

무선 인체 통신 네트워크를 위한 응급데이터 전송기법

정회원 최 원 석*, 종신회원 조 성 래*

A Life-Critical Data Transmission Scheme for Wireless Body Area Networks

Won Suk Choi* *Regular Member*, Sungrae Cho* *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 무선 인체 통신 네트워크에서 응급 데이터를 전송할 때 전송 지연시간을 보장하는 DCTW (Dual Channel Transmission Scheme for WBAN) 기법을 제안한다. 무선 인체 통신 네트워크에서는 의학적인 응용을 고려하고 개발되었기 때문에, 의학적 데이터의 중요도에 따른 차등 전송 기법이 필요하다. DCTW에서는 응급 데이터 프레임의 전송을 위하여 협대역 채널을 사용하며 일반 데이터 프레임 전송을 위하여 광대역 채널을 사용한다. 협대역 채널을 통하여 응급데이터를 전송하기 때문에 긴급한 데이터를 보내고자 하는 노드가 데이터를 신속히 전송할 수 있도록 하여 전송 지연시간을 효과적으로 감소시켰다. 본 논문은 다양한 성능 분석을 통해 DCTW 기법이 다른 기법에 비해 우수함을 증명하였다.

Key Words : Wireless Body Area Network, Life-Critical Data, Medical Data

ABSTRACT

In this paper, we propose a new medium access control protocol referred to as DCTW (Dual Channel Transmission Scheme for wireless body area networks). Wireless body area networks (WBANs) requires prioritization mechanism for life-critical data to transmit the data as early as possible. The proposed DCTW exploits a narrow band for transmitting life-critical data while it uses a broadband channel to transmit normal data. Since the narrow band is dedicated to life-critical data, the DCTW can effectively reduce the delay of life-critical data transmission. Through extensive simulation, we show the DCTW outperforms other existing schemes.

1. 서 론

최근 질병과 건강에 대한 관심이 증대되면서 의료 서비스는 과거의 치료 위주에서 예방 및 관리 위주로 진화해 가고 있는 상황이다. 이를 위해 건강 증진을 위한 다양한 서비스들이 등장 하였다. 이러한 의료 서비스의 패러다임의 변화와 디지털 병원의 출현 및 의학 지식 축적의 가속화로 인해 의료 정보 시스템이 보다 지능화 되어 정보 통신 기술과

의료 서비스가 융합한 U-Health 서비스가 창출되었다. U-Health의 등장은 인체에서 발생하는 물리적 화학적인 변화를 감지하여 병원이나 의료기관에 통보하는 센싱 기술의 발전을 가져왔으며, 이와 함께 환자의 상태를 지속적으로 모니터링 하는 기술도 요구되고 있다.

최근 이러한 요구에 부합하여 무선 인체 통신 네트워크 (WBAN: Wireless Body Area Network) 기술이 활발하게 연구되고 있다. WBAN은 인체 내부

* 이 논문은 2007년도 중앙대학교 교내연구비 지원을 받아 연구되었음.

* 중앙대학교 컴퓨터공학부 (srcho@cau.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-11-594, 접수일자 : 2009년 11월 23일, 최종논문접수일자 : 2009년 12월 1일

혹은 외부에서 인체로부터 반경 3미터 이내의 무선 통신 기술로 정의된다. 최근 미국의 Alabama 대학교와 메이요 클리닉, SmartWorld 등 연구기관에서 인체의 활동 상태와 건강 상태를 모니터링 하기 위한 기술을 개발하여 테스트 베드를 통한 실험을 수행하였고, 하버드 대학교에서는 CodeBlue 프로젝트로 Mica2 보드 상에 작동하는 ECG 센서를 가지고 실험을 진행 중에 있다. 유럽에서는 WWRF (Wireless World Research Forum)과 MobileHealth 컨소시엄 등에서 활발하게 기술적으로 논의 중에 있으며, 국내에서는 삼성전자가 U-Health 사업에 관해 비즈니스 모델 및 바이오 정보 단말기의 ASIC 기술을 연구 중에 있다.

국제표준으로는 IEEE 802.15 Working Group에서 무선 인체 통신 네트워크의 표준화를 담당하기 위한 Study group을 2008년 1월 정식으로 Task Group 6 으로 승격 시켰으며, 현재 무선 인체 통신 네트워크의 표준화를 위해 PAR (Project Authorization Request), SCD (Selection Criteria Document)와 TR (Technical Requirements) 등을 통해 기능 및 기술 요구사항 정립을 진행하고 있다.

표 1. IEEE 802.15.6에서 권고하는 WBAN 응용별 요구사항^[6]

응용서비스	목표전송률	지연시간	BER
약품 분비 서비스	<16Kbps	<250ms	$<10^{-10}$
대뇌 자극 서비스	<320Kbps	<250ms	$<10^{-10}$
캡슐형 내시경 서비스	1Mbps	-	$<10^{-10}$
심전도(ECG) 서비스	192Kbps (6Kbps, 32 channels)	<250ms	$<10^{-10}$
뇌파도(EEG) 서비스	86.4Kbps (300Hz sample, 12bit ADC, 24 channels)	<250ms	$<10^{-10}$
근전도(EMG) 서비스	1.536Mbps (8Khz smple, 16bit ADC, 12 channels)	<250ms	$<10^{-10}$
혈당치 측정 서비스	<1Kbps	<250ms	$<10^{-10}$
오디오 서비스	1Mbps	<20ms	$<10^{-5}$
비디오/의료 영상 서비스	<10Mbps	<100ms	$<10^{-3}$
음성 서비스	50 ~ 100Kbps per flow	<10ms	$<10^{-3}$

Task Group에서 제시된 기술적인 요구 사항은 표 1과 같다. 현재 무선 인체 통신 네트워크는 수 Kbps ~ 수십 Mbps 정도의 데이터를 전송하는 것을 목표로 표준화를 진행하고 있다^[7].

이와 같이 국내외에서 활발하게 연구되고 있는 WBAN 기술은 BT 기술의 기반 기술로 앞으로 각광 받으리라 생각된다. 하지만 아직까지는 기존의 기술을 이용한 의료 정보 네트워크 구축이 현실화 되어 있을 뿐 효과적인 센싱 기술 및 모니터링 기술은 아직 적합한 기술에 관한 연구가 부족하다.

본 논문에서는 다양한 분야의 무선 인체 통신 네트워크 기술 중 의료용 무선 인체 통신 네트워크 기술의 개발 현황을 살펴보고 실시간성 보장과 관련된 문제점을 제시한다. 2장에서는 전송 지연 시간을 고려한 MAC 계층 설계 기법을 제시한다. 3장에서는 제시된 알고리즘의 실험을 통한 성능을 평가하고 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

II. DCTW (Dual Channel Transmission Scheme for WBAN) 기법

프레임의 신속한 전송은 무선 인체 통신 네트워크에 반드시 필요한 기술이다. 무선 인체 통신 네트워크의 응용 분야 중, 의학적 응용의 경우에는 환자의 응급 상태나, 급박한 상태 변화를 신속하게 알려야 하기 때문에 데이터의 긴급성에 따라 프레임을 신속하게 전송해 주어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 하나의 채널을 이용하여 데이터를 전송하는 기존의 무선 기술을 벗어나 응급데이터를 전송하기 위한 별도의 채널을 유지함으로써 응급데이터 발생 시 응급데이터를 전송하는 DCTW (Dual Channel Transmission Scheme for WBAN) 기법을 제안한다. 일반적으로 대용량이 데이터 전송이 발생하거나 다수의 이벤트가 발생하는 경우 응급데이터의 전송 지연시간을 보장할 수 없다.

그림 2에서처럼 비응급 데이터가 채널을 선점한 이후 응급데이터가 발생하였을 때, 응급 데이터의 전송지연시간을 보장할 수 없다. 특히 비응급 데이

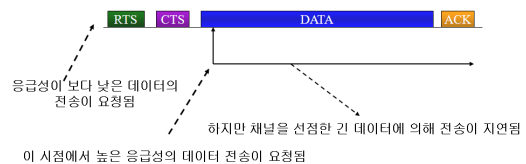


그림 2. 프레임의 크기가 큰 경우의 데이터 지연 전송의 예

터의 길이가 상당히 길 경우에는 문제점이 증대된다.

따라서 DCTW에서는 하나의 채널을 비대칭적인 대역폭을 갖는 두 개의 채널로 나누고, 좁은 대역폭(Narrow Band)의 채널은 응급 데이터를 전송하기 위한 용도로 사용하고 비 응급 데이터는 넓은 대역폭(Broad Band)의 채널로 전송함으로써 데이터가 효과적으로 전송될 수 있도록 구성한다.

일반적으로 응급을 요하는 데이터의 경우 그 크기가 매우 짧다는 특성을 가지고 있다. 그 이유는 데이터의 크기가 짧아야 전송 시간 및 수신 노드에서의 수신 시간 역시 짧아 질 수 있어 신속한 조치가 취해 질 수 있기 때문이다. 일례로 해상에서의 조난 신호인 SOS 신호는 매우 짧은 약어로 되어 있다. 이에 대한 모스 부호 역시 매우 손쉽게 전송 가능하도록 짧고 간결하게 이루어져 있다. 이 채널은 단순히 경고 데이터나 응급 상황을 알리는 용도로만 사용되기 때문에 전송 효율(Throughput)이 중요한 대용량의 데이터는 이 채널을 사용하지 않는다. 이러한 이유로 인해 응급 데이터 전송을 위한 이 채널은 좁은 대역폭(Narrow Band)을 갖는 채널을 이용한다. 이 채널에서 가장 중요한 성능 평가 기준은 응급성이기 때문에 전송 지연시간은 성능에 직결된다.

이에 비하여 대용량의 데이터 전송을 위해서는 넓은 대역폭(Wide Band)을 갖는 채널을 사용한다. 일반적으로 대용량의 데이터 전송을 위해서는 전송 효율(Throughput)이 매우 중요한 요소가 된다. 하지만 이 채널은 전송 지연시간이 비교적 중요하지 않은 멀티미디어 데이터나 비 의학적 응용 데이터의 전송에 사용되기 때문에 전송 지연시간은 이 채널의 성능에 미치는 영향이 미미하다고 할 수 있다.

DCTW에서는 의학적 응용의 모니터링 프레임이 상위 계층에서 MAC 계층으로 전송될 때, 프레임의 서비스 요구사항에 맞추어 긴급성이 요구되는 응급 데이터와, 비 응급성의 데이터로 구분하고 분류된 프레임의 특성에 맞추어 다중 채널을 이용하는 물리 계층으로 전송하게 된다. 이러한 기법은 비 응급성 데이터 프레임의 트래픽이 많아지는 경우, 응급 데이터 프레임의 전송이 지연될 위험을 다른 채널을 이용함으로써 방지할 수 있다.

이 기법은 MAC 계층에서 프레임이 전송되는 과정에서 프레임의 응급성에 따라 사용할 채널을 결정하고, 응급 메시지의 경우 좁은 대역폭(Narrow Band)의 채널을 이용하여 최적의 지연시간을 보장한다. 응급성이 없는 비 의료용 무선 인체 통신 네

트워크의 응용 데이터는 전송 효율(Throughput)이 좋은 넓은 대역폭(Wide Band)을 갖는 채널을 통하여 데이터 전송이 이루어진다. 따라서 제한 알고리즘의 전체적인 계층도는 그림 3과 같은 구조를 가지고 있다.

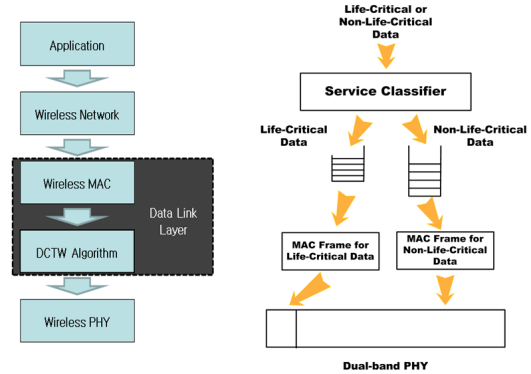


그림 3. DCTW의 계층도

III. 성능 평가

본 논문에서 제안하는 알고리즘인 DCTW의 전송 지연 시간 및 전송 효율(Throughput)을 살펴보기 위하여 네트워크 시뮬레이터 상에서 각각의 전송 모듈을 구현하고 실험하였다. 실험은 CSMA/CA MAC 기반 모듈에서 이루어 졌으며, DCTW 알고리즘을 적용한 경우와 그렇지 않은 경우를 실험하였다. 전송 지연 시간의 변화를 관찰하기 위해, 각각의 실험은 상위 계층에서의 프레임 수신 시각과, 그 프레임이 전송되는 시각, 그리고 프레임이 수신 노드에게 수신되는 시각을 기록하고 그 차이를 구해 관찰하였다. 또한, 데이터 전송 효율(Throughput)의 변화를 관찰하기 위하여 두 개의 채널을 이용하는 경우와 단일 채널을 이용하는 경우의 전송 효율(Throughput)을 측정하여 성능 차이를 관찰하였다.

실험 모두 노드의 수는 모두 30개로 동일한 환경에서 실험이 이루어졌다. DCTW의 구현은 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 이용하여 구현되었는데, CSMA/CA 모듈은 UCLA에서 개발된 모듈을 기반으로 개발 하였다. 응용 계층에서의 트래픽의 생성은 CBR 트래픽을 기본으로 하였다.

첫 번째 실험은 DCTW 알고리즘이 적용되지 않은 CSMA/CA 모듈과 DCTW 알고리즘이 적용된 모듈을 통해 실험하였다. DCTW 알고리즘이 적용되지 않은 CSMA/CA 모듈의 경우 전송 대역폭

표 2. 실험에 사용되는 주요 환경 변수

환경 변수	설정 값
Default Delay	64 μ s
Header Length	20 byte
IFS	16 μ s
Slot Time	16 μ s
최대 재전송 허용 횟수	16
Carrier Sense 여부	1
Queue Size	100

(Bandwidth)를 11Mbps로 설정 하여 실험하였으며, DCTW 알고리즘이 적용된 CSMA/CA모듈의 경우 대용량 데이터를 위한 넓은 대역폭(Wide Band)의 경우 10Mbps로 설정 하였다. 응급성이 높은 데이터를 위한 DCTW의 좁은 대역폭(Narrow Band)의 경우 1Mbps로 설정하여 실험이 이루어졌다.

본 실험에서는 대용량 데이터(그림 4)를 전송하는 경우에 한하여 프레임 크기의 변화에 따른 전송 지연시간을 관찰하였다. 실험 결과 프레임의 크기가 증가함에 따라 전송 지연 시간 역시 큰 폭으로 증가함을 볼 수 있다. 특히 프레임의 크기가 3000bytes를 넘어서는 시점에서는 지연시간이 급속도로 증가하였다. 프레임의 크기가 1000bytes의 경우 기존 CSMA/CA 모듈과 DCTW 알고리즘간의 전송 지연시간 차이는 0.7ms 정도의 미미한 차이를 보이고 있으며, 이것은 프레임의 크기가 보다 커져 3000bytes인 경우에도 0.5ms, 10000bytes의 경우 20ms 정도의 적은 차이를 보이고 있다. 이러한 전송 지연시간의 차이는 할당된 채널의 대역폭(Bandwidth)가 11Mbps와 10Mbps로 차이가 있기 때문에 생긴 차이라고 판단된다. 대용량 데이터의

경우 대부분이 멀티미디어나 대용량의 파일 전송 데이터가 주를 이루게 되므로, 이러한 데이터들의 전송 지연시간 요구사항은 프레임 크기가 3000bytes 이하인 경우 매우 만족할 수 있는 수준이다. 한 예로 지상파 DMB의 경우 비디오 객체에 대한 오디오 객체의 지연 시간은 -20-40ms 정도를 요구하고 있다. 일반적인 무선 통신 기술의 프레임 크기가 3000bytes 이하임을 감안할 때 CSMA/CA 모듈과 DCTW모듈은 프레임의 크기가 3000bytes 이하인 경우 4-5ms 이하의 전송 지연시간을 보이고 있으며 이는 대용량 데이터 혹은 멀티미디어 데이터 전송 요구사항에 만족하고 있음을 알 수 있다.

두 번째 실험 역시 DCTW 알고리즘이 적용되지 않은 CSMA/CA 모듈과 DCTW 알고리즘이 적용된 모듈을 통해 실험하였다. DCTW 알고리즘이 적용되지 않은 CSMA/CA 모듈의 경우 전송 대역폭(Bandwidth)은 위의 실험과 동일하게 설정하여 실험하였다. 본 실험의 경우 응급 데이터를 전송하는 경우에 한하여 프레임 크기의 변화에 따른 전송 지연시간을 관찰하였다 (그림 5). 응급 데이터의 경우 프레임의 크기가 대용량 데이터에 비하여 작기 때문에, 프레임의 크기가 500bytes 이하인 경우에 대해 실험이 이루어졌다. 실험 결과 전송 지연시간의 차이는 평균 0.147ms 정도로 매우 작았으며, 프레임의 크기가 변함에 따라 두 경우 모두 전송 지연시간은 2-3ms 사이의 결과를 보였다. 이 결과는 단순히 대용량 데이터의 전송이 전혀 없는 경우 응급 프레임의 크기의 차이에 따른 전송 지연시간의 차이를 보였다. 결과에서 알 수 있듯이 DCTW 알고리즘이 적용된 경우 변화의 정도는 작지만, 프레임

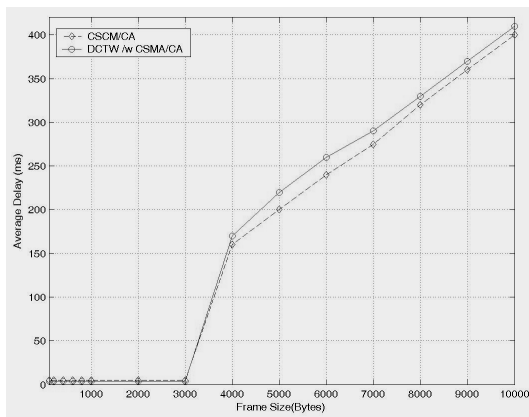


그림 4. CSMA/CA vs. DCTW의 전송 지연시간의 변화 (대용량 데이터의 경우)

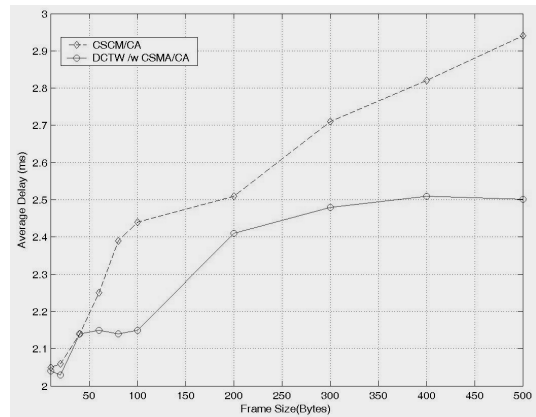


그림 5. CSMA/CA vs. DCTW의 전송 지연시간의 변화 (응급 데이터의 경우)

의 크기가 작아짐에 따라 전송 지연시간이 작아지고 있음을 알 수 있었다.

세 번째 실험은 데이터가 혼합되어 있는 경우 (그림 6-10)를 DCTW 알고리즘이 적용된 모듈을 가지고 실험하였다. DCTW 알고리즘이 적용된 CSMA/CA 모듈의 경우 첫 번째 실험과 동일하게 대용량 데이터를 위한 넓은 대역폭(Wide Band)의 경우 10Mbps로 설정 하고 응급 데이터를 위한 좁은 대역폭(Narrow Band) 역시 첫 번째 실험과 동일하게 1Mbps로 설정 하였다. 본 실험은 대용량 데이터 전송과 응급 데이터 전송을 동시에 CBR 트래픽 생성기로 생성하여 전송하여 전송 지연시간을 관찰하였다. 프레임의 크기는 대용량 데이터의 경우 100-1000bytes까지 가변적으로 변화 시켰으며, 응급 데이터의 경우 프레임의 크기는 100-500bytes까지 가변적으로 변화 시켰다.

그림 6은 DCTW가 적용된 CSMA/CA 모듈에서의 대용량 프레임의 크기에 따른 전송 지연시간의 변화를 관찰할 그래프이다. 위 실험에서 응급 데이터의 프레임 크기는 100bytes로 고정하여 전송 지연시간을 관찰한 결과, 대용량 데이터의 전송 지연시간은 기하급수적으로 증가하는 경향을 보임을 알 수 있다. 대용량 데이터 프레임의 크기가 100bytes 인 경우 비응급 데이터 프레임의 전송 지연시간은 2.52ms를 보였으며, 응급 데이터 프레임의 경우 2.48ms의 전송 지연시간을 보여 주었다. 대용량 데이터 프레임의 크기가 증가함에 따라 대용량 프레임이 4000bytes에 이르렀을 때는, 비응급 데이터 프레임 180ms에 이르는 전송 지연시간을 보여 주었다. 하지만, 그림 6에서처럼 응급데이터의 지연시간은 비응급 데이터의 전송지연과 확연하게 적음을

볼 수 있었다.

이러한 전송 지연시간의 증가는 프레임의 크기가 증가할수록 커져, 대용량 데이터 프레임의 크기가 7000bytes에 이르는 경우, 대용량 데이터 프레임의 경우 318.5ms의 전송 지연시간을 보여 주었다.

그림 7은 DCTW가 적용된 CSMA/CA 모듈에서의 대용량 프레임의 크기에 따른 전송 지연시간의 변화를 관찰할 그래프이다. 위 실험에서 응급 데이터의 프레임 크기는 200bytes로 고정하여 전송 지연시간을 관찰한 결과, 응급 데이터 역시 대용량 데이터의 전송 지연시간과 유사하게 증가하였다. 위의 실험과 동일하게 본 실험에서도 대용량 데이터와 응급 데이터가 함께 트래픽으로 작용하기 때문에 단일 데이터인 경우보다는 전송 지연시간이 증가하였다. 응급 데이터 프레임의 크기가 200bytes 이면서, 대용량 데이터 프레임의 크기가 100bytes인 경우 대용량 데이터 프레임의 전송 지연시간은 2.73ms를 보였으며, 응급 데이터 프레임의 경우 2.69ms의 전송 지연시간을 보여 주었다. 대용량 데이터 프레임의 크기가 200bytes인 경우에는 대용량 데이터 프레임은 2.81ms, 응급 데이터 프레임은 2.85ms의 결과가 나타났다. 이 실험에서도 역시 대용량 데이터 프레임의 크기가 증가함에 따라 대용량 프레임의 크기가 4000bytes에 이르렀을 때는, 비응급 대용량 데이터 프레임은 198ms에 이르는 반면 응급데이터의 전송 지연시간은 증가하지 않음을 보여 주었다.

그림 8~그림 10은 응급 데이터 프레임의 크기가 300bytes, 400bytes, 500bytes 인 경우를 보여주고 있다. 결과에서 알 수 있듯이 앞의 실험 결과 (그림

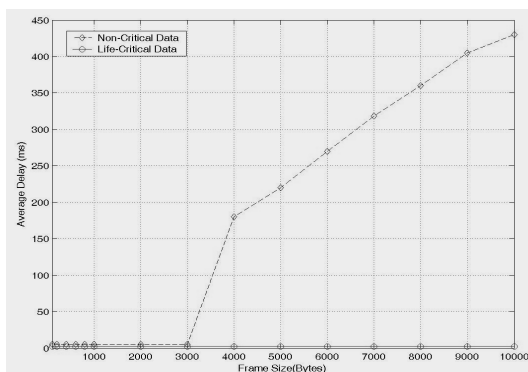


그림 6. CSMA/CA 전송 지연시간의 변화 (응급데이터 프레임 크기 100bytes)

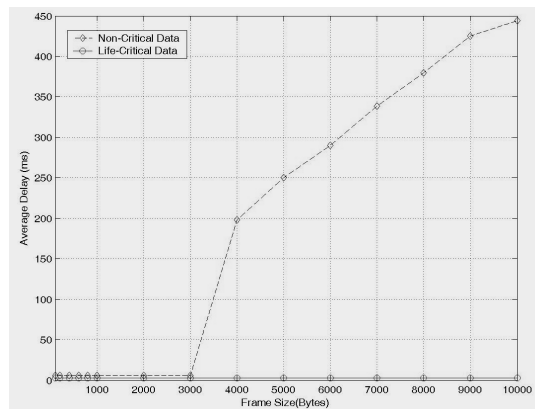


그림 7. CSMA/CA 전송 지연시간의 변화 (응급데이터 프레임 크기 200bytes)

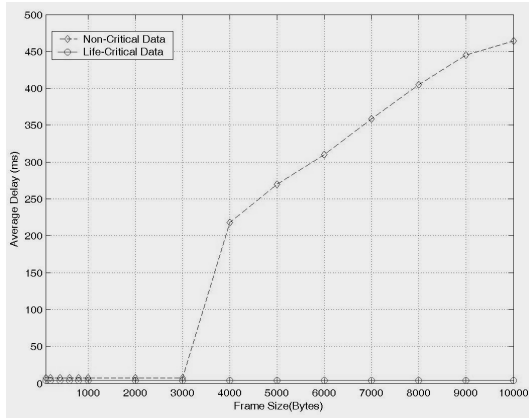


그림 8. CSMA/CA 전송 지연시간의 변화 (응급데이터 프레임 크기 300bytes)

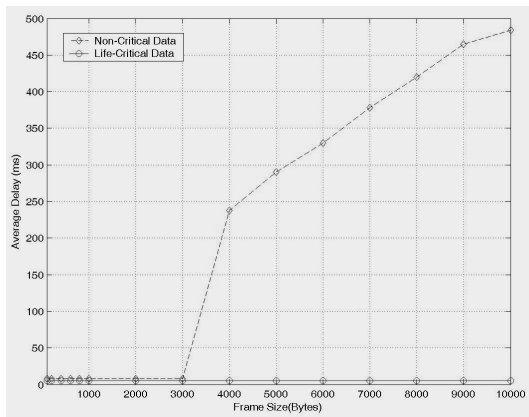


그림 9. CSMA/CA 전송 지연시간의 변화 (응급데이터 프레임 크기 400bytes)

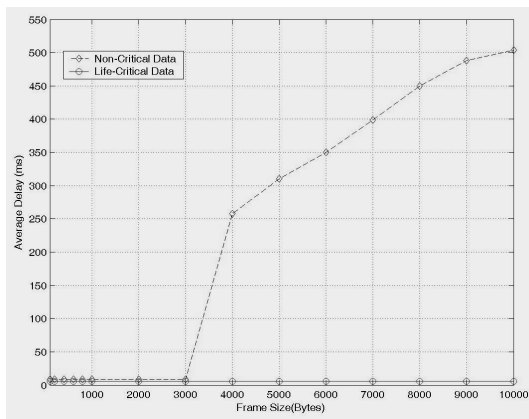


그림 10. CSMA/CA 전송 지연시간의 변화 (응급데이터 프레임 크기 500bytes)

6과 7)와 유사한 결과를 보여 주었으며, 이는 응급

데이터의 응급성이 데이터 전송에 반영되어 비응급 데이터에 비해 상당히 빠른 처리가 가능함을 보여 주고 있다.

본 논문에서 제안한 DCTW 알고리즘은 이러한 대용량 데이터 프레임의 영향을 최소화 시키는 다른 채널을 사용함으로써 응급 데이터 프레임의 전송 지연을 방지한다. 실험 결과를 통하여 알 수 있듯이 DCTW 알고리즘은 기존의 CSMA/CA에 비하여 응급 데이터에 대한 전송 지연시간 성능이 월등히 좋으며, 이러한 점은 대용량 데이터 트래픽이 증가할수록 더욱 두드러진다. 이는 심실 세동이나 긴급한 데이터 전송이 필요한 무선 인체 통신 네트워크에 적용이 가능하며 IEEE 802.15.6 표준화 그룹에서 제시한 무선 인체 통신 네트워크의 응용별 요구사항 역시 만족함을 알 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서 제안한 DCTW 알고리즘은 무선 인체 통신 네트워크를 위한 데이터의 QoS 보장을 위한 기법으로 사용할 수 있다. DCTW 알고리즘은 응급 데이터 전송을 위한 좁은 대역폭(Narrow Band)과 넓은 대역폭(Wide Band)의 채널을 이용하여 최적의 지연시간을 보장한다. 응급성이 없는 비의료용 무선 인체 통신 네트워크의 응용 데이터는 전송 효율(Throughput)이 좋은 넓은 대역폭(Wide Band)을 갖는 채널을 통하여 데이터 전송이 이루어짐으로써 급격한 전송 효율(Throughput)의 하락을 방지한다. 일반적으로 응급성이 매우 높은 데이터의 발생 주기는 매우 길기 때문에, 네트워크의 혼잡을 발생시킬 가능성이 매우 적다고 할 수 있다. 하지만 멀티미디어 응용이나, 대용량의 데이터 전송은 네트워크의 혼잡을 야기할 수 있으며 이는 데이터의 지연으로 직결된다. DCTW 알고리즘에서는 대용량 데이터 프레임의 크기가 크거나, 과도한 트래픽이 발생 하였을 경우에도 응급 데이터 프레임은 독자적인 좁은 대역폭(Narrow Band)의 채널을 이용하여 전송되기 때문에 그 영향을 최소화 할 수 있다는 장점을 갖는다.

DCTW 알고리즘은 대용량 데이터의 프레임 크기나 트래픽의 양과 무관하게 3ms 미만의 전송 지연시간을 보여주고 있다. 이러한 결과는 인체 무선 통신 네트워크에서 심전도 센서나, 기타 의학적 응용의 요구사항을 만족하며, 전송 효율 또한 매우 좋은 결과를 보여주고 있다. 단일 채널을 사용하는

CSMA/CA 기법의 경우에는 대용량 데이터 프레임 크기가 커지는 경우 최고 500ms 이상의 전송 지연 시간을 보이고 있기 때문에 인체 무선 통신 네트워크의 응용별 요구사항에 부합하지 않는 결과를 보여주고 있다. 이에 비하여 DCTW 알고리즘은 매우 좋은 전송 효율(Throughput)과 전송 지연시간을 보여주고 있어 인체 무선 통신에 광범위 하게 사용할 수 있으리라 기대한다.

참 고 문 헌

[1] IEEE 802.15 WPAN WG homepage, "http://www.ieee.org/15"

[2] Use cases, Applications, and Requirements for BANs, IEEE 802.15-07-0546-00ban.

[3] SG BAN closing report for San Francisco July 2007, IEEE 802.15-07-0806-01-0ban.

[4] BAN project Authorization Request (PAR) draft, IEEE P802.15-07-0575-06.

[5] BAN application matrix, IEEE 802.15-07-0735-00-0ban.

[6] "Medical BAN 표준화 동향 및 주요 Issue," 주간 기술동향 통권 1310호, 2007. 08. 22.

[7] C. C. Y. Poon, Y-T Zhang, S-D Bao, "A novel biometrics method to secure wireless body area sensor networks for telemedicine and m-health," IEEE Communications Magazine, vol. 44, pp. 73-81, April 2006.

[9] T. Gao et al, "Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network," in Proc. of IEEE-EMBS 27th Annual Int. Conference of the Eng. in Medicine and Biology, Sept. 2005, Page(s):102-105.

[10] U.Anliker, "AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system," IEEE Trans. Information Tech. In Biomedicine, vol. 8., Dec 2004.

[11] Chris A. Otto, Emil Jovanov, and Aleksandar Milenkovic, "A WBAN-based System for Health Monitoring at Home," Journal of Mobile Multimedia, Jan 2006

[12] C. Lu, B. M. Blum, T. F. Abdelzاهر, J. A. Stankovic, and T. He, "RAP: A Real-Time Communication Architecture for Large-Scale Wireless Sensor Networks," In IEEE RTAS

2002.

[13] H. Bengtsson, E. Uhlemann and P.-A. Wiberg, "Protocol for wireless real-time systems," in Proc. Euromicro Conference on Real-Time Systems, York, England, UK.

[14] Victor Shnayder, Bor-rong Chen, Konrad Lorincz, Thaddeus R. F. Fulford-Jones, and Matt Welsh., "Sensor Networks for Medical Care", Harvard University Technical Report TR-08-05, April 2005.

최 원 석 (Won Suk Choi)

정회원



2007년 2월 중앙대학교 컴퓨터 공학부 학사
 2009년 2월 중앙대학교 컴퓨터 공학부 석사
 2009년 3월~현재 한국 전자 통신 연구원 그린컴퓨팅 미 들웨어 연구팀 연구원
 <관심분야> 무선네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅

조 성 래 (Sung Rae Cho)

종신회원



1992년 2월 고려대학교 전자 전산공학과 학사
 1994년 2월 고려대학교 전자 공학과 석사
 2002년 12월 미국 조지아공대 전기및컴퓨터공학과 박사
 1994년 2월~1996년 8월 한국

전자통신연구원 연구원
 2003년 1월~2003년 7월 삼성 종합기술원 전문연구원
 2003년 8월~2006년 7월 미국 조지아서던대학교 컴퓨터학과 조교수
 2006년 9월~현재 중앙대학교 컴퓨터공학부 조교수
 <관심분야> 무선네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅