

논문 2011-48TC-4-11

IEEE 802.15.6 WBAN 환경에서 QoS를 고려한 실시간 트래픽 성능향상에 관한 연구

(A Study on Real Time Traffic Performance Improvement Considering QoS in IEEE 802.15.6 WBAN Environments)

노승민*, 김정호*, 강철호**

(Seung Min Ro, Chung Ho Kim, and Chul Ho Kang)

요 약

최근 IEEE 802.15.6 을 중심으로 표준화가 진행중인 WBAN (Wireless Body Area Network) 은 인체 내부 혹은 인체로부터 3 미터 이내의 주변에서 일어나는 근거리 무선통신을 목적으로 하는 네트워크이다. 근거리 무선네트워크에서 효과적인 QoS 조절기법과 오디오 및 비디오 데이터를 한정된 대역폭에서의 효율적인 관리는 사용자 뿐 아니라, 통신네트워크의 부하측면에서도 중요한 요소이다. 본 논문에서는 IEEE 802.15.6 고속 WBAN 표준에서, 한정된 데이터에 대해 슈퍼프레임의 조정을 통해 효율적인 대역관리를 해주는 동적 할당 알고리즘과 가중치 공평 큐잉(WFQ:Weighted Fair Queueing) 알고리즘을 제안한다. 이것은 Quality of Service (QoS)를 기준으로 한 큐잉 알고리즘을 바탕으로 QoS의 질적인 요소에 대해 robust한 성능을 나타내며 공평성을 유지하고 시스템 성능을 최대화하는 효율적인 알고리즘이다. 제안한 알고리즘에 대한 성능평가 결과, 동적 할당을 적용한 경우 전송대역폭은 최대 5배가 확장되었으며, 가중치 공평큐잉을 적용한 경우 throughput은 최대 24.3%가 개선되고, delay bound 문제가 해결됨을 확인할 수 있었다.

Abstract

Recently, WBAN(Wireless Body Area Network) which has progressed standardization based on IEEE 802.15.6 standardization is a network for the purpose of the short-range wireless communications within around 3 meters from the inner or outer human body. Effective QoS control technique and data efficient management in limited bandwidth such as audio and video are important elements in terms of users and loads in short-range wireless networks. In this paper, for high-speed WBAN IEEE 802.15.6 standard, the dynamic allocation to give an efficient bandwidth management and weighted fair queueing algorithm have been proposed through the adjustment of the super-frame about limited data and Quality of Service (QoS) based on the queuing algorithm. Weighted Fair Queueing(WFQ) Algorithm represents the robust performance about elements to qualitative aspects as well as maintaining fairness and maximization of system performance. The performance results show that the dynamic allocation expanded transmission bandwidth five times and the weighted fair queueing increased maximum 24.3 % throughput and also resolved delay bound problem.

Keywords : IEEE 802.15.6 WBAN, QoS, superframe, WFQ

I. 서 론

현대인들의 일상생활에서 시공간의 제약 없이 유비

쿼터스 네트워크에 접속할 수 있는 인프라는 집약적이고 고도화 되어가고 있으며 네트워크 환경은 더욱 다양해지고 있다. 최근 WPAN (Wireless Personal Area Network)에 대한 근거리 무선통신 기술이 각광받고 있다. WPAN이란 개인영역 무선통신에 관한 표준화로써 IEEE Tasking Group 15에서 담당하는 근거리 무선 애드혹 데이터 통신 시스템으로써 객체나 사람 주위에서 정지, 혹은 움직이는 상태에서도 생성되는 네트워크 시

* 학생회원, ** 정회원, 광운대학교 전자통신공학과
(Dept. of Electronics and Communications
Engineering, Kwangwoon University)

※ 본 논문은 2010년도 광운대학교 교내학술연구에 의하여 수행되었습니다.

접수일자: 2011년1월28일, 수정완료일: 2011년4월14일

시스템이다. WPAN은 통신이 이루어지는 범위 안에서 디지털 장치의 식별이 가능하고 BlueTooth, High Rate WBAN, ZigBee 등의 표준안이 존재한다. 이 중 WBAN은 IT, BT, NT 같은 기존의 기술이 서로 융합된 형태인 컨버전스 기술이라고 할 수 있다. IEEE 802.15.6 TG6에서 2006년부터 표준화에 대한 논의를 시작한 WBAN은 인체 내에 이식된 의료장치나 사람이 착용하는 옷 또는 인체에 부착된 여러 장치들에 대해 몸을 중심으로 약 3미터 이내의 반경에서 무선으로 연결하여 상호 통신을 하는 새로운 유형의 네트워킹 기술로써 용도에 따라 수Kbps에서 수십Mbps에 이르는 데이터를 전송하는 새로운 전송방식이다^[1]. IEEE 802.15.6 WBAN은 의료 분야 및 응용 분야까지 동시에 제공하는 것을 목표로 한다. 또한 데이터 전송시 특정 수준의 성능을 보장하기 위한 능력인 QoS (Quality of Service, 즉 통신서비스품질)의 중요성도 점점 높아져 가고 있다. QoS란 다른 응용 프로그램이나 데이터 흐름의 우선순위를 정하거나 데이터 전송에 특정 수준의 성능을 보장하기 위한 능력을 의미하는 것으로 만일 QoS를 만족시키지 못한다면 어떤 서비스도 정상적으로 이루어질 수 없다. 본 논문에서는 데이터를 전송하는 과정에서 패킷을 효율적으로 정렬함으로써 QoS를 개선하기 위한 방법을 제안하였다.

II. IEEE 802.15.6 WBAN 환경

1. IEEE 802.15.6의 개요

무선통신 시스템은 반경거리와 전송속도에 따라 크게 4가지로 Cellular, MAN, LAN, PAN으로 분류한다. 무선 LAN은 회선 연결 없이 다수의 사용자를 지원하는 것에 초점을 맞춘다면, PAN은 한 개인을 지원하는 것에 초점을 맞춘다. 그림 1은 무선통신 네트워크의 구분에도표이다. PAN은 약 10m 안팎의 개인 영역 내에 위치한 정보기술 장치들 간의 상호통신을 위한 네트워크 구조를 가진다. TG 1의 블루투스가 가장 먼저 표준화 작업을 완료하였으며, 뒤 이어 TG 3의 HR-WPAN과 TG 4의 ZigBee가 표준화 되었다. 위 두개의 표준은 모두 여러개의 독립된 DEV(Device)가 애드혹 네트워크 기반의 피코넷(Piconet)을 형성한다. 피코넷은 네트워크 관리자 역할을 하는 PNC(Piconet Coordinator)가 나머지 DEV에게 TDMA 방식으로 채널타임을 할당함으로써 이루어진다^[1]. HR-WPAN이 대용량의 멀티미디어 트래픽을 고속으

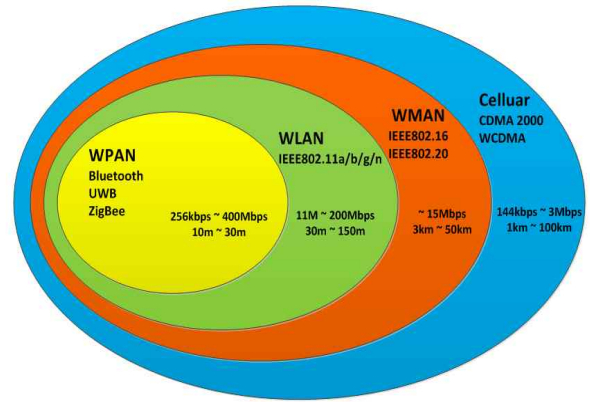


그림 1. 무선통신 네트워크의 구분
Fig. 1. Classification of Wireless Communication Network.

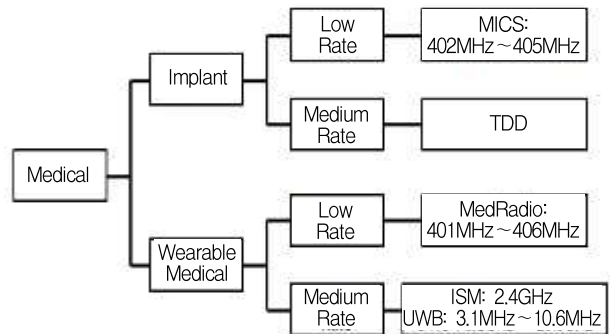


그림 2. WBAN의 사용 가능한 주파수 대역
Fig. 2. Available Frequency Band of WBAN.

로 서비스하기 위한 표준이라면 TG4의 ZigBee는 낮은 데이터 전송률을 지원하며 적은 양의 배터리를 갖는 단말이 전력 소모를 최소화 하도록 설계되었다. 인체 내 혹은 인체의 주변에서 일어나는 근거리 통신에 대해 센서, 통신, 구동체 등의 다양한 기술이 복합적으로 적용되는 WBAN은 HR-WPAN의 광범위한 전송 속도와 ZigBee의 초저전력 전력 소비 요구를 만족할 수 있어야 한다. WBAN의 응용 분야로는 가전제품을 무선으로 연결하는 비의료용과 생체신호를 측정하여 무선으로 데이터를 전송하는 의료용이 있다. WBAN이 WPAN, WLAN 등 다른 네트워크와 구분되는 큰 특징 중 하나는 의료용 장치 혹은 인체 내부에 이식되는 임플란트 장치에 대한 응용이다. 임플란트 장치의 경우 신호 감쇄, 안테나의 크기 등 여러 가지 제약 사항을 가지고 있기에 기존의 무선 통신 기술을 그대로 적용할 수 없다. 탈부착 장치의 경우에도 휴대성이 보장되어야 하기 때문에 전원 연결보다는 배터리를 사용해야 하며 이를 위해서는 임플란트 기기와 마찬가지로 전력 소모량이 작아야 한다. WBAN의 사용 가

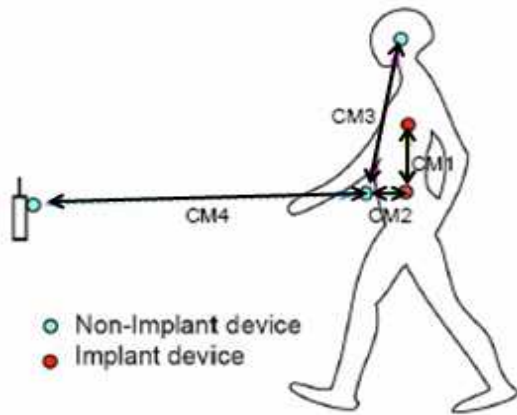


그림 3. WBAN의 채널 모델
Fig. 3. Channel Model of WBAN.

능한 주파수대역은 그림 2와 같다^[2].

WBAN을 위한 채널 모델 (Channel Model, 이하 CM)은 그림 3와 같이 크게 4가지의 형태로 간주될 수 있다^[3]. CM1은 인체에 이식된 임플란트 센서와 또 다른 임플란트 센서간의 통신채널을, CM2는 인체에 이식된 임플란트 센서와 탈부착 센서와의 통신채널을 일컫고 MICS (Medical Implant Communication Service)대역을 사용한다. 의료 용도로 사용되는 주파수는 안정성을 우선적으로 고려해야 하므로 ITU-R에서는 MICS대역을 체내 이식형 무선통신 전용 주파수로 분배하였다. MICS 대역은 인체 내에서의 안전한 통신을 보장하기 위해 전 세계적으로 같은 402~405MHz 대역을 사용하여 왔지만 최근 IT와 BT의 융합에 따른 의료용 센서와 다양한 응용분야의 개발이 가속화되고 있기 때문에 인체 외부의 Wearable 의료용 기기에 대한 새로운 요구도 증대되고 있다. CM3은 탈부착 센서끼리의 통신채널을, CM4는 탈부착 센서와 최대 5m 근방에 위치한 단말과의 통신채널을 의미한다.

2. IEEE 802.15.6의 MAC 프로토콜

인체통신망(Human Body Communication Network, 이하 HBCN)은 10Mbps의 속도를 요하는 비의료 정보와 수십 kbps의 낮은 속도를 요하는 의료 정보를 송수신하는 다양한 노드들의 결합으로 이루어지며 통신 거리를 인체 주변 약 3m 이내에서 일어나는 통신으로 제한한다. 인체통신망에서 MAC은 다양한 속도의 어플리케이션을 수용할 수 있어야 할 뿐 아니라 노드들의 에너지 소비를 줄일 수 있는 방법으로 동작해야 한다. 최대 전송 지연은 의료 데이터의 경우 125ms, 비의료 데이터의 경우 250ms

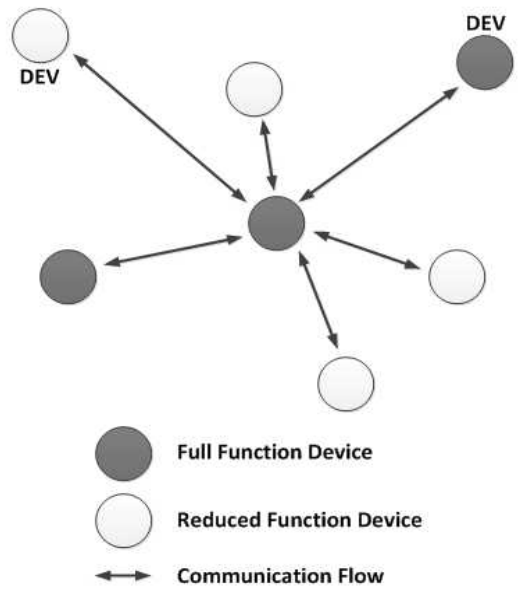


그림 4. 인체 통신망의 구조
Fig. 4. Structure of Human Body Communication Network.

이내가 되도록 보장해야 한다. 반면 응급 의료 데이터의 경우 1초 이내에 전송이 되도록 QoS를 보장해야 한다. 인체통신망은 그림 4와 같은 스타 토폴로지로 구성되며, 각 DEV들은 HBCC (HBC Coordinator)의 중재 하에 동작을 한다. HBC의 MAC은 TDMA 방식을 기반으로 동작하며 PNC가 주기적으로 발생하는 슈퍼프레임에 의해 동작 타이밍이 결정된다. WBAN은 고속의 전송률과 저속의 전송률을 하나의 MAC에서 지원하기 위해 High-rate WPAN 규격과 ZigBee 규격이 결합하였다.

WBAN 슈퍼프레임 구조는 그림 5와 같이 Beacon, CAP(Contention Access Period), CFP(Contention Free Period)로 구성이 되며, CFP는 다시 여러개의 GTS (Guaranteed Time Slot)로 나뉜다^[4]. Beacon은 피코넷의 기본 타이밍정보와 단말 및 네트워크 관리 정보를 전송하기 위한 구간으로 PNC에 의해 생성되는 명령 메시지가 전송된다. CAP는 명령 메시지나 전송률이 낮은 데이터를 전송하기 위한 구간으로 Beacon에서 허용하는 종류의 메시지만을 전송할 수 있다. 이 구간은 충돌 위험이 있는 CSMA/CA 방식을 사용하면서 충돌 확률을 줄이기 위해 Back-Off 알고리즘을 사용한다. CSMA/CA 방식을 사용하는 동안 DEV들은 채널타입 요청명령을 비롯하여 피코넷 가입/탈퇴, PN 핸드오버, PNC 정보, DEV 정보 등의 요청 명령을 전송하고 PNC는 각 명령에 대한 응답 메시지를 전송한다. CFP는 TDMA 방식을 기반으로 동

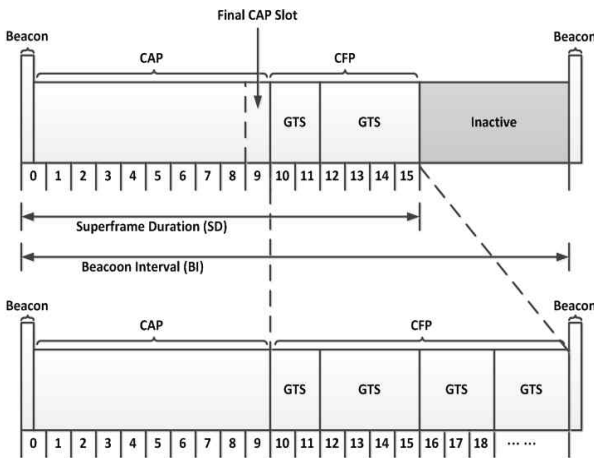


그림 5. WBAN 수퍼프레임 구조
Fig. 5. Structure of WBAN Superframe.

작하며 여러 개의 GTS로 구성되어 있다. 각 GTS는 PNC가 DEV들에게 할당해 준 채널 타임 구간으로 이 구간동안 통신을 원하는 DEV는 수신 DEV와의 링크를 형성하여 다른 DEV들과 간섭을 받지 않고 Point-to-Point 방식으로 실시간 트래픽과 대용량 비실시간 트래픽을 전송할 수 있다.

3. 큐잉 알고리즘

무선통신의 폭발적인 수요 및 다양한 어플리케이션 및 대용량 트래픽의 증가와 더불어 사용자들에게 서비스의 차별화와 전송품질을 보장하는 기능은 필수적이라고 할 수 있다. 트래픽에 따라 우선 순위를 선정하고 중요도에 따라 최소 혹은 최대의 대역폭을 설정하는 QoS 기능이 충족되지 않는다면 무분별한 서비스 충돌이 발생하게 되는데 이런 문제를 큐잉 알고리즘을 사용하여 해결할 수 있다. 스위치나 라우터에 존재하는 패킷의 저장 공간인 큐(Queue)는 물리적인 장치가 아닌 인터페이스 버퍼의 운영 방식을 의미한다. 하드웨어 큐와 소프트웨어 큐로 구분 가능하며, 주로 소프트웨어 큐에 큐잉 알고리즘을 적용하게 된다. 그림 6은 전반적인 큐에 대한 순서도이다. 전송 순서를 결정하는 과정에서 각기 나열된 큐를 어떻게 처리하느냐에 따라 큐잉 알고리즘이 구현된다. 그 중 대표적인 큐잉 알고리즘은 패킷의 클래스나 우선순위에 관계없이 먼저 입력된 패킷에 대해 먼저 서비스를 실시하는 FIFO 큐잉(FIFO Queueing), 분류된 여러 큐에 각각 보낼 수 있는 기회를 차례로 줌으로써 모든 큐가 공정한 기회를 갖게 되는 라운드로빈 큐잉(Round Robin Queueing), 그리고 High, Medium, Normal, Low의 4개

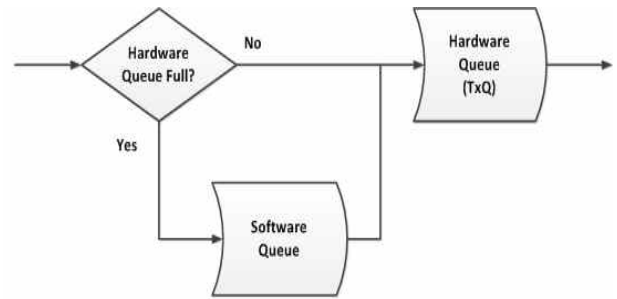


그림 6. 큐의 구조
Fig. 6. Structure of Queue.

클래스로 분류되지만 High클래스가 최우선적으로 서비스가 실시되는 우선순위 큐잉(Priority Queueing) 등이 있다^[5].

III. 제안한 실시간 데이터 처리 알고리즘

영상 및 음성 실시간 트래픽의 경우에는 전송과정에서 데이터 손실이 아주 약간이라도 발생하게 되면 문제점이 야기된다. 본 논문에서는 WBAN 고속통신 환경에서 전송품질을 저하시키는 데이터 손실 등의 문제점을 최소화하는 방식으로 QoS와 관련된 문제점을 극복할 수 있는 동적 CFP구간 할당 기반의 가중치 공정큐잉 알고리즘을 제안한다.

1. 동적 CFP 구간 할당

데이터를 전송하는 과정에서 GTS에 포함되는 Time Slot의 할당부분을 고정할 경우, 공유하는 GTS 슬롯의 보장된 대역폭보다 전송하고자 하는 대역폭이 클 경우에는 효과적인 QoS를 보장할 수 없다. 본 논문에서는 QoS를 보장하기 위해서 전송하려는 데이터의 크기에 따라 GTS를 동적으로 할당하는 방법을 제안한다

(1) 우선 PNC는 임의의 DEV의 전송요구량에 대한 AV 데이터 량을 가지고 CFP 구간에 각 DEV의 전송 시간을 선정한다. PNC는 CFP마다 자원 할당 명령 프레임 전송한다.

(2) PNC는 각 DEV의 요구전송량에 대해 수퍼프레임마다 계산하여 전체 AV 각각의 전송요구량에 대응해 슈퍼프레임의 비율로 나누어 이 비율에 따라 트래픽을 할당한다. 총 요구전송량 T는 일반적으로 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$T = \sum_{i=0}^{AudioNum} AD * C + \sum_{j=0}^{VideoNum} VD \quad (1)$$

오디오 전송시 노드의 갯수는 AudioNum으로 표현되며 각각의 오디오 데이터는 AD, 오디오 채널은 C로 표기한다. C로 인한 요구 전송량은 증가하게 된다. 비디오 전송의 경우에도, 노드의 개수는 VideoNum으로 표현되며 각각의 비디오 데이터는 VD로 표기한다.

(3) 비콘 프레임당 전송량을 구한다. 수퍼프레임의 CFP에 포함되는 Time Slot의 개수를 SN, 각각의 슬롯당 시간을 TS, 시스템의 총 대역폭을 B라 한다면 비콘 프레임당 전송량은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$Beacon_T = SN * TS * B \quad (2)$$

(4) 비콘당 전송량을 기준으로 초당 돌아가는 수퍼프레임의 개수에 맞추어 GTS를 할당해주고 수퍼프레임 구간 내에서 Data Rate가 높은 Traffic을 기준으로 우선순위를 부여한다.

$$T: \sum_{i=0}^{AudioNum} AD * C = Beacon_T : x$$

$$T: \sum_{j=0}^{VideoNum} VD = Beacon_T : y \quad (3)$$

위의 식에서, x와 y는 각각 해당 트래픽의 전송량을 의미한다. 산출된 값을 기준으로, Data Rate가 높은 순서대로 GTS를 할당하고 수퍼프레임 개수로 나누어준다.

2. CFP에 가중치 공평큐잉을 적용한 알고리즘

FIFO 큐잉(FIFO Queueing)은 패킷의 클래스나 우선순위에 관계없이 먼저 입력된 패킷을 먼저 서비스하기 때문에 차별화된 패킷 처리를 할 수 없다. 라운드로빈 큐잉의 경우에는 먼저 들어온 패킷에 대해 우선적으로 서비스 하는 것은 아니지만 여러 큐에 동등한 가중치를 주기 때문에 이것도 차별화된 패킷 처리는 불가능하다. 우선순위 큐잉은 High 클래스가 최우선적으로 서비스 되기에 차별성을 가질 수 있으나 높은 우선순위 클래스에 저장되어 있는 패킷들이 모두 처리될 때까지 기다려야 하는 아사현상이 발생하여 공정성 측면에서 효율적이지 않다. 위의 문제점을 모두 해결하기 위한 큐잉으로 WFQ(Weighted Fair Queueing) 방식이 있다^[6]. WFQ는 트래픽 흐름별로 별도의 큐에 패킷을 저장하는 방식이다. 이는 흐름별로 가중치를 부여하여 가중치에 비례하는 링크 대역폭을 할당함으로써 흐름간의 간섭을 배제하고 흐름별로 주문화된 품질의 보장을 가능케 할뿐만 아니라 공정성과 차별화된 패킷 처리를 모두 지원한다. 그림 7은

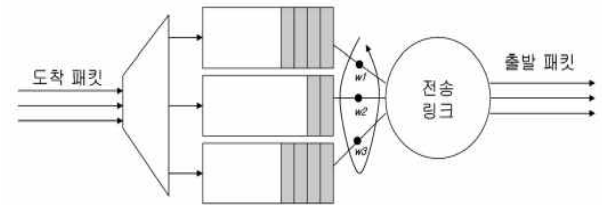


그림 7. WFQ 모식도

Fig. 7. Outline Picture of WFQ.

WFQ에 대한 모식도이다.

WFQ 스케줄러는 순환방식으로 클래스들을 서비스 하며 각 클래스마다 다른 양의 서비스 시간을 부여한다. 각 클래스 i는 가중치 w_i 를 부여받아 w_i / w_{sum} 만큼의 서비스 시간을 보장받는다. 여기서 w_{sum} 는 큐에 패킷이 있는 모든 클래스에 대한 가중치의 합을 의미한다. 현재 IEEE 802.15.6 환경의 CFP 구간에는 할당 스케줄링 기법이 적용되어 있지 않다. 본 논문에서는 IEEE 8902.15.6 WBAN 표준에 가중치 공평 큐잉을 적용함으로써 아래와 같은 3단계 구현 알고리즘을 제안하였다.

(1) 해당 트래픽에 따라 우선순위와 반비례하여 적용되어지는 IP Precedence를 계산한 뒤, 정수형으로 변환한다.

$$IP_Pre = Data_Rate * Beacon_T * \frac{1}{SuperNum} \quad (4)$$

IP_Pre는 구하려는 IP_Precedence의 소수점형태의 값, Data_Rate는 각각의 노드가 전송하려는 데이터, SuperNum은 초당 전송되는 Super프레임의 개수이다. 소수점형태의 IP_Pre 값 중에서 가장 낮은 값을 갖는 최소값을 찾아서 나누어주면 정수형의 IP_Pre값을 얻을 수 있다.

(2) 가중치에 따라 전송하게 될 Virtual Packet Size 및 Weight를 구한다.

$$Vir_PacSize = \frac{Re_PacSize}{IP_Pre} \quad (5)$$

Re_PacSize는 수퍼프레임의 실제 패킷사이즈이다. 실제패킷사이즈는 하나의 수퍼프레임에서 한 노드에 필요한 총 slot 개수, 타임슬롯당 할당시간과 전체 대역폭을 곱함으로써 나오게 된다. Vir_PacSize는 가상패킷사이즈로써 앞의 Re_PacSize를 IP_Pre로 나눔으로써 얻을 수 있다. Cisco IOS(Internetwork Operating System)에서는 IP_P re값이 가장 적은 값을 갖는 0일때의 Weight를

32384로 설정하였다^[7]. 그 외의 IP_Pre 값도 다음 식을 통하여 구할 수 있다.

$$Weight = \frac{32384}{IP_Pre + 1} \quad (6)$$

(3) Sequence Number를 구하고, 이것이 큰 순서대로 전송한다.

$$Seq_N = Weight * Vir_PacSize \quad (7)$$

IV. 실험 및 결과

본 논문에서 WBAN Mac Protocol의 성능평가를 위해 무선통신 환경에서 제안한 Mac Protocol과 성능 비교 대상으로 CFP의 GTS를 고정시킨 형태의 슈퍼프레임과 QoS를 고려하지 않은 FIFO Queueing을 선정하였다. 시뮬레이션 환경의 PHY 모델은 그림 2에서 UWB 주파수 대역으로, 전송속도는 10Mbps로 설정하였다. 전송하고자 하는 트래픽은 오디오 및 비디오 스트림이다. 본 논문에서 사용될 슈퍼프레임 구조는 그림 8과 같다. 이 구조는 IEEE 802.15.6 Task Group BAN 규격을 기준으로 한다^[4]. 그림 9은 CFP에서의 GTS를 동적하지 할당하지 않았을 경우와 동적으로 할당하였을 경우를 비교하여 나타낸 것이다. 동적 할당 알고리즘을 수행한 Dynamic Allocation CFP의 경우가 동적 알고리즘 할당을 고려하지 않은 Nondynamic Allocation CFP보다 적은 타임 슬롯으로 최소 1.4배, 최대 5배 정도의 효율적인 전송이 가능한 것을 확인할 수 있다. Nondynamic Allocation CFP의 경우, 전송하려는 타임 슬롯이 할당된 GTS의 타임 슬롯보다 많을 때 전송하려는 트래픽은 폐기된다.

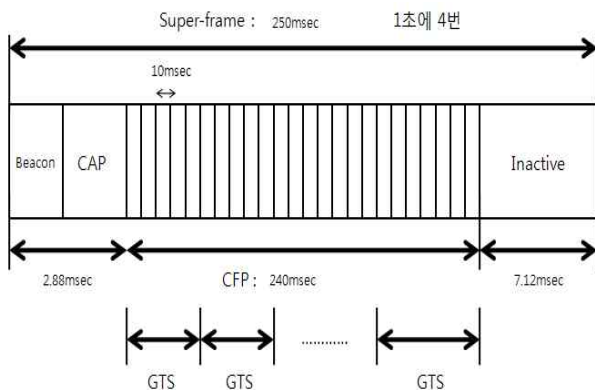


그림 8 제안하는 슈퍼프레임 구조
Fig. 8. Proposed Superframe Structure.

그림 9의 시뮬레이션의 경우, Dynamic Allocation CFP은 GTS를 동적으로 할당해 줌으로써, 트래픽의 폐기를 방지할 수 있다. 본 시뮬레이션의 경우, 노드가 6개 이상인 경우 전송하려는 트래픽은 폐기된다.

그림 10은 Throughput 측정 결과이다. 본 시뮬레이션 결과는 WFQ 알고리즘을 QoS가 필요한 Traffic에 적용하였을 때, QoS를 전혀 고려하지 않은 FIFO Throughput에 비하여 더 높은 수치를 나타낸다. WFQ 알고리즘을 적용한 경우, 트래픽 용량에 맞게 적절히 가중치를 분배하여 전송함으로써 시간대비 트래픽 처리량인 Throughput의 성능이 최소 13.5%, 최대 24.3%정도 개선된 결과를 얻을 수 있다. 그림 11은 압축되지 않은 5채널 이상의 오디오 데이터에 대한 Delay Bound 결과이다.

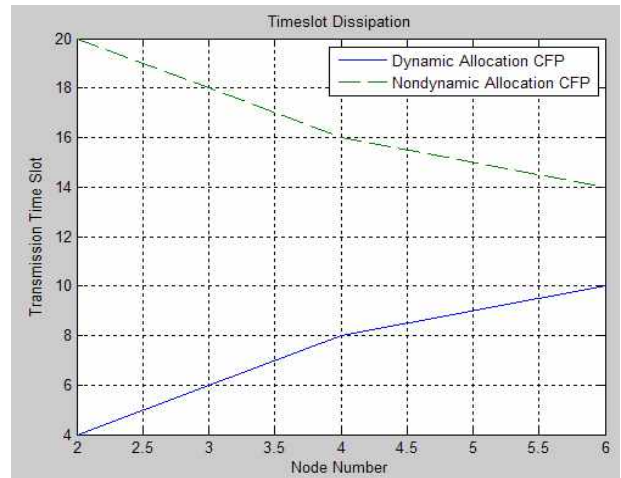


그림 9. 동적할당된 CFP와 그렇지 않은 경우의 비교
Fig. 9. Comparison between Dynamic Allocation CFP and Nondynamic Allocation CFP.

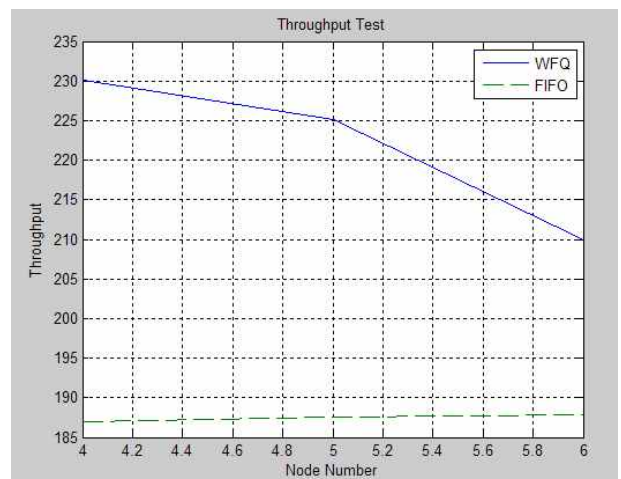


그림 10. WFQ와 FIFO의 Throughput 비교
Fig. 10. Throughput Comparison between Applying WFQ and FIFO.

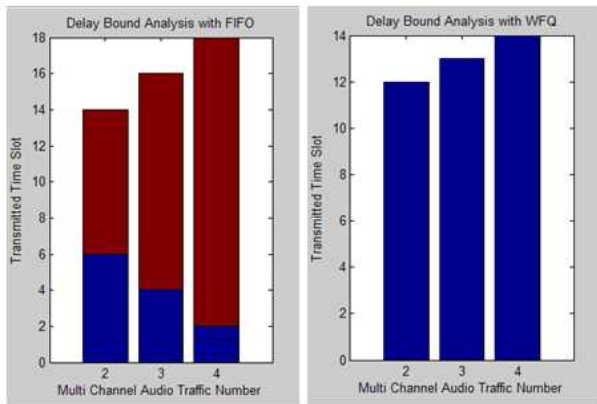


그림 11. WFQ와 FIFO의 Delay Bound 비교

Fig. 11. Comparison of Delay Bound between WFQ and FIFO.

오디오 데이터 전송의 경우, FIFO 방식에서는 30ms 이상 걸리는 패킷은 Drop 시키는 방법을 적용하고 WFQ 방식에서는 패킷사이즈의 조절을 통하여 정해진 Delay Bound 내에서 전송을 완료한다. 만일 30ms 이상의 전송 시간이 소요되는 데이터가 존재할 경우 Delay Bound가 발생하게 되고 결국 패킷은 Drop된다^[8]. TDMA방식의 GTS를 통하여 데이터를 전송하는 경우에는 Packet Loss가 일어나지 않지만, 시간지연에 민감한 음성신호의 경우에는 전송시간이 30ms 이상이 일어나게 되면 손실이 생기게 되어 재생이 불가능하다^[9~10]. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 용량이 큰 음성데이터에 대하여 패킷을 분배하여 전송함으로써 Delay Bound에 Robust한 성능을 보인다. 데이터처리를 하지 않은 FIFO는 30ms 이상의 오디오데이터에 대해 패킷을 분배하지 않았고 그 결과 Packet Drop이 일어나게 된다. 그림 11의 좌측에 있는 FIFO Queueing을 적용한 그래프의 경우, 전체 전송하려는 Time Slot중 다채널 오디오데이터에 해당하는 Time Slot은 부분적으로 Drop 된다. 전송하고자 하는 오디오 노드가 2개일 경우 총 14개의 Time Slot중에서 8개, 오디오 노드가 3개일 경우 총 16개의 Time Slot 중에서 12개, 오디오 노드가 4개일 경우 총 18개의 Time Slot 중에서 16개가 폐기되는 것을 그림 20의 좌측에서 상단의 적색 부분으로 구별하였다. 반면 우측에 있는 WFQ 적용 그래프는 전송하고자 하는 Time Slot이 모두 성공적으로 전송되는 것을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문은 AV Stream을 전송하는 IEEE 802.15.6

WBAN 네트워크에서 다양한 트래픽간의 유연성을 제공하는 가중치 공정 큐잉 알고리즘을 적용한 슈퍼프레임 구조의 WBAN MAC 프로토콜을 제안하였다. 성능평가 결과 GTS를 동적으로 할당함으로써 비교적 적은 수의 타임 슬롯으로 효율적인 전송을 보장할 수 있었고, CFP 구간간의 최소 1.4배, 최대 5배정도의 대역폭을 확장할 수 있을 뿐 아니라 GTS의 Time Slot 부족으로 인하여 데이터가 폐기되는 것을 막을 수 있다. 또한 WFQ를 이용함으로써 기존의 FIFO 방식보다 최소 13.5%, 최대 24.3% 정도 개선된 Throughput 결과를 얻을 수 있었으며 시간 지연에 민감한 음성신호를 전송하는 데에 있어서도 Delay Bound 문제를 해결할 수 있다. 따라서 제안한 기법은 이동환경에서 트래픽을 효과적으로 처리함에 따라 실시간성을 요구하는 스트리밍서비스에 적합하다. 향후 계속 발전하고 있는 근거리 무선통신 표준 뿐만 아니라, 실시간처리가 중요시되는 지역에서 QoS의 효율성을 증대시킬 수 있는 연구가 필요하다. 본 논문에서 제안한 방식을 활용하면 인체 주변 영역에서의 통신서비스를 제공하는 WBAN의 효율적인 QoS 성능을 기대할 수 있다. 요즘 스마트폰과 같은 컨버전스 기기의 등장과 함께 다양한 멀티미디어 트래픽의 무선전송이 증가하고 있는 시점에서, 본 논문을 기반으로 하는 큐잉 알고리즘의 적용 및 하드웨어 구현을 위한 연구가 앞으로 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 한국정보통신기술협회, “인체통신망 매체접근제어 계층구조”, 2009.
- [2] 최영우, 김유진, 이형수, 김재영, “IT/BT 융합분야에서의 WBAN 개발동향,” IT기획시리즈, August, 2008. ○ ○ ○
- [3] Jae Myeong Choi, Heau Jo Kang, and Yong Seok Choi, “A Study on the Wireless Body Area Network Applications and Channel,” 2008 Second International Conference on Future Generation Networking and Communication, 2008.
- [4] IEEE 802 TG BAN homepage, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>, May, 2009.
- [5] Jeffrey S. Beasley, Networking, Prentice Hall, January, 2004.
- [6] 이용석, 한진우, 최웅철, 이승형, 정광수, “HR-WPAN 에서의 Weighted Fairness를 이용한 Channel Time 스케줄링 기법 연구” 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 제31권 제2호, October, 2004.
- [7] Cisco Homepage, <http://www.cisco.com/en/US/>

tech/tk39/tk824/technologies_tech_note09186a00800c9699.shtml.

- [8] 최원석, 김영용, “IEEE 802.11 무선랜에서 음성신호의 딜레이 바운드에 관한 분석,” 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제 10권 제 1호, May, 2003.
- [9] Anis Koubaa, Mario Alves, and Eduardo Tovar, “GTS Allocation Analysis in IEEE 802.15.4 for Real-Time Wireless Sensor Networks,” WPDRTS’06, April, 2006.
- [10] Hossam Fattah, Cyril Leung “An Overview of Scheduling Algorithm in Wireless Multimedia Networks,” IEEE Communication, October, 2002.

— 저 자 소 개 —



노 승 민(학생회원)
 2009년 광운대학교 전자공학부
 학사 졸업
 2011년 광운대학교 전자통신
 공학과 석사 졸업
 <주관심분야 : 신호처리, 이동통신, 운영체제>



강 철 호(정회원)
 1975년 한양대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1979년 서울대학교 전자공학과
 석사 졸업
 1988년 서울대학교 전자공학과
 박사 졸업
 1977년~1981년 국방과학연구소
 1983년~현재 광운대학교 전자통신공학과 교수
 <주관심분야 : 음성신호처리, 통신신호처리 >



김 정 호(학생회원)
 2000년 대진대학교 통신공학과
 학사 졸업
 2002년 광운대학교 전자통신
 공학과 석사 졸업
 2005년~현재 광운대학교
 전자통신공학과 수료

<주관심분야 : 음성신호처리, 이동통신, 잡음처리>