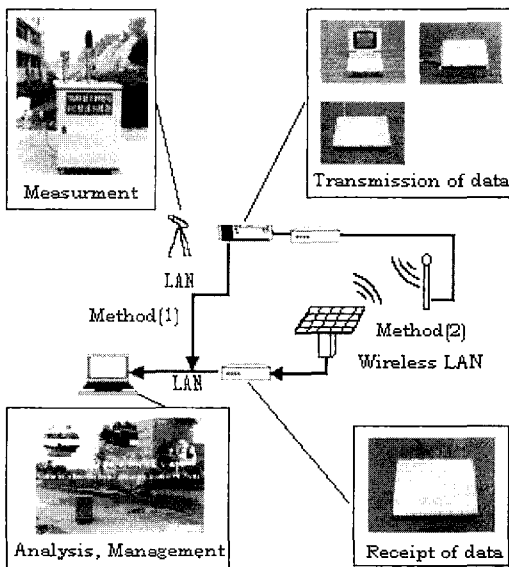


Fig. 1 Noise measurement system using internet

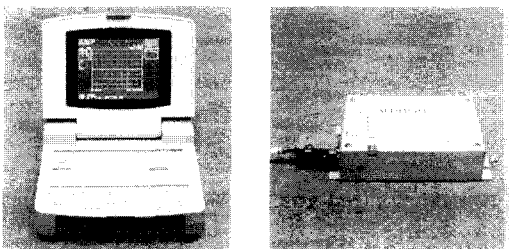


Fig. 2 Amplifier and ethernet converter

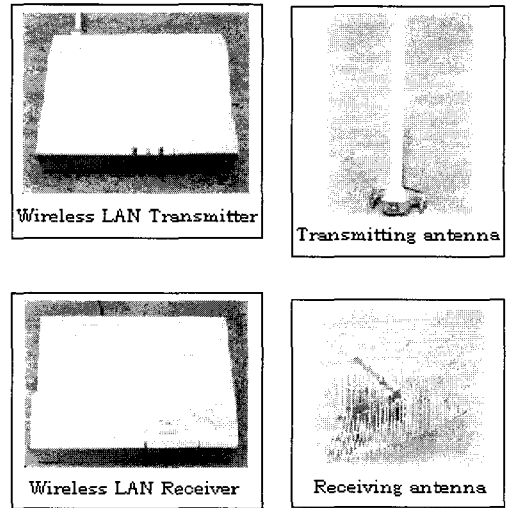


Fig. 3 Wireless internet equipment



Fig. 4 Environmental noise measurement equipment

address를 내장하도록 하였다. 이 통신단말기는 산업용 장비를 ethernet기반의 LAN(local area network)에 접속할 수 있게 하는 프로토콜 변환장치로서, RS-232C 케이블을 통해 신호증폭기와 연결되며 마이크로폰으로부터 측정된 신호가 신호증폭기에서 증폭되면 통신단말기를 통해 인터넷으로 중앙제어컴퓨터에 소음데이터가 전송된다. 전송된 소음데이터는 중앙컴퓨터에서 환경소음의 분석 및 평가 관리에 사용할 수 있다.

(3) 무선인터넷 통신 장비

인터넷 통신을 위한 LAN cable의 길이가 길어지거나 LAN을 설치하기가 곤란한 장소에서 측정된 소음 데이터를 인터넷 통신이 가능한 LAN 연결지점까지 전송하기 위해서 Fig.1의 방법<sup>(2)</sup>와 같이 무선인터넷 통신장비가 필요하다. Fig.3은 무선인터넷 통신을 위한 송수신장치를 보여주고 있으며, 현재 약 100m까지 무선통신이 가능하다.

(4) 환경소음 측정 장비세트 제작

환경소음을 옥외에서 상시 측정하기 위해서는 비나 외부로부터의 충격들로부터 측정장비를 보호하는 것이 필수적이다. 따라서 옥외용 마이크로폰과 무선인터넷을 위한 안테나를 장착하고 신호증폭기, 통신단말기 등의 환경소음 모니터링 장비들을 적재하여 측정지점에서 환경소음을 상시 측정 할 수 있도록 Fig.4에서 보이는 바와 같이 환경소음 측정 장비세트를 제작하였다.

3. 환경소음 프로그램 개발

3.1 인터넷 통신을 이용한 환경소음측정 프로그램

이 연구에서는 인터넷 통신을 이용하여 상기에 소개한 환경소음 측정 장치를 제어하고 소음을 측정 분석, 평가, 관리할 수 있는 프로그램 EMAMS (environmental noise monitoring, analysis and management system)을 개발 하였다. Fig.6은 EMAMS 프로그램의 time data 측정패널을 보여준다. 인터넷을 이용해 실시간으로 측정지점의 환경소음 데이터를 측정하여 등가소음도를 확인할 수 있으며, Time data file을 wave file로 변환하여 측정된 소음을 들어볼 수 있다. 또한, Fig.7은 다채널 SPL Data 측정 패널로서 실시간으로 음압 레벨을 측정하

여 보여주며 사용자의 설정에 따라 5분~30분간의 등가소음도와 소음환경기준을 비교하여 경고를 표시한다.

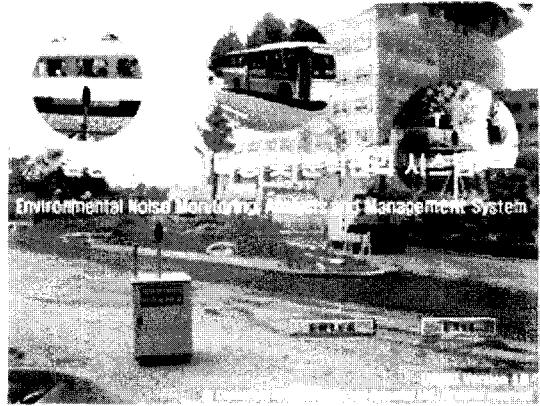


Fig. 5 EMAMS program: Main start panel

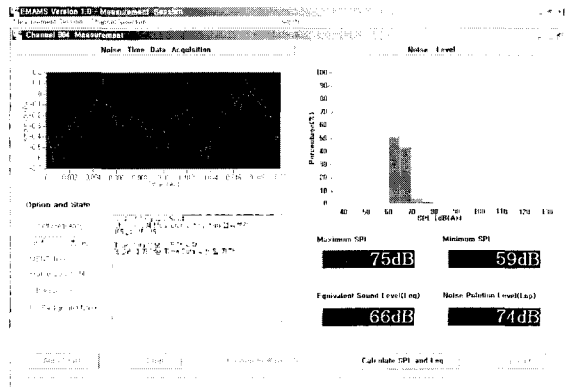


Fig. 6 EMAMS program: Time data measurement panel

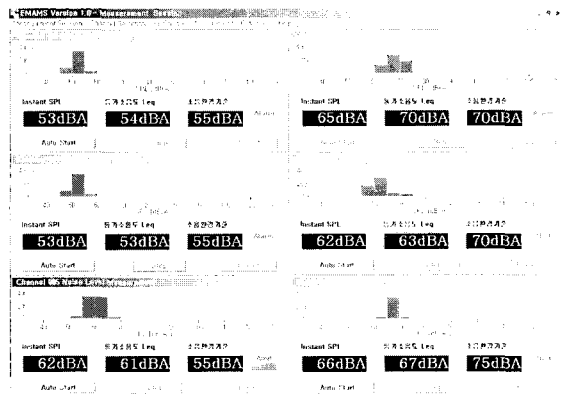


Fig. 7 EMAMS program: SPL data measurement panel

### 3.2 환경소음 특성분석 프로그램

3.1에 보인 환경소음 측정 프로그램으로부터 측정된 소음 데이터를 각종 신호처리 기법을 이용하여 해당 환경소음이 갖는 시간 영역 특성과 주파수 영역 특성 등을 분석할 수 있으며, Fig. 8~Fig. 16에서 보여지는 바와 같이 각종 신호처리 기법을 이용한 환경소음 분석 프로그램을 개발하였다. Fig. 8은 EMAMS 프로그램 환경소음 시간영역분석 패널이다. 이 패널에서는 측정된 소음 데이터의 RMS(root mean square) 값, 최대값, 평균값, 분산, 표준편차 및 PDF(probability density function) Graph를 확인할 수 있다.

Fig. 9는 EMAMS 프로그램 주파수분석 패널이다. 이 패널에서는 측정된 환경소음에 대해 FFT(fast fourier transform)를 수행하여 해당 소음의 주파수 특성을 확인할 수 있다.

Fig. 10은 1/3 옥타브 밴드 주파수 분석을 수행할 수 있는 패널이며, 소음데이터의 linear 스케일의 음압 레벨과 A-weighting된 음압레벨 및 overall level을 보여준다. 또한, EMAMS 프로그램의 분석 프로그램

에서는 측정된 환경소음을 시간과 주파수 영역에 대해 3차원으로 시간-주파수 특성을 분석할 수 있는 waterfall analysis 기능을 포함하고 있다. Fig. 11에서 보이는 waterfall analysis에서 특정 시간의 특정 주파수에서 소음의 증가가 확인되었을 경우, Fig. 12~14에 보인 세 가지 종류의 시간-주파수 분석(time-

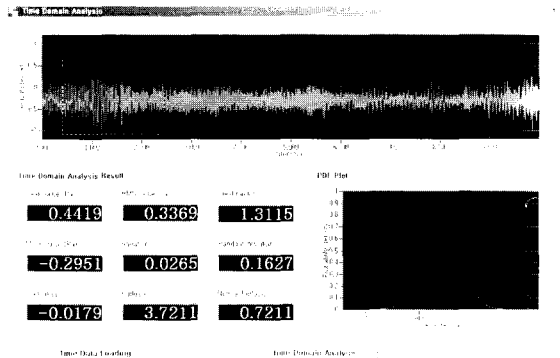


Fig. 8 EMAMS program: Time domain analysis

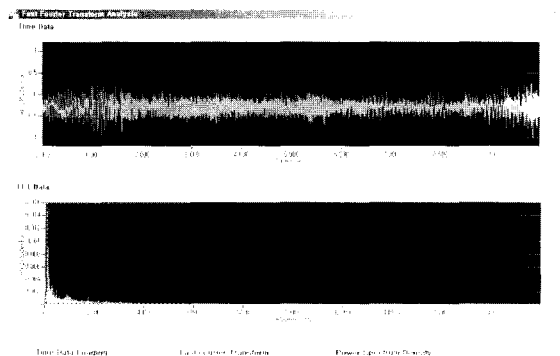


Fig. 9 EMAMS program: Frequency analysis

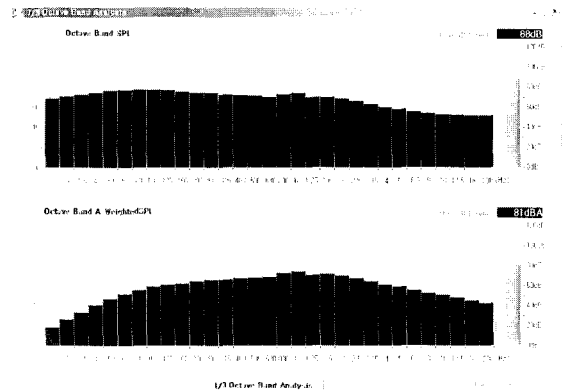


Fig. 10 EMAMS program: 1/3 octave band analysis

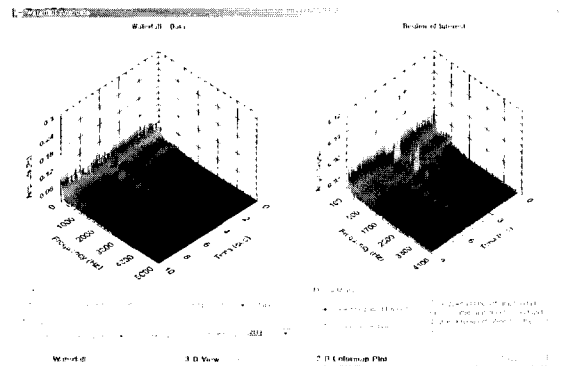


Fig. 11 EMAMS program: Waterfall analysis

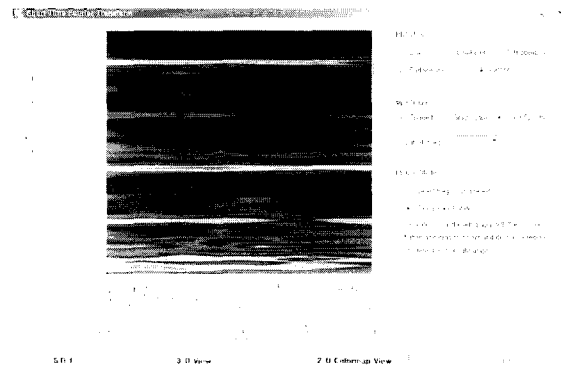


Fig. 12 EMAMS program: STFT analysis

frequency analysis)을 통해서 해당 데이터의 시간-주파수 특성에 대해 정확히 분석할 수 있다.

Fig. 12는 EMAMS 프로그램의 시간-주파수 분석 중 STFT(short time fourier transform) 패널을 나타낸다. STFT는 소음신호를 일정한 크기의 윈도우(window)로 나누어 푸리에 변환(fourier transform)을 취하는 시간-주파수분석기법으로 주파수 분해능(frequency resolution)과 시간 분해능(time resolution)을 동시에 증가시킬 수 없다는 단점이 있다. 다음의 Fig. 13은 웨이브렛 변환(wavelet transform) 패널을 나타내며, 웨이브렛 변환은 일반적인 충격과 신호가 가지고 있는 특성을 잘 표현하기 위해 사용되는 방법으로, 윈도우의 사이즈를 로그 스케일로 변화시켜 푸리에 변환을 하여 고주파에서는 시간 분해능을 증가시키고, 저주파에서는 주파수 분해능을 증가시킨다. 그러나 역으로 고주파에서는 주파수 분해능이 나빠지고, 저주파에서는 시간 분해능

이 나빠지는 결점이 있다.

Fig. 14는 EMAMS 프로그램의 시간-주파수 분석 중 위그너 분포(wigner distribution) 패널을 보여준다. 위그너 분포는 자기상관함수(auto correlation)에 대한 푸리에 변환이다. 위그너 분포는 시간 분해능과 주파수 분해능을 동시에 충분히 증가시킬 수 있어 비 정상상태의 신호를 보다 정확히 표현할 수 있다. 그러나 신호의 제곱으로 표현되는 자기상관함수에 대해 푸리에 변환을 함으로써 간섭항(cross term)이 나타난다.<sup>(2,3)</sup> 이러한 간섭항을 제거하기 위해서는 간섭항을 없애주는 커널(kernel)들이 필요하며, 여기서는 지수함수 커널을 사용하였다.

### 3.3 환경소음 평가관리 프로그램

환경소음 프로그램은 단순히 소음을 측정, 분석하고, 소음레벨을 계산만 하는 것이 아니라, 계산된 소음레벨을 평가하고 환경기준과 비교하여 일반인들에게 해당 지역의 환경소음도 수준에 대한 정보를 줄

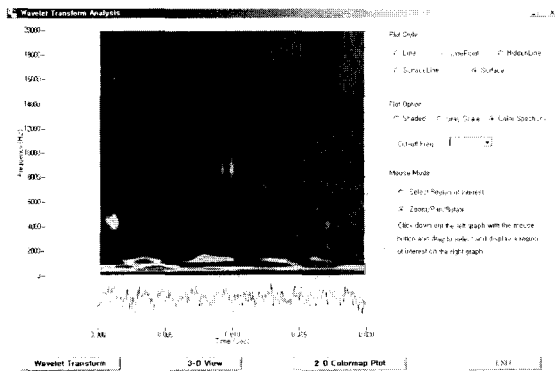


Fig. 13 EMAMS program: Wavelet transform analysis

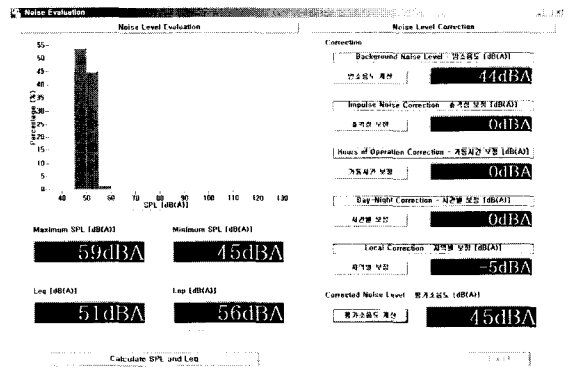


Fig. 15 EMAMS program: Evaluation panel

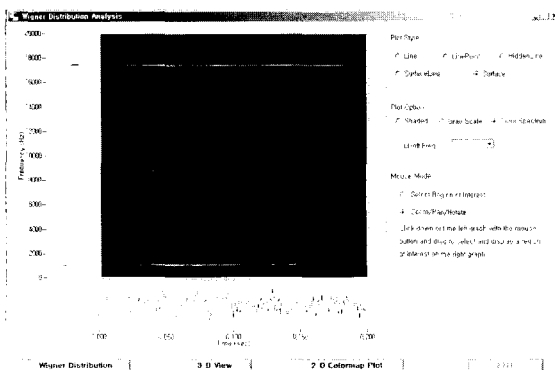


Fig. 14 EMAMS program: Wigner distribution analysis

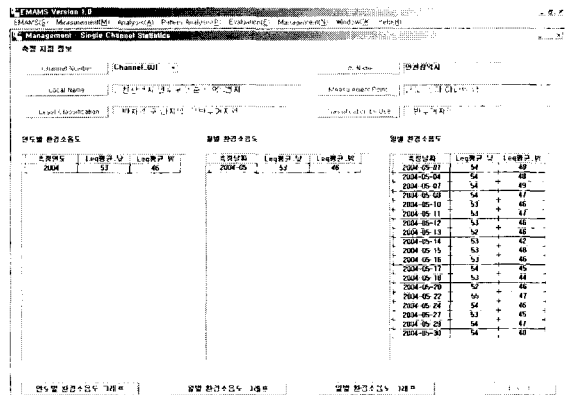


Fig. 16 EMAMS program: Management panel

수 있어야 한다. 따라서 이 연구에서는 소음 측정, 분석 프로그램뿐만 아니라 Fig. 15~17과 같은 환경소음 평가관리 프로그램을 개발하였다. 평가패널에서는 측정된 환경소음의 등가소음도와 등가소음도에 각종 보정치를 적용한 평가소음도를 계산할 수 있고, 관리패

널은 저장된 측정지점의 정보와 일별, 월별, 연도별 소음레벨을 표와 그래프로 나타내어 해당지역의 환경소음 수준을 확인할 수 있도록 한다.

#### 4. 인터넷 이용 6지역 환경소음측정

이 연구에서는 상기에 소개한 환경소음 측정 장비를 다음의 Fig. 18에서 보이는 바와 같이 일반주거지역 2곳, 상업·준공업지역의 도로변 2곳, 건설현장 1곳, 공업지역 1곳의 총 6지역에 설치, 환경소음 측정 분석 및 평가 관리 프로그램을 이용하여 측정 관리하여 시험 운영을 해봄으로써 이 연구를 통해 개발된 '인터넷을 이용한 환경소음 측정 분석 및 평가 관리 시스템'의 적용성에 대해 검증하였다.

Fig. 19는 6지역 측정 결과 중 한 지역의 결과를 나타낸 것이며, 측정 지점을 전국적으로 확대시키고 이 시스템에 지리정보 시스템을 추가할 경우 위와 같은 소음지도를 실시간으로 작성하여 일반인에게 공개하여 각 지역의 환경소음을 체계적으로 관리할 수 있다는 장점이 있다.

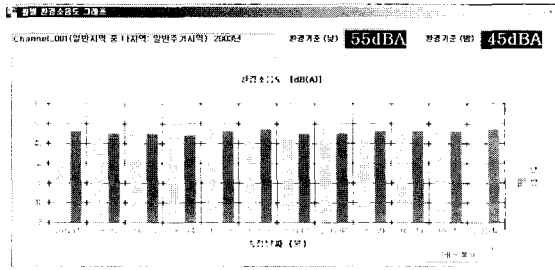


Fig. 17 EMAMS program: Management graph panel



Fig. 18 Environmental noise measurement

#### 5. 결론

이 연구에서는 인터넷을 이용한 환경소음 측정 분석 및 평가 관리 시스템을 개발하였다. 유럽에서는 오래 전부터 소음지도를 만드는 등의 환경소음 관리 프로그램을 개발하여 환경소음 저감을 위해 노력해왔다. 그러나 국내의 경우 고가의 외국 장비, 담당인력의 부족, 일반인들의 환경소음에 대한 지식 부족 등으로 인하여 체계적인 환경소음 측정분석 및 평가관리 시스템이 미비하였다.

따라서 이 연구를 통해 개발된 시스템을 환경소음 측정, 관리에 적용할 경우, 일반인들에게 해당지역의 환경소음 수준에 대한 정보를 쉽게 제공하고, 소음분쟁 발생 시 정확한 근거를 제시할 수 있으며, 환경소음을 실시간으로 감시함으로써 환경소음을 저감하고, 환경소음 측정 방식에 대한 효율적인 제도 개선이 가능할 것으로 보인다. 또한, 기존의 외국장비에 비해 가격이 저렴하여 경제적 비용절감효과가 예상되며, 앞으로 이 시스템에 지리정보시스템 GIS(geographic information system)을 적용할 경우 소음지도를 작성함으로써 전국의 환경소음도 수준을 일반인도 쉽게

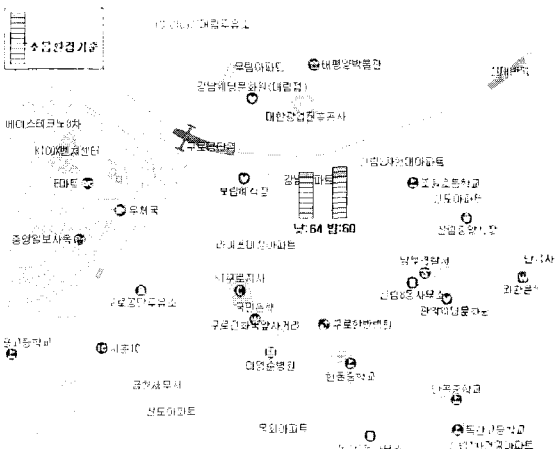


Fig. 19 Example of environmental noise map

확인할 수 있어 체계적인 환경소음관리 효과를 더 증대시킬 것으로 예상된다.

## 후 기

이 연구는 한국환경기술진흥원의 차세대 핵심환경 기술 개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

(1) 유동준, 이상권, 2003, "인터넷 통신이용 실시간 환경소음 측정, 특성 분석 및 평가 관리시스템

개발", 한국소음진동공학회, 추계학술대회논문집.

(2) 이상권, 2003, "음향 및 소음진동 신호처리 기술의 이론 및 응용에 대해서", 한국소음진동공학회지, 제 13 권, 제 4 호, pp. 234 ~ 241.

(3) Cohen, L., 1995, Time-Frequency Analysis, Prentice Hall.

(4) Hassall, J. R., Zaveri, K., 1988, Acoustic Noise Measurements, B&K.

(5) 소음진동 공정 시험 방법, 환경부 고시 제 2000-31호 (2000.3.14).

(6) Bies, D. A., Hansen, C. H., 1988, Engineering Noise Control, Uwin Hyman.