IEEE 802.1 AVB 무선망에서의 프레임 전달 방법

김민준*, 전재현*, 권용식**, 김승호*
*경북대학교 전자전기컴퓨터학부,
**KT 중앙연구소
e-mail : {mjkim, jhjun}@mmlab.knu.ac.kr, yongsik@kt.com, shkim@mmlab.knu.ac.kr

Frame Forwarding Method in IEEE 802.1 AVB Wireless Networks

Min-Jun Kim*, Jae-Hyun Jun*, Yong-Sik Kwon**, Sung-Ho Kim*
*Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University
**Central R&D Laboratory, KT

요 약

IEEE 802.1 AVB 는 LAN 상에서 동작하는 장치들의 시간을 동기화하고 저지연 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 기술이다. 연구 중인 세부 표준 중에서도 IEEE 802.1Qav 는 시간/손실에 민감한 스트림의 전달을 담당하는 표준이다. 현재 유선망에서의 프레임 전달 방법은 draft 버전 6 에 이르러 거의 완성되어 가지만, 아직까지 무선망에 대한 표준은 정의되지 않고 있다. 따라서, 본 논문에서는 AVB 규격을 지원하는 무선망에서의 PCF 기반의 프레임 전달 방법을 제시한다.

1. 서론

멀티미디어 기기의 발달로 인해 다양한 멀티미디어 서비스가 가능해 지면서 고품질 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구는 계속 증가하는 실정이다. 또한, '융합 (convergence)'이라는 사회적 추세와 더불어 이러한 멀티미디어 장치들의 상호 연동의 필요성도 더욱 증대되고 있다. 이렇게 실시간성이 필요한 멀티미디어 서비스의 특징을 고려하고 멀티미디어 장치의 연동에 대한 니즈(needs)를 만족시키기 위해서는 망 내의 저지연성에 대한 보장은 필요조건이 된다.

AVB (IEEE 802.1 Audio/Video Bridging) 기술 [1]은 이더넷 기반에서 최선형 (best-effort) 서비스를 지향하는 이더넷의 한계를 극복하고, 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 등장하였다. 세부적으로는 장치들간의 시간 동기를 제공하는 AS (IEEE 802.1AS), 시간/손실에 민감한 스트림의 대역폭 예약 방법을 정의하는 Qat (IEEE 802.1Qat), QoS (Qualty-of-Service)를 보장하기 위해 프레임의 전송 방법을 정의하는 Qav (IEEE 802.1Qav) [2]로 이루어진다. 하지만, AVB 기술 자체가 유선망인 이더넷을 기반으로 하기 때문에, 무선망에 대한 지원 기술에 대한 표준 진행은 더딘 상태이다. 또한, 현재 Qav 에서 제시하는 Credit-based 셰이핑 방법을 적용하는 것은 무선망의 상호 간섭 문제로 인해 무리가 있다.

따라서, 본 논문에서는 IEEE 802.1 AVB 무선망에서 저지연성이 필요한 애플리케이션의 트래픽을 전달하기 위한 방법을 제안한다. 또한, 예약을 통하지 않은 트래픽의 전달도 동시에 이뤄질 수 있도록 11e(IEEE 802.1 11e) [3] 의 매체 접근 방식의 하나인 PCF (Point Coordination Function)기반의 전달 구조를 이용한다.

2. IEEE 802.1Qav 와 IEEE 802.11e 규격

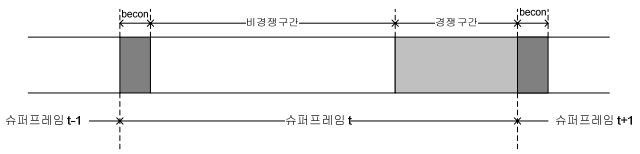
Qav 는 브리지에서 시간/손실에 민감한 스트림을 지원하기 위해 프레임을 전송하는 방법에 대한 기술이며 VLAN 을 정의한 IEEE 802.1Q 규격의 개정안 형태로 추가될 예정이다. Qav 기술은 주로 AVB 를 지원하지 않는 LAN 에서 유입되는 트래픽과 AVB 를 지원하는 망에서 생성된 트래픽의 우선순위를 구분하는 방법, 시간/손실에 민감한 트래픽 클래스를 다른 클래스들과 구분하고 처리하는 방법, 대역폭 예약 (AVB 의 대역폭 예약과 관련된 기술인 IEEE 802.1Qat 에 따른다)에 따라 트래픽을 셰이핑하는 방법에 대해서 정의한다.

멀티미디어 장치로는 여러 가지 AV (Audio Video) 장치들과 더불어 휴대가 용이한 각종 모바일 멀티미디어 장비들도 보편화된 실정이다. 따라서, LAN 내에서 발생할 수 있는 멀티미디어 트래픽, 즉, 시간/손실에 민감한 스트림의 QoS 는 유선망뿐만 아니라 무선망에 대한 고려도 충분히 이루어져야 한다. 하지만 현재의 Qav 는 무선망에서의 전송 방법에 대한 기술은 전무한 실정이다.

무선망에 대한 표준은 IEEE 802.11 에서 표준화했거나 진행 중에 있으며 특히, 전송 품질에 대한 연구는 11e 에서 이루어지고 있다. 매체 접근 방법은 경쟁 기반으로 전송 기회를 획득하는 DCF (Distributed Coordination Function) 방식과 비경쟁 구간 (Contention-free Period)과 경쟁 구간 (Contention Period)으로 나누어 beacon 을 통해 구간 시작을 알리고 polling 을 통해 무선 중계기가 전송 기회를 부여하는 PCF 방식으로 나눠진다. PCF 방식은 전송 품질을 관리하기 위해 제안된 방식이지만, 트래픽 클래스를 아직 분류하지 못했으며, 같은 트래픽 클래스 간의 경쟁이 심화되는 경우의 해결책을 제시하지 못하는 등의 문제가 있다.

3. 무선망에서의 AV 스트림 전달 방법

PCF 방식을 사용하는 무선망의 그림 1 과 같이 슈퍼프레임 구조에 따라 프레임을 전달한다. 슈퍼프레임은 무선접근장치 (AP: Access Point) 등에 의해 전송되는 becon 에 의해 구분되며, 비경쟁 구간과 경쟁 구간으로 구성된다. 하나의 슈퍼프레임은 음성 통신에 적합하도록 125us 로 규정한다.



(그림 1) PCF 매체 접근 방법

비경쟁 구간은 QoS 가 보장되어야 할 스트림이 전송되는 구간으로, Qat 에 기술된 MSRP (Multiple Stream Reservation Protocol)을 이용하여 대역폭 예약을 거친 후 전송이 가능하다. 이 구간은 경쟁 구간을 이용하는 일반 트래픽의 기아 (starvation) 현상을 막기 위해 전체 대역폭의 75%까지 증가할 수 있다. 대역폭 예약 요청이 있는 경우, 수식 (1)과 같이 최대 예약 가능 대역폭 ($\alpha Bandwidth$)과 기예약된 대역폭 (*ReservedBandwidth*)의 차를 계산하여, 요청 대역폭 (*B*)에 대한 예약 가능 여부를 결정한다.

$$f(B) = \begin{cases} Accept, & \text{if } B \le \alpha Bandwidth - ReservedBandwidth \\ Reject, & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

경쟁 구간은 예약을 거치지 않은 일반 트래픽을 전달하기 위한 구간으로, DCF 와 마찬가지로 CSMA/CA 방식으로 매체에 접근하고, 만약 전송할 프레임이 현재 슈퍼프레임의 여분 구간보다 크다면, 전송을 다음 슈퍼프레임으로 연기한다. 이는 해당 프레임 전송 때문에 다음 슈퍼프레임의 시작이 지연되어 전체적인 지연 문제가 되는 것을 방지하기 위함이다.

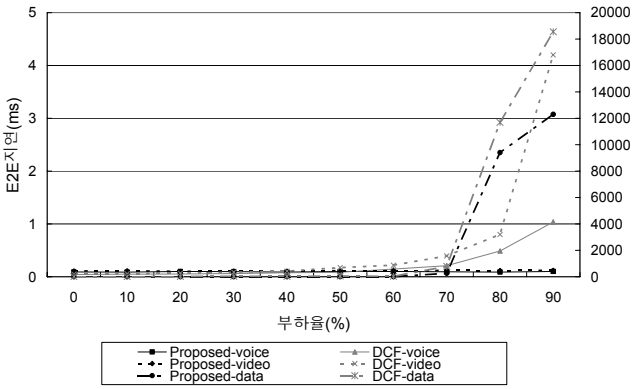
무선접근장치에 프레임이 도착하면, 예약을 거친 프레임인지의 여부를 판단한다. 예약된 스트림의 프레임인 경우, 현재 슈퍼프레임이 비경쟁 예약 구간이면 시간/손실에 민감한 스트림 큐에 대기 프레임이 있는지 확인한다. 대기 프레임이 없으면 즉시 전송하고, 그렇지 않으면 큐에 저장한다. 비경쟁 예약 구간이 아닌 경우에는 바로 큐에 저장한다.

최선형 서비스에 의한 일반 프레임의 경우도 마찬가지의 단계를 가진다. 하지만, 예약을 통하지 않았으므로, 일반 스트림 큐에 저장이 되고, 전송 전 다른 노드와의 경쟁에 의해 채널을 확보하는 경우에만 전송할 수 있는 차이점을 가진다.

4. 성능 평가

PCF 기반의 AVB 무선망에서의 프레임 전달 방법의 성능을 검증하기 위해 OPNET 네트워크 시뮬레이터를 이용하였다. LAN 모델은 유선 브리지 4 대와 PC 5 대의 유선망과 1 대의 무선접근장치를 통해 무선 노드 3 대로 구성된 무선망이 연계되는 구조를 이용하였다. 무선 노드의 경우 PC 에 비해 하드웨어 성능이 좋지 않으므로, AV 스트림 서버의 역할은 PC 가 담당하는 것으로 가정하고 실험을 진행하였다.

트래픽은 오디오, 비디오, 데이터의 세가지 클래스로 나누어 생성하였으며 각각의 생성 비율은 1:1:1 로 동일하게 설정하였다. 측정 대상은 각 트래픽 클래스의 평균 E2E (End-to-End) 지연 시간을 측정하였으며, 비교 대상은 경쟁 방식의 DCF 에 엄격한 우선 순위를 부여한 방법과 비교하였다. 실험 결과는 그림 2 와 같다.



실험 결과를 통해 망의 부하가 적을 때는 엄격한 우선 순위를 이용하는 DCF 방식에 비하여 AV 클래스의 E2E 지연시간은 높게 측정되었다. 하지만 동일 클래스 간의 경쟁으로 인하여 스트림의 수가 증가하게 되면 DCF 방식은 E2E 지연 시간이 증가함을 알 수 있었다. 이를 통하여 예약을 통해 비경쟁 구간을 부여하는 제안된 방법이 시간/손실에 민감한 클래스의 전송에 더 우수함을 알 수 있었다. 또한, 경쟁 구간을 이용하는 데이터 트래픽(우측 축)의 경우에도 DCF 방식에 비하여 적은 E2E 지연 시간이 걸리는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결론

유· 무선망의 고속화, 고품질화와 멀티미디어 장치의 발달로 인해 서비스의 고품질화에 대한 요구가 계속 증가되고 있다. AVB 기술은 LAN 내의 고품질 서비스 스트림의 QoS 를 보장하기 위해 등장한 기술이다. 본 논문은 AVB 기술에서 취약한 무선망에서의 QoS 를 보장하기 위해 프레임 전달 방법을 제안하였다. PCF 방식과 유사하게 슈퍼프레임 구조를 이용하여 예약을 통한 비경쟁 구간을 통해 전달함으로써, 제안한 방식의 우수성을 보였고, AVB 무선망에서의 QoS 보장 기술 연구에 좋은 참조가 될 것이다.

참고문헌

[1] IEEE 802.1 Audio/Video Bridging Task Group, http://www.ieee802.org/1/pages/avbridges.html

[2] Tony Jeffree, Virtual Bridged Local Area Networks – Amendment 11: Forwarding and Queuing Enhancements for Time Sensitive Streams, IEEE P802.1Qav/D6.0, June, 2009

[3] Stuart J. Kerry, Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer specifications – Amendment 8: Medium Access Control Quality of Service Enhancements, IEEE 802.11e, November, 2005