

# 전력선 기반의 시각 방송 시스템 개발

나동호\*, 김문영\*, 신승중\*, 류대현\*

\*한세대학교 IT 학부

dhryu@hansei.ac.kr

## Development of Time Information Broadcasting System using Power Line Communication

Dong-Ho Na\*, Moon-Yung Kim\*, Seung-Jung Shin\*, Dae-Hyun Ryu\*

\*Dept of IT, Hansei University

### 요 약

시각정보를 일상생활에서 접할 수 있는 전자제품 중 전력선을 통해 전원을 공급받아 동작하는 제품에 대해서 활용을 한다면 좀 더 유용하고, 정확한 동작을 수행하게 할 수 있다. 본 논문에서는 GPS위성으로부터 수신한 시각정보를 전력선 모뎀을 거쳐 전력선을 통해서 각 단말에 전송하는 전력선 방송 시스템을 개발하였다. 전력선 모뎀 기술이 갖는 장거리 전송의 어려움을 해결하기 위해서 중계 장치를 사용함으로써 전송 거리를 확장하여 광역 PLB(Power Line Broadcasting) 시각방송을 구현하였다.

### 1. 서론

시간주파수분야의 국제표준은 세습원자시계에 의하여 이루어지고 있으며, 프랑스 파리에 있는 국제도량형국(BIPM)의 Time Section에서 세계 각국의 표준기관들이 보유하고 있는 200여대의 세습원자시계 및 수소메이저의 상호 비교 데이터를 수집하여 통계 처리함으로써 국제 원자시(TAI) 및 세계협정시(UTC)를 생성하여 보급하고 있다. 대한민국 표준시는 한국표준과학연구원(KRIS)에 의해 생성되고 유지하고 있으며 이를 세계협정시(UTC)와 일치시키기 위해 인공위성을 통한 국제 시각 비교 등을 수행하고 있다. 인공위성을 이용한 시각 비교 실험은 1964년 통신위성인 텔스타 위성을 이용한 양방향 실험을 비롯해서 1983년 이후부터 현재에 이르기까지 GPS위성을 이용한 시각비교가 이루어지고 있다. 이러한 양방향 시각 비교는 양국이 동시에 전파를 송신하기 때문에 전파경로상의 변동이 상쇄되어 1ns정도의 높은 정확도로 시각비교가 가능하다. 이러한 시각정보를 일상생활에서 접할 수 있는 전자제품 중 전력선을 통해 전원을 공급받아 동작하는 제품에 대해서 활용을 한다면 좀 더 유용하고, 정확한 동작을 수행하게 할 수 있다.

본 논문에서는 GPS위성으로부터 수신한 시각정보를 전력선 모뎀을 거쳐 전력선을 통해서 각 단말에 전송하는 전력선 방송 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 시각 방송 서버와 시각 방송 단말 그리고 시각 방송 중계기로 구성된다.. 시각 방송 서버에서는 GPS위성으로부터 수신한 GPS데이터를 분석하여 시각 정보만을 추출하고, 추출한 정보는 이더넷을 통해 TCP/IP 프로토콜로 전송한다. 전송된 시각 데이터는 전력선 모뎀을 통해 전력선을 경유하여

시각 단말기에 전송되고, 시각단말기에 시각 정보가 표시된다. 본 연구에서는 전송 지연 문제와 모든 시각 단말의 IP 설정으로 인한 불편함을 해소하기 위하여 UDP Broadcasting 을 이용한 시스템을 구축하였다. 또한 전력선을 이용한 통신은 거리상 제약이 있기 때문에 중계 장치를 개발하여 전송 거리를 확장할 수 있도록 하였다.

### 2. 관련기술

#### 2.1 GPS

GSP(Global Positioning System, 전지구 측위 시스템)는 1970년대 전반부터 미 국방부(DOD: Department of Defense)에 의해 시험 운용이 시작된 인공위성에 의한 위치 측정 시스템이다. 지구 상공 2만 km를 주회(周回)하는 24개의 인공위성(GPS)으로부터 받는 전파를 이용하여 3차원적인 절대 위치를 실시간으로 측정할 수 있는 시스템이다. 24개의 위성은 6개의 궤도면에 4개씩 배치되어 있으며, 하루에 두 번, 지구 주위를 돈다. 항공기나 선박 등에서는 4개 이상의 GPS 위성으로부터의 거리를 동시에 알으로써 자신의 위치를 파악하고 있다. 지구상 곳곳에서 실시간 측위가 가능한 시스템을 목적으로 1993년부터 시스템의 정식 운용이 개시되었다. 미 국방부에 의해 고의로 부가되었던 정밀도 열화 조치(선택 이용성, Selective Availability, SA)가 2000년 5월에 해제되고 난 후, GPS의 측위 정밀도가 급격하게 높아지고 있다.

##### 2.1.1 GPS의 특징

- 24시간 전 세계를 커버하고 또한 전천후 형이다.
- 지구상의 물체의 3차원 절대 위치(X, Y, Z)를 실시간으로 위치 측정할 수 있다.

- 정확한 시각을 계측할 수 있으며, ②와 더불어 속도 계측이 가능하다.
- 다양한 통신 시스템과 조합한 유연한 운용이 가능하다.
- 와이어리스 시스템이기 때문에 시스템의 물리적 접속은 최소한이던 된다.
- 사용하고 있는 극초단파 L밴드(파장 20cm정도)는 직진성이 좋아 위성을 포착할 수 없는 빌딩 사이나 건물이나 터널 안 등에서는 이용할 수 없다.
- 약 11년 주기의 태양 흑점 활동이 가장 활발한 시기에 전리층에 미치는 영향으로 인해 정밀도가 떨어진다.
- 멀티 패스의 영향 등 강한 TV 전파나 휴대전화기 있으면 장애를 받는다.
- 현재로서는 군사와 겸용하고 있기 때문에 완전한 공개를 기대할 수 없다.

2.1.2 시계오차의 보정

GPS 위성에는 세슘 원자시계가 탑재되어 있지만, 그것도 하루에 10-8초 정도의 시각 오차를 일으킨다. 이것은 거리로 환산하면 3m 정도가 되므로 간과할 수 없는 오차 요인이다. GPS의 시계오차는 위성에서 송신된 파라미터를 이용해 보정되고 있다.

2.1.3 NMEA-0183 프로토콜

NMEA는 시간, 위치, 방위 등의 정보를 전송하기 위한 규격이다. NMEA-0183은 미국의 National Marine Electronics Association에서 정의해 놓았다. 이 프로토콜은 해양관련 장비의 통신을 위한 인터페이스 프로토콜로 사용되고 있다. GPS 또한 이 프로토콜이 국제 표준으로 되어있어 대다수의 GPS는 NMEA-0183을 사용한다.

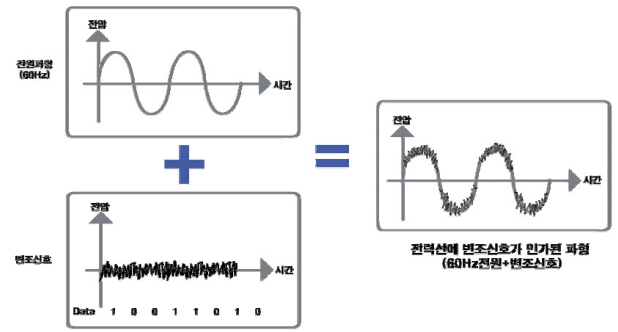
NMEA-0183은 3가지 레이어로 구성되어 있으며, 각 레이어는 물리 계층, 데이터링크 계층, 어플리케이션 계층으로 이루어져있다. 물리 계층은 RS232, RS422 등의 전기적인 전송규격을 뜻하고, 데이터링크 계층은 Baud rate, Data bit, Parity bit, Stop bit 등을 정해 놓는다. 그리고 어플리케이션 계층은 데이터를 전송하는 Sentence에 대한 규약이다. 어플리케이션 레이어는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- '\$'로 시작한다.
- Sentence의 종류는 GP로 시작한다.
- 데이터의 구분은 ','로 한다.
- '\*'로 끝난다.
- '\$'와 '\*'사이의 모든 데이터를 exclusive or 연산을 하여 Checksum을 만들어 추가한다.
- <CR><LF>를 붙인다.

2.2 전력선 통신

전력선 통신, 즉 PLC(Power Line Communication)는 전력을 공급하는 전력선을 이용해서 음성과 데이터를 수

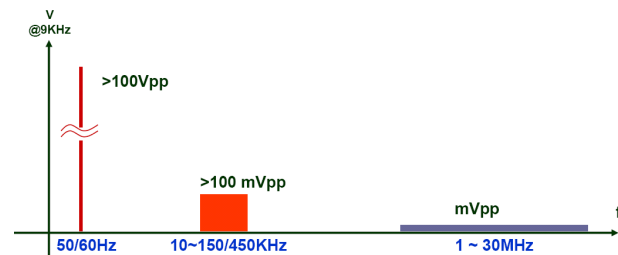
백 kHz~수십 kHz 이상의 고주파 신호에 실어 전송하는 통신기술을 말한다. 전력선 통신은 지금까지 주로 10k~450kHz로 사용 대역이 한정되어 10kbps 정도의 저속 통신 밖에 할 수 없었지만, 최근 규제가 완화되어 2M~30MHz의 넓은 대역을 사용할 수 있게 되어 수십 Mbps의 전송 속도를 낼 수 있을 것으로 전망된다. 고속의 PLC는 주로 광대역 인터넷 접속용으로 활용되기 때문에 BPL(Broadband over Power Line)으로 부르기도 한다.



(그림 2-1) 전력선 통신의 기본 원리

PLC의 장점은 이미 가정에 들어와 있는 전기 배선을 통신용으로 사용할 수 있다는 용이성에 있다. 새롭게 케이블을 배선하지 않아도 전원 플러그를 콘센트에 꽂는 것만으로도 네트워크에 연결되어 집의 구석구석까지 네트워크를 구축할 수 있게 된다. 이러한 장점을 바탕으로 PLC는 ① 홈 네트워크: PC간 연결 및 텔레비전과 HD 레코더 간의 영상 교환 등 가정내 LAN, ② 무선 LAN 보완: 전파가 도착하기 어려운 방 사이에 PLC를 사용, ③ 전기제품이나 주택 설비의 제어: 센서와 조합해 조명이나 에어컨 등의 설비기기 제어에 사용, ④ 건물까지의 통신회선: 가까운 전주로부터 건물 가운데로 끌어 들이는 브로드밴드의 접속 회선으로 사용, ⑤ 건물 내의 통신회선: 아파트나 사무실의 전기실로부터 각 호, 각 층까지의 통신회선으로 전력선 사용 등 다섯 가지 용도로 주로 사용된다.

전력선은 전압에 따라서 저압(50/60Hz, 110/220V)과 고압 (50/60Hz, 3.3~22KV)으로 구분되며, 가공지선과 지중선으로 나뉘어 진다. 전력선 통신용 주파수 대역은 제어, 감시, 센서 네트워크용으로 10(9)~450(150) KHz(안은 유럽기준), 고속 네트워크용으로 1~30MHz 가 사용된다.



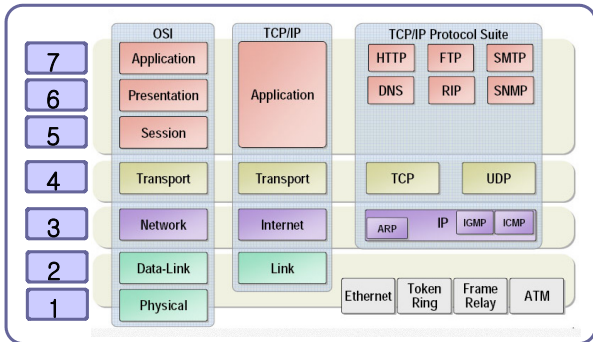
(그림 2-2) 전력선 통신용 주파수 대역

### 2.3 UDP Broadcasting

#### 2.3.1. TCP/IP 개요

TCP/IP 프로토콜은 1960년대 말 미 국방성의 연구에서 시작되었으며, 80년대 초 프로토콜 모델이 공개되면서 네트워크의 범용 프로토콜로 이용되기 시작했다. 특히 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 한 미 국방성의 네트워크인 ARPANET이 인터넷의 중심 역할을 담당하게 되면서 TCP/IP 프로토콜은 전 세계적으로 보급되기 시작해 현재는 모든 시스템들이 TCP/IP 프로토콜을 지원하게 되었다.

TCP/IP 아키텍처는 OSI 7 모델과 비교하면 그림 2-1과 같다.



(그림 2-3) TCP/IP 아키텍처

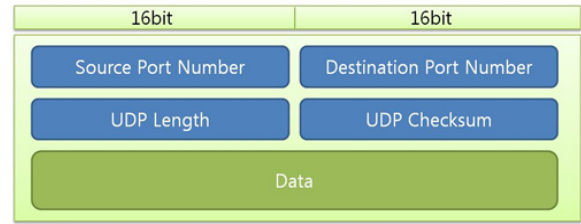
#### 2.3.2 UDP

UDP는 사용자 데이터그램 프로토콜(User Datagram Protocol)의 약자이다. 1980년 데이빗 리드가 설계하였고, 현재 IETF의 RFC768로 표준으로 정의되어있다. 이 프로토콜은 정보를 주고받을 때 보낸다는 신호나 받는다는 신호를 거치지 않고, 보내는 쪽에서 일방적으로 데이터를 전달하는 통신 프로토콜이다.

UDP 특징은 다음과 같다.

- TCP보다 속도가 일반적으로 빠르고 오버헤드가 적다.
- TCP와 달리 메시지를 Datagram으로 나누고, 받은 쪽에서 재조립하는 기능이 없다.
- 도착하는 패킷의 순서를 보장하지 않는다.
- 전송 승인 확인 기능이 없다.
- 패킷이 도착했는지 확인하여 주지 않는다.
- 연결 없는 Datagram 서비스를 제공한다. 따라서 호스트 사이에 세션이 형성되지 않는다.
- 점 대 점 통신(point-to-point)과 점 대 다중 지점(point-to-multipoint)간에 통신을 지원한다.

UDP의 헤더는 TCP의 헤더와는 다르게 간단한 구조로 되어있다. 헤더의 크기는 총 8Byte 이며, Source Port Number, Destination Port Number, Data Length, Checksum 필드로 구성되어 있다.



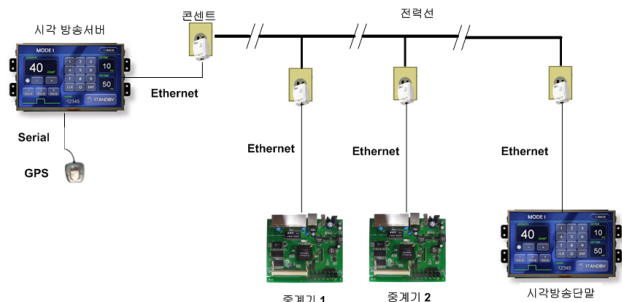
(그림 2-4) UDP 패킷 구조

- Source Port Number : 발신지 포트
- Destination Port Number : 목적지 포트
- UDP Length : UDP의 헤더와 데이터를 합한 길이를 byte 단위의 값이다. 즉, 이 필드의 최소값은 8byte이다.
- UDP Checksum : 패킷이 유효한지 확인하는 값이다. 길이가 홀수의 바이트일 경우 Data 뒤에 1byte의 pad byte(0)를 추가하여 짝수로 만든 후 계산한다.

### 3. 설계 및 구현

#### 3.1 시스템 구성

본 연구에서는 선행 연구 시 문제로 제기된 전송 지연 문제와 모든 시각 단말의 IP 설정으로 인한 불편함을 해소하기 위하여 UDP Broadcasting 을 이용한 시스템을 구축하였다. 이를 위하여 시각 방송 서버 및 시각 방송 단말로 WinCE 5.0을 탑재하고 7인치 LCD를 갖는 임베디드 컴퓨터(IEC266-07)을 사용하였다. IEC266 개발 환경으로는 Visual Studio 2005 SP1 또는 Visual Studio 2008 SP1이 필요하다. 그리고 C++로 개발하기 위해서는 반드시 IEC266 SDK를 설치해야 하고, ActiveSync는 IEC266보드와 개발 PC와 연결하기 위하여 반드시 설치해야 한다. 그리고 IEC266 보드에서 동작모드를 개발모드로 설정해야 한다. 본 과제에서는 Windows XP에서 Visual Studio 2008 개발 툴을 사용했고, C++로 개발했다.



(그림 3-1) 시스템 구성도

본 논문에서는 전력선 모뎀으로 상용의 iPLC를 사용하였다. iPLC는 전원책(전력선)을 RJ45 포트(랜선)로 바꿔줘서 어느 곳이든 콘센트가 있으면 인터넷을 사용할 수 있다. 상용 PLC 모뎀을 사용하여 데이터를 전송하는 경우 전력선의 특성으로 인한 감쇠와 잡음으로 인해 전송 거리의 제약이 발생한다. 일반적으로 통신 선로의 열화로 인한

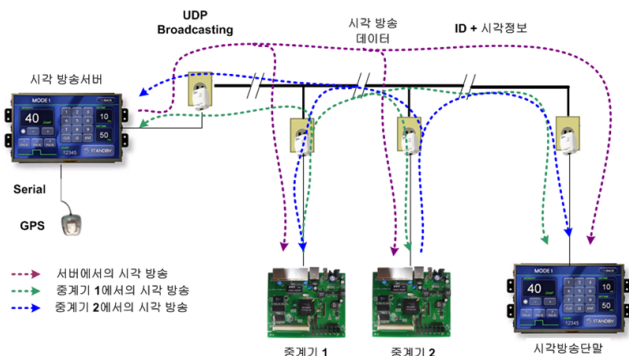
전송 거리의 제약을 극복하기 위해 중계 장치를 사용하는 것이 가능하다. 그러나 중계기의 경우 통신 선로를 절단하여 삽입하는 방식은 전력선 통신에는 적합하지 않다. 그러나 본 논문 적용하는 이더넷 프로토콜의 CSMA/CD를 적용하므로 통신 선로를 절단하지 않으면서 중계를 할 수 있다.

CSMA/CD는 이더넷을 정의하고 있는 IEEE 802.3 표준에 규격화되어 있다. 이더넷에 접속되어 있는 장치들은 어느 때라도 데이터를 전송할 수 있는데, 전송하기 전에 회선이 사용 중인지 감시하고 있다가 회선이 비어 있을 때 데이터를 전송한다. 이더넷은 데이터를 송신하려는 클라이언트가 네트워크상에 다른 컴퓨터가 통신하고 있는지를 조사해 신호가 송출되고 있지 않을 경우 데이터를 전송하는 구조이다.

본 연구에서는 중계 시스템으로 하드웨어로 리눅스가 탑재된 임베디드 시스템을 사용하였다. 중계 시스템은 MCU인 ADM5120, 내부망을 구성하는 4개의 LAN 포트와 802.11g 무선랜카드, 외부망과 연결되는 WAN 포트 그리고 시리얼 포트로 구성된다. 시각서버는 리눅스 커널을 포팅하여 구현하였고 GPS의 시각 정보를 읽고 분석하고 전송하는 기능을 수행한다.

### 3.2 시스템 동작 및 시험

그림 3-2는 UDP Broadcasting에 의한 시각 방송 시험 구성도를 나타내고 있다. 서버에서는 GPS로부터 시각정보를 받아 UDP 브로드캐스트로 전송한다. 이 이더넷과 연결된 iPLC(Internet Power Line Communication)는 시각 방송 서버에서 전송하는 데이터를 전기선의 전기신호에 실는다. 각 클라이언트에서는 전력선을 통해서 시각정보를 받고, 화면에 출력한다. 이 구조에서는 서버와 클라이언트의 거리가 멀면 종종 패킷이 깨지는 현상이 발생한다. 그림과 같이 중계기를 설치함으로써 패킷이 깨지는 현상을 일부 해결 할 수 있다.



(그림 3-2) 시스템 동작

시각 방송 서버는 자신의 ID와 시각정보(12byte)를 전송한다. 중계기1은 서버로부터 수신한 시각정보와 자신의 ID를 같이 송출하고 그 외 모든 중계기는 서버 측 인접

중계기로부터 수신한 시각정보와 자신의 ID를 같이 송출한다. 시각방송단말은 서버 또는 가장 인접한 중계기로부터 수신한 시각 정보만 표시한다.

### 4. 결론

선행 연구를 통해 확인한 광역 PLB(Power Line Broadcasting) 시각방송에 있어서 해결 하여야할 몇 가지 문제점으로는, 전력선 모델을 이용한 광역 PLB 시각방송망을 구성하는데 있어서 시각 수신 모듈의 IP 주소의 설정 등 설치가 불편하다는 점, 전력선 모델을 이용하여 TCP/IP 프로토콜과 같은 비연결성접속(Connectionless Connection)을 사용하는 경우 불가피하게 발생하는 전송 지연 그리고 현재 전력선 모델 기술이 갖는 장거리 전송이 어려움 등이 있다.

본 연구에서는, Plug&Play가 가능한 시각 수신 모듈을 개발하고, 전송지연을 최소화하는 프로토콜을 제시 및 적용하고, 시각 방송의 특성을 이용하여 설치가 용이하고 간단히 구성할 수 있는 중계 장치를 개발 하였다.

그러나 현재 개발된 시스템은 중계 장치 설치 시에 모든 중계기는 가장 가까운 위치의 시각 송출 장치(ID)를 알아야 한다는 문제점이 여전히 존재한다. 이에 대해서는 향후 연구되어야 할 것이다.

### 참고문헌

[1] NMEA 0183 wiki, [http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA\\_0183](http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183)  
 [2] HNS, <http://www.hnsts.co.kr>  
 [3] ADM8668 Toolchain Manual  
 [4] 한국표준과학연구원 <http://www.kriss.re.kr/>  
 [5] 류대현 외, 광역 PLB 시각방송 최적 프로토콜에 관한 연구, 한국표준과학연구원 연구보고서, 2010,11