

UWB기반 다중 홉 선박 네트워크간의 공존을 위한 충돌 회피 기술

김진우*, 박종환*, 이성로^o

Collision Avoidance Method for Coexistence between Relay-Based Multi-Hop UWB System

Jin-Woo Kim*, Jong-Hwan Park*, Seong Ro Lee^o

요 약

집이나 사무실과 같은 소규모의 무선 환경에서 UWB 기반의 다양한 네트워크가 혼재할 수 있다. 이들 네트워크들은 각각의 어플리케이션을 위해 독립적으로 동작하기 때문에, 인접한 네트워크간의 데이터 충돌이 발생할 수 있다. 네트워크내의 디바이스들이 많이 공존할 때 데이터 충돌을 피하기 위해 다른 시간대의 자원을 사용할 경우 서비스 제공을 위해 필요한 자원이 부족하게 되는 현상이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 다수의 UWB 시스템들이 공존하기 위한 충돌 회피 기법을 제안하였다. 이를 증명하기 위해, 본 논문에서는 제안된 기법을 시뮬레이터에 적용시켜서 성능 분석을 수행하였다.

Key Words : High Rate WPAN (Wireless Personal Area Networks), UWB, Network Coexistence, Wireless USB, WiMedia

ABSTRACT

In a small wireless environment, such as your home or office, a various network using WiMedia PHY can be mixed. Because these networks operate independently for each application, data conflict can occur between adjacent networks. To avoid data conflict, the resource in a different time zone can be utilized. However, if devices in a network increase, available resources in the network decrease, and then the lack of resources necessary to provide service can occur. To solve this problem, we propose collision avoidance scheme for coexistence of various UWB systems. In this paper, we evaluate the performance of the proposed scheme through simulation.

I. 서 론

최근 몇 년간, 무선 홈네트워크 환경에서의 고품질

멀티미디어 서비스에 대한 요구가 점차 증대되고 있다. 와이미디어 연합은 170개 이상의 회사들이 모여 UWB 기반의 물리 계층과 MAC계층에 대한 표준을

※ 본 연구는 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2009-0093828)과 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1009) 및 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단(No.2011-0029321)의 지원을 받아 수행된 연구임의 연구결과임.

♦ First Author : Mokpo National University Institute Research of Information Science and Engineering, jjin300@gmail.com, 정희원
^o Corresponding Author : Mokpo National University Department of Information & Electronics Engineering, srlee@mokpo.ac.kr, 정희원

* Mokpo National University Department of Naval Architecture, jongpark@mokpo.ac.kr

논문번호 : KICS2014-05-169, Received May 2, 2014; Revised August 12, 2014; Accepted August 12, 2014

발표하였다¹¹⁾. 최근에, 와이미디어 연합은 무선 USB, 무선 1394, 무선 IP, 블루투스과 같은 다양한 어플리케이션의 적용을 가능하게 하는 와이미디어 D-MAC(Distributed-MAC)의 표준을 발표하였다. 와이미디어 D-MAC은 분산적 매체 접근 방식을 지원한다.

무선 USB(Universal Serial Bus) 기술은 유선 USB 기술의 보편적 사용의 편리성에 따라, 초광대역(UWB)기반의 무선 기술과 유선 USB 기술을 결합한 기술이다. 이러한 무선 USB 기술은 유선 USB의 성능과 보안 기능에 무선의 편리함을 추가한 기술로서, 무선 USB의 호스트와 디바이스의 관계는 점대점으로 직접 연결되는 스타형 토폴로지이다^{13,41)}.

무선 USB는 무선 전송 매체로서 WiMedia UWB를 이용하는데, UWB는 3.1GHz 내지 10.6GHz 대역에서 53.3Mbps 내지 480Mbps의 고속 전송이 가능하고, 소비전력이 낮으며, 도청이 어렵고, 보안성이 우수하며, 정확한 위치 인식이 가능하다는 특징이 있기 때문에, 홈네트워크 뿐만 아니라 다양한 어플리케이션에서 사용이 가능하다. 특히, 이러한 무선 USB의 특징은 여객선과 같은 선박에서 사용자가 소지하고 있는 기존의 시스템에 선박의 운항정보와 같은 정보를 무선으로 전송하여 제공하는 어플리케이션에서 유용할 수 있다. 또한, 멀티미디어 스트리밍 서비스를 승객들에게 제공하는 것도 가능할 것이다.

이러한 UWB 기반의 와이미디어와 무선 USB 네트워크는 어플리케이션에 따라 같은 무선 환경에서 공존이 가능하며, 이들 네트워크간 통신이 필요한 경우도 있다. 또한, 원거리에서 존재하는 네트워크간 통신이 필요한 경우도 발생할 수 있다. 이를 위하여, 와이미디어 연합은 WiMedia radio platform 상으로 network 계층의 패킷을 전송하기 위한 프레임 포맷과 요구사항을 정의한 WLP (WiMedia logical link protocol) 규격을 정의하였다²⁾. 이 규격은 디바이스들간의 보안설정, 뿐만 아니라 WLP 프로토콜과 이더넷 프로토콜, 또는 다른 유사한 네트워크 프로토콜 간의 프레임들을 중개하기 위한 지원방안을 정의하였다²⁾.

클라이언트 디바이스들은 같은 WSS(WLP Service Set)에 속하는 다른 클라이언트 디바이스들과 직접 통신할 수 있다. 또한 클라이언트 브릿지가 제공하는 서비스를 이용하여, 다른 WSS에 속하는 클라이언트 디바이스와 이더넷 스테이션과 같은 노드들과 통신할 수도 있다.

클라이언트 브릿지 기능을 갖는 디바이스들(client bridge)은 요청된 브릿지 서비스들을 갖는 클라이언트 디바이스들에게 프레임들을 전달한다. 여기서 클라이언

트 디바이스들(client device)은 WLP 프레임으로 전송되는 데이터의 최종 목적지 디바이스이거나 원래 데이터를 보낸 디바이스이다. 클라이언트 디바이스들은 클라이언트 브릿지를 통해 전달 가능한 목적지 주소들을 갖는 디바이스들과 통신하기 위해 클라이언트 브릿지에게 직접 프레임들을 전송한다. 클라이언트 브릿지와 클라이언트 디바이스는 클라이언트 브릿지가 중계 서비스를 제공할 수 있도록 같은 WSS내에 속해야 한다.

원격 중계 기능을 갖는 디바이스(remote bridge)들은 네트워크 세그먼트간의 연결을 제공한다. 원격 브릿지들은 다른 원격 브릿지들과 프레임들을 주고 받을 수 있으며, 그러기 위해 각각의 원격 브릿지쌍들은 원격 브릿지들에 소속된 네트워크 세그먼트들을 중계하기 위한 새로운 세그먼트를 생성한다. 원격 브릿지들은 중계 매커니즘을 수행하기 위해 IEEE 802.1D를 구현하였으며, 필터 테이블을 이용하여 프레임들을 전달할 목적지를 결정한다. 원격 브릿지들은 네트워크 전반에 발생할 수 있는 중복된 경로(loop)를 제거하기 위해 spanning tree protocol을 구현하였다.

그림 1은 클라이언트 디바이스, 클라이언트 브릿지, 그리고 원격 브릿지를 포함한 네트워크에 대한 예를 보여주고 있다.

객실등과 같은 여러 객실들이 다수 존재하는 선박 내 네트워크 환경은 같은 무선환경 내에서 여러 개의 WSS가 존재할 수 있다. 독립적인 WSS들이 같은 무선 환경내에 존재하는 경우가 자주 발생할 수 있으며, 이는 여러 형태의 충돌이 발생할 수 있는 가능성을 제공할 수 있다. WiMedia, WUSB, 그리고 WLP 표준은 이러한 경우를 고려하지 않았기 때문에, 이러한 환

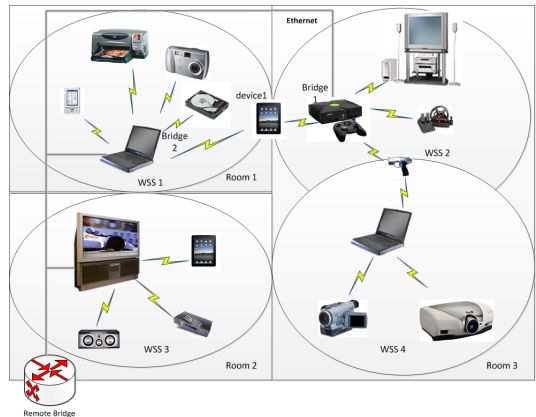


그림 1. 다중 홉 UWB 네트워크의 토폴로지
Fig. 1. Topology of multi-hop UWB network

경에서 발생하는 충돌을 막을 수 있는 방법을 제공하지 못한다. 따라서, 본 논문은 이러한 WSS간의 충돌을 회피하기 위한 새로운 자원 관리 기법을 제안하였다.

새롭게 제안하는 기법을 이용하여 새로운 유휴 채널을 검색할 수 있으며, 새롭게 비콘 프레임 및 데이터 프레임을 전송할 수 있는 time offset을 감지할 수 있다. 이를 증명하기 위해, 본 논문에서는 제안된 기법을 시뮬레이터에 적용시켜서 성능 분석을 수행하였다.

II. UWB 네트워크간 충돌 회피를 위한 자원관리 기법

집이나 사무실과 같은 소규모의 무선 환경에서 UWB 기반의 다양한 네트워크가 혼재할 수 있다. 이들 네트워크들은 각각의 어플리케이션을 위해 독립적으로 동작하기 때문에, 인접한 네트워크간의 데이터 충돌이 발생할 수 있다. 네트워크내의 디바이스들이 많이 공존할 때 데이터 충돌을 피하기 위해 다른 시간대의 자원을 사용할 경우 서비스 제공을 위해 필요한 자원이 부족하게 되는 현상이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 여러 UWB 시스템들이 공존하기 위한 자원 관리 기법을 제안한다.

우선, 인접한 지역에 다수의 WPAN들이 공존하며, 이들이 동시에 동작한다고 가정한다. 모든 WPAN들은 WiMedia PHY를 이용하며, 각각의 어플리케이션을 위해 독립적으로 동작한다. 또한, 각각의 WPAN에는 외부의 네트워크와 통신하기 위한 한 개의 Bridge 디바이스가 존재하며, 이들 Bridge 디바이스들은 외부와 이더넷을 이용하여 통신한다. 이들 WPAN들을 WSS라 부르며, WUSB 프로토콜을 사용하는 WSS에서는 WUSB 호스트가 Bridge 디바이스의 역할도 수행한다. WiMedia 프로토콜을 사용하는 WSS에서는 외부와 이더넷으로 연결된 디바이스가 Bridge 디바이스의 역할을 수행하며, 이들 bridge 디바이스들이 WSS를 초기화하고 구성한다.

2.1 WSS 초기화 및 구성

초기 상태에서, WSS bridge 디바이스는 새로운

WSS를 생성시키는 것에 의해, 자동으로 WSS에 등록이 되며 자신의 WSS에 등록하는 디바이스들하고만 통신할 수 있다. 클라이언트 디바이스는 기존의 WSS에 등록하여 WSS를 설정한 디바이스와 WSS에 등록된 다른 디바이스들과 통신할 수 있다.

최초에 bridge 디바이스는 새로운 WSS를 생성하기 앞서 자신의 WSS를 나타내기 위한 고유한 WSSID와 유휴 채널을 선택하기 위해 scan을 수행한다. 이 후, WSS를 만든 bridge 디바이스는 자신의 WSS를 나타내기 위한 고유한 WSSID를 설정한다. WSS를 만든 bridge 디바이스는 자신이 만든 WSS에 대한 정보를 담은 WLP IE를 자신의 beacon에 포함시켜 브로드캐스팅한다. 그림 2는 WLP IE의 구조를 보여주고 있다.

Capabilities 필드는 WSS 디바이스의 동작 모드를 설정하는 필드이며, Cycle Parameters와 ACW/AnchorAddr 필드는 저전력모드로 진입하기 위한 주기 및 디바이스 주소등을 설정하는 필드이다. Bridge Information 필드는 Remote Bridge나 Client Bridge의 기능과 정보를 담은 필드이며, WSSID Hash List 필드는 디바이스가 어떤 WSS를 구성했는지 가리키는 WSSID hash 값을 포함한다. Broadcast Traffic Indication 필드는 Traffic Indication 필드를 포함한다. 각 Traffic Indication 필드는 WLP broadcast 혹은 multicast 트래픽을 싣는 프레임을 전송하려고 하는 디바이스의 이웃 노드들에게 알린다.

WLP 기술규격에서는 WSS를 만든 디바이스를 registrar로, WSS에 가입하는 클라이언트 디바이스를 enrollee로 표현하고 있으며, 본 논문에서도 이 정의를 그대로 사용할 것이다. Registrar가 브로드캐스팅하는 비컨을 수신한 enrollee는 WSS에 가입하기 위해 association 프레임을 registrar에게 전송한다. 디바이스는 association 프레임을 전송할 때, Imm-ACK 정책을 사용한다. 디바이스는 Imm-ACK 프레임을 수신하지 못할 경우, 해당 association 프레임을 재전송한다. Association 프레임에 대한 응답을 요청받는다면, registrar나 enrollee는 association 프레임을 수신한 후 wResponseTimeout(5초)이내에 association 응답 프레

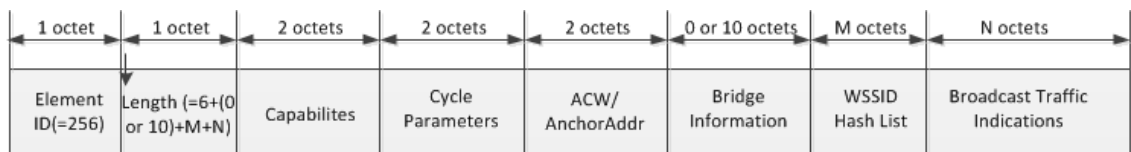


그림 2. WLP IE의 구조
Fig. 2. The format of WLP IE

임을 전송한다. 그림 3은 association 프레임의 구조를 보여주고 있다.

Association 프레임은 association subtype과 관련된 정보들을 포함하고 있는 Attribute 필드의 집합으로 인코딩된다. Association Subtype 필드는 프레임에 포함된 Message Type 속성내의 Attribute Value를 설정한다. Attribute Type 필드는 Attribute Value field의 내용을 결정하며, Attribute Value 필드는 0x2000~0x20FF사이의 Attribute Type 값을 갖는 Attribute로 설정되며, 해당 타입과 값들은 WLP에 명시되어 있다^[2].

그림 4는 registrar와 enrollee가 WSS를 구성하는 일련의 과정을 보여주고 있다.

디바이스는 두 가지 중 한가지 방법으로 WSS에 등록될 수 있다. 그 중 한가지는 새로운 속성을 갖는 새로운 WSS를 생성시키는 것으로 이 경우, 자동으로 WSS에 등록이 되지만 해당 WSS에 등록하는 디바이스들하고만 통신할 수 있다. 다른 방법은 기존의 WSS

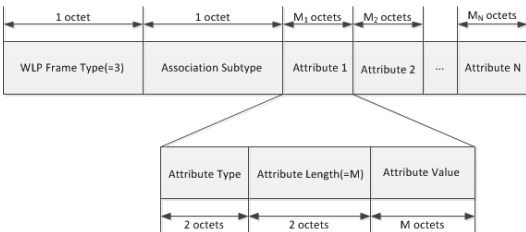


그림 3. Association 프레임의 구조
Fig. 3. The format of association frame

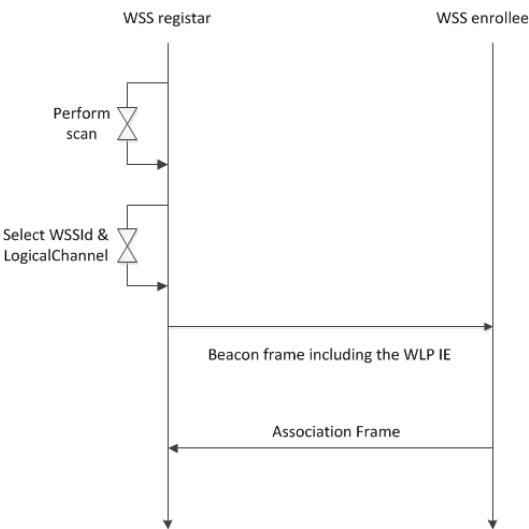


그림 4. WSS 형성 과정
Fig. 4. WSS Configuration Flow

에 등록하는 방법이며, 이 경우 WSS를 설정한 디바이스와 WSS에 등록된 다른 디바이스들과 통신할 수 있다. 기존의 WSS에 등록하기 위해서, 디바이스는 해당 WSS에 등록을 수락할 다른 디바이스의 존재를 우선 찾아야 한다. WSS 디바이스는 활성화되면, 정해진 기간동안 스캔을 시도한 후, 기존의 등록된 WSS가 없으면, 자신의 WSS ID와 통신 채널을 선택한다. WSS에 관한 정보를 포함하는 WLP IE를 비컨에 포함시킨 후 브로드캐스팅한다. WLP IE를 수신한 주변 디바이스들은 WSS enrollee로서 동작하며, WSS registrar에게 Association 프레임을 전송하여, WSS에 합류한다.

2.2 유희채널 검색

제안하는 기법의 핵심 개념은 비활성 구간동안 다른 이용 가능한 무선 채널을 스캔하고, 디바이스가 비컨 프레임 충돌을 인지한다면, bridge 디바이스는 스캔한 유희 채널에서 자신의 WSS에 속하는 해당 디바이스와 다시 네트워크를 형성하는 것이다. 이를 위해 bridge 디바이스는 다른 디바이스들이 나머지 무선 채널을 사용하고 있는지 여부를 체크해야 한다. Bridge 디바이스는 스캔 구간동안 수신된 데이터 프레임을 분석하여 다른 WSS들의 존재를 간접적으로 인식할 수 있다. WSS를 구성하는 네트워크인 WiMedia와 무선 USB 표준은 슈퍼프레임내에 별도의 inactive 구간을 정의하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 유희 채널을 스캔하기 위한 구간을 WiMedia와 무선 USB를 구분하여 정의할 것이다. WiMedia의 데이터 전송구간은 크게 PCA(Prioritized Contention Access)구간과 DRP(Distributed Reservation Protocol)구간으로 분류된다. PCA 구간의 경우 경쟁구간이기 때문에 언제 데이터가 수신될 지 알 수 없다. 따라서 PCA 구간에서는 bridge 디바이스가 유희 채널을 검색하기 위해 다른 무선 채널로 이동할 수 없다. DRP 구간의 경우 데이터를 경쟁없이 교환하기 위해 특정 디바이스들이 예약하는 구간이기 때문에, 자신이 예약한 구간이 아니라면 데이터가 bridge 디바이스 자신에게 수신되지 않는다. 따라서, 다른 디바이스들에 의해 예약된 DRP 구간을 inactive 구간으로 정의하고 해당 구간에서 유희 채널 스캔을 수행한다.

무선 USB 네트워크의 경우 WiMedia MAC의 슈퍼프레임 내에서 특정 데이터 전송 구간만을 사용하기 때문에, 무선 USB 호스트는 자신의 무선 USB 클러스터가 사용하는 구간을 제외한 나머지 구간을 inactive 구간으로 정의하고 해당 구간에서 유희 채널

스캔을 수행한다. 그림 5는 제안하는 기법의 스캔 메커니즘을 보여주고 있다.

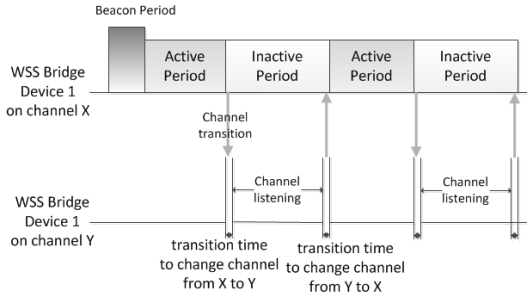


그림 5. 비활성 구간에서의 유휴 채널 검색
Fig. 5. Idle Channel Scan during inactive period

2.3 충돌 회피를 위한 자원관리 기법

충돌을 감지한 디바이스는 자신이 속한 WSS의 bridge 디바이스에게 충돌이 발생하는 상황을 알려야 한다. 본 논문에서는 충돌 사실을 bridge 디바이스에게 알리기 위한 새로운 WSS Collision IE를 제안한다. 그림 6은 WSS Collision IE의 구조를 보여주고 있다.

충돌을 감지한 디바이스는 충돌이 발생한 구간을 Collision Period Bitmap 필드에 표시한 후, 비콘프레임에 포함시켜서, Bridge 디바이스에게 전송한다. WSS Collision IE를 수신한 Bridge 디바이스는 유휴 채널중 하나를 선택하여 이동할 채널을 WSS내의 디바이스들에게 알린다. Bridge 디바이스가 WSS 멤버

Element ID	Length	WSSID	Dev Addr	TTL	Collision Period Bitmap
1 octet	1 octet	16 octets	6 octets	1 octet	1 octet

Fig. 6. The format of WSS Collision IE
그림 6. WSS Collision IE의 구조

Element ID	Length	Channel Change Countdown	New Channel Number
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet

그림 7. Channel Change IE의 구조
Fig. 7. The format of Channel Change IE

들에게 채널이동에 대한 정보를 제공하기 위해, Channel Change IE를 자신의 비콘에 포함시켜 브로드캐스트한다. 그림 7은 Channel Change IE의 구조를 보여주고 있다.

Bridge 디바이스는 이동할 채널의 정보를 New Channel Number 필드에 저장하며, 이동을 할 superframe의 Channel Change Countdown 필드에 저장하여 WSS 멤버들에게 알린다. Channel Change IE를 수신한 WSS 멤버들은 지정된 Superframe구간에서 지정된 채널로 이동하여 기존의 통신을 계속 수행한다. 그림 8은 제안하는 자원 관리 기법의 동작을 보여주고 있다.

device 1이 bridge 1과 WSS를 형성하고 있다고 가정해보자. Bridge 1은 active 구간동안 무선 채널 X를 통하여 비콘 프레임을 전송하며, inactive 구간동안의

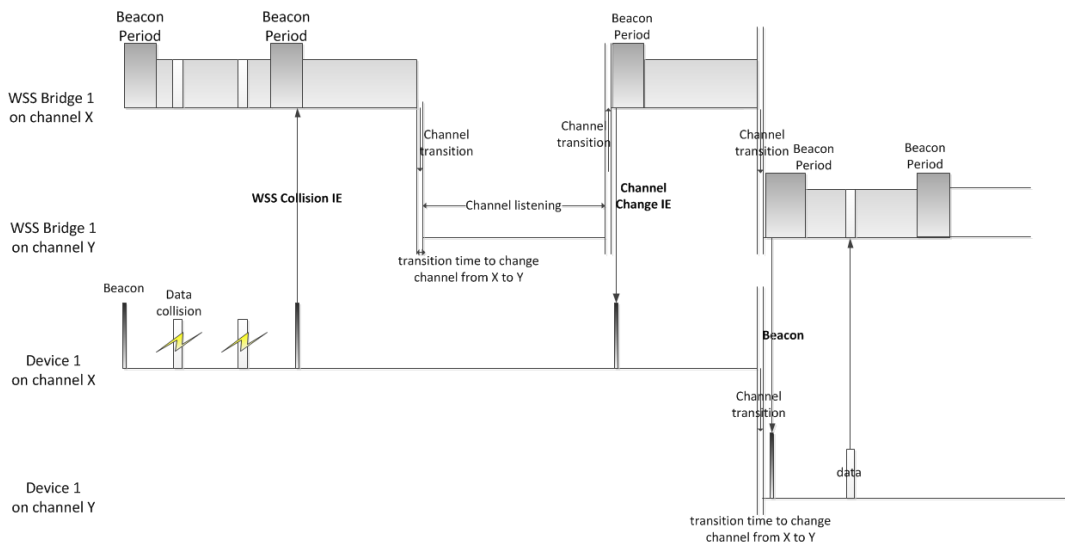


그림 8. 제안하는 자원 관리 기법의 동작 예
Fig. 8. The operation of proposed resource management scheme

무선 채널 스캔을 통해, 무선 채널 Y가 새롭게 사용가능하다는 것을 알 수 있다.

WSS의 전송범위가 겹치는 영역에 존재하는 device 1은 데이터 프레임 충돌로 인해 데이터 프레임을 수신할 수 없다. device 1이 연속적으로 일정 수 이상의 전송한 데이터 프레임의 Ack를 수신할 수 없다면, device 1은 WSS Collision IE를 자신의 beacon에 포함하여 bridge 1에게 전송한다. WSS Collision IE를 수신한 bridge 1은 유휴 채널중 하나를 선택하여 Channel Change IE를 자신의 WSS에 속하는 디바이스들에게 브로드캐스팅한다. Channel Change IE를 수신한 디바이스들은 지정된 superframe 구간에서 채널 이동한 후, 기존의 통신을 계속 수행한다.

III. 성능 분석

제안하는 MCS 기술의 성능을 분석하기 위해, 그림 9와 같은 네트워크 환경 하에서 시뮬레이션을 실시하였다. 그림 9에서 보는 바와 같이 4개의 bridge 디바이스와 1개의 디바이스가 있는 환경에서 본 논문에서 제안한 기법을 적용하여 얻은 시뮬레이션 결과이다.

데이터 프레임이 충돌하는 환경을 만들기 위해, 최초의 같은 시간대에서 데이터를 전송하도록 하기 위

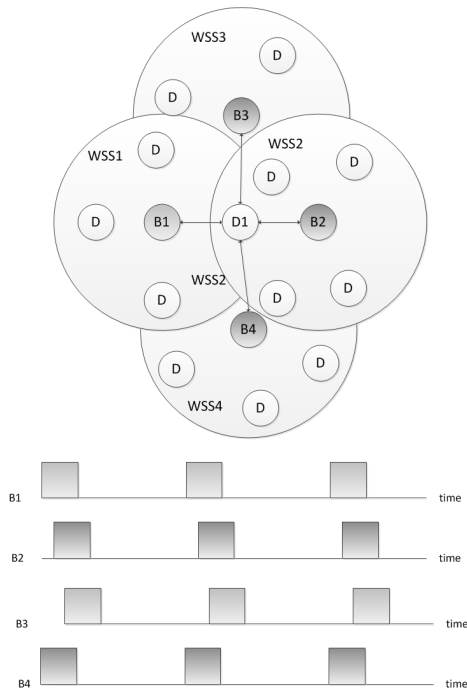


그림 9. 시뮬레이션에 적용한 네트워크 토폴로지
Fig. 9. Network topology used in simulation

해 같은 시간대의 자원을 예약하여 데이터를 전송하도록 하였다. 시뮬레이션 수행시간은 1000초동안 수행하였으며, 시뮬레이션에 적용시킨 파라미터들은 표 1과 같다. WSS1은 0초에서 시작되며, WSS2는 253.68초에서, WSS3는 491.57초에서, WSS4는 749.62초에서 시작한다.

그림 10은 시간이 흐름에 따라 D1이 수신한 데이터 프레임의 수를 비교한 것이다. 기존의 프로토콜 표준에서는 데이터 프레임의 충돌이 발생하면 더 이상 데이터를 수신하지 못하기 때문에, 수신한 데이터 프레임 수의 합이 더 이상 증가하지 않는다. 하지만 제안하는 알고리즘은 데이터 충돌을 감지한 이후 유휴 채널로 이동하여 통신을 계속 수행하기 때문에, 잠깐의 지연 시간 이후에 수신한 데이터 프레임의 수가 계속 증가한다.

그림 11은 delivery success rate대 패킷의 손실률을 보여주고 있다. 우리는 제안하는 기법의 성능을 분석하기 위해, delivery success rate을 사용하였으며 그

표 1. 시뮬레이션 파라미터
Table 1. Simulation Parameters

Parameter	Value
Transmission Power	-41.3dB/Mhz
Bandwidth	528Mhz
Frame Size	512, 1024, 2049, 4096 Bytes
Symbol Length	312.5ns
Preamble Length	9.375us
Header Length	3.75us
SIFS	10us
MISF	1.875us

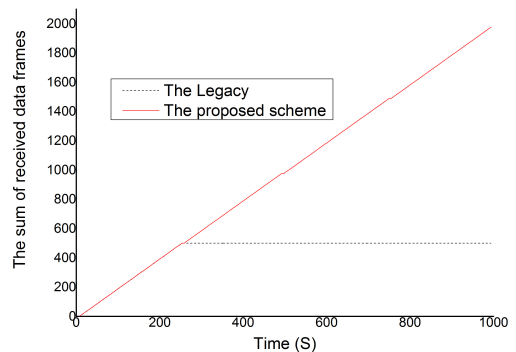


그림 10. 수신한 데이터 프레임의 합
Fig. 10. Sum of received data frames

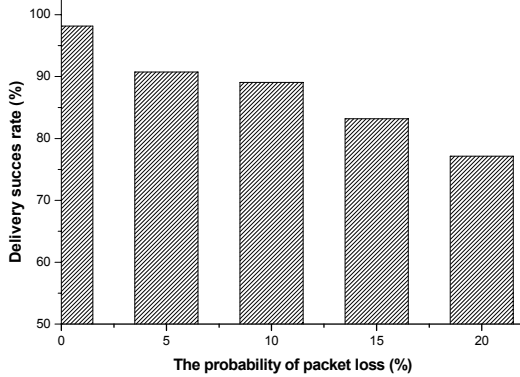


그림 11. 패킷 전달 성공률
Fig. 11. Delivery success rate

정의는 다음과 같다.

$$\frac{\text{The sum of frames received by client device}}{\text{The sum of frames sent by bridge device}} \times 100(\%)$$

시뮬레이션 결과 전송 에러율이 0%일 경우, delivery success rate은 97.46%이며, 전송 에러율이 20%일 경우, delivery success rate은 76.58%이다. 전송 에러율에 따른 데이터 프레임의 손실율을 고려한다면, 제안하는 알고리즘이 채택된 디바이스는 단지 3.42%의 데이터 프레임만을 잃게 된다.

그림 12는 인접 WSS의 수에 따른 지연시간을 보여주고 있다. 시뮬레이션 결과 제안하는 기법의 지연시간은 WSS의 수에 관계없이 0.22~0.26ms의 값을 보이며, 큰 차이를 보이지 않는다. 제안하는 기법은

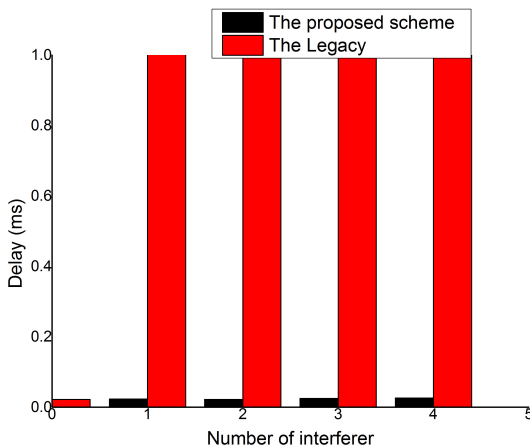


그림 12. 인접한 네트워크 수에 따른 지연시간
Fig. 12. Delay time according to the adjacent WSS

인접 WSS로부터의 간섭이 발생하면, 간섭이 존재하지 않는 새로운 채널로 이동하기 때문에, 간섭원의 수에 관계없이 유휴채널만 존재한다면, 통신에 큰 지장을 받지 않는다. 하지만, 기존의 표준에서는 인접 WSS와 충돌이 발생한다면, 더 이상 데이터 및 비콘 프레임을 수신하지 못하기 때문에, 인접한 WSS의 수에 관계없이 허용할 수 없는 큰 지연시간을 보이게 된다.

IV. 결 론

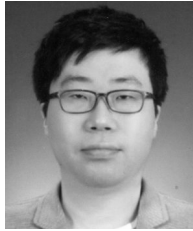
본 논문은 같은 무선 환경에서 여러 WSS 네트워크들이 공존하기 위한 새로운 다중 채널 스케줄링 기법을 제안하였다. 새로 제안한 기법은 선박내 다양한 격실 구조에서 공존하는 여러 WSS 네트워크들 사이에서 발생하는 데이터 충돌을 효율적으로 해결이 가능하다. 가용 무선 채널의 이용성을 극대화시키기 위해, 유휴구간동안 유휴 채널 스캔을 수행하여, 실제 무선 환경에 대한 정보를 제안하는 다중 채널 스케줄링 기법에 빠르게 적용할 수 있도록 하였다. 즉, 데이터 충돌이 발생한 이후에 채널 스캔을 하지 않고 평소에 유휴 채널 스캔을 하기 때문에, 데이터 충돌이 발생한 이후 빠르게 채널 이동이 가능하며, 데이터 충돌로 인한 네트워크의 단절을 최소한으로 줄일 수 있다.

References

- [1] WiMedia MAC Release Spec. 1.01, "Distributed medium access control (MAC) for wireless networks," Dec. 15, 2006.
- [2] WiMedia Alliance, "WiMedia logical link control protocol," Draft 1.0, Aug. 2007.
- [3] USB Implementers Forum, "Wireless universal serial bus specification, revision 1.1", Sept. 2010.
- [4] J. Foerster, E. Green, S. Somayazulu, and D. Leeper, "Ultra-wideband technology for short- and medium- range wireless communications," *Intel Technical J.*, May 2001.
- [5] C. Ma and M. Mehmet-Ali, "A Performance Modeling of Wimedia UWB MAC," in *Proc. 25th Biennial Symp. Commun.*, pp. 461-466, Ottawa, Canada, May 2010.
- [6] K. Shuaib, M. Boulmalf, F. Sallabi, and A. Lakas, "Co-existence of zigbee and WLAN, a performance study," in *Proc. Wirel. Telecommun.*

- Symp., pp. 1-6, Los Angeles, USA, Apr. 2006.
- [7] E. Toscano and L. Lo Bello, "Cross-channel interference in IEEE 802.15.4 networks," in Proc. *IEEE Int. Workshop Factory Commun. Syst.*, pp. 139-148, Dresden, Germany, May 2008.
- [8] H.-B. Jung, S.-H. Kim, and D.-K. Kim, "Energy efficient relay selection in a multi-hop ad-hoc environment," *J. KICS*, vol. 37B, no. 5, pp. 327-337, May 2012.
- [9] J. Lee, M. Yang, "Relay selection schemes using STBC technique in OFDM-based cooperative wireless communications," *J. KICS*, vol. 36, no. 7, pp. 640-648, Jul. 2011.
- [10] A. D. Le, J.-B. Park, Y. O. Cho, M. A. Jeong, S. R. Lee, and Y. H. Kim, "Self-interference cancellation-aided relay beamforming for multi-way relaying systems," *J. KICS*, vol. 38C, no. 4, pp. 378-386, Apr. 2013.

김진우 (Jin-Woo Kim)



2003년 8월 : 고려대학교 전기 전자전파공학부 졸업
 2005년 8월 : 고려대학교 전자 컴퓨터공학과 석사
 2011년 8월 : 고려대학교 전자 컴퓨터공학과 박사
 2011년~현재 : 목포대학교 정보

산업연구소(대학중점연구소) 연구교수

<관심분야> 해양IT융합기술, WPAN, IoT, Vehicular Network

박종환 (Jong-Hwan Park)



1972년 1월 : 서울대학교 조선 공학과 공학사
 1981년 1월 : 서울대학교 소신 공학과 공학석사
 1992년 5월 : Univ. of Michigan/ Dept. of NA&ME/ Ph.D (공학박사)

1996년 3월~현재 : 목포대학교 공과대학 조선공학과 교수

<관심분야> 선형설계, 선박계산, 선체운동성 해석

이성로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자 공학과 공학사
 1990년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
 1996년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사
 1997년 9월~현재 : 목포대학교

공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레미틱스응용분야, 임베디드시스템