

# 무선 환경에서의 진동 소음 분석 시스템의 개발

이지용O\*, 류대현\*, 신승중\*, 나종화\*, 김정태\*\*, 최만림\*\*\*  
한세대학교\*, 목원대학교\*\*, AVISS

## Design of an End-to-End Home Network Security Frame for Heterogeneous System

J.Y. LeeO\*, D.H. Ryu\*, S.J. Shin\*, J.W. Na\*, Jung-Tae Kim\*\*, M.L. Choi\*\*\*

O\*Dept. of IT, Hansei University, \*\*AVISS, Mokwon University

E-mail : dhryu@hansei.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 무선 랜과 시리얼 통신장치를 지원하는 센서들을 활용하여 무선 환경에서 원격으로 진동 및 소음을 측정할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 플랫폼을 개발하였다. COTS (Commercial Off The Shelf) 개념을 활용하기 위하여 무선 랜과 시리얼 통신을 지원하는 PDA를 메인 보드로 사용하였다. 구현된 플랫폼은 건설용 중장비의 소음을 원격 환경에서 측정하는 응용에 활용하였다.

### 1. 서 론

본 논문에서는 최근 주목을 받고 있는 유비쿼터스 응용 개발에 관하여 설명하고 있다. 유비쿼터스 개념은 이제는 많은 부분에서 정리가 되어가고는 있으나 아직 유비쿼터스 컴퓨팅을 개화시킬 수 있는 킬러 어플리케이션 (KA) 의 등장은 요원한 상황이다. 유비쿼터스 KA의 개발은 유비쿼터스 환경에 대한 이해가 아직은 부족한 현재 상황을 고려해 보면 매우 어려운 작업으로 간주된다. 그러므로 우선은 많은 유비쿼터스 응용 시스템을 개발하여 유비쿼터스 환경에 대한 이해를 증진시키는 작업이 현재 필요한 작업으로 사료된다. 이러한 맥락에서 많은 유비쿼터스 응용 시스템의 개발을 촉진할 수 있는 COTS (Commercial Off The Shelf) 플랫폼의 개발이 많은 주목을 받고 있다. 본 논문에서는 먼저 무선랜과 시리얼 통신장치를 활용하는 PDA 기반 유비쿼터스 응용 시스템 개발용 플랫폼을 개발하였다. 그리고 개발된 플랫폼을 활용하는 유비쿼터스 환경에서의 건설용 중장비의 소음 측정 장치에 응용하였다.

### II. 유비쿼터스 COTS 플랫폼의 구조

본 플랫폼은 센서 장치에서 측정된 데이터를 원격의 호스트 PC가 받아 볼 수 있게 하기 위해 시리얼 인터페이스를 이용하여 데이터를 획득한 뒤, PDA를 이용하여 무선랜을 이용하여 서버로 데이

터를 다시 전송한다. 그림 1은 이 시스템의 전체 구조를 나타낸다. 센서 장치로부터 획득한 데이터를 RS-232C 인터페이스를 통해 PDA로 보낸다. 이 데이터는 무선 LAN으로 연결된 PDA에서 소켓통신을 이용하여 AP(Access Point)로 전송 되고 AP에 연결된 네트워크를 통해 원격지인 호스트 PC에 보낸다. 플랫폼 개발을 위해서 우선 센서 장치로 시리얼 인터페이스를 제공하는 디지털 테스트를 이용하였다. PDA에서의 시리얼 인터페이스를 지원하는 각종 측정장치를 지원할 수 있게 된다. 잃어낸 센서 데이터는 PDA와 무선랜 AP 사이에서 소켓통신으로 연결하여 PDA의 데이터를 호스트 PC로 전송하였다. PDA와 호스트 PC에는 데이터를 수신 및 전송할 수 있고 출력해 주는 응용프로그램을 각각 개발하여 설치하였다.

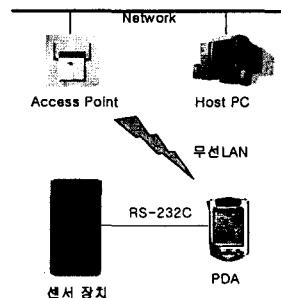


그림 1. 시스템의 구조도

**2.1 PDA Software**

이 프로그램은 센서 장치로부터 수신된 데이터를 측정값에 출력하고 호스트 PC에 보내는 역할을 한다. 또 현재 동작에 대한 상태도 나타내 준다. 이 프로그램에는 연결, 전송, 중지, 종료의 4가지의 동작이 있다. 첫째, 연결은 센서 장치와의 통신을 위해 시리얼 통신을 초기화한다. 그런 뒤, 호스트PC와의 통신을 위해 소켓을 생성한다. 둘째, 전송은 센서 장치에서 전송한 데이터를 받아서 호스트PC로 보낸다. 주의할 점은 연결 동작이 미리 완료된 후에 실행이 가능하다는 점이다. 셋째, 중지는 센서 장치에서 PDA로 및 PDA에서 호스트PC로의 데이터 전송을 중지시키는 기능이다. 이때는 연결이 끊어지지 않고 유지되며 단지 데이터 전송만 중단하게 된다. 넷째, 종료는 각 연결을 안전하게 끊고 프로그램을 종료시킨다. 그림 2는 프로그램을 실행시키고 전송 버튼을 눌렀을 때의 PDA 화면이다.

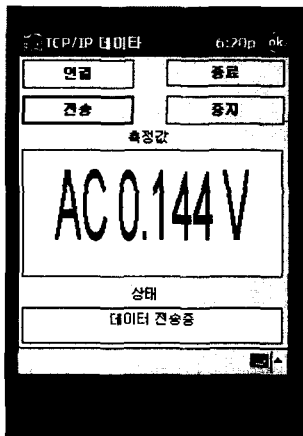


그림 2. PDA 프로그램

**2.2 PDA Software 블록도**

이 블록도는 그림 3에도 나와있듯 PDA의 내부 동작과 주변장치와의 관계를 나타낸 그림이다. PDA에서는 센서 장치와 연결하기 위해 시리얼 통신을 초기화한다. 그리고 호스트 PC와 연결하기 위해 소켓을 생성한다. 그 후 세 개의 쓰레드를 시작시킨다. 센서 장치의 데이터를 받아들이는 쓰레드, 호스트PC에 데이터를 보내는 쓰레드, 호스트 PC로부터 명령을 받는 쓰레드 등이다. PDA 자체에서 종료를 하거나 호스트 PC에서 중지 명령을 내리면 위 3개의 쓰레드를 종료하게 된다. 또한 소켓을 제거해 호스트PC와의 연결을 끊고 시리얼 통신을 제거해 센서 장치와의 연결을 끊는다.

**2.3 호스트 프로그램의 동작 순서**

먼저 사용할 포트를 지정하는 등의 시리얼 통신 초기화를 한다. DCB(Device Control Block)는 WIN32 API에서 제공하는 시리얼통신 정보를 담

고 있는 구조체이다. DCB를 생성하고 0으로 초기화시킨다. 센서 장치의 시리얼 통신 규약에 따라 DCB를 세팅한다. 예를 들면 전송속도, start, stop bit, parity 검사 여부, 전송속도 등 을 장치에 맞게 설정한다. 그 다음으로 소켓을 생성하는 등의 소켓 통신 초기화를 한다. 호스트 PC의 IP 주소와 PORT 번호를 가지고 C/S 방식으로 무선 원격 접속을 한다. 이러한 처리가 완료되면 각 장치들 간에 연결이 형성된다. 그 다음으로 2개의 쓰레드들이 동작하며 데이터를 수신 및 전송을 한다. 나머지는 호스트 PC의 명령을 받고 처리하는 동작을 수행한다. PDA 자체 명령이거나 호스트 PC의 명령이 종료이면 프로그램을 종료한다.

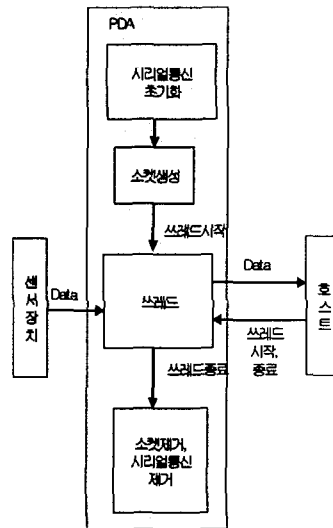


그림 3. 플랫폼의 내부 동작 블록도

**2.4. 내부 쓰레드의 동작 순서**

먼저 센서 장치에게 측정한 데이터를 전송하라고 요청한다. PDA는 1바이트씩 수신하고 버퍼에 저장한다. 하나의 데이터를 다 받을 때까지 1 바이트씩 수신한다. 수신이 완료되면 데이터를 호스트 PC에 전송하는 일을 담당한 쓰레드에게 이 데이터를 복사해 가도록 알린다. 그리고 화면에 출력한다. 종료 명령에 의해 쓰레드가 종료되지 않는 한 계속 센서 장치로부터 데이터를 수신한다. 그 쓰레드의 동작이 그림3에 나타나있다.

**2.5. 호스트 PC 프로그램**

이 프로그램은 전송 시작과 전송 중단이라는 동작을 제공하며 원격으로 PDA를 동작시킨다. 전송 시작은 PDA로부터 전송을 시작하라는 명령을 보내며, 전송 중단은 PDA로부터 전송을 중지하라는 명령을 보낸다. 전송 시작 명령을 받은 PDA는 센서 장치로부터 데이터를 전송 받아 호스트PC로 보낸다.

### III. 소음 측정 응용 시스템

소음 측정을 위한 센서로는 Sound Level Meter (SLM) 장치를 사용하였다. 그림 4, 5는 소음 측정이 완료된 시점의 PDA와 Host PC의 화면이다. 그림에서 Int. Noise는 측정된 내부 소음 값을, Ext. Noise는 측정된 외부 소음 값을 표시한다. 이 두 Noise 바로 아래에 표시된 Status: Finished 는 측정이 종료된 상황을 나타낸다. 호스트 PC로 전송된 측정 데이터는 데이터베이스에 저장되거나 그림 6과 같이 Shot Time Fourier Transform 등의 분석 도구를 사용하여 실시간으로 분석할 수 있도록 하였다.

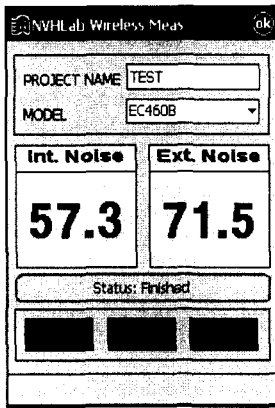


그림 4. 소음 측정 시스템의 PDA 화면

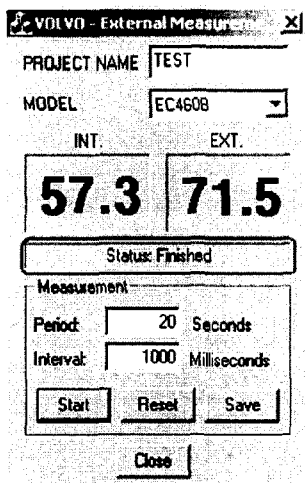


그림 5. Host PC의 화면

### IV. 진동소음 분석 시스템

본 논문에서는 시간과 주파수에 따라 시그널의 정보를 동시에 나타낼 수 있는 신호처리방법중의 하나인 Time-frequency analysis를 구현하였다. Time-Frequency Analysis를 이용하면 타임 데이터를 FFT, CPB로 분석하여 그 결과를 3D 그래프로 즉시 확인할 수 있다. 뿐만 아니라 설정 다이얼로 그를 통해서 조건을 다양하게 지정하여 분석을 수행할 수 있다. 개발된 시스템에서는 현재 STFT(Short-Time Fourier Transform), WVD(Wigner-Ville Distribution), Gabor, Scalogram의 4가지 분석 방법을 제공하고 있다. 설정 다이얼로그에서 타임데이터의 원하는 영역을 설정하여 선택하여 분석할 수 있고, 분석결과를 프로젝트 매니저에 저장할 수 있으며 저장된 데이터로 다른 분석틀을 사용한 분석도 가능하다.

STFT는 타임 시그널이 슬라이딩 윈도우와 곱해지는 푸리에 변환의 특별한 형태다. 본 논문에서는 개발된 시스템에는 Hanning, Hamming, Gauss, Blackman, Uniform등의 슬라이딩 윈도우를 지원하며 각 윈도우가 가지는 Noise Bandwidth에 따라 분석된 결과가 특성을 가진다. STFT의 결과는 전형적인 Complex의 형태로 나타나며 이를 나타내기 위해 3D graph에서 RMS를 기본으로 사용하고 있다. 이 분석방법에서 윈도우의 사이즈는 분석될 결과의 해상도를 결정한다. 그러므로 특정 시간에서의 윈도우의 폭이 좁다면 해당 시간에서의 신호의 작은 변화(주변 주파수)의 정보를 나타낼 수 있으므로 작은 사이즈의 윈도우는 시간에 대해 우수한 해상도를 가진다고 할 수 있다. 반면 주파수의 해상도는 시간 데이터의 크기와 상관관계가 있으므로 작은 윈도우의 크기는 분석될 시간데이터의 유효한 크기를 줄일 수 있으므로 주파수 해상도는 좋지 않다. 측정 데이터에 대해 기본적인 분석방법으로 STFT를 사용하고 있다. 적절한 분석을 위한 라인 수, 멀티버퍼 수, 슬라이딩 윈도우의 종류가 입력이 되어 그림 6과 같은 분석된 결과가 나타난다. 그림 6은 본 논문에서 개발된 Time-Frequency Analysis project data에서 Compressed Time group에 등록되어 있는 Compressed Time(Signal 1) - Input1의 시그널에 대한 STFT의 기본(default)분석을 하기 위한 설정 예이다. 시그널의 사이즈는 8192개이며 STFT의 기본(default)적인 입력으로 FFT non-extended mode에서 라인 수는 200개, 멀티버퍼 수는 100개(스텝은 76)로 설정되어 있으며, 사용된 슬라이딩 윈도우는 Hanning window이며, 분석된 데이터의 마지막 부분은 8036번째 데이터까지이다.

Gabor은 STFT분석에서 나타나는 redundancy를 줄이기 위해서 degree of over sampling이라는 값을 사용하며, 이 값이 3 이상이 될 때 윈도우잉 푸리에 변환에서 사용될 슬라이딩 윈도우의 smoothing value가 커지고 redundancy가 줄어들 수 있

다. WVD는 STFT와 Gabor representation과 달리 time-frequency 영역에 시그널의 에너지를 분포 시키는 방법이다. WVD는 지연과 관계된 시그널의 autocorrelation function에 대한 푸리에 변환이다. 이 방법에서 슬라이딩 윈도우의 의미는 time-scaled, time-reserved의 크기와 값을 가지는 것으로 생각할 수 있다. WVD가 갖는 성질로는 시간 이동과 주파수 변조에 관련된 성질들, 순간 진동수나 그룹 지연과의 관계 등이 있다. 또 하나의 중요한 성질은 WVD함수의 smoothing과 관련된다. WVD함수와 2차원 슬라이딩 함수와의 컨볼루션을 통한 smoothing에 의하여 일반적인 time-frequency 분석기법을 나타낼 수 있다. WVD함수에서의 smoothing은 ambiguity function에 커널(kernel)이라고 불리는 2차원 슬라이딩 함수를 곱함을 의미한다. 분석자의 목적에 따라 다양한 형태의 커널이 존재할 수 있으며, 그에 따라 다양한 형태의 분포 함수가 존재할 수도 있다.

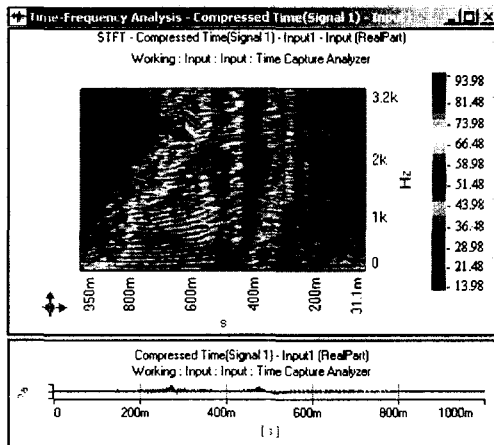


그림 6. 측정된 소음 데이터의 Shot Time Fourier Transform 결과

### V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 무선 랜과 시리얼 통신장치를 지원하는 센서들을 활용하여 무선 환경에서 원격으로 진동 및 소음을 계측할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 플랫폼을 개발하였다. COTS 개념을 활용하

기 위하여 무선 랜과 시리얼 통신을 지원하는 PDA를 메인 보드로 사용하였다. 구현된 플랫폼은 건설용 중장비의 소음을 원격 환경에서 계측하는 응용에 활용하였다. 현재 본 연구실에서는 다양한 센서들을 사용할 수 있는 플랫폼을 개발하고 있다.

### 참고문헌

- [1] 여인춘, New 알기쉬운 임베디드 비주얼C++, 정보문화사.
- [2] 조재만, 임베디드 windows CE 프로그래밍, PCBook.
- [3] Janet, Serial Port Complete, CakeView Research.
- [1] Hlawatsch, F., and Boudreaux-Bartels, G. F., "Linear and Quadratic Time-Frequency Representations," IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 9, Apr. 1992, pp. 21-67.
- [4] Rioul, O., and Vetterli, M., "Wavelets and Signal Processing," IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 8, Oct. 1991, pp. 14-38.
- [5] Siegert, R. U., Nouals, C., and Damongeot, A., Study of Helicopter Noise Signals Using Time-Frequency Analysis Methods, Paper No. AIAA 93-4357, Proceedings of the 15th AIAA Aeroacoustics Conference, Long Beach, CA, October 1993.
- [6] Niesl, G., and Arnaud, G., "Low Noise Design of the EC135 Helicopter," Proceedings of the American Helicopter Society 52nd Annual Forum, Washington, DC, June 1996, pp. 32-44.
- [7] Davis, W., Pezehski, C., and Mosher, M., "Extracting and Characterizing Blade-Vortex Interaction Noise with Wavelets," Journal of the American Helicopter Society, Vol. 42,, Jul 1997, pp. 264-271.
- [8] Porat, B., Digital Processing of Random Signals, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994.
- [9] Choi, H.-I., and Williams, W. J., "Improved Time-Frequency Representation of Multi component Signals Using Exponential Kernels," IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 37, Jun 198