

UWB 분산 제어기반 WPAN MAC 에서 QoS를 고려한 시간 슬롯 할당 알고리즘의 제안.

*박지선, **허경, *엄두섭
 *고려대학교 전자전기공학과
 ** 경인교육대학교 컴퓨터 교육과

e-mail : jspark@final.korea.ac.kr, khur@ginue.ac.kr , eomds@korea.ac.kr

A QoS-aware Time slot allocation Algorithm for Distributed MAC in UWB Wireless Personal Area Networks

*Ji-Seon Park, **Kyeong Hur ,*Doo-seop Eom

* Department of Electronics and Electrical Engineering, Korea University

** Department of Computer Education, Gyeongin National University of Education

I. 서론

고속 무선 PAN(Personal Area Networks)기술은 10m 이내의 짧은 거리에서 고속으로 대용량의 데이터를 전송하기 위한 기술로, 최근 무선 USB(Wireless Universal Serial Bus)나 HDTV(High Definition TV)와 같은 광대역 멀티미디어 응용 시장을 겨냥한 연구가 IEEE 802.15.3과 WiMedia를 중심으로 활발히 진행되고 있다. [1]

본 논문에서는 WiMedia Alliance에서 제안한 Distributed Medium Access Control (D-MAC)에서 다수 스트림의 QoS 요구를 만족시키는 신뢰성 있는 전송을 위해 데이터 시간 슬롯을 효율적으로 할당하는 알고리즘에 대해 연구하고자 한다.

II. 본론

2.1. WiMedia D-MAC의 문제점

지금까지 WiMedia D-MAC 관련 연구는 1차적인 표준기본기술의 확보와 구현에 집중해 왔으며, 현재 멀티미디어 스트림에 대한 QoS 성능 지원 및 극대화에 관한 연구는 초기단계에 머물고 있다. 현재 D-MAC specification v.1.01[1]에서는 새로운 전송 요청이 있고, 비어있는 Medium Access Slot (MAS)이 없는 경우, 모든 디바이스들이 전송하는 Beacon 내의 Relinquish Request IE(그림 1)를 사용하여 완전히

Octets :	1	2	2	4	...	4
1						
Element ID	Length (4+4*N)	Relinquish Request Control	Target DevAddr	Allocation 1	...	Allocation N

그림 1. Relinquish Request IE format

분산적인 방식으로 다른 디바이스들에게 예약된 MAS를 내어줄 것을 요청하는 방식을 채택하고 있다.

그러나, 기존 Relinquish 요청방식은 QoS를 고려하지 않고 있어, 멀티미디어 스트림과 같이 실시간으로 송수신해야 하는 Isochronous 트래픽 스트림에서는 QoS를 만족시키지 못하게 되는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 새로운 전송 스트림 요구에 대해서 기존 통신 스트림들이 각각 얼마만큼의 MAS를 내어주어야 기존에 예약된 서비스들과 새로운 스트림의 QoS를 동시에 보장해줄 수 있는지에 대한 연구가 필요하다.

2.2. 제안하는 QoS-aware MAS 할당 알고리즘

K	한 superframe안에 송수신되는 스트림의 수
BW	한 superframe을 구성하고 있는 데이터 슬롯의 개수
n	n번째 superframe
$S_{i,n}$	n번째 superframe 에서 ith 스트림에서 지원되는 데이터 전송률
R_i	ith 스트림의 최소 데이터 전송률
D_i	ith 스트림의 최대 데이터 전송률
$QoS_{i,n}$	n번째 superframe에서 ith 스트림의 QoS 만족도 $QoS_{i,n} = \frac{S_{i,n} - R_i}{D_i - R_i}$
RB_i	ith 스트림의 Relinquished Bandwidth (시간 슬롯의 수)
$QoS_{F,n}$	n번째 superframe에서 계산된 모든 스트림의 공평한 QoS 만족도.

2.2.1. 트래픽 특성

2.2.2. Fair-QoS MAS Allocation Method

본 논문에서는 새로운 전송 트래픽이 발생할 경우, 기존 전송 트래픽과 새 전송 트래픽의 QoS를 모두 만족시키기 위한 MAS 재 할당 방법을 제안하였다. 이를 위해 아래와 같은 서비스를 제공할 것이다.

가) Beacon 내 QoS IE 파라미터

- 완전히 분산적인 방식으로 MAS 예약을 하기 위해서는 자신의 트래픽 특성과 QoS 요구사항을 Beacon 메시지를 통해 모든 디바이스들에게 미리 알려줘야 하며, 이를 위해 QoS IE를 사용한다.

Stream index(i)	R_i	D_i	QoS_F
-----------------	-------	-------	---------

그림 2 QoS IE

- 모든 디바이스는 isochronous 전송 트래픽의 수가 변할 때 마다 QoS_F 를 계산한다.
- 제안하는 방법에서는 모든 트래픽이 동일한 QoS_F 만족도를 갖도록 하였다.

$$QoS_{i,n} \text{ (for all } i) = QoS_{F,n}$$

$$0 < QoS_{F,n} < 1$$

나) 분산적인 QoS Admission Control 기법

- 모든 디바이스들의 전송 트래픽 특성과 QoS 요구사항을 입력 받아, 새로운 전송 스트림을 허용하여도 지정된 QoS_F 를 만족시키면 새로운 스트림 송수신을 수락한다.

디바이스가 새로운 스트림 전송을 위해 MAS를 예약하기를 원하는 경우, 디바이스는 QoS IE 파라미터를 Beacon에 실어 전송하여 트래픽 특성을 알린다. 현재 (n번째 Superframe) 송수신에 참여하고 있는 디바이스들은 수신한 QoS IE를 이용하여 새 스트림의 송수신을 허락 했을 때의 $QoS_{F,n+1}$ 를 계산한다.

$$S_{i,n+1} = (D_i - R_i) \cdot QoS_{F,n+1} + R_i \text{ (for all } i)$$

$$\sum_{\text{for all } i} S_{i,n+1} = BW$$

$$\therefore QoS_{F,n+1} = \min \left[\frac{BW - \sum_{\text{for all } i} R_i}{\sum_{\text{for all } i} (D_i - R_i)}, 1 \right]$$

$$\therefore S_{i,n} - S_{i,n+1} = RB_i$$

위의 수식을 이용하여 $S_{i,n+1}$ 과 $QoS_{F,n+1}$ 를 구할 수 있다. 이 때 계산된 $QoS_{F,n+1}$ 가 0보다 작거나, $S_{i,n+1}$ 가 R_i 보다 작은 경우, 새로운 스트림의 전송요구는 거부되어 MAS 예약을 할 수 없게 된다. 그렇지 않은 경우, 새로운 전송요구가 수락되어 기존의 디바이스들은 RB_i 만큼의 대역폭(MAS)을 내어주고, 모든 스트림들은 $S_{i,n+1}$ 의 전송률로 전송되게 된다.

III. 시뮬레이션 결과

모든 스트림은 Distributed Reservation Protocol (DRP)을 이용하여 전송을 하며, DTP(Data Transfer Period)는 240개의 MAS로 이루어졌고, 각 스트림의 R_i 와 D_i 는 40Mbps, 60Mbps로 같은 값을 가진다고 가정하였다. 모든 프로토콜 파라미터는 D-MAC

specification[1]과 Table 1을 따른다.

Superframe length (T)	65.536ms
MAS	256us
BW	360Mbps

Table. 1 parameter setting in simulation

첫 번째 Superframe 에서는 총 6개의 전송 스트림이 있으며, 각 스트림은 60Mbps의 데이터 전송률을 할당 받았다. Table 2에서 한 Superframe 마다 스트림이 한 개씩 증가한다고 가정했을 때의 QoS와 RB를 구해 보았다. 시뮬레이션 결과를 살펴볼 때, 무선 네트워크내에 전송할 데이터 스트림 수가 많아짐에 따라 QoS가 떨어지나, 분산적인 QoS Admission Control 을 통해, 각 전송 스트림의 최소한의 QoS($R_i = 40Mbps$)는 보장할 수 있음을 확인할 수 있다.

n (Superframe)	K	$S_{i,n}$ (Mbps)	$QoS_{F,n}$	RB_i (Mbps)
1	6	60	1	
2	7	51.4	0.57	8.6
3	8	45	0.25	6.4
4	9	40	0	5
5	10	36	-0.2	승인 거부.
	9	40	0	0

Table 2. Expected $QoS_{F,n}$ and RB_i in Simulation Results

IV. 결론 및 향후 연구 방향

WiMedia D-MAC에서 멀티미디어 스트림의 신뢰성 있는 전송을 위해서는 QoS에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 WiMedia D-MAC에서 여러 스트림들의 QoS를 동시에 보장해주는 분산적인 MAS 할당 방법에 대하여 연구하였다. 앞으로 인터넷 차등화 서비스(DiffServ)를 기반으로 한 QoS 보장 방법에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] WiMedia Alliance, "Distributed Medium Access Control(MAC) for Wireless Networks", Release 1.01, 2006. 12. 15.
 [2] Y. Zang, G. Hiertz, J. Habetha, B. Otal, H. Sirin, and H.-J. Reumerman, "Towards high speed wireless personal area network - efficiency analysis of MBOA MAC", in Proceedings of International Workshop on Wireless Ad-Hoc Networks 2005, pp.10-20, London, UK, May 2005.
 [3] MultiBand OFDM Alliance. [online] <http://www.multibandofdm.org/>
 [4] 이현정, 백승호, 허재두, "무선 USB 기술 및 WiMedia 표준화 동향," 전자통신동향분석, 제21권 제5호, 2006. 10, pp.11-20.