

# DTV 중심의 옥내 시각동기에 관한 연구

엄철용, 최형준, 강동욱, 김기두  
국민대학교 전자정보통신공학부  
E-mail: kdk@kookmin.ac.kr

## A Study on The Time Synchronization based on Digital TV under Indoor Environments

Chul-Yong Uhm, Hyung-Jun Choi, Dong-Wook Kang, and Ki-Doo Kim  
Dept. of Electronic Engineering, Kookmin University  
E-mail: kdk@kookmin.ac.kr

### 요약

본 논문은 방송국으로부터 기준 시각을 전송 받은 DTV를 Network Time Server로 활용함으로써 가정, 사무실, 공장 내의 네트워크 기기들에 대한 시각동기를 맞추는 데 목적이 있다. 기존의 옥내 네트워크 시스템에서 발생하는 시간의 불일치를 해소하기 위하여 GPS를 이용한 Common-View 방식으로 방송국간의 시각동기를 맞추고, 방송채널을 이용하여 모든 DTV와도 동기를 맞춘다. DTV는 옥내 시간관리 서버 또는 Network Time Server로서 역할을 수행하며, 건물 내 네트워크 장비에 대한 시각동기를 수행한다. 또한 시각동기를 개선시키기 위해서는 시각 정밀도를 향상 시키는 알고리즘을 적용할 수도 있다. 이러한 시각동기를 이용하여 공장내 네트워크 시스템, 사무 자동화 시스템, DTV 기반 홈네트워킹 등의 응용에 적용될 수 있다.

### 1. 서론

현재의 컴퓨터 네트워크 장비 및 인터넷 장비들은 공간적 개념이 없는 Cyber 상에서 기준 시각을 자체 내장된 Real Time Clock 시간으로 운영함에 따라 현재의 초고속 인터넷 인프라 상에서 각 컴퓨터 장비 간에 시간 정보 불일치를 발생시킨다. 또한 정확도가 떨어지는 자체 오실레이터를 이용하여 시간 정보가 운영되어 왔으며, 네트워크 상의 장비 전체를 동기 시키기 위해서는 Time Server를 설정한 후 네트워크 상의 다른 장비들의 시간을 Time Server의 시간에 맞추는 방식으로 관리해 왔고 이때 정확한 시간을 입력 및 관리하기 위해서는 관리자가 주기적으로 직접 시간을 입력하는 부정확한 방법으로 각 장비의 시간을 유지하였다. 이러한 기존의 네트워크 시스템에서 발생하는 시간오차를 줄이기 위하여 GPS를 이용한 Common-View 방식을 사용하여 방송국간의 시각동기를 맞추고, 표준과학연구원에서의 원자시계와 동기를 맞춤으로써 표준시간을 유지한다. 이 시간정보는 일반 DTV 방송채널을 이용하여 옥내의 모든 DTV에 전송하며 DTV는 옥내의 가전 및 통신기기들에

홈네트워크 시스템을 이용하여 시간정보를 전송하며, 시각동기를 맞춘다.

GPS를 이용한 Common-View 방식에 의한 시각비교에서는 두 지역에서 GPS 위성 신호를 동일한 시각에 수신하므로 탑재시계와 캐드데이터에 의한 오차요인이 상쇄되어 약 수십 ns 이내의 정확도로 시각비교를 할 수 있다. 다만, 시각비교를 하려는 두 지역에서 동시에 위성의 관측이 가능해야 하므로 거리가 3000 ~ 5000 Km로 제한되는 단점이 있으나 국내 적용에는 문제가 되지 않는다[1]. 이러한 방식으로 방송국간의 시각을 기준시각에 동기 시킨 후 시각정보를 디지털 방송 채널을 통해 DTV에 전송한다. DTV는 Network Time Server로서 역할을 수행하며 옥내 네트워크 장비의 동기를 수행함으로써 표준시각과의 동기도 이루어진다.

DTV를 기반으로 하는 홈 네트워크에는 유선으로 PLC, HomePNA, Ethernet, IEEE1394, USB 등이, 무선으로 Wireless LAN, Bluetooth, UWB 등의 기술이 있다. 이러한 기술을 이용하여 사무실, 가정 또는 공장 등에서 시각동기가 요구되는 여러 가지 응용기술에 적용될 수 있다.

본 논문에서는 먼저 GPS를 이용한 Common-View 방식을 설명하여 표준과학연구원에서의 표준시각과 방송국간의 시각 동기수행 방법을 기술한 후 DTV기반의 홈 네트워크 시스템에서 DTV를 Network Time Server로 제안하고 타당성을 살펴보고자 한다.

## II. GPS를 이용한 시각 비교

오늘날 시각·주파수 동기기술은 모든 유무선 통신망에서 필수적인 기술이며 CDMA 망 동기나 인터넷 보안 메시지 전송, 방송 서비스에 필요한 시각정보 등의 다양한 분야에서 광범위하게 활용될 수 있는 핵심 기반기술이다. 특히 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 더 높은 클럭 속도가 요구되고 있으므로 보다 높은 클럭 안정도 및 정확도를 가진 시각 동기 시스템은 필수적이다.

### 2.1 Common-View 방식

현재 정확하고 안정된 시각·주파수를 제공할 수 있는 시스템은 GPS 위성신호이다. 이 신호를 이용한 시각비교 기술의 응용이 활발히 진행됨에 따라 정확한 위성 데이터 수신, 데이터 처리 및 응용서비스 기술개발의 필요성이 증대되고 있으며, GPS 위성을 이용한 여러 지역간 혹은 국가간 시각비교 방법은 위성데이터의 응용 기술 중에 하나이고, 현재 널리 사용되고 있다. 그 중 같은 시각에 동일한 위성을 이용하여 시각을 비교하는 Common-View 방식은 전파경로가 공통이고 기준신호를 동시에 수신하기 때문에 전파지연에 의한 오차가 줄어들며, 이때 공통 기준신호의 정확도와 안정도는 시각 동기 성능에는 거의 영향을 미치지 않는다. 이러한 Common-View 방식은 수십 ns의 정확도로 시각비교를 할 수 있고 수렴 범위 또한 3000 ~ 5000 Km의 영역을 갖는다[1]. 그림 2.1은 GPS 위성을 이용한 Common-View 방식의 시각비교를 보여준다.

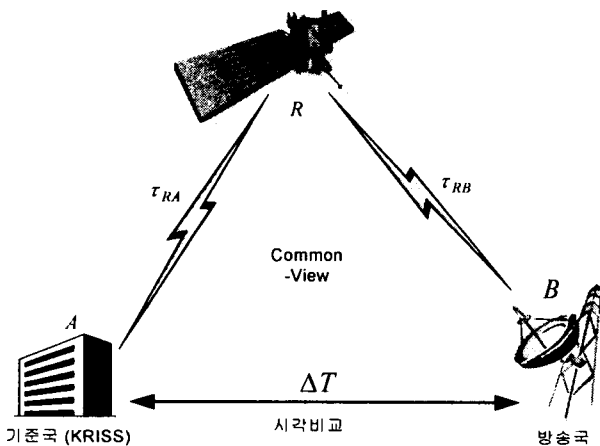


그림 2.1 GPS Common-View 방식을 이용한 시각비교

그림 (2.1)에서 R은 GPS 위성의 기준시각을 나타내며, A는 KRISS의 표준시, B는 방송국의 원자시계 시각을 나타낸다.  $\tau_{RA}$ 와  $\tau_{RB}$ 는 각각

의 GPS 위성신호의 지연 값이고,  $\Delta T$ 는 두 원자시계간의 시각 차이를 나타낸다.

$$\Delta T = [A - (R + \tau_{RA})] - [B - (R + \tau_{RB})] \quad (2.1)$$

식 (2.1)에서  $\tau_{RA}$ 와  $\tau_{RB}$ 는 공통의 기준신호와 각 원자시계의 전파경로가 공통이고 기준신호를 동시에 수신하기 때문에 지연시간은 식 (2.2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\tau_{RA} \approx \tau_{RB} \quad (2.2)$$

식 (2.1)과 식 (2.2)에 의해서 두 원자시계간 시각오차는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\Delta T \approx A - B \quad (2.3)$$

### 2.2 Common-View 방식을 사용한 시각비교

방송, 통신 융합에 따른 디지털 방송시스템과 같이 정확하고 안정된 시각·주파수동기가 필요할 경우 방송국은 그림 2.1과 같이 GPS 위성의 원자시계를 매개 기준으로 하여 기준국(KRISS: 표준과학연구원)과의 시각 비교를 통해 요구되는 정확도로 시각동기를 이룰 수 있다. 그림 2.2는 Common-View 방식을 이용하여 표준과학연구원과 한국통신간의 시각비교를 수행한 결과를 나타내며[2], 기준국과 방송국과의 시각비교 결과도 유사할 것으로 예측된다.

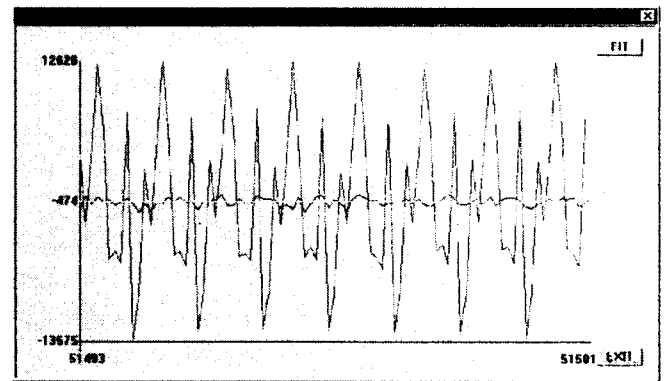


그림 2.2 KRISS와 한국통신의 9일간 시각 변화 그래프

변동 폭이 작은 것은 KRISS 원자시계를 나타내며, 변동 폭이 큰 것은 한국통신의 원자시계를 나타낸다. 둘의 시각을 비교 하기위해 두 값의 차이를 구했으며 한국통신과 KRISS 원자시계의 시각차이 평균값은 약 -26 ns이다. 그러므로 Common-view 방식을 이용한 KRISS와 방송국 간의 시각비교를 수행하여 동기를 맞추고자할 경우도 그림 2.2의 결과에 비추어 수십 ns이내로 시각동기를 맞출 수 있을 것으로 예상된다. 그림

2.3은 기준국과 방송국간의 시각동기 시스템 구성도를 나타낸다.

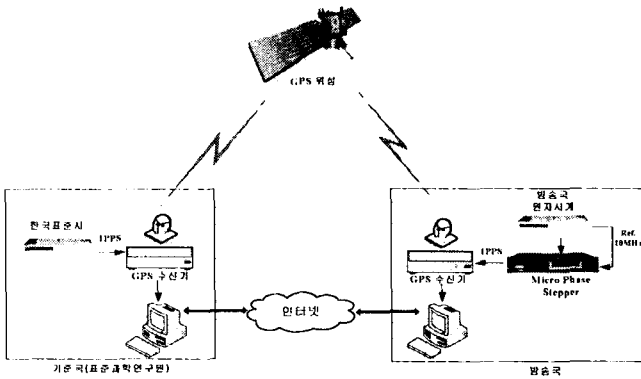


그림 2.3 기준국과 방송국간의 시각동기 시스템 구성도

표준과학연구원에서는 방송국의 시각비교 데이터를 인터넷에 의하여 정해진 주기로 수집하여 표준과학연구원의 원자시계와 차이를 계산하고 보정 값을 산출 한 후 방송국에게 통보하면 방송국에서는 그 보정 값만큼 Micro-Phase Stepper를 이용하여 조절함으로써 표준과학연구원의 표준시와 요구되는 정확도 이하에서 동기를 유지시킬 수 있다.

### III. 시각동기를 위한 DTV기반 홈 네트워크

Common-View 방식을 이용하여 표준시각과의 동기를 수행한 후 DTV에 전송된 표준시각 정보는 DTV기반 홈 네트워크를 이용하여 각 기기에 전송된다. 그림 3.1은 분산형 홈 네트워크를 보여준다[3]. 분산형 홈 네트워크는 항상접속성, 광대역 네트워크, 모든기기들을 하나의 네트워크로 연결되어야 한다.

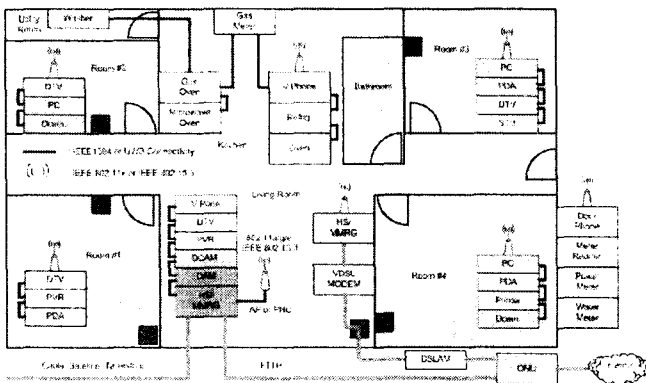


그림 3.1 분산형 홈 네트워크

### 3.1 무선 홈 네트워크 기술

홈 네트워크 기술은 유, 무선으로 나눌 수 있으며 무선기술로는 무선 LAN(WLAN), Bluetooth, Zig-Bee, UWB 등이 있다. 이중 가장 많이 상용화된 WLAN을 살펴보면 IEEE802.11b의 경우 11Mbps를, IEEE802.11a

와 IEEE 802.11g의 경우는 54Mbps의 전송속도를 가진다. 그러나 IEEE 802.11b, IEEE 802.11g는 2.4GHz의 ISM 밴드를 사용하므로 같은 ISM 밴드를 사용하는 Bluetooth 등과의 간섭 문제가 되고 있다. 또한 무선 홈 네트워크 기술의 유력한 후보 중에 하나인 Bluetooth의 경우는 1~2Mbps의 낮은 전송속도와 1~2m의 작은 커버리지가 단점으로 지적되고 있다. 한편 고속의 전송속도를 가지고 매우 넓은 대역폭을 사용하는 UWB 기술은 아직 상용칩이 시장에서 검증을 받지 못한 상태이다.

### 3.2 유선 홈 네트워크 기술

유선기술로는 새로운 선로가 필요치 않고 기존의 전력선을 그대로 이용 가능한 PLC가 있으며 고속 및 타 전송방식과의 연동 문제 해결에 주력하고 있다. HomePNA는 전화선을 이용하여 낮은 전송속도를 제공한다. IEEE1394, USB 방식은 고속의 전송속도를 제공하지만 전용선이 요구된다. 그림 3.2는 DTV기반의 유무선 홈 네트워크 기술을 보여준다.

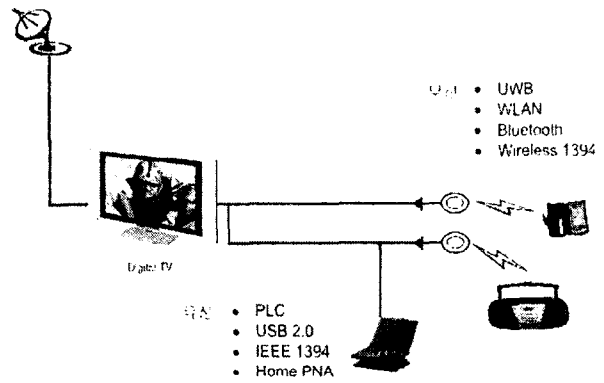


그림 3.2 DTV기반 홈네트워크 기술

### 3.3 기존의 홈 네트워크 동기화 기법

표준과학연구원 시간주파수 연구실이 운영하는 표준주파수국에서 단파 5MHz, 출력 2kW로 표준 시각 정보 등을 24시간 방송한다. 표준과학연구원으로부터 수신한 시각 오차는 수ms 정도이다. 또한 TCP/IP가 이용 인터넷상의 PC나 서버를 표준시에 동기 시키기 위한 타임서버(NTP Server)는 안정적이기는 하나 고가이어서 작은 규모의 회사나 사무실 혹은 개인이 쓰기에는 어려운 점이 있다. 반면 저렴한 가격의 GPS를 이용한 타임서버 장비들의 경우 GPS 수신기가 실내에서의 사용이 불가능한 단점이 있다.

### 3.4 홈 네트워크에서 DTV 역할

방송신호에서 동기신호를 얻는 DTV를 Home Gateway, Home Server의 역할뿐만 아니라 또한 Network Time Server로서의 역할을 제안한다. DTV는 디지털 방송채널을 통해 전송받은 표준시각을 앞에서 언급된 홈 네트워크 기술을 사용하여 각각의 기기에 시간정보를 전송하며 이 시간정보를 이용하여 각각의 기기는 표준시각과 동기를 맞추게 된다. 이러한 Network Time Server[4]로서의 DTV는 새로운 Time Server와 시간정

보를 전송받기 위한 새로운 선로가 필요치 않다.

DTV를 중심으로 하는 홈 네트워크에서는 가전기에서 필요로 하는 시간정보를 DTV를 통해 전송받을 수 있다. PDA, 손목시계, 휴대용 카세트 등은 무선 전송기술로, 노트북, Home theater, 전자렌지, 세탁기, 에어컨, 보일러 등은 유선기술을 이용하며 예약 서비스 등의 시간정보가 필요한 기기들은 DTV를 통해 표준시각과 동기를 맞출 수 있다.

#### IV. DTV기반의 옥내 시각동기

##### 4.1 현재 방송네트워크에서의 시각동기

현재 방송국에서의 송신 네트워크는 기간국과 중계소의 송, 중계소로 구성되며 텔레비전 영상신호의 동기신호를 참고(reference) 신호로 하여 송신 주파수를 얻는다. 방송국에서는 루비듐과 세슘 원자발진기를 기준으로 하여 고정밀 동기신호를 발생시켜 영상신호 제작을 완성하게 된다. 상위국에서는 이것을 기준으로 하여 만들어진 고정밀도의 동기신호를 참고로 하여 하위국 발진기를 동기 시키는 방식을 종속 동기방식이라고 한다. 종속 동기방식은 최상위국에서 매우 안정된 클럭을 설치하여 주 클럭(master clock)으로 하고, 하위국들은 이 주 노드에서 전송되어 온 클럭 정보를 다시 PLL(Phase Locked Loop) 등으로 복원하여 자체의 클럭원으로 사용하는 방식으로 전체 망을 하나의 클럭에 동기시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 이 방식의 단점은 주 클럭원이 고장 나면 망 전체의 서비스에 영향을 미치는 심각한 문제가 야기될 수 있고, 또한 마스터 클럭으로부터 마지막 단의 클럭까지 타이밍이 전송 되는 과정에서 시간오차가 축적되는 문제점이 있다. 이런 단점을 극복하기 위한 방안으로 Common-View 방식을 제안하였다.

##### 4.2 옥내 시각동기

디지털방송의 장점 중 하나가 양방향 방송이 가능해진 것이다. Ethernet 등의 리터채널을 이용하여 홈쇼핑을 하거나, 인터넷을 통한 증권전산거래, 인터넷 경매 등을 수행할 때 다른 가정 또는 사무실 간의 시각동기 중요성은 더욱 증대되고 있다. 시각동기가 정확하게 수행되지 않은 경우 증권거래시 거래 시간의 불일치로 손실이 발생할 수 있고, 인터넷 경매 시에는 경매 참가자간의 공정성 문제가 발생한다. 이밖에도 양방향 방송으로 통신과 융합된 방송시스템은 통신에서와 같이 시각동기가 매우 중요하게 된다. 이러한 시간동기 문제를 방송국에서 전송되는, 표준시각과 동기된 시간정보를 DTV를 통해 수신 받고 표준시각에 동기를 맞춤으로서 극복할 수 있다. 또한 가정뿐 아니라 공장, 사무실에서도 공장 내의 네트워크 시스템의 시간동기, 자동화 시스템에 따른 기기간의 시간 동기 등에 DTV를 이용할 수 있으며, 사무자동화 시스템에도 응용될 수 있다. 그림 4.1은 양방향 방송의 개념도이다.

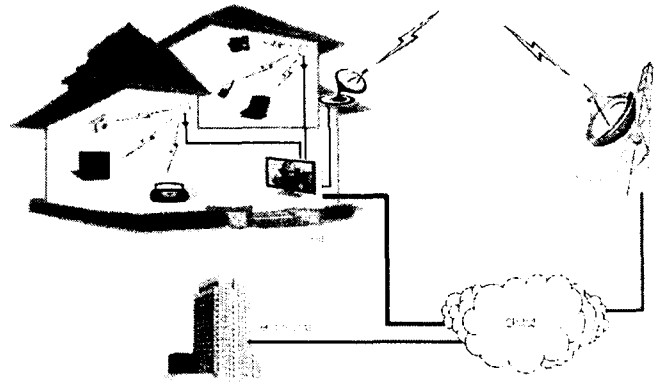


그림 4.1 양방향 디지털 방송 시스템

#### V. 결론

과거의 TV는 방송국에서 방송하는 프로그램을 시청하는 수동적인 시스템이었다. 그러나 디지털 방송이 시작되고 양방향 방송으로 발전해 가고 있는 방송, 통신 융합 시스템은 능동적으로 기기간, 시스템 간에 통신이 이루어지며, 통신시스템과 마찬가지로 시각동기의 중요성이 증대되고 있다. 제안한 시각 동기 방식은 Common-View 방식을 사용하여 표준과학연구원의 표준시각과 방송국간에 동기를 수행하며 디지털 방송채널을 사용하여 각 가정, 공장, 사무실 등에 전송된다. DTV에서 수신된 표준시각은 DTV를 Network Time Server로 사용하여 가정에서는 증권전산거래, 인터넷 상거래, 인터넷 경매, 보안장비(방화벽 시스템) 등에서 더욱 신뢰성을 높일 수 있으며, 공장, 사무실에서는 자동화 시스템, 네트워크 시스템 등에서 불량률을 줄이고 정확도를 향상시킬 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] M. A. Lombardi, L. M. Nelson, A. N. Novick, and V. S. Zhang. "Time and Frequency Measurements Using the Global Positioning System (GPS)." National Institute of Standards and Technology, Time and Frequency Division, 2001.
- [2] 이창복, 양성훈, 이상준, 송건석, 김기두, "GPS 수신기 및 원자시계의 모니터링 및 원격제어." 제8차 GNSS Workshop, GNSS 기술협의회, 제주, 2001년 11월 7일-9일.
- [3] Theodore B. Zahariadis, Home Networking Technologies and Standards, Artech House, Inc., Boston, 2003.
- [4] Sun-Mi Jun, Dong-Hui Yu, Young-Ho Kim, Soon-Yong Seong, A time synchronization method for NTP, Real-Time Computing Systems and Applications, 1999. RTCSA '99. Sixth International Conference on , 13-15 Dec. 1999.