

선박 및 실내 N-스크린 서비스를 위한 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 기술

허 경*, 이 성 로^o

Dynamic Threshold-Based Multicast Scheme for N-Screen Services in Indoor and Ship Area Networks

Kyeong Hur*, Seong Ro Lee^o

요 약

센서장비에 장착되는 무선통신 모듈은 선내 통합유무선 네트워크와의 원활한 연결을 위하여 무선 게이트웨이 기능을 수행하는 Bridge(브릿지)를 통한 데이터 전송방식이 필요하다. 본 논문에서는 선박 및 실내 끊임없는 N-스크린 서비스를 위한 무선 통신 MAC 구조로서, WiMedia Distributed-MAC(D-MAC) 프로토콜을 적용하고, 끊임 없는 D-MAC 프로토콜에서 P2P(Point to point) 스트리밍이 가능한 OSMU(One Source Multi Use) N-스크린 서비스를 제공하기 위해, 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 기술을 제안하고 성능을 분석하였다. 이를 위해 새로운 Hard/Soft Vertical Region(HVR-SVR) 기반 타임 슬롯 할당 기술과 Multicast 자원 예약기술을 결합하였다. 시뮬레이션 결과를 통해 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 기술은 다양한 서비스 시간 간격 요구를 갖는 실시간 N-스크린 데이터 전송에 있어, 멀티캐스트 및 유니캐스트 전송 DRP 예약 구간을 확장하고 수용을 향상시키는 효과를 나타내었다.

Key Words : N-screen, Ship Integrated Network, WiMedia MAC, Wireless bridge

ABSTRACT

A wireless bridge is essential to transmit control and managing information to sensors or instruments from a central integrated ship area network station. In this paper, a WiMedia Distributed-MAC(D-MAC) protocol is adopted for development of a seamless N-Screen wireless service in Indoor and Ship Area Networks. Furthermore, to provide the OSMU(One Source Multi Use) N-screen service through P2P streaming in the seamless D-MAC protocol, a Dynamic Threshold-based Multicast(DTM) technology is proposed and analyzed. For this technology, a new Hard/Soft Vertical Region(HVR-SVR) based time slot allocation and a multicast resource reservation scheme are combined. From simulation results, proposed DTM scheme expands the number of time slots available for unicast and multicast realtime N-Screen reservations with various service time interval requests. Furthermore, it enhances performances in viewpoints of realtime N-Screen data reservation conflict and throughput.

* 본 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과임(NRF-2014R1A1A205362 1) 및 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2009-0093828)과 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT 융합고급인력 과정지원사업(IITP-2015-H8601-15-1006)의 연구결과로 수행되었음

• First Author : Gyeongin National University of Education Department of Computer Education, khur@ginue.ac.kr, 종신회원

o Corresponding Author : Mokpo National University Department of Electronics Engineering, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS2015-04-104, Received April 2, 2015; Revised July 9, 2015; Accepted July 9, 2015

I. 서 론

최근 조선업계의 IT 융합 기술의 유비쿼터스 기반 지능형 선박 기술과 관련하여 선박 제조 및 운행 시 발생하게 되는 선박 유동 인원의 효율적인 관리 및 안전사고 방지 그리고 원격 자동화를 위한 선박 필드 시스템과 관련된 기초·원천기술 확보를 위한 연구를 수행하고 있다¹⁻³⁾. 선박의 IT 융합기술의 유망 혁신기술 전망에 따르면 미래 유망기술로 e-Navigation 기술, 스마트 선박(유비쿼터스 선박), 지능형 생산 공정 기술이 부각되고 있으며, 특히 스마트 선박기술로는 선박 내 유비쿼터스 네트워크 환경 적용을 통한 유무선 통신기술이 부각될 가능성을 높게 전망하고 있다. 이는 선박 내에서 사고 가능성이 높은 구역, 인체 유해 가스, 장비, 장치에 대한 실시간 모니터링을 통한 미연에 방지할 수 있는 안전관리 시스템으로 적용이 가능하며 선박을 이용하는 승무원이나 승객에게 IT 기술을 활용한 맞춤형 정보를 제공함으로써 사고 방지는 물론 근무환경과 이용환경의 효율을 높일 수 있다.

선박 내에서 사고 가능성이 높은 구역, 장비, 장치에 대한 실시간 모니터링을 지원할 수 있는 시스템으로 N-스크린 기술을 접목할 수 있다. N-스크린이란 공동된 운영체제를 탑재한 다양한 단말기에서 공동된 콘텐츠를 끊임없이 이용할 수 있는 서비스를 의미한다. 초기에는 하나의 콘텐츠를 다수의 기기에서 연속적으로 볼 수 있는 OSMU(One Source Multi Use) 서비스로 한정되었으나, 최근에는 콘텐츠를 중심으로 다양한 정보를 인터랙티브하게 접할 수 있는 ASMD(Adaptive Source Multi Device) 서비스를 N-스크린 서비스의 최종 목표로 한다. 즉, N-스크린 서비스는 다양한 이동성, 스크린 크기, 화질 등의 특성을 갖는 단말에서 직접적인 사용자 활동을 끊임없이 지원할 뿐만 아니라, 병렬적인 사용자 활동을 위한 서로 다른 스크린 단말간의 서비스의 분할 및 결합 등의 상호작용을 통해 방송, 통신 그리고 웹이 융합된 새로운 서비스를 제공하는 것까지 포함한다⁴⁾.

WiMedia Alliance는 WPAN을 위한 UWB 기반의 D-MAC(Distributed Medium Access Control) 프로토콜을 표준화하였다⁵⁾. D-MAC은 분산적인 MAC 구조를 갖으며, IEEE 802.15.3 프로토콜과는 반대로 D-MAC은 모든 디바이스들이 동등한 역할과 기능을 가지며 자동으로 망을 구성하고 디바이스들에게 매체 접근, 채널 할당, 데이터 송수신, QoS, 동기화 기능 등을 분산적인 방식으로 제공한다. 이에 D-MAC에서는 근본적으로 중앙집중구조의 MAC에서 나타나는 세

가지 문제들이 해결된다. D-MAC 프로토콜에서는 디바이스간의 동기화, 패킷 송수신, 채널 예약 정보 교환의 목적으로 각 노드는 자신의 비컨을 방송하며, 각 비컨에는 IE(Information Element) 필드들이 포함된다. 이러한 IE는 제어 및 관리 정보를 포함한다. 이러한 D-MAC의 분산적인 구조는 탁월한 이동성 지원과 편리한 네트워크 확장을 가능하게 하며 높은 Error Tolerance(오류 내성)을 갖는다⁶⁾.

본 논문에서는 선박 및 실내 끊임없는 N-스크린 서비스를 위한 무선 통신 MAC 구조로서, WiMedia D-MAC 프로토콜을 적용하고, 끊임없는 D-MAC 프로토콜에서 P2P 스트리밍이 가능한 OSMU(One Source Multi Use) N-스크린 서비스를 제공하기 위해, 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 기술(Dynamic Threshold-based Multicast : DTM)을 제안하고 성능을 분석하였다⁷⁾. 이를 위해 새로운 Hard/Soft Vertical Region(HVR-SVR) 기반 타임 슬롯 할당 기술과 Multicast 자원 예약기술을 결합하였다. 본 논문의 2장에서는 DTM 기술을 제안하고, 3장에서는 제안된 DTM 프로토콜을 시뮬레이션을 통하여 성능을 분석하고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 기술

N-스크린 서비스 네트워크를 비용 효율적으로 끊임없이 구성하는 기술로는 P2P(Point to point) 스트리밍 기술이 주로 사용되고, 서비스 영상이 중단되지 않도록 하기 위해서는 적응형 스트리밍 기술이 주로 사용된다. P2P 스트리밍 기술은 서비스를 받는 모든 기기들이 서비스 서버에서 콘텐츠를 전송받지 않고, 서비스 받을 콘텐츠를 가진 근접한 사용자 클라이언트로부터 전송받는 기술이다. 사용자의 기기 자원과 네트워크를 사용한다는 단점이 있으나, 서비스 서버의 부하와 네트워크 비용을 경감시켜 더욱 좋은 화질의 서비스를 제공하는 측면에 기여한다. 또한 대부분의 P2P스트리밍 기술은 사용자의 자원 정도를 사전에 측정하기 때문에 사용자가 자신의 기기를 사용하는 데에도 지장을 주지 않는다. 적응형 스트리밍 기술은 서비스 이용 환경, 즉, 가용 네트워크 대역폭, 기기의 성능 등을 확인하여 사용자가 매끄럽게 서비스를 받아 볼 수 있도록 가변적인 화질을 전송하는 기술이다⁸⁾.

유선 통신의 광 네트워크와 무선 통신의 WiMedia D-MAC의 통합으로 신뢰성 있는 전송이 가능한 지능형 선박 SAN(Ship Area Network) 네트워크 모델을 제시하고, SAN 통합 네트워크와 연결된 각종 센서와

제어기를 구성 및 관리 하고 원격제어를 하기 위한 무선 브릿지를 구성한다. 이는 선박 내부의 주요구획 및 장비에 대한 실시간 모니터링 및 열악한 선박 내부의 작업환경을 감시하여 선박의 사고예방에 도움을 줄 수 있을 것이며, 선박 내부의 노동 경감, 운항 안전성 향상, 운항 경제성 향상 등에도 활용할 수 있을 것이다¹⁻³⁾. 그림 1에 선박에 적용하고자 하는 SAN에 대한 개념도를 나타내었다.

SAN을 구성하기 위한 모듈 구조의 블록도를 아래 그림 2에 나타내었다. WiMedia D-MAC Wireless Network와 N-screen service Module들로 구성되어 있으며, 두 모듈을 통합하게 된다. WiMedia D-MAC 통신방식을 활용한 N-스크린 무선 브릿지의 경우, 이에 대한 국제 규격이 별도로 존재하지 않는 실정이고, 구현 환경에 따라 서로 다른 프로토콜이 적용될 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 기존의 WiMedia D-MAC 규격을 활용하며, 보다 효율적인 멀티캐스트 전송 경로 설정이 가능한 DTM MAC 프로토콜을 제안하였으며, N-스크린 무선 브릿지의 계층구조는 그림 2와 같다.

N-스크린 서비스 전송을 위한 WiMedia D-MAC의 DRP(Distributed Reservation Protocol) 자원 예약에 있어서, MAS(Medium Access Slot) 블록 구간 위치 할당은, 각 N-스크린 디바이스의 전송대역폭, 즉,

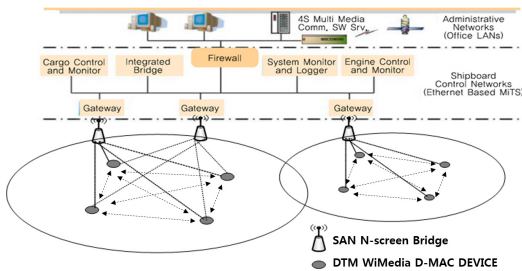


그림 1. DTM D-MAC 기술을 적용한 선내 유무선네트워크
Fig. 1. Ship Area Networks (SAN) adopting DTM D-MAC

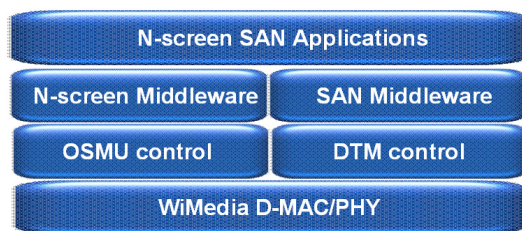


그림 2. DTM D-MAC 기술을 적용한 N-스크린 무선 브릿지의 계층 구조
Fig. 2. N-screen wireless bridge layer adopting DTM D-MAC

Service rate와 지연시간 한계값 QoS를 보장하는데 있어 결정적인 기능을 수행한다⁶⁾. DRP프로토콜은 다른 디바이스들과 협의과정을 통해 프레임 전송에 필요한 타임 슬롯을 예약한다. 여러개의 MAS로 이루어진 예약구간은 할당받은 디바이스가 독립적으로 데이터 전송을 하도록 보장하여 멀티미디어와 같은 실시간 데이터 전송을 제공한다. 디바이스는 비컨 메시지 교환을 통해 어느 부분의 MAS가 예약되어 있는지 확인할 수 있고, 또한 자신의 데이터전송을 위한 DRP 구간 예약을 할 수 있다. 여기서 MAS의 예약은 zone 단위로 이루어진다. WiMedia D-MAC Superframe은 그림 3과 같이 0부터 15까지 총 16개의 zone으로 구성되어 있고, 그림 4와 같이 각 zone은 16개의 연속하는 MAS로 이루어져 있다. 서로 다른 Allocation zone에 속한 MAS들은 Coordinated MAS Set으로 구성 가능하며, 하나의 Coordinated MAS Set(CMS)에는 15개의 MAS들이 포함되고, 하나의 슈퍼프레임에는 총 16개의 CMS가 존재한다.

그림 5의 2차원 MAS 할당 구조도에서, 왼쪽 상단은 MAS 0번을, 오른쪽 하단은 MAS 255번을 나타낸다. 그리고, 전력소비에 민감하고 Latency에 둔감한 N-스크린 디바이스는 Vertical Slot들, 즉, Allocation Zone(AZ) 내에서 연속적인 MAS 블록을 위에서부터 예약하여 전송하고자한다. 한편, 전력소비에 부담을 갖지 않으나, Low-Latency를 요구하는 N-스크린 디바이스는 Horizontal Slot들, 즉, Coordinated MAS Set(CMS)에서 AZ 거리로 분리된 MAS 블록들을 밑에서부터 예약하여 전송한다. 이러한 Vertical Slot들과 Horizontal Slot들에 대해 MAS 이용률을 높이면서, 처리속도가 빠른 동적 할당 기술을 제안한다. Low-Latency를 요구하는 Horizontal Slot들만 예약되는 구역을 Horizontal Region, 전력소비효율을 높이는 Vertical Slot들이 예약되는 구역을 Vertical Region으

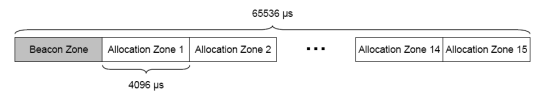


그림 3. Zone 단위의 WiMedia D-MAC Superframe 구조
Fig. 3. Zone-based WiMedia D-MAC Superframe

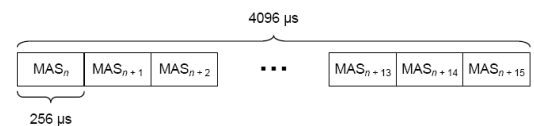


그림 4. Allocation zone 구조
Fig. 4. Structure of allocation zone

로 정의한다.

제안하는 동적할당 기술에서는 두 가지 Threshold가 존재한다. 기존의 기술에서는 하나의 Hard Threshold만 존재하였다. Hard Threshold는 특별히 요청되는 경우를 제외하고 변경되지 않는 값이다. Hard Threshold에 의해 제한된 Vertical Region을 Hard Vertical Region(HVR)로 정의한다⁶⁾. 반면에 Soft Threshold는 필요할 때 마다 요청하여 변경되는 값으로, Hard Threshold보다 크거나 같은 값을 갖는다. Soft Threshold에 의해 제한된 Vertical Region을 Soft Vertical Region(SVR)로 정의한다. Soft Threshold까지 할당된 Vertical Slot들은 SVR에서 낮은 우선권을 갖고 필요시 마다 조정되어 재할당된다. 즉, Low-Latency를 요구하는 Horizontal Slot들이 SVR 영역에서 할당되어야 할 경우, SVR 영역에서 이미 할당된 Vertical Slot들은 우선순위가 제일 낮아서, Low-Latency를 요구하는 Horizontal Slot들이 해당 SVR 영역에서 할당되도록, 분해되어 재할당된다. 또한, HVR과 SVR영역을 합친 영역에는 미할당된 MAS가 30개 이상 존재하도록 설정한다. 본 기준에 의해 HVR 값이 변경된다.

그림 5에서 새로운 N-스크린 디바이스 A가 8 MAS에 해당하는 Vertical Slot들을 AZ 2개로 하여 DRP 구간을 예약 요청한다. HVR과 SVR영역을 합친 영역에는 미할당된 MAS가 30개 이상 존재해야하므로, Hard Threshold는 8로, Soft Threshold는 9로 설정되었다. 그리고 그림 5와 같이 8 MAS들이 디바이스 A에게 예약되었다. 그 후, 새로운 N-스크린 디바이스 B가 15 MAS에 해당하는 Horizontal Slot들을 9번째 열, 즉, Coordinated MAS Set 9에 예약하고자 요청한다. 그림 6과 같이, 디바이스 A는 자신의 예약슬롯들 일부와 충돌이 발생한다는 것을 디바이스 B의 Dynamic Threshold Multicast (DTM) IE를 수신하여 인지한다. 따라서, 재할당 과정을 통해 디바이스 A의 MAS 예약 상황은 균일한 Service Interval을 제공하도록 그림 7과 같이 조정되며, Soft Threshold는 Hard Threshold와 동일한 값인 8로 변경된다⁶⁾.

그림 8은 WiMedia D-MAC에서 모든 디바이스가 전송하는 비컨 프레임 내 포함되는 DRP Availability IE의 포맷을 나타낸다. 이러한 DRP Availability IE는 현재 슈퍼프레임에서 모든 1홉 거리 이웃 디바이스들이 예약하여 사용하고 있는 MAS (Medium Access Slot) 슬롯들의 상황을 나타낸다. DRP Availability IE의 비트맵 필드는 256 비트의 길이를 갖고, 1 비트는

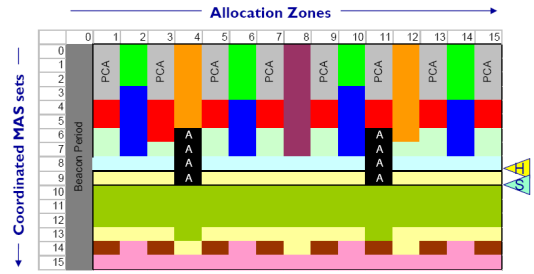


그림 5. Hard Threshold와 Soft Threshold의 설정
Fig. 5. Set up of Hard Threshold and Soft Threshold

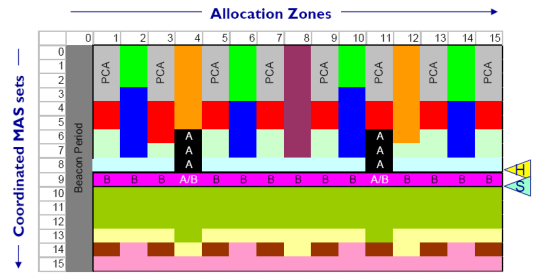


그림 6. Horizontal Slot 예약 요청과의 충돌
Fig. 6. Collision with Horizontal slot reservation request

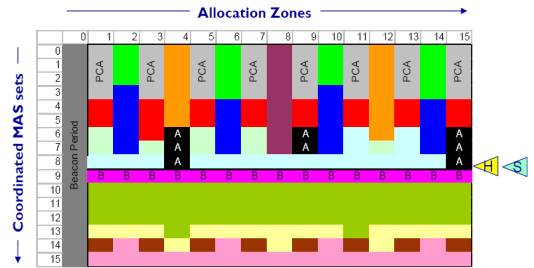


그림 7. Soft Threshold의 재설정 및 디바이스의 A의 MAS 재할당
Fig. 7. Soft Threshold adjustment and MAS re-assignment to device A

Element ID	Length (=N)	DRP Availability Bitmap
1 octet	1 octet	N octets (0~32)

그림 8. DRP Availability IE 포맷
Fig. 8. Format of DRP Availability IE

하나의 MAS 슬롯을 나타낸다. 만약 임의의 MAS 슬롯이 자신의 디바이스로부터 1홉 범위 내에 있는 DRP 예약에서 예약 가능하면 해당 비트를 1로 설정하며, 그렇지 않으면, 0으로 설정한다. 그림 9는 제안하는 Dynamic Threshold Multicast(DTM) IE의 포맷을 나타낸다. 기존 DRP Availability IE 구조에

Element ID	Length	DRP Availability Bitmap	SVR	HVR
1 Octets	1 Octets	32 Octets (256Bits)	4Bits	4Bits

그림 9. Dynamic Threshold Multicast(DTM) IE 포맷
Fig. 9. Format of DTM IE

SVR-HVR 값이 추가되었으며, 멀티캐스트 전송에 대해 예약하는 방식이 변경되었다. 그림 10은 DTM IE의 생성 과정을 설명한 것이다.

이러한 DTM IE는 멀티캐스트 DRP 리시버 통신을 제외하고, 현재 슈퍼프레임에서 모든 1홉 거리 이웃 디바이스들이 예약하여 사용하고 있는 MAS 슬롯들의 상황을 나타낸다. 수신된 DTM IE들 중에 멀티캐스트 리시버 통신이 존재하면, DTM IE 정보는 기존 DRP Availability IE 정보와 다르게 되고, 예약 가능한 MAS 구간이 DRP Availability IE 보다 증가하게 되고, 그렇지 않은 경우에는 예약 가능한 MAS 구간이 DRP Availability IE와 동일하게 된다. 따라서, 제안한 시스템에서는 기존의 DRP Availability IE가 사용되지 않고, DTM IE가 사용된다.

그림 11은 제안한 시스템에서의 N-스크린 전송 예약 구간 설정 방법을 나타낸다. 우선, 송신측 DRP Owner는 DRP Target으로부터 DTM IE를 수신한다. 그 다음 수신한 DTM IE 내의 가용성 비트맵을 통해 가용한 MAS들을 확인하고, 이를 자신의 DTM IE를 통해 확인한 가용 MAS들과 비교한다. 그 다음 DRP Owner는 DRP Target과 공통되는 가용한 MAS가 존재하는 경우, SVR-HVR 값을 동일하게 설정하고 해

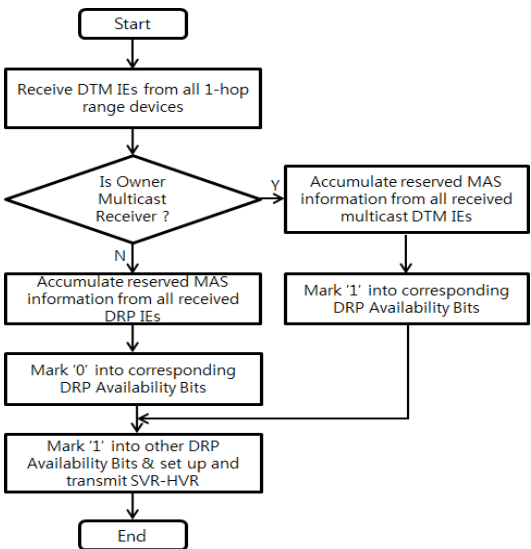


그림 10. 제안하는 DTM IE의 생성 과정
Fig. 10. Making procedure of DTM IE

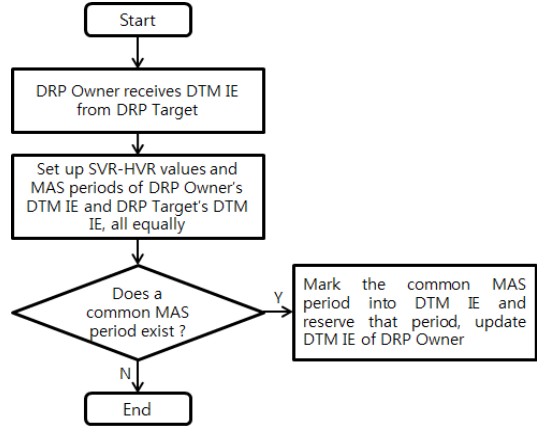


그림 11. DTM 시스템에서의 DRP 예약 구간 설정
Fig. 11. DRP reservation procedure in DTM system

당 MAS 구간 및 SVR-HVR 값을 표기한 DTM IE를 생성하여 DRP Target에게 전송하고, DRP Target과 DRP 예약이 성공적으로 종료된 후, 자신의 DTM IE를 갱신한다. 한편, DRP Target의 가용한 MAS 구간과 자신의 가용한 MAS 구간에서 공통되는 가용한 MAS들이 존재하지 않는 경우에는 해당 슈퍼프레임에서의 DRP MAS 예약 절차를 종료한다. 이 동작 절차는 DRP Target 수신 디바이스 입장에서도 DRP Owner의 DTM IE 정보를 수신하여 동일하게 실시된다.

III. 시뮬레이션결과 및 분석

제안된 방식의 성능 평가 결과는 그림 12의 P2P N-스크린 서비스 시나리오를 가정한 ns 시뮬레이션을 통해 도출하였다. 표 1은 본 논문에서 사용된 DRP 시뮬레이션 파라미터를 나타낸다. 기준 디바이스로부터 2홉 거리 이내로 구성된 네트워크 크기는 25제곱미터이며, 최대 20개의 WiMedia D-MAC 디바이스들이 랜덤하게 위치한다. 본 시뮬레이션에서 기준이 되는 디바이스 자신이 갖는 DRP 예약 구간들이 포함하는 MAS들의 수는 DRP_{own} 으로, 기준 디바이스와 1홉 거리를 갖는 이웃디바이스들에 의해 예약된 DRP구간들이 갖는 MAS들의 수는 R_{1-hop} 으로, 그리고 기준 디바이스와 2홉 거리를 갖는 이웃디바이스들에 의해 예약된 DRP구간들이 갖는 MAS들의 수는 N_{2-hop} 으로, 한편, 기준 디바이스와 2홉 거리를 갖는 이웃디바이스는 m_{in} (Multicast Interference)이라는 멀티캐스트 트래픽 발생확률을 갖는다.

즉, 기존 방식에서는 멀티캐스트 트래픽을 표기하는 기술이 없었다. 따라서, 분산적인 환경의 D-MAC



그림 12. P2P 기반 스트리밍 N-스크린 서비스
Fig. 12. P2P-based streaming for N-Screen Service

표 1. 시뮬레이션 변수 값
Table 1. Parameter values

Parameters	value
number of nodes	20
simulation time	20 minutes
R1-hop	40 MASs/30secs/min
N2-hop	40 MASs/30secs/min
DRPown	40 MASs/30secs/min

시스템에서는 멀티캐스트 트래픽이 전방향에 위치한 멀티캐스트 수신 디바이스들이 모두 ACK 신호를 발생시키는 것으로 처리하여, 멀티캐스트 송신 디바이스의 2홉 거리에 있는 디바이스들에게는 간섭을 발생시키는 요소가 된다. 이에 m_{in} (Multicast Interference) 이라는 멀티캐스트 트래픽 발생확률이라는 실험 요인을 가정하여 제한하는 기술의 성능을 평가하고자 한다. 결과적으로 m_{in} 확률값의 증가는 다수의 DRP 예약 충돌을 발생시켜, D-MAC 슈퍼프레임 비컨전송

표 2. WiMedia PHY/MAC 변수값
Table 2. Parameter values of WiMedia PHY/MAC

Parameter	Value
TSYM	312.5ns
Tsync	Standard Preamble: 9.375 μ s
pMIFS	1.875 μ s
pSIFS	10 μ s
mMAXFramePayloadSize	4,095 octets
mMAXBPLength	96 beacon slots
mBeaconSlotLength	85 μ s
mSuperframeLength	256*mMASLength
mMASLength	256 μ s
mBPExtension	8 beacon slots
mTotalMASLimit	112 MASs

구간을 제외한 약 240여개 MAS들의 이용효율을 저하시키게 된다. 그 외 WiMedia D-MAC PHY/MAC 변수 값들은 표 2와 같다⁵⁾.

선박 및 실내 무선 N-스크린 성능을 측정하기 위해, 임의의 DTM 디바이스가 N-스크린 비디오 데이터를 다른 DTM 디바이스들에게 멀티캐스팅하는 시나리오를 적용한다. 본 시뮬레이션 결과는 30회 수행하여 평균을 취한 값들이며, DTM 송신 디바이스가 N-스크린 비디오 데이터를 전송하고 수신측 DTM 디바이스들이 해당 비디오 데이터를 복화하는 어플리케이션 시나리오를 적용한다. 사용자는 임의의 시간에 DTM 송신 디바이스 내 셋탑박스를 켜고 해당 어플리케이션을 시작한다. N-스크린 비디오 데이터 소스는 MPEG-4 포맷을 사용하고, Real-Time Transport Protocol (RTP)을 적용한다. 표 3은 N-스크린 비디오 데이터 소스의 token bucket TSPEC을 나타낸다⁴⁻⁷⁾.

그림 13은 기준 디바이스와 2홉 거리를 갖는 디바이스의 각 m_{in} 확률 값에 따른 각 시스템에서 디바이스의 수율 값을 나타낸다. 그림 13에서, 비컨 구간을 공유하는 비컨 그룹 내의 디바이스들에 의해, 전송된

표 3. N-스크린 비디오 소스 파라미터
Table 3. Parameter values of N-screen video sources

Mean	Data Rate	4.13 Mbps
Peak	Data Rate	14.8 Mbps
Maximum	Burst Size	131350 bytes
Maximum	Packet Size	1490 bytes
Maximum	allowable delay	64 ms

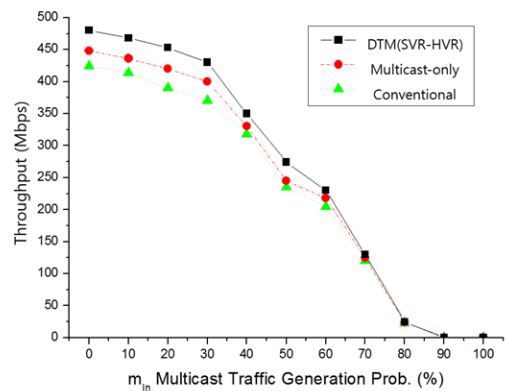


그림 13. m_{in} 확률에 따른 각 시스템에서 N-스크린 디바이스의 수율 ($R_{1-hop} = 40MAS$)
Fig. 13. Throughput of N-screen device at each system according to m_{in} probability ($R_{1-hop} = 40MAS$)

프레임 크기는 4095바이트로 고정되었고, 각 디바이스의 PHY 데이터 전송률은 480Mbps로 고정되었다. 그림 13에 나타난 바와 같이, D-MAC 디바이스의 수율은 특히, 70%가 넘는 m_{in} 확률 값에서는 각 시스템 성능에 따라 크게 영향 받지 않으나, m_{in} 값에 따라 변화한다는 것을 알 수 있다. 또한, 제한한 DTM 방식에서 멀티캐스트 예약방식은 적용하고, SVR-HVR 기술만을 적용하지 않은 Multicast-only 방식과 성능을 비교했을 때, DTM 기술이 보다 우수한 N-스크린 PHY 전송 수율을 나타냄을 알 수 있다. 이러한 결과는 제안하는 SVR-HVR 기술이 다양한 서비스 시간 간격 요구를 갖는 실시간 N-스크린 데이터 전송에 있어, 요구사항을 충족하는 MAS 구간을 할당할 수 있기 때문이다.

그림 14는 1홉 이웃 디바이스들에 의해 예약된 MAS들의 수, R_{1-hop} 값에 따른 기준 디바이스에서 1홉 범위 DRP 충돌률을 나타낸다. 그림 14에서 m_{in} 확률은 50%로 설정되었다. 그림 14에 나타난 바와 같이, DRP 예약 충돌 확률은 각 시스템에서 공통적으로 R_{1-hop} 값에 비례하여 급격하게 증가한다. Multicast-only 방식이 기존 WiMedia D-MAC 시스템보다 낮은 충돌률을 나타내는 것은 제안된 멀티캐스트 예약 방식이 기존 표준 시스템보다 멀티캐스트 및 유니캐스트 전송 DRP 예약 구간을 확장하는 기능을 수행하기 때문이다. 그리고 SVR-HVR 기술은 DRP 충돌률에 있어서도 향상된 성능을 나타낸다. 이러한 DRP 예약 충돌은 N-스크린 기술을 설계함에 있어 심각하게 고려되어야 한다.

그림 15는 각 R_{1-hop} 값에서 WiMedia PHY 데이터

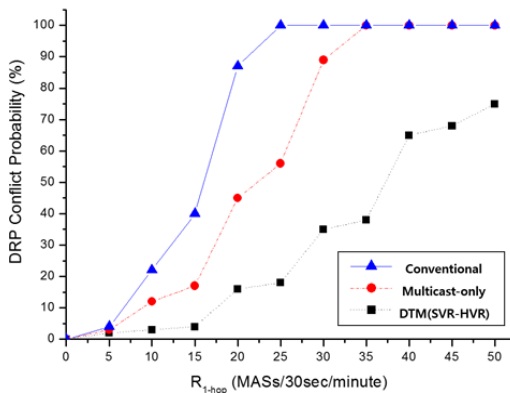


그림 14. N-스크린 DRP 예약 충돌 확률 ($m_{in} = 50\%$)
Fig. 14. Probability of N-screen DRP reservation conflicts at each system ($m_{in} = 50\%$)

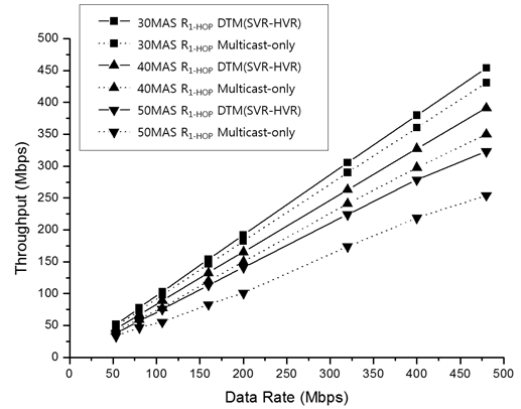


그림 15. PHY 데이터 전송률에 따른 각 시스템에서 N-스크린 디바이스의 수율 ($m_{in} = 50\%$)
Fig. 15. Throughput of N-screen device at each system according to PHY data rate ($m_{in} = 50\%$)

전송률에 따른 각 시스템의 PHY 수율 값을 나타낸다. 그림 15에서 m_{in} 확률은 50%로 설정되었다. 그림 15에서 1홉 거리에 있는 디바이스들의 R_{1-hop} 값이 증가함에 따라 수율이 점차 감소함을 알 수 있다. 이러한 결과는 R_{1-hop} 값의 증가가 더 많은 DRP 예약 충돌을 발생시키기 때문이다. 한편, 제안된 DTM SVR-HVR 기술은 각 WiMedia PHY 데이터 전송률에서 일관적인 성능 향상을 나타내어, SVR-HVR 기술만을 적용하지 않은 DTM Multicast-only 방식보다 수율이 증가했음을 알 수 있다. 이는 다양한 서비스 시간 간격 요구를 갖는 실시간 N-스크린 데이터 전송에 있어, 각 지연시간 요구사항을 충족하는 MAS 위치를 할당하는 것의 중요성을 나타내는 결과라 할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 선박 및 실내 끊임없는 N-스크린 서비스를 위한 무선 통신 MAC 구조로서, WiMedia D-MAC 프로토콜을 적용하고, P2P 스트리밍이 가능한 OSMU N-스크린 서비스를 제공하기 위해, 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 DTM 기술을 제안하고 성능을 분석하였다. 선박에서는 유선네트워크의 게이트웨이가 무선화된 환경에서 하위 무선 장치들을 제안하는 동적 Threshold 기반 멀티캐스트 DTM 네트워크로 구성하였다. 제안한 DTM 기술을 통해, 다양한 서비스 시간 간격 요구를 갖는 실시간 N-스크린 데이터 전송에 있어, 표준 D-MAC 시스템과 Multicast-only 방식보다 멀티캐스트 및 유니캐스트

전송 예약 구간을 확장하고 수율을 향상시킬 수 있다. 본 연구 결과를 활용하여, 무선 N-스크린 기술을 현실적인 선박 스마트 통신시스템의 요소기술로서 구현될 수 있는 프레임워크를 구성하고, N-스크린 무선통신 QoS 관련 필수 요소 기술을 확보할 수 있다.

References

- [1] S. Park and S. R. Lee, "Marine disasters prediction system model using marine environment monitoring," *J. KICS*, vol. 38C, no. 3, pp. 263-270, Mar. 2013.
- [2] S.-H. Lee, J.-H. Kim, K.-D. Moon, K. Lee, and J. H. Park, "Performance analysis on integrated ship area network," *J. KICS*, vol. 38C, no. 3, pp. 247-253, Mar. 2013.
- [3] O.-S. Park and J.-M. Ahn, "Implementation algorithms and performance analysis of maritime VHF data system based on filtered multi-tone modulation," *J. KICS*, vol. 38C, no. 3, pp. 254-262, Mar. 2013.
- [4] C. Yoon, T. Um, and H. Lee, "Classification of N-screen services and its standardization," in *Proc. IEEE 2012 14th Int. Conf. Advanced Commun. Technol. (ICACT)*, pp. 597-602, Feb. 2012.
- [5] WiMedia Alliance, *Distributed medium access control (MAC) for wireless networks*, WiMedia MAC Release Specification 1.5, Dec. 2009.
- [6] J.-W. Kim, K. Hur, and S.-R. Lee, "A novel multimedia streaming scheme for N-screen services in wireless USB networks," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 79, no. 2, pp. 1571-1589, Nov. 2014.
- [7] W.-Y. Shin, "Performance evaluation of parallel opportunistic multihop routing," *J. Inf. Commun. Convergence Eng. (JICCE)*, vol. 12, no. 3, pp. 135-139, Sept. 2014.

허 경 (Kyeong Hur)



1998년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업
 2000년 2월 : 고려대학교 전자공학과 석사
 2004년 8월 : 고려대학교 전자공학과 공학박사
 2004년 8월~2005년 8월 : 삼성종합기술원(SAIT) 전문연구원

2005년 9월~현재 : 경인교육대학교 컴퓨터교육과 부교수
 <관심분야> 유무선통신시스템설계, 상황인지기술, 정보과학교육

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자공학과 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/텔레매틱스응용분야, 임베디드시스템