

## 통신망 기반의 전자파 인체노출 원격측정시스템

조 광 윤  
한국전자통신연구원

윤 재 훈  
한국전자통신연구원

### Remote Measurement System for Human Exposure to EMF based on Communication Network

Kwanh Yun Cho  
ETRI

Jae Hoon Yoon  
ETRI

**Abstract** - 본 논문은 전력선이나 무선기지국 근처에서 방출된 전자파를 인터넷, 휴대폰 등 통신수단을 이용하여 원격지에서 실시간으로 측정, 감시할 수 있도록 고안된 전자파 인체노출 원격측정 시스템에 대하여 기술한다. 본 시스템은 측정 자동화 및 무인화 개념이 도입되었으며, 국제규격에서 권고한 측정프로토콜에 따라 측정수행이 되므로 전자파인체노출기준의 적합성 여부를 판단하는 표준측정 시스템으로도 활용될 수 있다.

#### 1. 서 론

특정지역 무선국 안테나 또는 고압전력선에서 방출되는 전자파의 인체노출 문제는 근처에 사는 주민들에게 막대한 불안감을 조성하는 사회적 문제로 대두되고 있다. 전자파 인체노출 문제는 어느 한 국가의 문제뿐만 아니라 지구촌 국제사회의 문제로 거론되어 IEC(국제전기기술연합), ITU(국제전기통신연맹) 등 관련 국제기구는 전자파 인체노출기준에 평가에 적합한 국제표준을 수립하려는 노력을 경주하고 있다. 전자파 인체노출량 측정은 각 측정점마다 6분 또는 30분의 측정 소요시간이 요구되며, 측정점도 각 방위별로 분산되므로 각 측정점마다 수행한 측정값의 평균을 취하여 결과를 도출하여야 하는 등 번거로운 후처리 과정이 요구된다.

본고에서는 측정 자동화 및 무인화 개념을 도입하여 사람의 접근이 원활치 못한 장소나 위험지역에서 인터넷, 휴대폰 등 통신수단을 이용하여 실시간으로 원격측정을 수행하거나, 장시간 동안 특정영역의 전자파 노출을 감시할 수 있는 전자파 인체노출원격측정시스템에 대해서 기술한다.

#### 2. 본 론

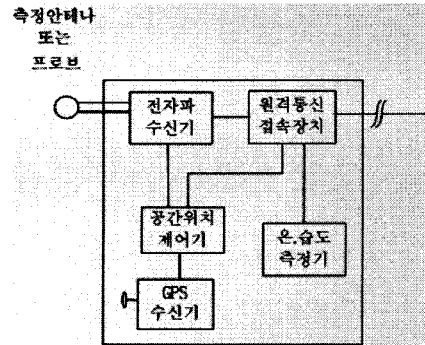
##### 2.1 시스템 구성

원격측정시스템은 측정안테나(프로브)와 전자파수신기, GPS수신기, 위치제어기, 원격측정제어기, 원격통신접속장치를 포함한 원격측정장치 그리고 통신접속장치, 측정제어기, 측정결과처리기, 입·출력기를 포함한 측정제어장치로 구성되어 있다.

##### 2.1.1 원격지 측정장치

원격지 측정장치는 전자파수신기, GPS수신기, 위치제어기, 원격측정제어기, 원격통신접속장치로 구성되어 있으며, 측정제어 장치로부터 직접 측정수행 명령을 받든가 자동측정프로그램에 의하여 자동적으로 수행되는 기능을 제공한다.

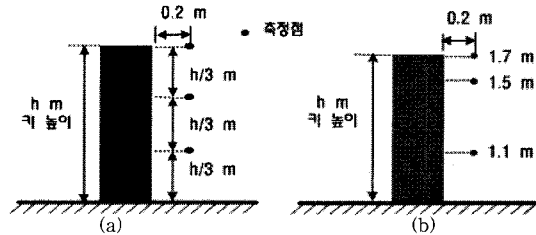
측정안테나 및 프로브는 공간위치제어기에 놓여 측정위치를 결정하며, 측정 주파수대역의 전자기장을 감응한다. 프로브는 감응대역에서 하나의 측정값을 나타내므로 등방성 프로브가 주로 사용된다. 만약 주파수 특성을 파악하고자할 경우에는 주파수 선택성이 좋은 안테나를 사용하여야 한다.



<그림 1> 원격지 측정장치

전자파수신기는 원격측정명령에 따라 주어진 측정시간에 측정점의 전기장 강도 또는 자기장 강도를 측정한다.

공간위치제어기는 하나의 측정공간에 IEC/TC106, ITU-T K.52, K.61 규격에서 규정한 국제표준에 맞추어 사람의 키 높이에 해당되는 3개의 측정점으로 이동할 수 있으며, 고도각과 수평각을 각각 조절하는 기능이 있다.



<그림 2> 측정점의 국제규격 (a) IEC/TC106/154CDV : 전력선 (b) IEC/TC106/145CD : 무선기지국

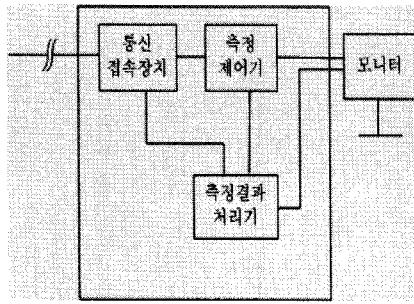
온·습도측정기와 GPS 수신기는 각 측정공간의 온도, 습도를 측정하여 측정시간 정보와 각 위치정보와 함께 측정자료 데이터베이스에 기록, 저장한다.

원격통신접속장치는 측정수행으로 얻어진 모든 측정데이터를 측정 통제센터로 전송시키기 위하여 인터넷 접속을 위한 프로토콜과 휴대폰 접속을 위한 프로토콜 처리 기능을 각각 수행한다.

##### 2.1.2 측정제어장치

측정제어장치는 통신접속장치, 측정제어기, 측정결과처리기 및 입·출력기로 구성되어 있다.

통신접속기 인터넷과 휴대폰 접속을 위한 프로토콜을 처리하여 원격지 통신장치와 실시간으로 데이터 통신을 수행할 수 있는 기능을 제공한다.

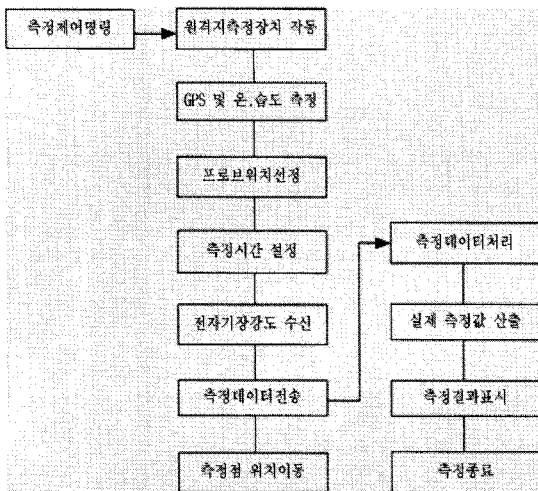


〈그림 2〉 측정제어 장치

측정제어기는 원격지 측정장치에 측정점 위치의 이동 명령이나 측정수행 명령 그리고 측정결과 전송 명령 등 각종 측정제어 명령을 내리고, 측정데이터를 측정결과처리기에 이송하는 기능을 제공한다. 측정결과처리기에서는 측정된 데이터를 컴퓨터에 저장하고 후처리 시에 이를 다시 검색하여 실제 측정결과를 도출하는 기능을 제공한다.

### 2.1.3 측정 프로토콜

본 시스템에서 적용한 측정 프로토콜은 IEC/TC106위원회에서 제정한 국제규격을 적용한다.



〈그림 3〉 측정 흐름도

측정시간은 각 측정점마다 6분으로 한다. 하나의 측정공간에서 3가지 측정점을 구획하여 해당 측정공간의 평균치를 측정결과 산출을 위한 기초자료로 한다. 측정된 전기장 강도의 측정 주파수가 하나의 주파수에 대한 전기장 강도일 경우에는 각 측정점의 전기장 강도의 공간 평균치를 측정결과로 산출한다.

$$E_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i^2)} \quad (1)$$

$$S_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i^2)}$$

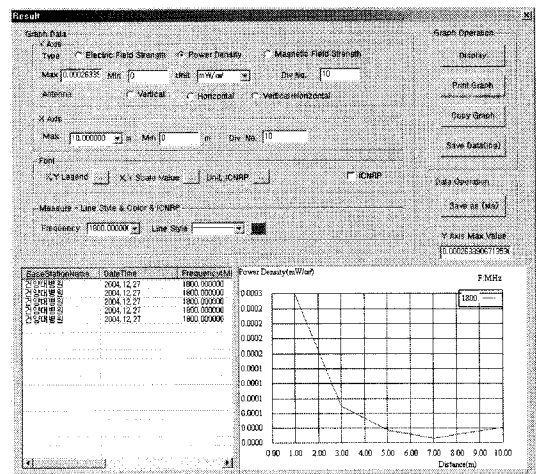
여기서 S는 전력밀도를 나타낸다. 전력밀도 S는 전기장강도 E 제곱을 자유공간 임피던스  $120\pi(\approx 377\Omega)$ 으로 나눈 것이므로 전력밀도에 대한 기준을 적용할 경우에는 전기장 강도의 제곱에 대비되는 것으로 산출하여야 한다.

만약 측정공간에서 하나의 주파수만 있는 것이 아니라 복합의 여러 주파수가 혼재되어 있을 경우에는 각 측정점의 전기장 강도나 전력밀도로 측정결과를 나타낼 수 없다. 왜냐하면 각 주파수 대역별로 기준치가 달라지기 때문에 합산한 전기장 강도의 값으로 단순히 나타낼 수 없기 때문이다. 이 경우에는 각 주파수대역별 기준치에

대비되는 비례 값을 노출지수로 정하여 이를 평가결과로 산출하여야 한다. 이 노출지수  $\xi$ 는 노출기준에서 규정한 주파수대역별 전력밀도 기준치와 해당 주파수에서 측정된 전기장강도의 제곱 또는 전력밀도의 비로써 정의되며, 그 합은 항상 1보다 작든가 같아야 노출기준에 적합한 것으로 평가될 수 있다. 예컨대, 150 kHz~400 MHz 주파수대역에서 측정을 수행하였다면 각 해당 주파수대역에서 측정된 전기장 강도의 평균치와 이 주파수대역의 기준치를 각각 나눈 결과의 총합, 노출지수는 다음 식과 같이 산출된다.

$$\xi = \sum_{A=0.15MHz}^{1MHz} (E_{AVE1}/E_{r1})^2 + \sum_{B=10MHz}^{400MHz} (E_{AVE2}/E_{r2})^2 \leq 1 \quad (2)$$

여기서,  $E_{AVE1}$ 은 150 kHz~1 MHz 주파수대역에서 측정된 전기장강도 평균치이고,  $E_{AVE2}$ 는 10 MHz~400 MHz 주파수대역에서 측정된 전기장강도이다. 또한,  $E_{r1}$ 은 150 kHz~1 MHz 주파수대역의 전기장강도 기준치이고,  $E_{r2}$ 는 10 MHz~400 MHz 주파수대역의 전기장강도 기준치이다.



〈그림 4〉 이동통신기지국 근처에서 측정된 전기장강도 예

## 3. 결 론

전자파 인체노출 원격측정 시스템은 인터넷, 휴대폰 등, 통신수단을 이용하여 특정지역의 전력선이나 무선기지국 송신기에서 방출되는 전자파 인체 노출레벨을 파악하는데 활용될 수 있도록 고안되었다. 하지만 아직 현장 측정 시스템으로서 보완되어야 할 부분이 적지 않다. 앞으로 IEC/TC106 관련 국제규격들이 완성되는 대로 측정점제어 영역을 넓히는 연구, 측정 프로토콜 및 측정 불확정도의 확보에 관련한 연구 등, 본 원격측정 시스템의 발전을 위한 보완 연구가 필요하다.

### 〈참고 문헌〉

- [1] IEC/TC106, "Determination of RF fields in the vicinity of mobile communication base stations for the purpose of evaluating human exposure", IEC/TC106/145CD, 2008
- [2] IEC62110, "Procedures for Electric and Magnetic Field levels Generated by AC Power Systems with Regard to Human Exposure", IEC/TC106/154CDV, 2008
- [3] 조광운, "기지국 인체노출기준 적합성 평가 시스템 (TEEMFAS) 사용자 설명서", ST-ESMS-TDOC-033a, Tech. Memo, ETRI, 2004