

선박 네트워크에서 신뢰성있는 멀티미디어 데이터 전송을 위한 자원 관리 기법

김진우*, 이성로^o

A Resource Management Scheme for Reliable Multimedia Data Transmission in Ship Area Networks

Jin-Woo Kim*, Seong Ro Lee^o

요약

본 논문에서는 혼잡상황에서 발생할 수 있는 비디오 프레임 손실을 방지하기 위한 자원 관리 기법을 제안하였다. WiMedia 프로토콜은 고속의 전송속도를 지원하기 때문에, 선박 네트워크(ship area network)등과 같은 환경에서 고속의 전송률을 요구하는 실시간 멀티미디어 서비스 제공과 같은 응용분야에 적합하다. 하지만, 혼잡 상황에서는 프레임의 중요도에 관계없이 프레임을 과기하기 때문에, 동영상 전송 품질의 저하의 원인이 되기도 한다. 본 논문에서는 기존의 WiMedia 프로토콜에서는 혼잡상황을 적절하게 대처하지 못하여 발생하는 네트워크 성능저하를 해결하는 자원 관리 기법을 제안하였다.

Key Words : Resource management scheme, H.264/AVC, WiMedia, UWB, ship area network

ABSTRACT

In this paper, a resource management scheme for preventing the video frame loss in the presence of network congestion is proposed. WiMedia protocol is suitable for the application that supports the real-time multimedia service in the ship area network since it supports high speed data transfer. However, network congestion causes the degradation of video quality, since WiMedia standard discards video frames regardless of importance of video frame. Therefore, a resource management scheme for WiMedia network is proposed in this paper. The proposed technique can intelligently treat the network congestion, and solve the degradation of video quality.

1. 서론

기존의 아날로그 TV에 비해 디지털 TV는 뛰어난 화질과 음질, 데이터 통신, 대화형 방송, 채널의 다양성, 및 통신과의 융합 등 많은 이점을 가진다. 디지털 TV에서는 동영상 압축 기술이 중요하다. 동영상 압축

기술은 디지털 신호 처리, 디지털 통신, 반도체, 컴퓨터 등의 기술 발전에 힘입어 발전을 거듭하고 있다.

무선 통신 기술의 발달, 특히, UWB 기술의 도입은 전송 회선의 대역폭을 증가시켰다. 하지만 효율적인 데이터 전송을 위한 동영상 압축기술의 필요성은 나날이 증가하고 있다. 사용자는 보다 좋은 화질과 높은

* 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2009-0093828)과 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT 융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행된(IITP-2015-H8601-15-1006) 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

논문번호 : KICS2014-05-107, Received April 2, 2015; Revised July 9, 2015; Accepted July 9, 2015

현실감, 그리고 더욱 넓은 화면을 요구하기 때문에 필요한 멀티미디어 데이터의 정보량은 기하급수적으로 커지고 있다. 또한, 내용 면에서 최근 영상 통화, UCC 등이 사용자를 콘텐츠의 생산 주체로 만들고 있으며, 이로 인해 더욱 많은 데이터가 생산되고 있다. 이러한 시대의 흐름은 압축 기술의 필요성을 더욱 강조하고 있다.

동영상 표준은 미디어의 압축 방식, 복원 방식, 및 저장 방식을 규정하므로 정보 전달과 공유를 원활하게 하고 여러 이해 관계에 따른 자원의 낭비를 막는다.

1990년대에 멀티미디어 정보 통신 서비스의 선구적 역할을 한 H.261을 시작으로, 저장 미디어용 국제 표준인 MPEG-1, 고화질성과 높은 압축 효율을 실현하여 새로운 디지털 방송 시대를 개척한 MPEG-2, H.263의 내용을 포함하여 고능률 부호화와 여러 내성 능력을 실현하고 다양한 멀티미디어에 대응하는 MPEG-4, 압축 효율을 극대화하여 차세대 영상 압축 기술로 떠오른 H.264/AVC (advanced video coding) 등이 있다.

이러한 멀티미디어 데이터를 전송하기 위한 무선 통신 표준으로 WiMedia 프로토콜이 제안되었다. WiMedia 표준의 채널 접근 제어 방식은, 슬롯구간을 여러 장치들이 사용하기 위하여 경쟁을 기반으로 접근하게 되는데, 음성, 영상, 최선형 트래픽, 백그라운드와 같은 4가지의 서로 다른 AC (access categories)의 응용에 서로 다른 채널 경쟁 파라미터를 부여하여 차별화된 전송이 이루어지도록 한다. 즉, 4가지 범주에 따라 AIFS (arbitrary inter frame space)를 다르게 부여하여 CSMA/CA를 위한 백오프 (backoff)의 시작 시간을 조절함으로써 적용된다. 또한, 백오프 시간을 결정하는 CW (contention window)의 범위를 차별적으로 부여하여 CSMA/CA에서의 채널 점유 과정에서 우선순위를 부여한다.

WiMedia 표준의 PCA (prioritized contention access) 채널 접근 기법에서, 각각의 트래픽 흐름들은 더 나은 서비스 품질 (QoS)을 제공하기 위해 서로 다른 큐에 할당되고 모든 비디오 패킷은 동일한 액세스 카테고리, 즉, AC[AC_VI] 큐에 할당된다. WiMedia에서 제공하는 큐의 종류는 다음과 같다.

- AC[AC_VO] : 음성트래픽을 위한 큐
- AC[AC_VI] : 영상트래픽을 위한 큐
- AC[AC_BE] : 최선형 트래픽을 위한 큐
- AC[AC_BK] : 백그라운드 트래픽을 위한 큐

이때, AC[AC_VI] 큐는 AC [AC_BE]와 AC [AC_BK] 큐보다 높은 우선 순위를 가지며, 채널에

접근할 확률도 더 높다. 그러나, 이 기법은 최적의 비디오 품질을 보장하지는 않는다. 또한, WiMedia PCA 방식의 가장 큰 문제는, 비디오 스트림이 증가하면, 큐가 채워지면서, 불필요한 프레임 / 슬라이스 손실이 발생할 수 있다는 점이다. 이러한 멀티미디어 데이터 프레임의 손실은 전체 비디오 전송 품질의 손상을 초래할 수도 있다. 또한, 사람의 이동이나, 멀티미디어 서비스를 이용하는 장치의 수가 많은 선박 환경에서는 이러한 비디오 전송 품질의 손상이 더욱 심해지게 된다. 무선 네트워크에서 멀티미디어 데이터를 전송하기 위한 다양한 기법들이 제안되었다 [8-13]. [8]의 논문은 차량간 네트워크에서 H.264 멀티미디어 데이터의 전송효율을 높이기 위한 전송기법을 제안하였다. [8]의 논문은 LDPC (low-density parity-check) 코드를 이용하여 멀티미디어 데이터를 전송하며, 멀티미디어 데이터 타입에 따라 전송 전력을 조절하는 기법을 제안하였다. [9]의 논문은 멀티미디어 데이터의 전송 성능 향상을 위해 MDC (multiple description coding) 기법을 AOMDV (ad-hoc on-demand multipath distance vector) 라우팅 프로토콜에 적용시켰다. 하지만, 이들 연구들은 포화상태에 도달한 네트워크 환경에서 비디오 프레임 손실을 방지할 수 없다.

따라서, 본 논문은 좋은 품질의 비디오를 제공하고 혼잡상황에서 발생할 수 있는 비디오 프레임 손실을 방지하기 위해, 비디오 전송 품질을 향상시킬 수 있도록 우선 순위 액세스 제어와 가상 예약 기법을 이용하는 자원 관리 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 높은 우선순위를 갖는 큐가 채워지고 있는 동안, 중요도 정보에 기초하여 더 낮은 우선순위를 갖는 큐에 비디오 패킷을 동적으로 할당함으로써, 가장 중요한 비디오 프레임의 손실을 방지하기 위한 기본 환경을 제공한다.

II. WiMedia MAC 프로토콜 개요

WiMedia MAC 프로토콜은 슈퍼프레임이라는 시간 단위로 동작하며, 슈퍼프레임은 총 256개의 타임 슬롯으로 나뉘어 있다. 이 타임 슬롯을 MAS (medium access slot)라고 부르며, 하나의 MAS의 길이는 256us이다.

그림 1은 WiMedia MAC 프로토콜의 구조를 보여주고 있다. 그림 1에서, 각 슈퍼프레임은 비컨 주기 (BP)부터 시작한다. BP는 비컨 슬롯들로 구성되며, 각 디바이스는 서로 중복되지 않는 비컨 슬롯을 선택하여, 자신의 비컨을 전송한다. BP를 제외한 슈퍼프레임내의 나머지 MAS들은 데이터를 전송하기 위해 사

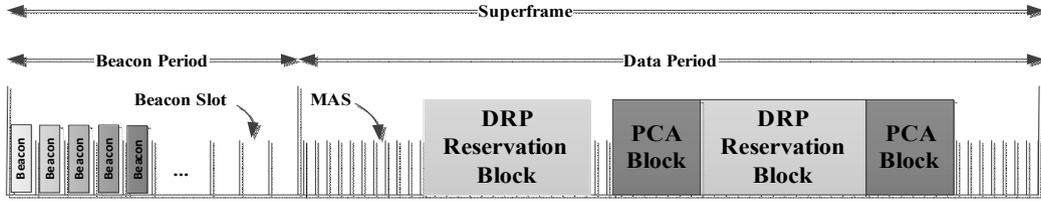


그림 1. WiMedia MAC 슈퍼 프레임의 구조
Fig. 1. The structure of superframe in WiMedia MAC protocol

용된다. 데이터를 전송하기 위해 사용되는 MAS를 데이터 구간이라고 부르며, 이 데이터 구간은 크게 두 가지 타입으로 분류된다. 하나는 경쟁 기반의 프로토콜이 적용되며, 나머지 하나는 예약 방식의 프로토콜이 적용된다. 경쟁 방식의 프로토콜은 PCA라고 부르며, IEEE 802.11e와 유사하게 트래픽에 여러 개의 우선순위를 부여하여 서비스 품질을 보장하는 방식을 사용한다. PCA는 CSMA/CA 방식을 사용하며, 각각의 트래픽에 네 개의 카테고리를 부여하여, 트래픽의 차별화를 시도하였다. 또한 네 가지 카테고리에 우선순위를 적용하여, 총 7개의 우선순위로 트래픽을 구분할 수 있다.

PCA 구간에서 디바이스는 TXOP (transmission opportunity)를 획득하거나 AC에 대한 backoff counter를 감소시키기 전에 AIFS[AC]동안 채널이 유희상태가 되는 것을 기다린다. AIFS[AC]는 다음과 같이 정의한다.

$$AIFS[AC] = pSIFS + mAIFSN[AC] * pSlotTime \quad (1)$$

다음 그림 2는 AIFS[AC]에 대한 타이밍도이다. 그림 2에서, TXOP를 획득한 디바이스를 TXOP owner라고 한다. TXOP owner는 프레임의 transaction을 초기화하며, 다음과 같은 경우에, AC에 대해 획득한

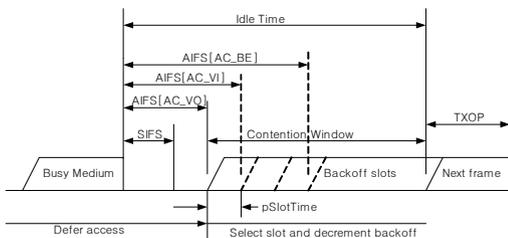


그림 2. WiMedia MAC 프로토콜의 채널 접근 방식
Fig. 2. The Channel Access scheme of WiMedia MAC protocol

TXOP내에서 같은 카테고리에 속하는 하나 이상의 프레임들을 backoff없이 연속으로 전송한다. 프레임을 수신하는 디바이스는 자신의 NAV (network allocation vector)가 0보다 클 경우, 수신한 RTS 프레임에 대한 CTS 프레임을 전송하지 않는다. 또한, 수신한 프레임에 대한 응답 프레임이 슈퍼프레임 상의 PCA구간이 끝나기 pSIFS전에 완료되지 않는다면, CTS, Imm-ACK, 혹은 B-ACK를 전송하지 않는다.

III. 제안하는 기법

멀티미디어 통신 분야에서 수행된 연구의 대부분은 멀티미디어 코딩에 특화되어 있을 뿐, 기본 네트워크의 지원은 부족한 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 무선 네트워크상에서 멀티미디어 트래픽의 성능을 개선하기 위한 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서는 WiMedia의 PCA 기법으로 멀티미디어 트래픽을 전송하기 위한 알고리즘을 제안한다. WiMedia 표준의 PCA 채널 접근 기법에서, 각각의 트래픽 흐름들은 더 나은 서비스 품질을 제공하기 위해 서로 다른 큐에 할당되고 모든 비디오 패킷은 동일한 액세스 카테고리, 즉, AC[AC_VI] 큐에 할당된다. 이때, AC[AC_VI] 큐는 AC[AC_BE]와 AC[AC_BK] 큐보다 높은 우선순위를 가지며, 채널에 접근할 확률도 더 높다. 그러나, 이 기법은 최적의 비디오 품질을 보장하지는 않는다. 또한, WiMedia PCA 방식의 가장 큰 문제는, 비디오 스트림이 증가하면, 큐가 채워지면서, 불필요한 프레임 / 슬라이스 손실이 발생할 수 있다는 점이다. 그래서, 좋은 품질의 비디오를 제공하고 일정한 프레임 손실을 방지하기 위해, 본 논문에서는 비디오 전송 품질을 향상시킬 수 있도록 우선 순위 액세스 제어를 이용하는 크로스 레이어 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 높은 우선순위를 갖는 큐가 채워지고 있는 동안, 중요도 정보에 기초하여 더 낮은 우선순위를 갖는 큐에 비디오 패킷을 동적으로 할당함으로써, 가장 중

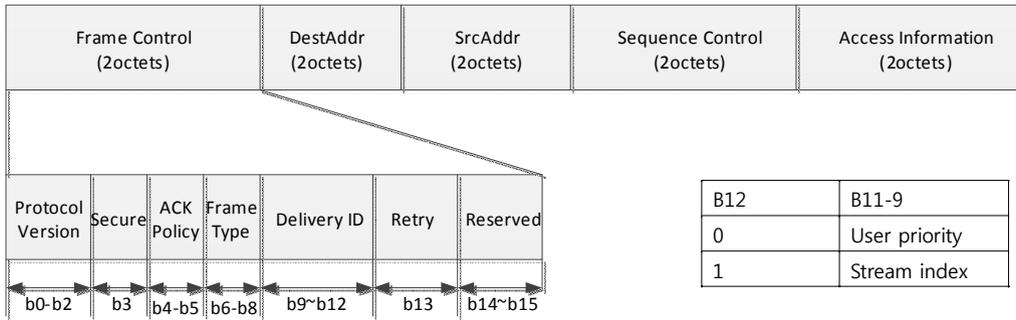


그림 3. 제안하는 WiMedia MAC 프레임 헤더의 구조
 Fig. 3. The format of the proposed WiMedia MAC frame header

요한 비디오 프레임의 손실을 방지하기 위한 기본 환경을 제공한다.

제안하는 알고리즘의 주요 목적은 적절한 우선 순위 와 계층 부호화 정보를 이용하여 무선 네트워크 상으로 전송되는 멀티미디어 트래픽들에게 더 나은 비디오 품질을 제공하는 것이다. 제안하는 알고리즘은 애플리케이션 및 MAC 계층의 모든 특성의 지원을 받아서 영상 전송 품질을 개선하는 것을 목표로 한다. 제안하는 기법은 비디오 품질을 향상시키기 위해 우선순위 기반의 채널 액세스 제어의 특징을 성공적으로 접목시킨다.

AC[AC_VI] 큐는 다른 세 개의 큐보다 채널에 접근할 확률이 가장 높기 때문에, 더 나은 비디오 품질을 얻을 수 있다. 따라서, WiMedia PCA 기법을 통해 H.264 비디오 스트림을 전송할 때, H.264 비디오 스트림은 AC[AC_VI] 큐에 할당된다. 하지만, 이 방식의 단점은 비디오 스트림이 증가할 때, AC [AC_VI] 큐가 가득차게 되고 불필요한 프레임의 폐기가 발생할 수 있다는 점이다. H.264에서, 응용 계층에서 발생하는 비디오 스트리밍은 I 슬라이스, P 슬라이스, 그리고 압축된 비디오 스트리밍을 위한 B 슬라이스, 이 3 가지 프레임 유형이 존재한다. 따라서, 하나의 비디오 슬라이스 타입의 손실은 전체 비디오 전송 품질의 손상을 초래할 수도 있다. I 슬라이스는 하나만 손실되도 복구가 불가능하며, B 슬라이스는 손실되도 그 자체 프레임만 손실되고, 다른 프레임에는 영향을 미치지 않는다. 따라서, 전달해야 하는 프레임의 중요도에 따라서 우선순위를 고려해야 한다. 이 세 조각 중, B 슬라이스는 가장 낮은 우선 순위를 가지고 있으므로 큐가 차게 되서, 데이터의 폐기가 필요할 경우, 가장 좋은 방법은 B 슬라이스를 먼저 폐기하고, 그다음에 P 슬라이스를 마지막으로 I 슬라이스를 폐기하는 것이

다. 그림 3은 제안하는 기법을 위한 MAC 프레임 헤더의 구조이다.

제안하는 우선 순위 메커니즘은 비디오 전송 품질에 대한 프레임 손실 효과를 줄일 수 있다. 따라서, 우리는 그림 3에 기술 된 바와 같이 AC [AC_VI] 큐가 채워지는 동안, 비디오 프레임의 중요도 정보에 따라 AC[AC_BE]와 AC [AC_BK]와 같은 더 낮은 우선 순위를 갖는 큐에 전송 대기중인 비디오 스트리밍 데이터를 배치하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 크로스 레이어 알고리즘의 기본 개념은 우선, 미리 표시된 슬라이스 우선 순위를 갖는 영상 정보를 어플리케이션 계층에서 네트워크 계층으로 전달하는 것이다. 차례로 네트워크 계층은 MAC 계층에게 우선 순위 정보를 전달한다. MAC 계층은 적절한 액세스 카테고리에 비디오 패킷을 매핑하기 위해 제안하는 알고리즘을 사용한다. 제안하는 기법에서, H.264 비디오 패킷은 영상 데이터의 중요도에 기초하여, 적절한 액세스 카테고리에 매핑된다. WiMedia 표준의 PCA 기법과 제

표 1. 제안하는 알고리즘과 WiMedia 표준의 액세스 카테고리 사용의 예
 Table 1. An example for the utilization of the proposed scheme and WiMedia standard

Mapping Scheme	Video slice types	Access Categories
WiMedia PCA	I slice P slice B slice	AC[AC_VI] AC[AC_VI] AC[AC_VI]
Proposed Scheme	I slice P slice B slice	1) AC[AC_VI] <ThL I slice -> AC[AC_VI] P slice -> AC[AC_BE] B slice -> AC[AC_BK]

안하는 알고리즘의 비교를 아래 표에 나타내었다.

제안하는 기법에서 비디오 프레임은 비디오 중요도 정보에 따라 해당되는 액세스 카테고리에 매핑된다. 따라서, 본 논문에서는 아래 계층으로 비디오 관련 정보의 계층 간 전달을 할 수 있도록 TOS (type of service) 필드라 불리는 IP 패킷 헤더의 필드를 사용한다.

원래, IP 패킷 헤더의 TOS 필드는 데이터그램이 어떻게 전달되어야 하는지 예를 들어, 지연, 우선 순위, 신뢰성, 최소 비용, 처리량 등을 정의한다. 최대한 중요한 비디오 데이터를 WiMedia MAC 계층의 더 높은 우선 순위를 갖는 AC 큐에 할당하기 위해, 제안하는 알고리즘은 비디오 코딩의 중요도에 따라 서로 다른 비디오 프레임 유형들을 서로 다른 큐에 할당한다.

전송해야 하는 H.264/AVC 비디오 프레임이 I 슬라이스일 경우, Delivery ID 필드를 '0010'으로 설정한다. 전송해야 하는 H.264/AVC 비디오 프레임이 P 슬라이스일 경우, Delivery ID 필드를 '0001'으로 설정한다. 전송해야 하는 H.264/AVC 비디오 프레임이 B 슬라이스일 경우, Delivery ID 필드를 '0000'으로 설정한다. WiMedia 네트워크 내의 멀티미디어 트래픽 양이 작을 때는, WiMedia MAC 내부의 큐에 프레임이 쌓이지 않는다. 하지만, 트래픽이 증가할 경우, 큐에 프레임이 누적된다. WiMedia 표준은 프레임의 특성에 따라 4가지의 서로 다른 큐를 제공한다. 특히, 비디오 트래픽과 관련된 데이터 프레임은 AC-VI 큐에 저장된다. 비디오 트래픽이 증가하면 충돌로 인해, 프레임 전송을 하기가 어렵고, 그로 인해 MAC 큐의 길이가 길어진다. 만일 비디오 스트림이 증가하여, 큐의 길이도 길어지고, 저장공간이 없다면 WiMedia 표준은 큐에 저장될 프레임을 폐기한다. 큐의 혼잡을 피하기 위해, 제안하는 기법은 두 개 이상의 매개 변수, 즉 Th_L 과 Th_H 를 채택하였다. 일정 길이 이상, 즉, 큐의 길이가 Th_L 보다 커지면, 비디오 프레임을 Delivery ID 필드에 따라, 분산 저장한다. 다시 말해서, Delivery ID 필드의 값이 '0000'일 경우, AC[AC_BK] 큐에 데이터를 저장하며, Delivery ID 필드의 값이 '0001'일 경우, AC[AC_BE] 큐에 데이터를 저장한다. 또한, Delivery ID 필드의 값이 '0010'일 경우, AC[AC_VI] 큐에 데이터를 저장한다. 만일 혼잡 상황이 지속되어, 트래픽 양이 계속 증가하여, AC[AC_VI]큐의 길이가 두번째 임계치, Th_H 를 넘어설 경우, 비디오 데이터는 기존의 PCA 방식과는 다르게 전송된다. 그림 4는 비디오 데이터 프레임이 MAC 계층에 도착했을 때의 제안하는 알고리즘의 유사 코

```

When a video frame is received:
If(qlen(AC[AC_VI]) < threshold_low)
video frame -> AC[AC_VI];
Else if(qlen(AC[AC_VI] < threshold_high){
If(Delivery ID == ' 10')
video frame -> AC[AC_VI];
Else if(Delivery ID == ' 01')
video frame -> AC[AC_BE];
Else if(Delivery ID == ' 00')
video frame -> AC[AC_BK];
}
Else if (qlen(AC[AC_VI] < threshold_high){
Add MTTIE in beacon frame;
}
    
```

그림 4. 제안하는 기법에 대한 유사 코드
Fig. 4. The pseudo code for the proposed scheme

드를 보여준다.

그림 4와 표 1에서 보는 바와 같이, 비디오 패킷이 도착하면, AC[AC_VI]의 큐 길이를 우선 확인하고, Th_L 과 Th_H 값들과 비교한다. 큐 길이가 Th_L 값보다 더 작다면, (비디오 트래픽 부하가 낮음을 의미), AC[AC_VI] 큐에 할당된다. 하지만, AC[AC_VI]의 큐 길이가 Th_L 과 Th_H 값들 사이일 경우, 비디오 데이터의 AC[AC_VI]로의 할당 여부는 Delivery ID 필드의 값에 의해 결정된다. 따라서, 비디오 데이터 패킷은 Delivery ID 필드의 값에 따라, AC[AC_VI], AC[AC_BE], AC[AC_BK]중 하나의 큐에 매핑된다. 큐 길이가 Th_H 보다 클 경우, (비디오 트래픽 부하가 매우 높음을 의미), 비디오 데이터는 기존의 PCA 방식과는 다르게 전송된다. 본 논문에서, 제안하는 전송 방식은 네트워크 내 디바이스들이 비콘 구간 내의 비콘 슬롯 중 하나를 자신의 비콘 슬롯으로 하면, 네트워크 내 디바이스들이 데이터 전송 구간의 PCA 구간에서 자신의 비콘 슬롯의 슬롯 번호에 따라 데이터 전송 순서를 결정하며, 이후 결정된 데이터 전송 순서에 따라 PCA 구간에서 데이터를 전송하게 된다. 슬롯 번호에 따라 데이터 전송 순서를 결정하고, 주변 디바이스들에게 알리기 위해, 디바이스들은 자신의 데이터 전송에 관련된 각종 정보를 포함하는 필드들로 이루어진 정보 요소 (Information Element)를 브로드캐스팅 하며, 각각의 디바이스들은 네트워크 내의 다른 디바이스들의 정보 요소를 수신한 후, 정보 요소에 포함된 각종 필드의 정보와 비콘 슬롯의 슬롯 번호에 따라 PCA 구간에서의 데이터 전송 순서를 결정할 수 있다.

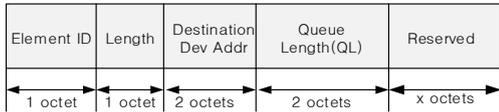


그림 5. MTT IE의 구조
Fig. 5. The format of MTT IE

그림 5는 제안하는 알고리즘에 적용되는 MTT (multimedia traffic transmission) IE의 구조를 보여주고 있다.

그림 5에 나타난 바와 같이, 제안하는 정보 요소는, 복수의 필드(field)들로 이루어진다. 예를 들어, Element ID 필드는 정보 요소를 전송하는 디바이스에 대한 식별 정보를 기재하며, Length 필드는 전송하고자 하는 데이터가 있는 경우 그 데이터의 길이를 기재하는 필드이다. 또한, Destination Dev Addr. 필드는 전송하고자 하는 멀티미디어 데이터의 목적지 디바이스의 주소를 표시하는 필드이다. 또한, QL (queue length) 필드는 자신이 전송할 데이터가 존재하는지를 표시하기 위한 필드이다.

그림 5에 표시된 정보 요소에서 디바이스들의 데이터 전송 순서를 결정하는데 사용되는 필드는 QL 필드이다. 먼저, 데이터 전송 순서를 결정하기 위해 QL 필드를 고려한다. 예를 들어, 각 디바이스들은 자신이 전송할 멀티미디어 데이터가 쌓인 큐의 길이를 QL 필드 값으로 설정한다. 각 디바이스들은 네트워크 내 디바이스들로부터 수신한 정보 요소에서 QL 필드를 확인하고, 자신의 슬롯번호와 QL 필드의 값, 그리고 다른 디바이스들의 QL 필드를 고려하여 자신의 데이터 전송 순서를 확인한다. 즉, QL 필드 값이 가장 긴 디바이스가 가장 먼저 멀티미디어 데이터를 전송하며, QL 필드의 값이 동일한 디바이스가 존재할 경우, 비컨 슬롯번호가 작은 디바이스가 데이터를 먼저 전송하게 된다.

IV. 실험

본 절에서는 본 논문에서 제안하는 분산협력방식 기반의 WiMedia 프로토콜이 기존에 제안된 WiMedia 프로토콜보다 성능이 향상됨을 제시하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 시뮬레이션에 사용한 파라미터는 표 2와 같다.

그림 6은 제안하는 기법과 WiMedia 표준의 I 슬라이스의 손실율을 보여주고 있다. 그림 6에서, 제안하는 기법은 I 슬라이스의 손실율이 WiMedia 표준보다

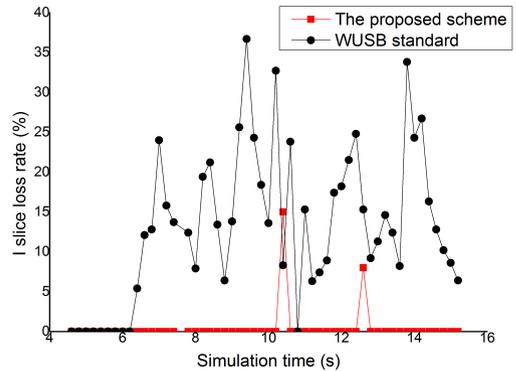


그림 6. 시뮬레이션 시간에 따른 I 슬라이스 패킷의 손실율
Fig. 6. I slice packets loss rate versus simulation time

표 2. 시뮬레이션 파라미터
Table 2. Simulation Parameter

Parameter	Value
Basic data rate	53.3 Mbps
Bandwidth	528 MHz
Superframe length	65.536 ms
MAS size	256 μ s
Beacon slot time	85 μ s
Symbol length	312.5 ns
Preamble length	9.375 μ s
Header length	3.75 μ s
Transmission power	-41.3 dB/MHz
MSDU size	1024 bytes

뛰어나다는 것을 보여주며, 기존의 표준보다 더 좋은 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있음을 보여준다. 제안하는 기법의 평균 손실율은 1.3%이며, WiMedia 표준은 14.83%의 평균 손실율을 보여주고 있다.

그림 7과 8은 P슬라이스와 B슬라이스의 손실율을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이, 제안하는 기법이 WiMedia 표준보다 높은 손실율을 보여주고 있다. 이는 제안하는 기법의 경우, 혼잡이 발생하면, P슬라이스와 B슬라이스를 우선 순위가 낮은 큐에 저장하기 때문에, 전송할 수 있는 기회를 상대적으로 덜 받기 때문이다. 이처럼 B슬라이스와 P슬라이스의 높은 손실율에도 불구하고, I슬라이스를 손실하는 것보다는 전체 동영상 프레임은 복원할 때 덜 영향을 받는다. 특히, P슬라이스와 B슬라이스의 손실은 복원된 동영상의 품질을 저하시킬 뿐이지만, I슬라이스를 잃어버리는 경우에는, 동영상을 복원할 수 없기 때문에,

동영상 프레임 전체를 파키시켜야 한다.

그림 9는 제안하는 기법과 WiMedia 표준의 I 슬라이

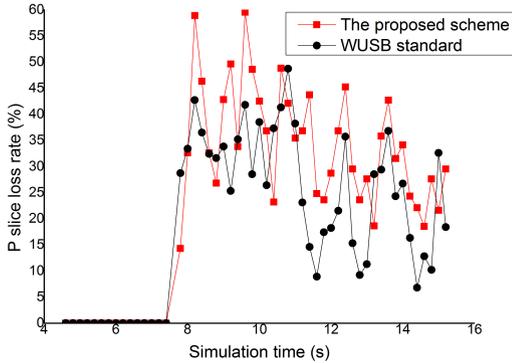


그림 7. 시뮬레이션 시간에 따른 P 슬라이스 패킷의 손실을
Fig. 7. P slice packets loss rate versus simulation time

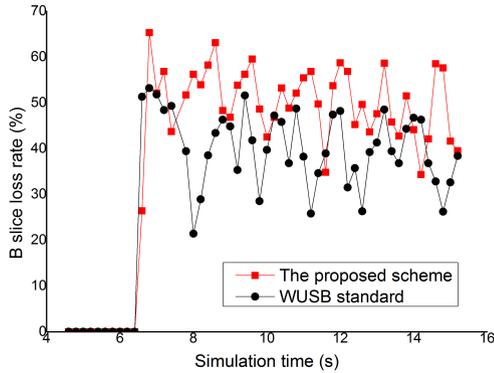


그림 8. 시뮬레이션 시간에 따른 B 슬라이스 패킷의 손실을
Fig. 8. B slice packets loss rate versus simulation time

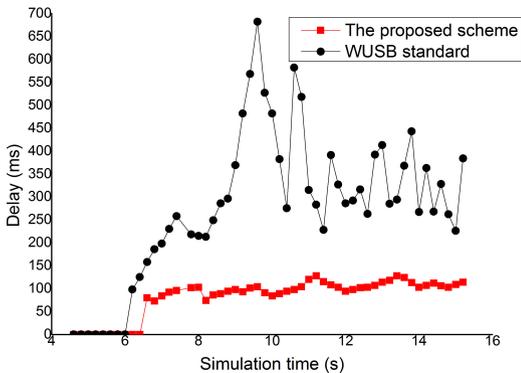


그림 9. 시뮬레이션 시간에 따른 I 슬라이스 패킷의 전송 지연시간
Fig. 9. Transmission delay of I slice packets versus simulation time

이스의 지연시간을 비교하고 있다. 그림 9에서 보는 바와 같이, 제안하는 기법은 WiMedia 표준과 비교할 때, 극히 낮은 지연시간을 보여주고 있다. 즉, 제안하는 기법은 I 슬라이스를 거의 즉시 전송할 수 있다. 하지만, WiMedia 표준은 모든 슬라이스들이 같은 큐를 공유하기 때문에, I 슬라이스를 전송할 때, B 슬라이스와 P 슬라이스와도 경쟁을 해야 한다. 이러한 경쟁은 큐잉 지연에 중요한 요소가 될 수 있다.

V. 결론

본 논문에서 좋은 품질의 비디오를 제공하고 혼잡 상황에서 발생할 수 있는 비디오 프레임 손실을 방지하기 위해, 비디오 전송 품질을 향상시킬 수 있도록 우선 순위 액세스 제어를 이용하는 자원 관리 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 혼잡 상황이 발생할 때, 가장 중요한 동영상 데이터를 보호하기 위해, 가장 중요한 동영상 프레임을 우선적으로 전송하기 위한 우선 순위를 부여하였다. 또한, 제안하는 기법은 서로 다른 타입의 동영상 프레임들을 네트워크 상황에 따라, 적절한 큐에 할당하여 중요한 동영상 데이터의 손실을 막을 수 있다. 기존의 멀티미디어 데이터 전송 기법들은 포화상태에 도달한 네트워크에서 경쟁에 의한 채널 접근을 하기 때문에, 동영상 복원을 위한 중요한 데이터 프레임의 손실이 발생하게 된다. 하지만, 제안하는 기법은 네트워크내의 트래픽이 포화상태에 도달해도, 중요한 데이터는 비컨 프레임에 포함되는 MTT IE를 통해 경쟁없이 전송이 가능하다. 따라서, 동영상 복원을 위한 중요한 데이터 프레임의 손실을 방지할 수 있으며, 실험 결과는 I 슬라이스 프레임의 경우, 기존의 WiMedia 표준보다 더 나은 데이터 손실율과 지연시간을 보여준다.

References

- [1] WiMedia MAC Release Spec. 1.01, *Distributed medium access control (MAC) for wireless networks*, Dec. 2006.
- [2] Certified Wireless USB from the USB-IF, <http://www.usb.org/developers/wusb/>
- [3] D. Marpe, T. Wiegand, and G. Sullivan, "The H.264/MPEG4 advanced video coding standard and its applications," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 44, no. 8, pp. 134-143, Aug. 2006.
- [4] V. Kawadia and P. R. Kumar, "A cautionary

perspective on cross-layer design,” *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 4, no. 1, pp 3-11, Feb. 2005.

[5] S. Khan, Y. Peng, E. Steinbach, M. Sgroi, and W. Kellerer, “Application-driven cross-layer optimization for video streaming over wireless networks,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 44, no. 1, pp. 122-130, Jan. 2006.

[6] Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification, *ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14496-10 AVC*, in Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, JVTG050, 2003.

[7] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjøntegaard, and A. Luthra, “Overview of the H.264/AVC video coding standard” *IEEE Trans. Cir. and Syst. for Video Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 560-576, Jul. 2003.

[8] I. Rozas-Ramallal, T. M. Fernandez-Carames, A. Dapena, and P. A. Cuenca-Castillo, “Improving performance of h. 264/avc transmissions over vehicular networks,” *2013 IFIP/IEEE Int. Symp. Integrated Netw. Management (INM 2013)*, pp. 1324-1327, Ghent, May 2013.

[9] M. Rameshkhar and M. Zadeh, “Enhancement of multipath video transmission in ad-hoc wireless network using MDC and H.264/AVC coding and AOMDV routing protocol,” *Advances in Natural & Applied Sci.*, vol. 8, pp. 107-113, Aug. 2014.

[10] Y. Wang, X. Guo, Y. Feng, A. Men, and B. Yang, “A novel temporal error concealment framework for H.264 over wireless networks,” *16th Int. Symp. Wirel. Pers. Multimedia Commun. (WPMC 2013)*, pp. 1-5, Atlantic City, Jun. 2013.

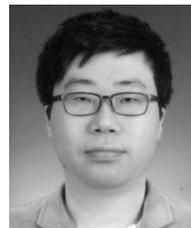
[11] C-M. Huang, C-C. Yang, and Y-C. Lin, “An adaptive video streaming scheme for a cooperative fleet of vehicles,” *9th Int. Wirel. Commun. Mob. Comput. Conf. (IWCMC)*, pp. 1607-1612, Jul. 2013.

[12] B. A. B. Sarif, M. T. Pourazad, P. Nasiopoulos, and V. C. M. Leung, “Encoding

and communication energy consumption trade-off in H.264/AVC based video sensor network,” *IEEE 14th Int. Symp. and Workshops on a World of Wirel., Mob. and Multimedia Netw. (WoWMoM)*, pp. 1-6, Jun. 2013.

[13] U. S. Zulpratita, “GOP length effect analysis on H.264/AVC video streaming transmission quality over LTE network,” *Int. Conf. Comput. Sci. and Inf. Technol. (ICCSIT)*, pp. 5-9, Jan. 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

이성로 (Seong Ro Lee)



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

공과대학 정보전자공학과 교수
<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시
스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템