

## 홈 네트워크 시스템을 위한 홈 네트워크 프로토콜 요구조건에 관한 연구

김현희\*(부산대 대학원 지능기계공학과), 이군석(LG전자),  
이경창(부경대 제어계측공학과), 이 석(부산대 기계공학부)

A study for requirements of home network protocol for home network system

H. H. Kim (Deptment of Mechanical and Intelligent Eng., PNU), K. S. Lee (LG Electronics),  
K. C. Lee(School of Control and Instrumentation Eng., PKNU), S. Lee(School of Mechanical Eng., PNU)

### ABSTRACT

This paper presents requirements of home network protocol for home netowkr system. Home network protocol is designed to satisfy the above requirements on the assumption that it has to be implemented by software on the microprocessors generally used in household appliances. And, we execute a qualitative comparison to other protocols such as CEBus, LonWorks and LnCP.

**Key Words** : Home network(홈 네트워크), CEBus, LonWorks, LnCP, network requirement, control network(제어 네트워크), protocol(프로토콜)

### 1. 서론

홈 네트워크 시스템은 가전제품에 통신 기능을 탑재하여 제어와 모니터링, 데이터 전송, 음성 및 영상 데이터 전송 그리고 데이터 파일의 전송 등을 통하여 거주자에게 편안하고 안전하고 쾌적한 집안 환경을 제공해 줄 수 있다. 이러한 집안 환경을 제공하기 위해서는 홈 네트워크 서비스 시나리오, 사용자와 홈 네트워크간의 인터페이스를 제공하는 응용 소프트웨어, 가전제품 간의 데이터 전송을 위한 홈 네트워크 프로토콜 그리고 홈 네트워크 프로토콜을 구현한 가전기기 모두가 원활 하게 융합 되어 동작되어야 한다.

이러한 홈 네트워크 시스템을 운용하기 위한 홈 네트워크 프로토콜에 대한 연구는 백색 가전 제어, 조명 및 온도 제어, 에너지 관리, 가정 내 보안 등에 관하여 가전 제품 회사들을 중심으로 활발히 개발되고 있는 추세이다. 대표적인 프로토콜로서, 미국에서 가전업체 주도로 CEBus(Consumer Electronic Bus)가 개발되어 EIA-600 표준으로 제정되었고[1], 일본의 가전사를 중심으로 개발 중인

Echonet[2], Echelon사에서 개발되어 EIA-709 로 제정된 LonWorks[3], LG 전자에서 개발되어 가전 제품으로 시장에 출시되어 있는 LnCP(Living network Control Protocol) 등이 있다[4]. 또한, 무선 네트워크 용으로, HomeRF, ZigBee, IEEE 802.11 등과 같은 프로토콜이 개발되었거나 개발되고 있는 추세이다.

이렇게 다양한 연구개발 활동에도 불구하고, 아직까지 가전업체에서 홈 네트워킹이 가능한 가전제품을 시장에 출시한 예는 많지 않다. 이는 홈 네트워크 프로토콜들간의 경쟁으로 인하여 단일 표준화가 이루어지지 않았을 뿐만 아니라, 가전제품의 특징을 고려하면서 저가로 구현이 가능한 홈 네트워크 프로토콜이 제시되지 않았기 때문이다. 따라서 소프트웨어 용량이 작고 구조가 간단하여 모든 가전제품에 탑재가 가능하면서도 홈 네트워크 시스템에서 제공해야 하는 서비스를 충분히 구현할 수 있는 홈 네트워크 프로토콜 개발이 필요하다.

본 논문에서는 제어 네트워크 위주로 홈 네트워크의 특징과 가전 제품의 특징을 살펴보고, 이로부터 홈 네트워크 프로토콜이 갖춰야 하는 요구조건들을 제안하고, 상용화되어 있는 다른 프로토콜

들이 제공하는 서비스를 정성적으로 비교 평가한다. 본 논문은 서론을 포함하여 4 장으로 구성되어 있다. 2 장에서는 홈 네트워크 프로토콜의 요구조건을 제시하고, 3 장에서는 홈 네트워크 서비스를 정성적으로 비교 평가한다. 마지막으로 4 장에서는 결론을 제시한다.

## 2. 홈 네트워크 프로토콜의 요구 조건

본 장에서는 홈 네트워크와 가전제품의 특징으로부터 홈 네트워크 프로토콜의 요구 조건들을 제시하였다.

### 1) 고립형 네트워크

전력선이나 무선과 같이 홈 네트워크 시스템이 외부의 네트워크와 물리적으로 공유될 수 있는 통신 매체를 사용하는 경우에는 홈 네트워크 식별자를 이용하여 홈 네트워크간에 논리적인구분이 이루어져야 한다. 이때의 홈 네트워크 식별자는 홈 네트워크 외부에서 컴퓨터 작업에 의하여 해킹이 충분히 어려운 값이어야 한다. 또한, 이를 보완하기 위하여 홈 네트워크 프로토콜은 가전제품에서 구현이 가능한 통신 데이터의 암호화와 인증 메커니즘을 제공해야 한다. 가전제품을 식별하는 번지 값은 전역적으로 유일한 값이 아닌 단일 홈 네트워크 내부에서 유일한 값이면 충분하다. 이 경우에, 인터넷을 통한 가전제품의 원격 제어 서비스는 홈 게이트웨이의 응용 프로그램을 통하여 처리한다.

### 2) 인지 가능한 물리적 공간

가전제품의 제어/모니터링 서비스 등의 단일 서비스의 통신 에러에 의한 재전송 처리 시간은 사용자가 직접 서비스 대상 가전제품 위치로 이동하여 수동으로 처리하는 시간보다 짧아야 한다. 만약, 이러한 시간 동안에 서비스가 처리될 수 없다면 사용자가 직접 대상 제품을 조작하거나, 서비스를 재시도 할 수 있도록 해야 한다.

가전제품의 상태 변화는 사용자가 느끼는 속도 범위에서 실시간으로 홈 네트워크 시스템에 알려야 한다. 즉, 가전제품을 수동으로 조작하거나 인터넷을 통하여 원격 조작하는 경우에 상태 변화를 홈 네트워크 시스템으로 알려야 한다. 이때 전송되는 메시지는 복수개의 가전제품으로 전송되기 때문에 일회성 또는 반복성의 단 방향 전송 서비스를 제공해야 한다.

제어 메시지의 전송 및 수행 여부의 확인은 응답 메시지를 확인하는 방법 뿐만 아니라 사용자의 시각과 청각으로도 확인이 가능하기 때문에 단 방향 통신에 의한 제어 서비스도 가능하다.

### 3) 네트워크 구성의 가변성

어느 정도의 전문 지식을 갖춘 사용자에게 의하여 조작되는 산업 네트워크나 컴퓨터 네트워크와는 달리, 홈 네트워크는 생활 필수품인 가전제품으로 구성되기 때문에 가전제품의 자세한 기능이나 홈 네

트워크에 대한 전문 지식이 없는 일반 사용자가 작동시킬 수 있어야 한다. 즉, 공장 출하 상태의 가전제품으로 이루어진 가전제품을 단지 배선을 연결하는 것만으로도 네트워크의 동작이 이루어져야 하고 네트워크 구축이나 관리도 사용자의 개입이 없이도 가능하도록 하는 홈 네트워크 프로토콜 서비스가 제공되어야 한다.

이동성 제품은택내에서 임의의 위치에서 홈 네트워크 시스템에 연결될 수 있기 때문에 네트워크상의 위치에 제한이 없어야 한다. 이를 위해서 서로 다른 매체간의 브리지 또는 라우터는 모든 데이터를 상호 교환할 수 있어야 한다.

### 4) 다양한 제어 장소

제어 장소마다 각각의 컨트롤러 기기를 필요로 하기 때문에 복수의 마스터 기기를 허용해야 한다. 이를 위하여 모든 가전제품이 하나의 논리적 버스로 연결하여 모든 통신 데이터가 전체 네트워크 시스템에 공유됨으로써 모든 마스터 기기 사이에 모든 가전제품 상태 데이터가 동기화 되어야 한다.

복수 마스터 기기의 허용은 하나의 가전제품에서 두개 이상의 다른 컨트롤러 기기로부터 거의 동시에 연이어 제어 명령이 수신되는 경우를 발생시킬 수 있다. 이 경우에 가전제품은 나중에 수신한 명령을 거부하거나 앞에 수신한 명령 처리가 완료된 이후에 처리해야 할 수 있도록 한번에 하나의 메시지만을 처리해야 한다.

### 5) 짧은 데이터를 이용한 제어 및 모니터링

AV 기기와 같이 AV 스트림 전송이나 데이터 파일의 전송 등을 필요로 하는 경우에는 데이터의 분할과 조립이라는 과정이 전송 프로토콜에 반드시 포함되어야 한다. 반면에 백색 가전에서 주로 제공되는 제어 및 모니터링 서비스에서는 이러한 과정이 없는 일회성으로 통신이 완료되는 방식이 유리하다. 이는 특히 저속의 네트워크에서 통신 횟수에 비례하여 통신 속도 및 에러율이 증가되기 때문이다.

### 6) 소규모의 네트워크 트래픽

백색가전과 홈 오토메이션으로 구성되는 리빙 네트워크를 구성함에 있어서 비록 다양한 통신 매체를 사용할 수 있지만, 네트워크상의 모든 가전제품을 하나의 논리적 버스에 연결시킴으로써 하나의 네트워크로 간주할 수 있다. 이렇게 함으로써 어드레싱이 간단해지고 또한 통신 매체에 상관 없이 기기들간의 통신이 자유롭게 된다. 논리적 버스의 구성은 서로 다른 매체간에 모든 데이터를 플러딩(flooding)하는 브리지 또는 간단한 라우터를 이용하여 가능하다.

### 7) 가전제품 간의 연동 서비스 제공

가전제품의 상태를 실시간으로 홈 네트워크 시스템으로 알릴 수 있어야 하고, 사용자가 원하는 시나리오에 대응하기 위하여 복수의 가전제품의 기능들을 연동할 수 있어야 한다. 예를 들어, 사용자

가 집안에 들어서면 현관문에 설치된 스위치가 귀가를 인식하여 거실에 있는 전등을 켜고 커튼과 창문을 자동으로 열릴 수 있도록 프로그램 할 수 있다. 가전제품 간의 연동은 상태 변화를 감지하는 디바이스가 직접 담당할 수도 있고(distributive control system) 중앙 제어기가 대신 담당할 수도 있다(centralized control system).

#### 8) 긴 제품 수명 증가(life cleye)

홈 네트워크 프로토콜은 지속적인 업그레이드(upgradability)가 가능해야 할 뿐만 아니라 현재의 가전제품과 향후의 가전제품이 통신 호환성을 유지해야 한다. 이를 위하여 홈 네트워크 프로토콜은 하위 버전에 대한 호환성(backward compatibility)을 유지하면서 기능을 추가할 수 있도록 해야 한다.

#### 9) 제한된 계산 자원 및 계산능력의 비대칭성

가전 제품들은 수신 받은 데이터를 처리하기 위한 일정 시간이 필요하다. 이를 위하여 통신 선로에서 패킷 간에는 하나의 패킷을 처리하기 위한 시간을 고려하여 시간 간격(packet interval)을 두어야 한다.

모든 가전 제품들이 동일한 프로세싱 능력을 가질 수는 없기 때문에, 데이터를 송신하는 기기와 수신하는 기기간의 계산 능력의 비대칭성은 제한된 기능만을 가지는 또는 종속적인 기능만을 가지는 가전제품을 허용하는 비대칭적인 프로토콜이 유리함을 의미한다. 마스터-슬레이브 형식의 통신은 대표적인 비대칭성 프로토콜이다.

#### 10) 기능의 다양성(heterogeneous)

가전제품마다의 다양한 기능으로 인하여 가전제품별로 제어·모니터링하기 위한 메시지의 형식을 갖춰야 한다.

#### 11) 복합 기능의 가전제품

상호 작용하는 복합 기능은 독립적으로 동작할 수 없기 때문에 하나의 노드 번지를 가지는 단일의 네트워크 기기로 구현되어야 한다. 반면에, 독립적으로 동작하는 복합 기능의 경우에는 각 기능에 대하여 독립적인 프로세스로서 구현될 수 있어야 한다. 따라서, 이 경우에는 하나의 통신 포트를 공유하기 위한 중재 역할의 소프트웨어 모듈을 필요로 한다.

#### 12) 사용자 인터페이스의 제한

제한된 사용자 인터페이스가 사용되는 백색 가전이나 홈 오토메이션 기기는 타 기기를 제어하는 마스터 기기로서 동작하기에는 적당하지 않고, 제어 명령을 수행하는 슬레이브 기기로서 동작해야 한다. 더구나, 제한된 계산 능력을 고려하면 슬레이브 기기의 통신 기능은 단순하게 처리할 수 있어야 하고, 마스터 기기가 많은 복잡한 기능을 처리하도록 홈 네트워크 프로토콜을 설계해야 한다.

#### 13) 기능 상호 작용 문제(feature interaction problem)

상호 작용하는 기능들이 독립적인 메시지로 표

현되고 이를 이용하여 가전제품을 제어하는 경우에는, 사용자가 가전제품의 현재 동작 상태와 전송하고자 하는 제어 메시지간의 관계를 파악해야 한다. 따라서 일반 사용자를 고려할 때 단일 가전제품에서 상호 작용하는 기능들은 하나의 메시지로써 통합 표현(all-in-one)될 수 있어야 한다.

#### 14) 작동 절차의 문제(operation sequencing problem)

가전제품의 작동 절차 문제를 해결하기 위해서는 두 가지 요소가 필요하다. 첫째, 홈 네트워크를 통하여 단일 기기를 연속적으로 조작할 때 제어 기기와 타 기기 사이에는 상태 동기화가 이루어져야 한다. 이는 전통적인 정지-대기(stop-and-wait) 방식을 이용하여 해결할 수 있다. 둘째, 제어하고자 하는 기능들을 하나의 메시지에 통합(all-in-one)하여 구성하여 전송할 수 있어야 한다.

#### 15) 배타적 동작 문제(exclusive operation problem)

홈 네트워크를 통하여 가전제품을 제어하는 경우에, 재전송이나 복수의 전송 경로 등으로 인하여 동일한 동작 제어 명령이 반복하여 전송되고, 수신자는 중복 명령을 수신할 수 있다. 이 경우에, 최초로 수신되는 명령만이 처리되고 이후의 명령은 처리되지 않아야 한다. 따라서 홈 네트워크 프로토콜 설계 시에는 중복 메시지를 검출하고, 중복하여 수신된 제어 메시지를 실행되지 않도록 해야 한다.

#### 16) 가변 범위에서의 가감 조절

중복 메시지 여부를 검출해야 하고, 중복인 경우에는 실행되지 않도록 해야 한다.

### 3. 통신 프로토콜의 정성적 비교 평가

본 장에서는 앞장에서 제시된 홈 네트워크 프로토콜의 요구조건을 기반으로 대표적인 홈 네트워크 프로토콜로 알려진 CEBus 와 LonWorks 그리고 LnCP 를 정성적으로 비교 평가하였다.

#### 1) 다양한 매체 지원 및 논리적 버스 구조

CEBus 는 무선(RF), 동축케이블, 전력선, 쌍꼬임선 그리고 적외선(IR) 모두를 지원하고 이들 간에는 브라우터(Brouter)나 라우터로 연결되어 전체 네트워크가 하나의 논리적 버스로써 구성된다. LonWorks 는 전력선과 쌍꼬임선을 지원하고, MAC 으로 IEEE802.3 을 사용하는 경우에는 이더넷이 지원된다. 매체간에는 리피터나 브리지를 이용하여 논리적 버스 구조로 구성할 수 있다. LnCP 는 무선, 전력선, 쌍꼬임선을 지원하고, 매체간에는 LnCP 라우터를 통하여 논리적 버스로 구성된다.

#### 2) 복수 마스터 기기 지원

CEBus 는 피어투피어(peer-to-peer) 통신 모델을 지원하기 때문에 마스터와 슬레이브의 구분이 없다. LonWork 도 피어투피어 통신 모델을 지원하지만 클라이언트-서버 통신이 가능하고, 네트워크 관리 기능을 가지지 않는 일반 디바이스는 서버 기능만 가지는 것을 허용한다. LnCP 는 마스터와 슬레이브가

별도의 디바이스로 정의되기 때문에 가전제품의 계산 능력에 따라 디바이스를 선택할 수 있다.

### 3) 프레임 간의 간격을 보장하는 매체 접근 제어

CEBus 의 경우, 패킷 간에 확인 패킷(acknowledged packet)을 수신하기 위한 10UST(약 1ms)의 확인 윈도우(acknowledgement window)를 두어 패킷 간의 최소 간격을 보장한다. LonWorks 의 패킷 간에 최소 간격은 선로의 휴지 상태 여부를 판단하기 위한 시간인 Beta1 으로 약 3.4ms 이다. 하지만, 두 경우 모두 먼저 수신된 패킷을 처리하기에는 짧은 시간이기 때문에 선로로부터 연속으로 패킷을 수신하기 위한 충분한 메모리 버퍼를 필요로 한다. LnCP 는 패킷 간 최소 MPI 시간의 간격을 가지며, 더욱이 전송 우선 순위가 높음(high)이 아닌 경우에는 10IUT 의 추가적인 여유 시간을 가진다.

### 4) 홈 코드

CEBus 는 2 바이트의 시스템 번지(system address)를 가지고 있어서 홈 코드의 역할을 하고 있지만, 0x0000 로 호출하는 경우에는 시스템 번지에 상관없이 인식하기 때문에 각 가정을 독립적인 네트워크로 분리할 수 없다. LonWorks 는 도메인, 서브 네트워크 번지 그리고 노드 번지를 가지고 있기 때문에, 이 중에서 서브 네트워크 번지를 홈 코드로써 활용할 수 있다. 하지만 도메인 전역(domain-wide)을 대상으로 하는 브로드캐스트 패킷이나 48 비트로 구성된 뉴론칩의 식별 번호(Unique Node ID)를 이용하는 패킷은 수신이 가능하기 때문에 각 홈 네트워크를 논리적으로 완전히 분리하지 못한다. 반면에, LnCP 는 홈 코드가 일치하지 않은 어떠한 패킷도 수신하지 않기 때문에 가정간 논리적 분리가 가능하다.

### 5) 가정내의 제품의 주소 값

CEBus 는 2 바이트의 필드 번지 필드를 가지고, 이중에서 61,695 개의 노드 번지가 사용 가능하다. LonWork 는 1 바이트로 구성되는 유일한 노드 번지를 가질 수 있다. LnCP 는 127 개의 제품군별로 254 개의 노드 번지가 가능하다.

### 6) 임의의 그룹 주소 지정

CEBus 는 가전제품의 메모리가 허용하는 한 3,838 개의 임의의 그룹 번지를 지정할 수 있다. LonWorks 는 개별 디바이스에 15 개의 임의의 그룹 번지 지정이 가능하다. LnCP 는 제품 코드 또는 클래스 코드로 그룹화할 수 있고, 개별 디바이스마다 1 바이트로 된 하나의 클래스 코드 지정이 가능하다.

### 7) 통신 데이터 암호화 및 인증

CEBus 와 LonWorks 는 데이터의 암호화와 인증 메커니즘을 채용하고 있지만, LnCP 는 적용하지 않는다.

### 8) 메시지 일회성 전송

CEBus 의 APDU 는 크기의 제한이 없지만

NPDU 는 최대 32 바이트로 이루어지며, 이를 초과할 때는 네트워크 계층에서 분할하여 전송한다. LonWorks 의 경우에는 APDU 에 포함되는 데이터가 16~229 바이트로 구성되며 분할하지 않고 한번에 전송한다. LnCP 는 APDU 에 포함되는 메시지가 1~100 바이트로 구성되면 한번에 전송된다.

### 9) 상태 변화의 실시간 알림

CEBus 는 컨텍스트 데이터 구조체에 포함된 IV(Instance Variable)의 값이 변경되면, CAL 번역기는 값이 변경된 IV 에 바인딩되어 있는 객체에 자동으로 리포팅 메시지를 전송한다. LonWorks 에서는 동기 전송(synchronous propagation)의 속성을 가지는 출력 NV(Network Variable)의 값이 업데이트되면 바인딩되어 있는 객체의 입력 NV 로 전송된다. LnCP 는 슬레이브에서 정의된 상태 전이가 발생하면 UserEventSend 프리미티브에 정의된 디바이스로 이벤트 메시지가 전송된다.

### 10) 단 방향 제어의 허용

CEBus 응용 계층의 MTE 부속 계층은 암묵적 시동(implicit\_invoke) 전송 서비스를 이용하여 응답을 필요로 하지 않는 단 방향 제어가 가능하다. 주로 디바이스의 그룹을 대상으로 메시지를 전송할 때 사용하므로 데이터 연결 계층에서의 확인(acknowledged) 전송 서비스를 적용할 수 없다. 이 경우에 전송의 신뢰성을 보장하기 위해서 데이터 연결 계층에서 번지 지정 비확인 전송 서비스(addressed unacknowledged service)를 이용하여 3~4 회까지 반복 전송이 가능하다. LonWorks 의 트랜스포트 계층은 멀티캐스트 시에 전송 신뢰성을 보장하기 위하여 비확인 반복(unacknowledged-repeated) 전송 서비스를 이용한다. LnCP 의 네트워크 계층에서는 유니캐스트, 멀티캐스트 또는 브로드캐스트 모든 경우에 단 방향 제어가 가능한 일회성 비확인 전송 서비스(non-acknowledged service)를 제공하고, 전송 신뢰성을 위해서는 반복 통지 전송 서비스(repeated-notification service)를 제공한다.

### 11) 송수신 디바이스간의 상태 동기화

CEBus 의 응용 계층은 동일한 디바이스를 대상으로 통신하는 경우에는 정지-대기(stop-and-wait)방식을 이용하여 송수신 디바이스간의 상태의 동기화를 만족시킨다. LonWorks 는 상태 동기화 서비스를 제공하지 않으며, 대신 응용 프로그램에서 이를 처리해야 한다. LnCP 의 응용 계층에서는 동일 기기에 대해서는 정지-대기 방식을 이용하여 1-싸이클 서비스를 제공하기 때문에 상태 동기화가 가능하다.

### 12) 중복 패킷 검출

중복 패킷은 재 전송, 복수의 전송 경로 그리고 반복 전송에 의하여 발생할 수 있다. 재 전송에 의하여 발생한 중복 패킷은 응용 계층에서 처리되어야 하지만 반복 전송과 복수의 전송 경로에 의하여 발생한 중복 패킷은 무시되어야 하기 때문에 각각의 경우가 구분될 수 있어야 한다.

CEBus 의 응용 계층은 명시적 재 시도 전송 서비스(explicit\_retry service)를 이용하여 요청에 응답을 수신하지 못하는 경우에 재 전송이 가능하다. 이러한 재 전송에 의하여 수신자는 동일한 메시지를 중복 수신할 수 있는데, 송신자 번지와 메시지의 번호(Invoke\_ID)를 이용하여 중복 메시지를 검출한다. 네트워크 계층에서는 복수개의 IR(Infrared) 또는 RF(Radio Frequency) 브라우터에 의하여 수신자까지의 전송 경로가 복수 개 존재할 때, NUMBERED\_PACKET 확장 서비스와 패킷 번호(packet number) 필드를 이용하여 중복 패킷을 검출한다. 데이터 연결 계층에서는 반복 전송에 의하여 수신자측에서 중복 패킷이 수신될 수 있는데, 송신자 번지와 패킷의 번호(S#)를 이용하여 중복 패킷을 검출한다. LonWorks 의 트랜잭션 계층에서는 패킷을 수신할 때마다 트랜잭션 식별 번호(Trans\_ID), 송신자 주소 등을 수신 트랜잭션 레코드(RTR, Receive Transaction Record)에 저장하고, 레코드에 저장된 정보와 동일한 패킷을 수신하면 중복 패킷으로 판정한다. 그러나 중복 패킷인 경우에 무시되어야 하는 복수 경로에 의하여 발생한 중복 패킷이 재 전송에 의하여 발생한 경우와 구분이 안 된다는 단점이 있다.

LnCP 는 송신자 번지, 재 전송 카운트(RC) 필드,

패킷 번호(PN)필드 그리고 패킷 타입(PT)을 이용하여 재 전송, 반복 전송 그리고 복수의 전송 경로에 의하여 발생한 중복 패킷을 구분하여 검출이 가능하다.

#### 13) 기능 및 성능 추가

CEBus 의 APDU 에서 최상위 비트(MSB) 값이 0 인 경우는 응용 계층의 기능 추가와 재 정의를 위해 사용할 수 있고, DLPDU 의 서비스 클래스(SC) 필드의 값이 1 인 경우에는 데이터 연결 계층의 기능 추가나 재 정의를 위하여 사용할 수 있다. LonWorks 의 네트워크 계층에서 NPDU 는 2 비트의 프로토콜 버전 필드를 가지고 있어서 프로토콜 업그레이드를 허용하고 있다. LnCP 는 패킷 버전(PV) 필드를 이용하여 동일한 패킷 구성을 이용하여 기능을 재 정의 할 수 있다. 그리고 NPDU 헤더길이(PHL) 필드와 APDU 헤더길이(AHL) 필드의 값을 증가시키고, NPDU 헤더와 APDU 헤더에 각각 독립적으로 필드를 추가 시켜 네트워크 계층과 응용 계층의 기능을 추가하거나 재 정의할 수 있다.

#### 14) 하위 버전에 대한 호환성

CEBus 와 LonWorks 는 수신된 패킷의 버전 필드의 값이 다른 경우는 무시하거나 처리 방법이 정의되지 않았기 때문에 기능이 변경되거나 추가된 상

Table 1. Qualitative comparison between communication protocols

Requirements	CEBus	LonWorks	LnCP
다양한 매체 지원 및 논리적 버스 구조	○	○	○
계산능력에 따라 마스터(master) 또는 슬레이브(slave) 기능 구현	X	○	○
복수 마스터 기기 지원	○	○	○
프레임 간 간격을 보장하는 매체 접근 제어	X	X	○
홈 코드(home code)	△	△	○
가전제품마다택내에서 유일한 주소	○	○	○
임의의 그룹 주소 지정	○	○	○
통신 데이터 암호화 및 인증	○	○	X
메시지의 일회성 전송	△	○	○
상태 변화의 실시간 알림	○	○	○
단 방향 제어 허용	○	○	○
상태 동기화	○	X	○
중복 패킷 검출	○	△	○
기능 및 성능 추가(upgradability)	○	○	○
하위 버전에 대한 호환성(backward compatibility)	X	X	○
중복 메시지 처리	△	○	○
복합 기능 기기의 구현	△	△	○
범용의 소자를 이용한 구현	X	X	○
네트워크 정보의 비휘발성 메모리 저장	○	○	○
공장 출하 상태의 동작(initial workability)	X	X	○

위 버전의 가전제품이 하위 버전의 가전제품과의 호환성을 보장하지 않는다. 반면에, LnCP 는 NPDU 헤더와 APDU 헤더의 끝부분에 필드를 추가하는 업그레이드 방법을 허용함으로써 상위 버전과 하위 버전의 프로토콜이 원시 헤더 필드들을 공유하게 하고, 따라서 하위 버전에 대한 호환성을 유지할 수 있게 한다.

#### 15) 중복 메시지 처리

CEBus 응용 계층의 MTE 는 중복된 메시지를 수신하는 경우 이를 무시한다. 송신자가 응답을 수신하지 못한 상태에서 요청 메시지를 재 전송하는 경우에 송신자는 응답을 수신하지 못하는 약점을 가진다. LonWorks 의 세션 계층은 멱등 트랜잭션(idempotent transaction)인 경우의 중복 메시지는 응용 계층으로 전달하지 않고, 저장되어 있던 응답을 전송하고, 비멱등 트랜잭션(non-idempotent transaction)인 경우에는 중복 여부에 상관 없이 응용 계층으로 전달한다. LnCP 의 슬레이브는 설정 서비스(set-service)인 경우의 중복 메시지는 응용 프로그램으로 전달하지 않고, 확인 서비스(get-service)인 경우에는 중복 여부에 상관없이 응용 프로그램으로 메시지를 전달한다. 마스터의 경우에 중복 수신한 응답 패킷은 네트워크 계층에서 무시되어 응용 계층으로 전달되지 않기 때문에 응용 계층에서는 중복 메시지 처리 방법이 필요하지 않다.

#### 16) 복합 기능 기기의 구현

CEBus 는 가전제품의 기능에 상관 없이 하나의 물리적인 제품은 하나의 네트워크 노드를 구성하고, 각 기능 모듈에 해당하는 컨텍스트(context)를 정의함으로써 개별 기능 모듈별로 통신할 수 있다. 컨텍스트는 하나 이상의 하부 기능 모듈 객체의 인스턴스로 이루어지는 데, 이를 위하여 CEBus 는 25 개의 표준 하부 기능 모듈 객체 모델을 제공한다. 이 경우에 모든 컨텍스트를 아울러서 제품 전체가 하나의 컨텍스트처럼 통신하는 서비스는 제공되지 않는다. 따라서, 독립적으로 동작하는 기능들로 이루어진 복합 기능의 제품은 구현이 가능하지만, 기능들이 상호 작용하는 복합 기능 제품인 경우에는 독립적인 컨텍스트 정의가 어려워진다. LonWorks 도 마찬가지로 모든 가전제품은 하나의 네트워크 노드를 구성하고 있다. 다만, LonWorks 는 모든 가전제품을 객체의 집합으로 보고 각 객체간에 통신이 이루어질 수 있도록 정의하고 있다. 하지만 CEBus 와 마찬가지로, 기능들이 상호 작용하는 복합 기능 제품인 경우에는 독립적인 객체의 정의가 어려워진다. LnCP 는 복합 기능들이 서로 독립적이면 기능별로 독립적인 디바이스를 구성하면서 통신 포트를 공유할 수 있도록 한다.

#### 17) 범용의 소자를 이용한 디바이스 구현

CEBus 와 LonWorks 의 물리 계층에서의 데이터 인코딩은 매체에 상관없이 전용 칩을 필요로 한다. 하지만, LnCP 는 쌍포임션으로 네트워크가 구성되는 경우에는 UART 통신 포트를 제공하는 범용 마이

컴과 UART 와 RS-485 간의 변환 칩을 이용하여 통신이 가능하다.

#### 18) 네트워크 정보의 비휘발성 메모리 저장

CEBus, LonWorks 그리고 LnCP 는 번지와 같은 네트워크 관련 값들을 비휘발성 메모리에 저장함으로써 전원이 꺼지더라도 값을 유지한다.

#### 19) 공장 출하 상태의 동작

CEBus 는 통신 매체에 상관없이 항상 시스템 번지와 노드 번지를 설정한 후에 정상적인 통신이 가능하다. LonWorks 는 언컨피구어드 상태(unconfigured state)에서는 뉴린 칩의 식별 번호(Unique Node ID)를 이용하여 네트워크 관리에 관련된 메시지의 송수신만이 가능하고, 정상적인 응용 서비스는 노드 번지를 부여 받은 후에 가능하다. 반면에 LnCP 는 공장 출하 시부터 LnCP 디바이스가 구현된 제품의 종류에 따라 부여된 제품 코드를 이용하여 정상적인 통신이 가능하다.

표 1 은 본 논문에서 제안한 홈 네트워크 프로토콜 요구조건을 정성적으로 비교 평가한 내용을 정리한 것이다.

## 4. 결론

본 논문에서는 홈 네트워크의 특성과 가전제품의 특성으로부터 홈 네트워크 프로토콜이 제공해야 하는 서비스를 분류하였다. 이를 바탕으로 홈 네트워크 프로토콜을 설계하기 위한 기본적인 요구 조건들을 도출할 수 있었다. 본 논문에서 제시된 홈 네트워크 프로토콜의 요구 조건에 기반으로 기존의 대표적인 홈 네트워크 프로토콜인 CEBus, LonWorks 와 LnCP 를 정성적으로 비교 평가하였다.

## 참고문헌

1. Grayson Evans, *맞는 CEBus Standard user's Guide-A Complete Technical Overview*
2. ECHONET Specification, Version 2.10, 2002
3. <http://www.lonmark.org/products/fprofile.htm>
4. LG 전자, Living network Control Protocol(LnCP) part 1 ? Protocol Specification Version 2.0, 2004