

HPAV/WiMedia 브릿지 기술

이광일 · 박준희 · 박동환 · 문경덕(한국전자통신연구원)

1. 서론

최근에 고속 대용량의 무선 홈 네트워크 전송 기술로서 각광을 받고 있는 것이 UWB(Ultra-WideBand) 기술이다. UWB 기술은 현재 3m 이내에서 480Mbps를 제공할 수 있으며, 향후에는 최고 1Gbps 이상을 제공할 수 있도록 고안된 WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술 중 하나이다. 이러한 UWB를 위한 de facto 기술 표준이 바로 WiMedia 이다. WiMedia UWB는 고속의 대역폭뿐만 아니라, 자원 예약에 근거하여 다양한 QoS 특성들을 제공하고 있다. 이처럼, UWB는 멀티미디어 홈 네트워크를 위한 다양한 특성들을 가지고 있지만, UWB의 전송 거리가 최대 10m 이내라는 짧은 거리 제한을 가지고 있다. 따라서, UWB의 전송 거리 한계를 극복하고 UWB 장치들의 통신 영역을 확장하기 위해서는 UWB장치들을 서로 연결해 줄 수 있는 네트워크 기술 특히, 유선 홈 네트워크 백본 기술이 함께 필요하다.^[1,2]

택내에서 가용한 고속 대용량의 유선 네트워크 기술로서 고려되고 있는 것이 고속 전력선 네

트워크이다. 고속 전력선 네트워크는 추가적으로 전송선을 설치할 필요 없이 기존에 설치되어 있는 전력선을 이용할 수 있기 때문에 비용이 저렴하다는 강점을 가지고 있다. 또한, 약 200Mbps 정도의 고속 통신이 가능하기 때문에 HD(High Definition) TV와 같은 고화질의 오디오/비디오 서비스가 가능하다. 현재, Homeplug AV(HPAV)^[3,4], UPA(Universal Powerline Alliance)^[5], 그리고 HD-PLC(High Definition-Powerline Communication)^[6]에서 고속 전력선을 위한 표준화를 제안하고 있다.

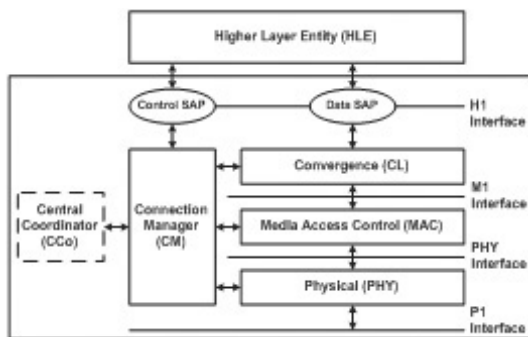
본 논문에서는 택내에서 고속 전력선을 백본으로 사용하여 각 종단에 위치한 UWB 장치들을 연결하기 위한 브릿지 기술에 대해서 다루고 있다. 또한, 오디오/비디오와 같은 멀티미디어 서비스를 안정적으로 제공하기 위한 QoS 제공 방안, 특히 두 개의 서로 다른 네트워크간의 QoS이질성 문제를 해결하기 위한 방안에 대해서 다루고 있다. 이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제II장에서는 본 논문에서 고려하고 있는 고속 전력선 네트워크 중 하나인 HPAV 기술에 대해서 다루고 있다. 제III장에서는 WiMedia 기술

특히 IP 서비스를 제공하기 위한 WiNET 기술에 대해서 설명하고 있다. 제IV장에서는 HPAV와 WiMedia UWB 네트워크를 연결하기 위한 브릿지 기술에 대해서 설명하고 있으며, 마지막으로 제5장에서는 결론에 대해서 다루고 있다.

II. Homeplug AV 기술

1. HPAV의 구성

Homeplug AV (HPAV) [3, 4]는택내에서 오디오/비디오 서비스를 최상의 QoS로 제공하기 위하여 고안된 것이다. 이를 위한 HPAV의 시스템 구조는 아래의 그림 1에 예시되어 있다. 그림에서 설명하고 있는 것처럼 HPAV는 HPAV PHY, HPAV MAC, 컨버전스 계층(CL : Convergence Layer), 연결 관리자(CM : Connection Manager)와 중앙중계기(CCo : Central Coordinator)로 구성되어 있다. 여기에서 중앙 중계기를 제외한 모든 구성 요소는 각 HPAV 노드마다 존재하며, 중앙 중계기는 HPAV 노드들로 구성된 하나의 논리 네트워크에 하나의 중앙 중계기가 존재한다. 중앙 중계기는 하나의 논리 네트워크를 설정하



〈그림 1〉 HPAV 시스템 구조

고 논리 네트워크내의 자원을 관리/할당하며, 인접한 이웃 논리 네트워크와의 연동 기능을 수행한다.

2. HPAV의 특성

물리계층인 HPAV PHY 계층에서는 2-28 MHz 대의 주파수 영역을 사용하고 있으며 약 2,000Mbps의 물리 계층 속도와 150Mbps 가량의 정보 전송속도를 갖는다. HPAV PHY 계층에서는 윈도우 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 강력한 Turbo Convolutional Code(TCC) 방식을 채택하고 있다. 뿐만 아니라, BPSK(Binary Phase Shift Key)부터 1,024QAM(Quadrature Amplitude Modulation)의 변조 방식을 송신기와 수신기 사이의 채널 특성에 따라 각각의 캐리어에게 독립적으로 적용하고 있다.

Homeplug AV에서는 두 가지 형태의 MAC 서비스 즉, CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)와 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 제공하고 있다. CSMA/CA는 채널 공유 방식으로서 다수의 HPAV 노드들 사이의 우선 순위에 근거한 채널 사용 방식을 제공하고 있다. 현재 IEEE 802네트워크에서는 8개의 우선 순위를 정의하고 있지만, HPAV에서는 4가지의 우선 순위에 근거한 QoS 제공 메커니즘을 제공하고 있다. TDMA는 비콘에 기반한 다중 액세스 방식으로서 QoS 보장을 요구하는 세션들을 위해 사용된다. QoS를 보장받기 위해서는 트래픽 특성을 정의한 CSPEC(Connection Specification) 파라미터들의 값을 설정해서 요청해야 한다.

3. HPAV의 동작

HPAV에서는 상위 계층에서 HPAV 서비스를 활용하기 위한 SAP(Service Access Point)를 정의하고 있다. 먼저, 컨버전스 계층(Convergence Layer)은 상위 계층 엔터티와 MAC 계층사이의 자료 평면에 대한 인터페이스 역할을 수행한다. 컨버전스 계층에서는 H1 인터페이스를 통해 자료의 페이로드를 받아 들이고 이를 처리해서 M1 인터페이스를 통해 하위의 MAC 계층으로 전송하는 기능을 수행한다. 이 때, HPAV에서 자료교환을 위해 이더넷과 유사한 자료 SAP를 정의하고 있다.

연결 관리자(CM)는 H1 인터페이스의 제어 SAP를 제공하며, 이를 통해 HPAV 네트워크를 관리하고 제어한다. 먼저, HPAV 네트워크에 대한 링크 설정을 위해서 상위 계층으로부터 QoS 요구사항인 CSPEC과 트래픽에 대한 연결 정보(IP 주소 및 port 정보 등)를 받아 들이고 이를 해석한다. 그리고, 제공된 CSPEC에 근거해서 다른 노드에 존재하는 연결관리자와 전체 네트워크에 대한 자원 관리를 수행하는 중앙 중계기(Central Coordinator)에게 연결 설정, 변경 및 해제를 요청하게 된다. 뿐만 아니라, 설정된 링크에 대한 상태를 모니터링하고 모니터링 정보를 상위 계층에 전달하는 기능도 제공한다.

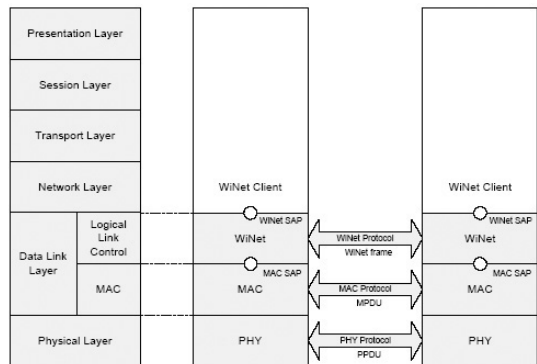
III. WiMedia와 WiNET

1. WiMedia와 WiNET

WiMedia UWB^[2]는 Wireless USB, Wireless 1394, Bluetooth 그리고 IP 프로토콜을 지원하는

라디오 플랫폼을 제공한다. UWB 장치가 다른 장치의 도움 없이 독립적으로 인터넷 서비스를 제공하고 제공받기 위해서는 IP 프로토콜이 지원되어야 한다. WiMedia UWB상에서 IP 프로토콜을 지원하기 위한 PAL(Protocol Adaptation Layer)이 바로 WiNET이다. WiNET 스펙은 지난 2007년 1월 초에 ver 0.89가 릴리즈 되어 현재 검토 중에 있으며 빠르게 표준화가 진행되고 있다. 본 논문에서는 WiMedia UWB에서 IP 프로토콜을 제공하기 위한 WiNET 기술에 대해서만 설명하고자 한다.

WiNET에 대한 참조 모델은 아래의 그림 2에 설명되어 있다. WiNET은 IEEE 802환경을 제공하기 위한 논리적 링크 계층으로서 WiMedia MAC에서 제공하고 있는 서비스와 MUX 서브 계층을 사용하고 있다. WiNET에서는 WiMedia 라디오 플랫폼에서 네트워크 계층의 자료를 전송하기 위한 요구 사항들과 프레임 정보등을 정의하고 있다. 또한 WiNET 프로토콜과 유선 이더넷 또는 이와 상응하는 네트워크 프로토콜과의 브리징 기능을 지원함으로써 TCP/IP 프로토콜의 커다란 변경없이 인터넷 서비스가 가능하도록 고안되었다.

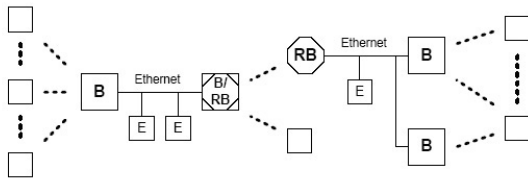


〈그림 2〉 WiNET 참조 모델

2. WiNET 구성 및 기능

WiNET에 대한 네트워크 구성 예는 그림 3에 예시되어 있다. 그림에서 예시된 것처럼 WiNET을 구성하는 장치는 그 기능에 따라 크게 클라이언트, 클라이언트 브리지(B), 그리고 원격 브릿지(RB)로 나뉜다. 클라이언트 기능을 가진 장치들은 WiNET 프로토콜이 구현되어 있으며, 궁극적인 소스 또는 목적지가 된다. 클라이언트 장치들은 이웃에 있는 다른 클라이언트 장치들과 직접적으로 통신을 할 수도 있다. 클라이언트 브리지는 브리지 서비스를 요청한 디바이스들에게 자료를 송신하거나 또는 자료를 수신하여 다른 노드에게 포워딩을 수행하는 기능을 한다. 원격(remote) 브리지는 서로 다른 UWB 네트워크 세그먼트간의 연결성을 제공한다. 따라서, 원격 브리지는 다른 원격 브리지간의 자료 송수신을 담당한다. 원격 브리지에서는 전체 네트워크에서의 경로의 중복성을 제거하기 위하여 spanning tree protocol을 사용한다.

WiNET에서는 두 가지 형태의 QoS를 제공한다. 트래픽의 특성이 알려져 있고, 서비스 요구 사항이 정확하게 명시되어 있다면 예약 기반의 DRP(Distributed Reservation protocol) MAC 서비스 즉 파라미터 기반의 QoS를 제공할 수 있다. 또한, 트래픽의 특성을 알지 못하고 요구사



〈그림 3〉 WiNET 예제 네트워크

항이 명시되어 있지 않다면 우선순위에 기반한 QoS 즉 contention 기반의 MAC인 PCA(Prioritized Contention Access)를 지원한다. 브리지는 클라이언트 장치로부터 요청이 있을 경우 DRP 예약을 수행한다. 이 때, TSPEC과 필터링 파라미터들을 포함한다.

3. WiNET 동작

WiNET 장치들은 다른 WiNET 장치들과 통신을 위해서 WiMedia에서 정의하고 있는 프로토콜 식별자 값(0x0100)을 사용하여 메시지를 교환한다. WiNET 프로토콜에서는 메시지를 위한 네 가지 형태의 서로 다른 프레임을 정의하고 있다. 즉, 표준 데이터 프레임, 송신자와 수신자 주소를 알고 있을 때 사용하는 축약 데이터 프레임(abbreviated data frame), 서비스에 대한 제어를 담당하는 제어 프레임(control frame), 그리고 다른 장치들과 관계 설정을 위해 사용하는 연합프레임(association frame)으로 구분되며 각각은 frame type field에 의해 구분된다.

WiNET 장치들은 자신과 인접하지 않은 다른 장치들과 통신을 하기 위해서는 브리지를 통해 통신을 해야 한다. 따라서, WiNET에서 브리지의 기능은 매우 중요하다. WiNET 브리지는 클라이언트 장치, 다른 원격 브리지 그리고 네트워크 상에 존재하는 다른 노드들 사이의 통신을 위한 IEEE 802.1D 브리지 기능을 제공한다. 브리지는 자신의 브리지 기능을 광고한다. 이웃 노드는 자신과 브리지를 통해서 통신할 수 있는 다른 노드를 위해 브리지에게 브리지 서비스를 요청하게 된다. 브리지는 전송 범위에 있는 모든 노드들로부터 수신한 프레임을 포워딩하지 않고, 자신에게 서비스를 요청한 노드들로부터 수신

된 프레임만 전송한다. 브리지 서비스를 요청한 이웃노드는 자료 전송을 위한 특정한 멀티캐스트 주소나 특정 프로토콜을 사용할 수 있다. 그리고, 브리지는 인접한 이웃 노드들에서 요청받지 않은 멀티캐스트 주소나 특정 프로토콜에 속하는 프레임은 UWB를 통해 전송하지 않는다.

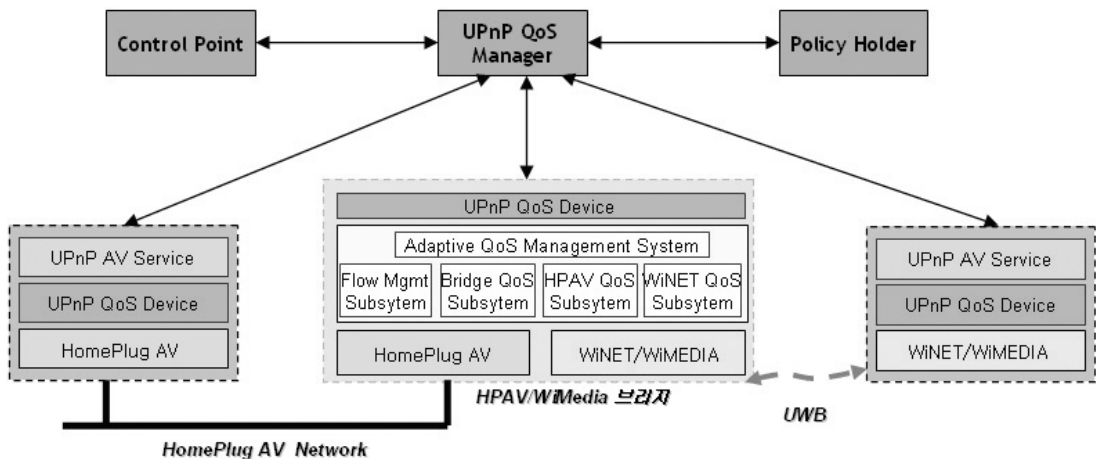
IV. HPAV/WiMedia 브리지 기술

1. 전체 시스템 구성도

고속 전력선 네트워크인 HPAV와 고속 무선 네트워크인 WiMedia간의 브리징 기능 및 QoS의 이질성 문제를 해결하기 위한 방안으로서, 본 논문에서는 UPnP QoS 구조 ver 2.0[8]에 근거한 QoS 제공 시스템에 대해 설명하고 있다. 이를 위한 전체 시스템 구성도는 그림 4와 같다. 그림에서 예시되고 있는 것처럼 전체 시스템의 구성은 UPnP QoS구조와 동일하며, HPAV/WiMedia 브

리지는 하나의 QoS 디바이스 기능을 제공한다.

UPnP QoS 구조를 통한 HPAV/WiMedia 브리지 시스템의 동작 과정은 다음과 같다. 서비스가 시작되기전에 사용자 또는 네트워크 관리자는 각 사용자와 서비스에 대한 QoS 정책 정보를 파일에 저장하고 Policy Holder에게 이 정보를 파일에 저장하고 Policy Holder에게 이 정보를 제공한다. 서비스 시작을 위하여 사용자는 Control Point를 통해 제공받게 될 서비스의 소스와 목적지를 지정한다. 이 때, Control Point는 요청된 서비스에 대한 정보를 가지고 QoS Manager에게 서비스를 요청하게 된다. QoS Manager는 서비스에 대한 QoS Policy정책을 Policy Holder로부터 제공받고, 네트워크 상에 존재하는 모든 QoS 디바이스들로부터 얻은 네트워크 상태 정보를 통하여 경로를 계산하고, 요청된 서비스를 제공할 수 있는 충분한 량의 네트워크 자원이 존재하는지의 여부를 파악한다. 만약, 서비스 제공에 필요한 모든 자원이 가용하다면 QoS Manager는 경로상에 있는 모든 노드들에게 서비스에 대한 자원 예약을 요청하게 된다.



〈그림 4〉 HPAV/WiMedia 브리지 동작 시나리

이 때, 브리지는 QoS Manager를 통해 QoS정보를 제공받게 되고, 경로를 따라 필요한 자원을 예약하게 된다. 이처럼 UPnP QoS 구조를 통하여 제공된 QoS 정보를 활용함으로써 두 이질적인 네트워크간의 QoS 이질성 문제를 해결하고 있다. 또한, UPnP QoS Manager를 통해서 계산된 경로를 각각의 브리지가 전달받아 출력 인터페이스를 결정하게 되므로 목적지에 이르는 다중경로가 발생시에 최적 경로 계산 및 연결성 제공 문제를 해결 할 수 있다.

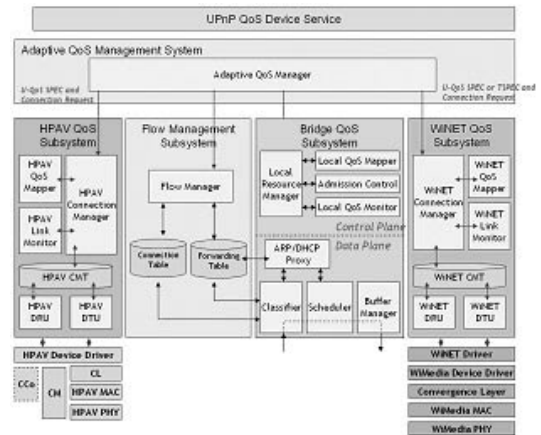
2. HPAV/WiMedia 브리지 시스템

가. 브리지 시스템 구성도

UPnP QoS 디바이스 서비스를 제공하는 HPAV/WiMedia 브리지 시스템 구조는 그림 5에서 예시되어 있는 것처럼 UPnP QoS 디바이스 모듈과 적응형 QoS 관리 시스템(Adaptive QoS Management System), 그리고 브리지 QoS 부시스템, 플로우 관리 부 시스템, HPAV와 WiNET QoS 부 시스템의 네 개의 부 시스템으로 구성된다.

나. UPnP QoS 디바이스

브리지의 UPnP QoS 디바이스는 브리지와 UPnP QoS 구조와의 인터페이스를 제공 한다. 따라서, UPnP QoS 디바이스는 UPnP 네트워크에 참여하기 위해 필요한 Discovery-Advertise, Search, Control, Description, Event, Presentation 등의 기능을 제공한다. 뿐만 아니라, 트래픽에 대한 QoS제공을 위해 UPnP QoS Manager로부터 QoS요구사항을 명시한 UPnP TSPEC이 포함된 TrafficDescriptor와 경로 정보를 포함하여 QoS 설정과 관련된 정보를 적응형 QoS 관리 시



〈그림 5〉 HPAV-WiNET 브리지 시스템 구조도

스템에게 전달하는 인터페이스를 제공하고, 이 인터페이스를 통해 적응형 QoS 관리 시스템으로부터 수집된 다양한 정보 예를들면 네트워크 상태 정보나 토폴로지 정보 등을 QoS Manager에게 제공하는 기능을 담당한다.

다. 적응형 QoS 관리 시스템

적응형 QoS 관리 시스템은 UPnP QoS 디바이스 서비스와 하부의 여러 브리지 부 시스템들 사이에 위치하여, 이들 사이의 인터페이스 기능 및 브리지의 전체적인 관리를 수행한다. 적응형 QoS 관리 시스템은 크게 적응형 QoS 관리자와 유니버설 QoS 변환기로 구분된다. 적응형 QoS 관리자는 Traffic Descriptor의 TSPEC을 UPnP QoS 디바이스를 통해 전달받으면, 이를 유니버설 QoS 변환기를 통해 모든 네트워크 또는 장치에서 활용할 수 있는 유니버설 QoS(U-QoS) SPEC으로 변환한 후에 이를 HPAV와 WiNET, Bridge의 QoS 부 시스템으로 전달한다. 또한, 적응형 QoS 관리 시스템은 UPnP QoS 디바이스가 요청하는 브리지의 현재 리소스의 상태와 브

리지의 QoS 지원 능력 등에 대한 정보를 하부 브리지 QoS 부시스템들에 요청하여 UPnP QoS 디바이스 서비스에 제공하는 기능도 담당한다.

라. 플로우 관리 부 시스템

플로우 관리 부 시스템에서는 브리지에서 처리하는 모든 트래픽에 대한 브리징(스위칭) 정보와 브리지에서 각각의 프레임의 처리와 관련된 정보를 제공한다. 플로우 관리 부 시스템은 QoS Manager에 의해 설정된 플로우에 대해 하나의 고유의 식별자인 가상 연결 식별자(VCID: Virtual Connection Identifier)를 생성/부여하고, 각각의 VCID에 따라 연결 설정 정보를 관리하는 연결테이블(Connection Table)과 스위칭 정보를 위해 L3정보(IP 주소정보)와 MAC 주소에 근거한 브리징 정보를 관리하는 포워딩 테이블(forwarding table) 그리고 이 두 테이블을 관리하고 각 링크(HPAV와 WiNET)에서 설정된 연결 정보를 수집하고 갱신, 삭제하는 역할을 수행하는 플로우 관리자로 구성된다.

마. HPAV/WiNET QoS 부 시스템

HPAV와 WiNET QoS 부 시스템의 구성과 기능은 비슷하다. 각 QoS 부 시스템은 적응형 QoS 관리자로부터 플로우에 대한 요청을 받아들여 이를 처리하는 기능 및 각 네트워크로부터 수신 또는 송신할 자료에 대한 처리를 담당한다. 각 QoS 부 시스템의 연결관리자는 적응형 QoS 관리자로부터 U-QoS SPEC정보와 함께 QoS 설정 요청을 받게 된다. 이 때, 연결관리자는 HPAV 또는 WiNET QoS 매퍼를 통해 각 네트워크에서 사용하는 QoS 형태로 전환하게 된다. 그리고 변환된 QoS 정보를 가지고 하부 인터페이스를 통해 HPAV 또는 WiNET에 대한 연결 설정, 변경 및

해제 요청을 하고, 그 응답을 적응형 QoS 관리자에게 전달한다. 하나의 연결이 설정되면, HPAV/WiNET에서 사용하는 연결 정보와 브리지에서 사용하는 VCID 값 사이의 매핑 정보는 CMT(Connection Mapping Table)에 저장하게 된다. 그리고, 자료의 송수신시에는 CMT에 정의된 정보를 가지고 각 트래픽의 식별 또는 설정된 링크의 정보를 획득하게 된다.

바. Bridge QoS 부 시스템

브리징 QoS 부 시스템은 브리지 내부 제어를 위한 제어 평면과 자료 처리를 위한 자료평면으로 크게 나뉘어 진다. 제어 평면은 브리지 내부 자원에 대한 관리 및 외부 적응형 관리 시스템과의 인터페이스를 제공하는 지역 자원 관리자, QoS 요청에 대한 승인 여부를 결정하는 승인 제어기 그리고 각 트래픽에 대한 QoS와 네트워크 상태를 모니터링하는 지역 QoS 모니터로 구성된다. 모니터링, 그리고 수신된 프레임들에 대한 브리징과 QoS 제공기능을 담당한다. 그리고, 자료 평면은 수신된 프레임들 통해 트래픽의 연결 정보를 획득하고 출력 인터페이스를 결정하는 식별기, 수신된 프레임 중 ARP와 DHCP 스누핑을 통해 포워딩 테이블을 구축하는 ARP/DHCP 프락시, 트래픽 정보에 따라 큐잉을 결정하는 스케줄러 그리고 정해진 정책에 따라 버퍼를 관리하고 트래픽에 대한 shaping을 수행하는 버퍼 관리자로 구성된다.

3. 자료 처리

본 절에서는 UPnP QoS 구조를 통해 QoS를 설정하고, 설정된 QoS에 따른 자료의 처리과정을 설명하고 있다. 브리지에서 하나의 자료를 수

신하게 되면, 각 QoS 서브 시스템을 통해 VCID 값과 payload를 브리지 QoS 부 시스템의 식별기에 전달하게 된다. 식별기는 먼저 HPAV 또는 WiET QoS 부 시스템으로부터 전달받은 VCID 값 그리고 payload에서 목적지 MAC 주소 값을 추출하여 플로우 관리 부 시스템에 전달하게 된다. 그리고, 수신된 프레임이 ARP 또는 DHCP 메시지인 경우에는 주소 자가학습 기능을 위해 ARP/DHCP 프락시에게 전달하게 된다. 플로우 관리 부 시스템의 연결 테이블과 포워딩 테이블을 통해 식별기는 수신된 프레임의 출력 인터페이스 정보를 획득한다. 그리고, 자료를 스케줄러에게 전달하게 된다. 스케줄러는 VCID 값과 출력 인터페이스 정보에 따라서 프레임에 대한 버퍼를 선택하고 버퍼의 스케줄링 정책에 따라 버퍼에 넣어 둔다. 버퍼 관리자는 큐잉 정책에 따라 하나의 큐를 선택하고 그 중 하나의 프레임을 출력 인터페이스에 해당하는 QoS 부 시스템(HPAV 또는 WiNET QoS 부 시스템)을 통해 전송하게 된다.

V. 결론

최근에 근거리에서 최대 480Mbps를 제공할 수 있는 WiMedia UWB 기술이 빠르게 발전하고 있으며, 상용화 제품들이 출시되고 있다. 하지만, WiMedia UWB 기술은 다른 무선 기술들과 함께 전송거리와 같은 많은 물리적 제한사항들을 있다. 따라서, 이러한 제한사항들을 극복하고 진정한 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 유무선 융합 기술이 필요하다. 이를 위해, 본 논문에서는 고속 전력선 네트워크 중 하나인 HPAV를 홈 네트워크 백본으로 사용하여 초고속 무선 네트워크 기술인 WiMedia UWB 장치들 사이

의 연결성을 제공하고 두 이질적인 네트워크 사이의 QoS 이질성을 해결하기 위한 브리지 기술에 대해서 다루고 있다. 본 논문에서 제안되고 있는 브리지 기술은 기능별로 모듈화된 구조를 가지고 있으며, WLAN과 같이 다른 네트워크 기술에 대한 적용 및 새로운 네트워크 기술로의 확장이 용이하도록 설계되어 있다.

참고문헌

- [1] D. Geer, "UWB Standardization Effort Ends in Controversy", IEEE Computer, vol. 39, no. 7, pp. 13-16, Jul. 2006.
- [2] WiMedia Alliance, <http://www.wimedia.org>
- [3] Homeplug White paper, http://www.intellon.com/pdfs/HPAV-White-Paper_050818.pdf
- [4] Homeplug, <http://www.homeplug.org>
- [5] Universal Powerline Alliance, <http://www.upapl.org>
- [6] High-Definition Powerline Communication, <http://www.hd-plc.org>
- [7] IEEE 802.3, CSMAC/CD MAC Access method.
- [8] UPnP, <http://www.upnp.org>
- [9] G. Stone, V. Williams, "Quality of Service Mapping and Related Issues for Bridging 1394 and Ethernet", IEEE ICCE '03, pp. 92-93, Jan. 2003.

저자소개



이 광 일

1993년 2월 충남대학교 학사
 1996년 8월 충남대학교 석사
 2001년 2월 충남대학교 박사
 2000년 2월~2002년 1월 미국 국립 표준기술 연구원(NIST) 객원연구원
 2002년 4월~2004년 8월 미국 매릴랜드 주립대학교 연구원
 2004년 9월~2006년 1월 미국 텍사스 주립대학교 연구원
 2006년 5월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 주관심분야 홈 네트워크, 브리지/스위치, QoS, 트래픽 공학, 무선 네트워크, Pervasive Computing



박 준 희

1995년 2월 충남대학교 학사
 1997년 2월 충남대학교 석사
 2005년 8월 충남대학교 박사
 1997년 1월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 주관심분야 유비쿼터스 홈 네트워크 서비스, 홈 네트워크 미들웨어, MANET, Pervasive Computing

저자소개



박 동 환

1999년 2월 경북대학교 학사
 2001년 2월 경북대학교 석사
 2001년~현재 한국전자통신연구원 연구원
 주관심분야 홈 네트워크 미들웨어, 디지털 방송 미들웨어, 무선 네트워크, 임베디드 시스템



문 경 덕

1990년 2월 한양대학교 학사
 1992년 2월 한양대학교 석사
 2005년 2월 한국정보통신대학교 박사
 1992년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 주관심분야 홈 네트워크 미들웨어, Java, Active Network, Pervasive Computing