

WBAN 환경에서 응급 정보의 안정적 전송을 위한 프로토콜 설계 및 구현*

이 동 호** · 왕 종 수***

Design and Implementation of a protocol for stable transmission of emergency information in WBAN environment

Lee, Dong Ho · Wang, Jong Soo

〈Abstract〉

Application of WBAN technology in medical field facilitates the prevention of diseases by collecting the vital signs remotely. It also enables to prevent the accidental emergency situation in advance plus long-term monitoring of patients with chronic diseases such as heart diseases, hypertension, or the elderly and infirm. For emergency patients, major vital signal information collected by the 'Sensing' should have the top priority and such information should be transferred as promptly as possible without competition. In addition, when an emergency occurs to a patient, a priority mechanism is necessitated for a urgent message to get through to the final destination. However, LR-WPAN IEEE 802.15.4 technology does not consider such emergency message handling features.

To deal with aforementioned issues, the IEEE 802.15.4 super frame protocol structure has been designed for stable transfer of emergency information in WBAN environment in this study, and alternation to super frame structures have been made, allowing GTS(Guaranteed Time Slot) can be used first at CFP (Contention Free Period) by reserving the resources in advance and prioritize the emergency signals. NS-2 has been utilized for the performance test and analysis.

Key Words : WBAN, Superframe, GTS, GPP, Simulation

I. 서론

최근 질병과 인구의 고령화와 함께 불규칙한 생활방식과 환경의 변화로 인하여 건강에 관한 관심이 높아지

고 있다. 또한 의료 서비스도 과거의 치료 위주에서 예방 및 관리 위주로 진화해 가고 있는 상황 패러다임의 변화와 더불어 의료정보 시스템이 보다 지능화 되어 정보 통신 기술과 의료 서비스가 융합한 언제, 어디서나 자신의 건강 상태를 모니터링하고 차별화된 건강관리 서비스를 받을 수 있는 u-Healthcare에 관한 관심이 고조되고 있다. u-Healthcare 시스템은 인간의 평균수명 연장과 건강

* 이 논문은 2008년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

** 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 교수(교신저자)

*** 서일대학 인터넷정보과 교수

한 삶을 영위할 수 있도록 하는 보건의료와 IT 기술이 융합된 시스템으로[1], 생체신호 및 건강정보를 실시간 측정·전송하여 피드백해 줌으로서 환자의 질병에 대하여 실시간으로 모니터링하고, 환자의 상태가 악화될 경우 바로 응급센터 및 병원 등에 환자 상태에 관한 정보가 전달되어 신속한 의료 서비스가 이루어진다[2-3].

이러한 요구에 부합하여 IEEE 802.15.6 무선 인체 통신 네트워크(WBAN: Wireless Body Area Network) 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. WBAN은 인체 내부(in body) 혹은 외부(out body)에서 인체로부터 반경 3~5미터 이내의 무선 통신 기술로 정의된다[4].

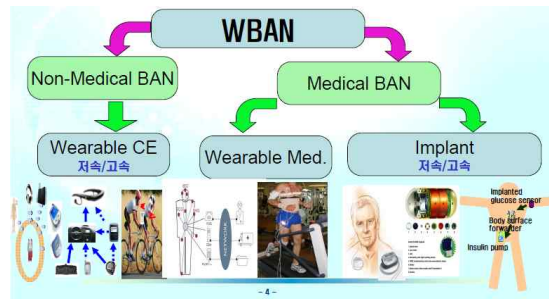
의료 분야에서의 WBAN 기술 응용사례는 생체신호 정보를 원격으로 수집하여 질병을 사전 예방할 수 있으며, 고혈압이나 심장 질환 등 만성적인 환자나 노약자에 대해 장기적인 건강 상태를 감지하거나 돌발적인 위급 상황을 사전에 대처하게 할 수 있다. 위급 환자의 경우 센싱(sensing)된 중요 생체신호 정보는 일반 환자보다 높은 우선순위를 가지고 경쟁 없이 최대한 빠르게 정보가 전송되어야 한다. 하지만 WPAN 802.15.4 Released NS-2.28에서는 많은 기능들이 구현되어 있지만 CFP (Contention Free Period)는 구현되지 않았으며[5], Released NS-2.31에서는 CAP(Contention Access Period)에 초점을 맞추어 구현하였으며, CFP 이외의 기능들이 추가되었다[6]. 또한 LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Area Network) IEEE 802.15.4 기술에서도 긴급 메시지 처리를 고려하고 있지 않다[3].

이에 본 논문에서는 IEEE 802.15.4 슈퍼프레임 구조를 재구성하여 위급 신호의 경우 자원을 예약해서 활용할 수 있도록 CFP에서 GTS를 우선 사용할 수 있도록 슈퍼프레임 구조를 변경하였으며, 일반 신호의 경우에는 CAP 구간에서 일반적인 경쟁방식에 의해 수행하도록 하였다. 또한 위급 생체신호는 비위급 생체신호보다 빠른 전송을 보장하기 위하여 WBAN 환경에서 긴급 정보의 안정적인 전송을 위한 프로토콜 구조를 변경하여 설계하

였으며, 이에 대하여 NS-2를 활용하여 성능을 평가하고 분석하였다.

II. WBAN 및 IEEE 802.15.4 관련 연구

2.1 WBAN(Wireless Body Area Network) 관련 연구 동향



<그림 2-1> WBAN 분류

<표 2-1> WBAN 응용분야 : 의료/비의료 BAN

	저속/제어	중속/소리	고속/비디오
의료 Medical	<ul style="list-style-type: none"> 원격진단 모니터링 당뇨병 모니터링 지능적인 약품전달 병원의 환자 이식장치 제어 	<ul style="list-style-type: none"> 심장병 모니터링 태아 모니터링 EEG(24 lead) 보청기 이식장치 제어 	<ul style="list-style-type: none"> 비디오 내시경 (LowRes) 비디오 내시경 (HighRes) 기타 비디오
비의료 Non-Medical	<ul style="list-style-type: none"> 스포츠/휘트니스 휴대용 CE 제어 게임 제어(손/몸 동작) Ad-hoc 게임 & 스마트키 	<ul style="list-style-type: none"> 헤드폰 헤드셋 모션 캔처 데이터 기억장치 	<ul style="list-style-type: none"> 원격 RGB 디스플레이

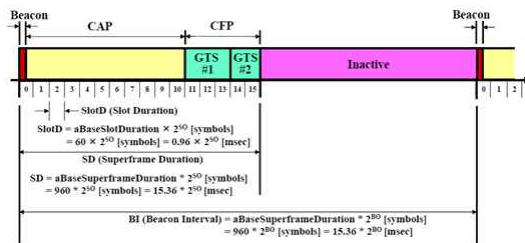
<그림 2-1>은 WBAN 분류에서 의료 및 비의료 BAN의 종류를 구분한 것이며[7], <표 2-1>은 의료/비의료 WBAN 응용분야의 저속/중속/고속에 해당되는 응용 서비스를 나타낸 것이다[8].

유비쿼터스 시대의 또 다른 핵심 이슈 중의 하나가 WBAN(Wireless Body Area Network)이다. WSN

(Wireless Sensor Network)가 넓은 지역에 광범위하게 분포되어 있는 센서들로부터 정보를 수집하는데 비해 WBAN에서는 사람의 인체 내부에 이식된 바이오센서와 인체 외부에 설치되어 있는 센서 또는 무선노드를 통해 생체신호 정보를 수집하거나 교환하게 된다.

IEEE 802.15.6 TG 위원회에서는 WBAN의 중요성을 인식하여 WBAN과 관련된 정책적 규제, 물리계층(PHY)과 MAC 계층에 대한 표준화를 위한 study group을 구성하였다. 현재 WBAN 스타디 그룹에서는 일본의 NICT(National Institute of Information and Communication Technology)가 주도적인 역할을 담당하고 있으며, 우리나라의 전파진흥원(KORPA)과 ETRI, 삼성, LG 등에서 점차 활동범위를 넓혀가고 있다. 현재 WBAN 표준화에 대한 진행이 활발히 진행 중이며, IEEE 802.15.6 TG BAN에서는 WBAN을 위한 PHY와 MAC의 표준화를 위하여 다양한 기고와 연구를 진행하고 있다[9-10].

2.2 IEEE 802.15.4 관련 연구 동향



<그림 2-2> IEEE 802.15.4의 슈퍼프레임 구조

<그림 2-2>는 IEEE 802.15.4 슈퍼프레임의 구조를 나타낸 것으로 각 센서 노드들은 비콘(beacon)과 함께 동작되며, 코디네이터들과는 성형 토폴로지로 구성하게 된다. 일반적으로 IEEE 802.15.4 슈퍼프레임은 비콘을 포함한 데이터를 송수신할 수 있는 슈퍼프레임 구간(SD, 슈퍼프레임 Duration) 혹은 활동(active) 구간과 데이터를 송수신할 수 없는 비활동(inactive) 구간으로 나누어진다. 활동구간과 비활동 구간을 합친 구간이 비콘구간(BI,

Beacon Interval)이며, 이 비콘구간은 연속적으로 반복되므로 한 주기로 간주될 수 있다[11].

활동구간인 CAP 구간은 PAN 코디네이터에게 보낼 데이터가 있는 센서노드가 무선 매체를 점유하여 데이터를 전송하기 위해 CSMA/CA에 의한 경쟁을 통해 데이터를 전송하는 구간이다. CFP 구간은 VoIP와 같이 지연 시간에 민감한 특성을 갖는 트래픽의 QoS를 보장하기 위해 미리 할당해 놓을 수 있으며[12, 13], CFP 구간은 몇 개의 GTS(Guaranteed Time Slot)로 나누어 사용되며, GTS 구간은 미리 약속된 특정장치에게만 자원을 예약하여 할당하게 된다. WBAN에서도 중요/긴급/실시간 데이터를 충돌 없이 보내기 위해 자원 예약 기법을 적용할 수 있다. 802.15.4 GTS는 한 슈퍼프레임내에 최대 7개까지만 사용 가능할 수 있지만 확장성 부족으로 이를 보완할 수 있는 자원예약 기법이 적용되어야 한다[14]. 비활동 구간은 데이터 전송 구간이 끝나고 센서 노드가 비활동되는 구간으로 다음 비콘 프레임이 PAN 코디네이터로부터 전송될 때까지 아무런 동작을 하지 않는다[3].

WBAN MAC Protocol에서 QoS 보장은 자원예약 기법을 통해 가능하다. 특히 의료용 응용의 경우, 사람의 생명과 직접적으로 연관되고 긴급한 데이터를 전송하기 때문에 데이터 별로 우선순위를 두어 전송할 수 있는 메커니즘이 꼭 필요하다[8]. 우선순위 기법은 802.15.4에서는 CFP 구간에서는 다른 장치에 비해 높은 우선순위 전송 가능하며, CFP 구간에서 먼저 GTS를 요청한 장치에게 자원이 할당되며, 긴급/실시간 데이터 지원을 위한 802.15.4 매체접근 기법의 수정/보완이 필요하다[14].

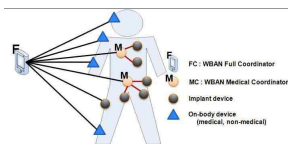
802.15.4 표준 주소는 64-bit 주소를 사용하지만 GTS 디바이스는 오버헤드를 줄이기 위해 8-bit short 주소를 사용한다. 생명과 직결되는 생체신호의 중요성에 의거하여 비콘이 Broadcasting 된 후 즉시 GTS 서비스를 수행함으로써 비콘 주기가 긴 경우에 발생할 수 있는 서비스 지연 문제점을 해결 할 수 있다[15].

<표 2-2>은 WBAN과 관련된 전송기술과의 차이점을 나타낸 것이다.

<표 2-2> WBAN과 기존 기술과의 비교

	WBAN (제안)	WPAN (802.11b)	Zigbee	Wibro
전송 방식	Guaranteed Service	contention CSMA-CA	contention CSMA-CA	CSMA-CA
전송 속도	10k~10M	11Mbit/s	20~250K	1M
전송 거리	3~5m이내	100m	100~300m	5~10m

III. WBAN 실험 환경과 프로토콜 구조 설계

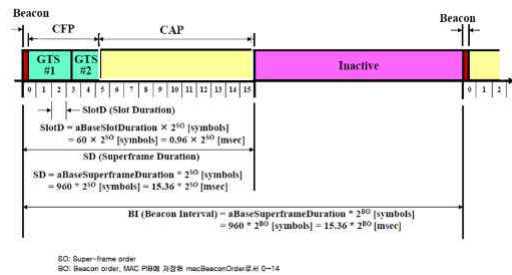


<그림 3-1> WBAN 실험 환경과 생체신호 종류

가상 실험 시나리오 대상으로는 심혈관 질환자 대상, 운동선수 대상, 다이어트 및 운동 모니터링, 운동량 모니터링 등을 들 수 있다.

본 실험에서는 고혈압/동맥경화/심장병/심부전증/고혈압성 심장질환/부정맥/심근증/선천성 심장질환자 등 심혈관 유질환자를 대상으로 심전도/혈압/심박수/체온(체열) 등의 생체신호를 통해 관련 위험 관련 요소를 사전에 체크할 수 있으므로 심장이상 발현 및 돌연사를 미연에 방지할 수 있는 위급시스템(Emergency System) 구축을 목표로 가상 시나리오를 만들게 되었다. 이를 근거로 유질환자 대상으로 위급신호(심전도), 준위급신호(수축기/이완기 혈압), 일반적 신호(심박수, 체온, 활동량,

소비칼로리 등)로 구분하여 각 생체신호에 대한 우선순위(priority)를 부여하는 방법을 채택하였다. 신뢰성 확보를 위해 위급신호 및 준위급 신호에 대하여서는 실시간 응답이 필요하며, 에러발생을 허용하지 않으며, 준위급 신호 중 심박수와 일반적인 신호에 대해서는 주기적 응답과 어느 정도의 에러를 허용할 수 있다.



<그림 3-2> 제안된 IEEE 802.15.4 슈퍼프레임 구조

이번 장에서는 WBAN 환경에서 위급 정보의 안정적 전송을 위한 IEEE 802.15.4 슈퍼프레임 내에서 GTS 사용에 대한 성능 평가를 위해 시뮬레이션 모델을 제시하고, 그에 따른 결과를 도출하였다. 따라서 제안된 슈퍼프레임 모델에서는 위급 신호의 경우 자원을 예약해서 활용할 수 있도록 먼저 CFP구간에서 GTS를 우선 사용하고, 일반 신호의 경우에는 다음 CAP구간에서 경쟁방식으로 처리된다. 센서들의 활용 용도에 따라 서로 다른 전송 시간을 가질 수 있기 때문에, 각 노드들에 대해서 전송 주기를 다르게 설정하여 실험하였다. 이와 같은 방법을 시뮬레이션 하기 위해 NS-2를 활용하였다. NS-2의 현재 버전에서는 GTS를 먼저 사용하는 메커니즘이 구현이 되어 있지 않기 때문에 슈퍼프레임 구조를 변경하여 CFP 구간에서 GTS를 우선 사용할 수 있도록 하였다.

응급환자의 생체 정보의 센싱 및 전송은 PAN 코디네이터의 비콘 프레임에 의해서 결정된다. 즉, 비콘 프레임을 수신한 센서 노드는 활성화 상태로 환자의 생체 정보를 센싱하고, 자신의 PAN 코디네이터에게 생체 정보를 전송한다. 제안된 프로토콜에서는 CSMA/CA 매체 접근

또한, 한 그룹의 각 센서 노드들의 트래픽 설정은 아래와 같다.

- 첫 번째 노드 : 일정(0.05, 0.5)초 주기로 GTS를 사용하여 패킷 전송
- 두 번째 노드 : 일정(0.05, 0.5)초 주기로 CAP에서 패킷 전송
- 세 번째 노드 : 일정(0.12, 1.2)초 주기로 CAP에서 패킷 전송
- 네 번째 노드 : 일정(0.12, 1.2)초 주기로 CAP에서 패킷 전송

위와 같이 설정한 후 각각의 그룹들을 하나씩 줄어가는 방식으로 시뮬레이션을 실행하였으며, 본 논문에서는 CAP과 함께 GTS를 사용하는 CFP가 있는 경우를 GPP(GTS Preferred Period)라 정의하였고, 전체 시뮬레이션 시나리오를 정리하면 <표 4-2>와 같다.

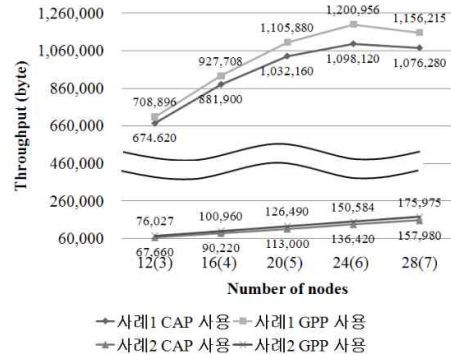
<표 4-2> 센서 노드별 트래픽 현황

시나리오	노드 시간	첫 번째 노드	두 번째 노드	세 번째 노드	네 번째 노드
사례 1	시간	0.05초	0.05초	0.12초	0.12초
	전송 구간	GTS 우선기반 (CFP)	경쟁 기반 (CAP)	경쟁 기반 (CAP)	경쟁 기반 (CAP)
사례 2	시간	0.5초	0.5초	1.2초	1.2초
	전송 구간	GTS 우선기반 (CFP)	경쟁 기반 (CAP)	경쟁 기반 (CAP)	경쟁 기반 (CAP)
사례 1과 사례 2 모두 센서 노드의 수를 12, 16, 20, 24, 28개로 변화하며 실험함					

4.3 시뮬레이션 결과

이번 장에서는 사례 1과 사례 2로 나누어서 시뮬레이션을 실행한 결과에 대해서 설명한다.

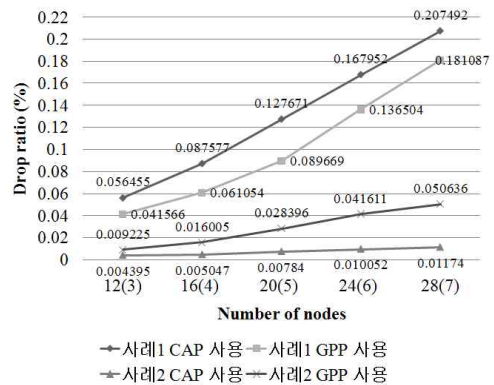
<그림 4-3>은 처리율을 비교한 그래프이며, 노드의 개수 옆에 괄호는 GTS 노드의 수를 말한다.



<그림 4-3> 처리율 비교

사례 1에서 보면 제안된 GPP 경우의 처리율이 CAP만 있는 경우보다 좋은 결과를 보이고 있다. 하지만, 노드의 수가 계속 증가함에 따라 경쟁이 치열해짐으로 인하여 28개의 경우는 오히려 감소하는 것을 볼 수 있는데, 이는 GTS 사용 노드들이 늘어남에 따라 CAP 크기가 점점 더 줄어들면서 CAP 노드들 간의 경쟁이 치열해져서 나온 결과이다. 따라서 GPP의 경우가 CAP만 있는 경우보다 처리율이 최소 5%에서 최대 9.3% 향상되었다.

사례 2의 경우 제안된 GPP의 처리율이 11~12% 정도 더 높은 것을 확인할 수 있다. 또한, GTS 사용 노드의 개수는 전체 노드의 1/4이지만 처리율은 약 42%를 차지함으로써, 성능이 더 좋다는 것을 볼 수 있다.

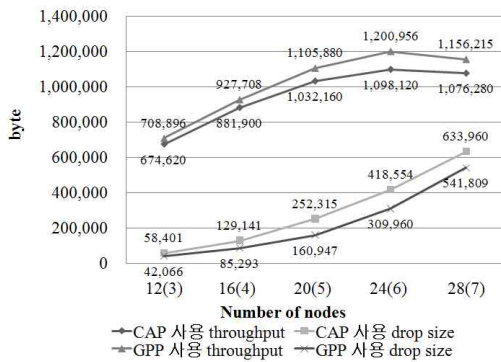


<그림 4-4> 드롭율 비교

<그림 4-4>는 드롭율을 비교한 그래프이다.

사례 1을 보면 CAP만 사용하는 경우와 GPP를 사용하는 경우 모두 노드의 개수가 증가할수록 드롭율이 높아지지만, GPP의 경우 드롭율이 더 낮아 성능이 더 좋은 것을 볼 수 있다.

사례 2를 보면 처리율은 GPP를 사용한 경우가 더 좋았던 반면, 드롭율에서는 노드의 수가 증가하면서 경쟁이 치열해져서 CAP만을 사용한 경우의 결과가 더 좋게 나온 것을 볼 수 있다. 사례 1에 비해 사례 2가 전송주기가 더 느리고, 데이터를 드물게 전송하기 때문에 CAP에서의 경쟁이 줄어들어 CAP에서의 성능이 더 좋아졌다는 것을 볼 수 있다.



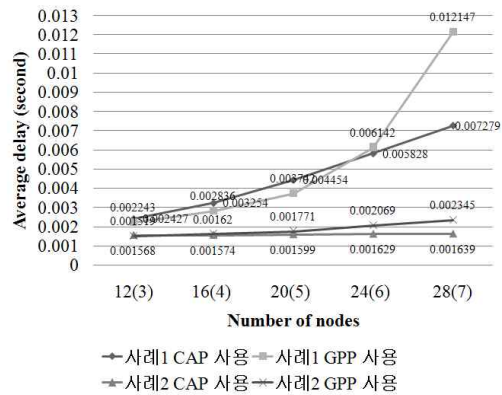
<그림 4-5> 처리율과 드롭되는 패킷의 크기 비교

<그림 4-5>은 처리율과 드롭되는 패킷의 크기를 비교한 그래프이다.

사례 1을 보면 GPP를 사용하는 경우 처리율이 높고 드롭 크기가 작아 성능이 더 좋은 것을 알 수 있으며, 노드의 수가 늘어남에 따라 드롭 크기의 증가폭이 증가하고 있음을 알 수 있다. GPP의 경우, CAP만 있는 경우보다 처리율이 최소 5% 에서 최대 9.3% 향상되었으며, CAP만 사용한 경우보다 GPP를 사용한 경우의 드롭 크기는 최소 14%, 최대 36%정도 적은 것을 볼 수 있다.

사례 2를 보면 CFP가 생김으로써 CAP가 줄어들게 되

어 GTS를 사용하지 않는 노드들 간의 경쟁이 치열해지게 되므로 드롭되는 패킷의 양이 늘어난다. 그러나 드롭 크기가 가장 큰 28개 노드가 있는 경우를 보면, GPP를 사용했을 때가 CAP만 사용했을 때보다 드롭 크기가 9,963 byte 많았지만 처리율이 17,995 byte 더 많아, GPP 사용시의 이익이 더 큰 것을 볼 수 있다. 또한, GPP를 함께 사용한 경우, 처리율인 175,975byte에 비해 드롭 크기는 12, 258 byte로 약 7%에 불과하며, 실험 결과 역시 GTS 사용 노드들에 데이터는 드롭되지 않기 때문에, GTS를 사용하는 것이 긴급 신호 전송에 적합하다는 것을 알 수 있다.



<그림 4-6> 평균 지연 비교

<그림 4-6>은 평균 지연을 비교한 그래프이다.

사례 1을 보면 CAP만 사용한 경우에 비해 GPP를 사용한 경우, 노드의 수 증가에 따라 평균 지연의 증가폭이 더 큰 것을 볼 수 있다. 이것은 CFP가 생김으로써 전체 슈퍼프레임에서 차지하는 CAP의 크기가 줄어들게 되어, CAP에서 통신하는 노드들의 경쟁이 더욱 치열해지기 때문이다. GPP를 사용하는 경우에도 노드의 개수가 늘어나면서 경쟁이 치열해지는 것은 동일하지만, 경쟁 노드의 수의 증가뿐 아니라 CAP 감소까지 더해져 이러한 결과가 나온 것이다. 따라서 노드 개수가 20개일 때까지는 GPP의 평균 지연이 더 작아 성능이 좋지만, 그 보다

더 노드가 많아지면 GPP의 경우 평균 지연이 더 커지게 된다.

사례 2의 경우 CAP만 사용한 경우의 평균 지연은 미미하게 증가한 반면, GPP를 사용한 경우의 평균 지연은 상대적으로 증가폭이 크다. 이 역시 드롭을 결과처럼 CFP가 생김에 따라 CAP길이가 줄어들어 경쟁이 증가했기 때문이다.

4.4 시뮬레이션 분석

앞에서의 실험 결과에 따른 분석 결과는 <표 4-3>과 같다. 표에서 보듯이 실제 WBAN에서 CAP만 사용한 경우보다 GPP를 사용하는 경우가 응급 상황에서 중요 정보에 대해 신뢰성 및 안전한 전송을 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

<표 4-3> 시뮬레이션 분석 결과

시나리오 성능 평가항목	사례 1	사례 2
처리율	- 전 구간에서 GPP의 성능이 좋았음 - 단, 28개일 경우 24개일 경우보다 성능이 감소하였음	- 전 구간에서 GPP의 성능이 좋았음 - 노드 수가 증가함에 따라 성능이 선형으로 증가하였음
드롭률	- 전 구간에서 GPP의 성능이 좋았음	- 전 구간에서 GPP의 성능이 좋았음
평균 지연	- 노드 수가 20개일 경우까지는 GPP를 사용한 경우가 성능이 더 좋음 - 24개 보다 많은 경우 CAP만 사용한 경우가 성능이 더 좋음	- 노드 수가 12개일 경우에만 GPP를 사용한 경우가 성능이 더 좋음 - 16개 보다 많은 경우 CAP만 사용한 경우가 성능이 더 좋음

V. 결론 및 향후 과제

WBAN 환경에서 IEEE 802.15.4 슈퍼프레임 구조의 변형을 통해 응급상황시 위급 신호의 자원을 예약해서

CFP 구간에서 GTS를 우선 사용할 수 있도록 하여 빠른 전송을 보장 및 긴급 정보의 안정적인 전송을 위한 프로토콜 구조를 설계하였다.

3장의 실험결과를 통해 GTS를 이용한 CFP에서의 통신은 CAP 구간을 감소시킴으로써 CAP를 이용하는 노드간의 경쟁이 치열하게 만든다. 이로 인해 CAP에서 드롭 되는 패킷 크기와 평균 지연이 증가하게 된다. 그러나 GTS를 사용하여 데이터를 전송하는 CFP에서는 드롭이 없고, 낮은 지연의 통신이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한 처리율은 CAP와 CFP를 함께 이용할 때가 더 좋은 결과를 나타냈다.

결과적으로 이러한 실험결과는 GTS를 사용하여 데이터를 전송하는 것은 CAP에서의 경쟁증가로 인해 성능이 저하되기도 하지만 CFP에서의 안정적인 통신으로 인한 성능향상 효과가 크다는 것을 알 수 있다. 패킷 전송 주기를 달리한 2가지 실험을 통해, 전송주기가 짧아 데이터를 자주 보내는 경우, 평균 지연을 제외한 모든 면에서 GPP를 이용할 때 성능이 좋다는 것을 알 수 있다. WBAN은 응급 상황에서 중요 정보에 대해 신뢰성 있는 전송을 필요로 하므로, GTS 사용을 통해 중요 정보를 빠르고 안정적으로 전송할 수 있다.

기존 연구의 문제점은 일반적으로 생체신호의 트래픽 주기가 매우 짧은 관계로 예상보다 처리율 및 드롭률에서 현저한 차이점을 확인할 수 없었던 점은 향후 추가적인 연구를 통해 분석되어야 한다고 생각한다.

향후 과제로는 시뮬레이션 결과에 따르는 실제 테스트 베드를 구축하여 기존 개발된 생체신호 센서를 활용하여 구현을 할 예정이다. 또한 802.15.6 MBAN에서의 주요 이슈인 다양한 생체신호의 종류에 따라 다양한 통신 프로토콜이 존재함으로 표준화에 대한 연구가 필요하며, BER(bit error rate), 지연(지연), 대역폭에 대한 QoS 보장에 대한 추가 연구가 요구된다.

참고문헌

- [1] 신선희 외 3인, "U-Healthcare 환경에서 환자정보 보호를 위한 전자차트 부분 암호화 기법 설계," 디지털산업정보학회 논문지, 제6권, 제3호, 2010, pp. 91-101.
- [2] 김현성 외 5인, "만성질환자 관리를 위한 유비쿼터스 헬스케어 시스템," 한국통신학회지 정보와 통신, 27권, 9호, 2010, pp.3-7.
- [3] 윤찬영, "U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서의 응급 메시지 처리에 관한 연구," 한국통신학회 논문지, Vol 33, No 12, 2008, pp.457-458.
- [4] 최원석, 조성래, "무선 인체 통신 네트워크를 위한 응급데이터 전송기법," 한국통신학회논문지, Vol. 34, No. 12, 2009, pp.1329-1335.
- [5] Jianliang Zheng, Myung J. Lee. "Added code for mac802. 15. 4," NS-2.28 Released on Feb 3, 2005.
- [6] Iyappan Ramachanran, "Several changes to WPAN module," NS-2. 31 Released on Mar, 2007.
- [7] 이형수, "WBAN 핵심기술 개발 현황," ETRI 발표자료, 2008.
- [8] "Application Class Structure," IEEE 802. 15-15-08-0096-00-0006.
- [9] 장병준, 최선웅, "Wireless Body Area Network 기술 동향," 한국전자과학회, 제19권, 제3호, 2008, pp. 35-45.
- [10] <http://www.ieee802.org/15>.
- [11] 김정아, 전영호, 박홍성, "IEEE 802. 15. 4에 있어서 샘플링 주기를 이용한 비콘 구간 및 슈퍼프레임 구간의 적응적 제어방법," 한국통신학회논문지, Vol 32, No 1A, 2007, pp.76-77.
- [12] 강재은, 박학래, 이정규, "클러스터-트리 기반 LR-WPAN에서 End-to-End 지연시간을 줄이기 위한 적응적 Beacon 스케줄링 알고리즘," 한국통신학회논문지, Vol. 34, No. 3, 2009, pp.256-257.

- [13] Anis Koubaa, Mario Alves and Eduardo Tovar, "A comprehensive simulation study of slotted CSMA/CA for IEEE 802. 15. 4 wireless sensor networks," IEEE, pp.183-192.
- [14] 김은교, 손진호, "WBAN을 위한 MAC 프로토콜 기술 동향 및 과제," 한국통신학회지 정보와 통신, 2008, pp.29-30.
- [15] 박일권, 이성일, 임재성, "IEEE 802. 15. 4 시스템에서 GTS 서비스 지연시간 단축을 위한 새로운 MAC 프로토콜 구조," 아주대학교 정보통신전문대학원 발표자료, 2004.

■ 저자소개 ■



이 동 호
Lee, Dong ho

1984년 9월~현재
광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 교수
1988년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1983년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사
1979년 2월 서울대학교 전자공학과 공학사
관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 차세대 인터넷, WBAN



왕 종 수
Wang, Jong Soo

1998년 3월~현재
서일대학 인터넷정보과 교수
2003년 9월 광운대학교 컴퓨터과학과 (박사수료)
1993년 3월 광운대학교 전자계산학과 (이학석사)
1984년 3월 중앙대학교 전자계산학과 (이학사)
1995년 3월~1998월 2월 세우시스템 기술연구소 연구실장
관심분야 : u_Healthcare, USN, WBAN

논문접수일 : 2010년 10월 15일
수 정 일 : 2010년 11월 18일
게재확정일 : 2010년 11월 24일