

---

# WLP/WUSB/DRD 다중 홉 이동 시 DRP 자원할당방식의 QoS 성능 분석

이승범 · 맹세영 · 박상혁 · 전해지 · 김경호 · 이연우 · 이성로

국립목포대학교

sunpark@mokpo.ac.kr,

## QoS performance analysis of DRP resource allocation scheme in WLP/WUSB/DRD multi-hop movement

Seung Beom Lee, Se Young Maeng · Sang Huk Park · Ha Ji Jeon · Keong Ho Kim · Yeonwoo

Lee · Lee Sung Ro

Mokpo National Univ.

### 요약

본 논문에서는 UWB 기술 기반 WiMedia WSS 환경에서 기존의 QoS를 고려한 D-SoQ 방식을 개선하여, WLP 디바이스와 WUSB/DRD 전송 모드의 우선순위에 따른 차등화 된 서비스 전송률을 부여하는 방식을 제안한다. 제안하는 방법은 트래픽 스트림의 우선순위에 따라 수율 및 SoQ 성능의 차등화를 가능하게 한다.

### I. 서론

모든 WLP 디바이스들은 한 개 이상의 WSS(WLP Service Set)에 속한다[1]. 임의의 두 WLP 디바이스들은 데이터 프레임 교환하기 전에 서로의 존재를 발견한 후 WSS에 등록하고 활성화시켜 연결을 설정한다. 디바이스는 언제든지 새로운 WSS를 설정하거나 기존의 WSS에 등록할 수 있다. 일단 디바이스가 WSS를 생성, 등록하면 디바이스는 WSS에 등록된 다른 디바이스와 통신하기 위해 WSS를 활성화 시킨다. WSS를 활성화 시킨 디바이스는 같은 WSS의 모든 디바이스와 연결이 가능하다.

본 논문에서는 WSS 디바이스(클라이언트 브릿지, 클라이언트 디바이스)의 전송대역폭(BW) 할당방법 및 접속제어(Admission control) 방법을 제안한다. WLP/WUSB/DRD 자원할당 방식을 고려할 때 WUSB/DRD[2]는 Transfer mode를 기본으로 갖기 때문에 클래스 분류를 위해 WUSB/DRD를 기본으로, WLP 디바이스를 여기에 연동하는 방향으로 한다. Transfer mode 별로 트래픽 특성과 요청하는 Data양에 따라 필요한 이론적인 최소 BW를 계산하고, 현재 무선링크의 에러상태와 채널 점유상태를 고려하여 요구하는

서비스 시간과 신뢰도를 충족시킬 수 있는 실제 BW를 산출해야 한다.

### II. WSS 프로토콜 자원 할당의 문제점

WiMedia D-MAC을 이용하는 디바이스(WLP 디바이스, WUSB/DRD 디바이스)로 구성된 WSS 프로토콜은 TDMA 기반의 프로토콜이다. 기존의 WSS 내의 자원이 디바이스들에 의해 모두 할당이 된 경우, 새로 WSS에 가입하거나 절전모드에서 깨어난 디바이스에게 자원을 할당하지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 그림 1은 그러한 경우의 예를 보여주고 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이 WSS 디바이스 D1, D2, D3는 WSS 디바이스 H와 데이터를 송수신하고 있다. 이때, WSS에 새로운 디바이스인 D4가 새롭게 가입하거나, 절전모드에서 깨어나 통신을 시작할 경우, WSS 내에 남는 자원이 없기 때문에, 데이터 전송이 가로막히는 경우가 발생할 수 있다. 현재 WSS 디바이스는 미리 예약된 스트림들의 데이터 레이트를 재조정하는 기능이 정의되어 있지 않기 때문에, 기존 디바이스의 데이터 전송이 완료될 때까지, 새로운 스트림의 추가는 불가능하다.

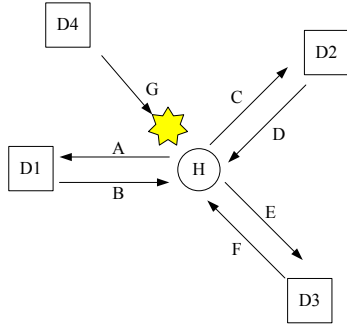


그림 1. 새로운 트래픽 G의 추가가 막힌 예

### III. SoQ를 이용한 WSS 자원할당기술

SoQ 알고리즘을 설명하기 전에 SoQ 알고리즘을 위해 정의된 용어들을 설명한다[3].

K는 WSS에 등록된 스트림의 수를 의미한다. j는 K개의 스트림 중 j번째 스트림을 의미한다. BW는 WSS를 구성하고 있는 데이터 슬롯의 개수를 의미한다. 즉, BW는 실제 데이터를 전송할 수 있는 시간 구간의 길이를 의미한다.

RR<sub>j</sub>는 j번째 스트림에서 필요한 최소 데이터 전송률 또는 데이터 슬롯의 개수를 의미하며, DR<sub>j</sub>는 j번째 스트림에 할당 가능한 최대 데이터 전송률 또는 데이터 슬롯의 개수를 의미한다. SR<sub>j,n</sub>은 n번째 슈퍼프레임에서 트래픽 스트림 j에 할당된 타임 슬롯의 개수, 즉 서비스 전송률을 의미한다. SoQ<sub>j,n</sub>은 n번째 슈퍼프레임에서 트래픽 스트림 j의 QoS의 만족도(Satisfaction of QoS)를 의미하며, 식(1)을 통해 도출된다.

$$SoQ_{j,n} = \frac{SR_{j,n} - RR_j}{DR_j - RR_j} \begin{cases} SoQ_{j,n} = 1, & \text{if } SR_{j,n} = DR_j \\ SoQ_{j,n} = 0, & \text{if } SR_{j,n} = RR_j \\ SoQ_{j,n} < 0, & \text{if } SR_{j,n} < RR_j \end{cases} \quad (1)$$

그림 1의 상황에서 스트림 G를 추가하기 위해 기존 스트림의 데이터 전송률을 재조정해야 한다. 모든 스트림이 같은 데이터 전송률을 갖도록 수정을 하고 이 값을 SoQ<sub>F,n</sub>이라고 한다면, 새롭게 재조정되는 각각의 WSS 디바이스들의 서비스 전송률 SR<sub>j,n</sub>은 식(1)에 근거하여 식(2)와 같이 계산될 수 있다. 따라서, WSS의 모든 스트림들에 대한 서비스 전송률을 고려하여 최종적으로 재조정 되는 모든 디바이스들의 서비스 전송률은 식(3)과 같이 계산할 수 있다.

$$SR_{j,n} = SoQ_{F,n} \cdot (DR_j - RR_j) + RR_j \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^K (SoQ_{F,n} \cdot (DR_j - RR_j) + RR_j) = \sum_{j=1}^K SR_{j,n} = BW \quad (3)$$

위와 같은 방법을 사용하면, WSS 슈퍼프레임의 자원이 모두 할당된 상황에서도 새로운 스트림의 추가가 가능해진다. 하지만, WSS 디바이스 중 WUSB는 4개의 서로 다른 전송모드를 갖고 있으며, 이들 모드들은 서로 다른 스트림 특성과 우선순위를 갖고 있기 때문에, 동일한 데이터 전송률을 갖도록 스트림을 할당한다면 QoS 보장의 또 다른 문제를 초래할 것이다. 따라서, 우리는 각각의 전송 모드와 트래픽 스트림의 특성에 따라 서로 다른 우선순위를 부과하여, 트래픽 스트림 별 서로 다른 서비스 전송률을 부여하는 새로운 기법을 제안한다. 전송모드와 트래픽 스트림의 차등화를 위해 우리는 우선 전송모드와 트래픽 스트림의 서비스 클래스를 구분하고, 클래스별로 SoQ<sub>min\_class</sub>값을 다르게 책정하여 QoS의 차등화를 지원한다. 표 1은 WUSB 전송모드와 WLP 디바이스에 따른 우선 순위와 SoQ<sub>min\_class</sub>값을 보여주고 있다.

표 1. WUSB 전송모드와 WLP 디바이스에 따른 우선순위와

SoQ <sub>min_class</sub>			
Priority	User Priority	WUSB Transfer Mode or WLP Devices	SoQ <sub>min_class</sub>
Lowest	0	WUSB Bulk	0.2
	1	WUSB Control	0.4
	2	WUSB Interrupt	0.6
	3	WUSB Isochronous	0.8
Highest	3	Other WLP Devices	0.8

제안된 알고리즘에서 WSS 디바이스는 통신하는 트래픽의 수가 변화할 때마다, SoQ<sub>min\_class</sub>를 이용하여 SoQ<sub>F\_class</sub>를 새롭게 계산해야 한다. 만일 계산된 SoQ<sub>F\_class</sub>가 SoQ<sub>min\_class</sub>보다 크다면 해당 내용을 비콘에 포함시켜 브로드캐스트한다. 그 후, WSS 디바이스들은 재할당된 데이터 전송률로 데이터 프레임을 송수신해야 한다. 만일 계산된 SoQ<sub>F\_class</sub>가 SoQ<sub>min\_class</sub>보다 작다면, 트래픽 요청은 거부된다. 제안된 알고리즘을 이용하면, 동일한 전송모드를 이용하는 디바이스들은 같은 SoQ<sub>F\_class</sub>를 갖게 되며, 각각의 서비스 클래스들은 SoQ<sub>min\_class</sub>에 의해 차등화된다. 전송 모드별로 차등화된 SoQ<sub>F\_class</sub>를 제공하기 위하여, 미리 정의된 SoQ<sub>min\_class</sub>를 이용하여 RR<sub>j</sub>를 식(4)와 같이 RR<sub>j\_class</sub>로 변환할 수 있다. DR<sub>j</sub>와 RR<sub>j\_class</sub>를 이용하여 새로운 SR<sub>j,n+1</sub>과 SoQ<sub>F,n+1</sub>을 계산하면 식(5)와 식(6)과 같이 나오게 된다.

식(5)를 식(1)에 적용하면, 전송 모드별로 차등화된 SoQF\_class를 구할 수 있으며, 식(7)과 같이 계산될 수 있다.

$$RR_{j\_class} = (DR_j - RR_j) \cdot SoQ_{min\_class} + RR_j \quad (4)$$

$$SR_{j,n+1} = (DR_j - RR_{j\_class}) SoQ_{F,n+1} + RR_{j\_class} \quad (5)$$

$$SoQ_{F,n+1} = \min \left[ \frac{BW - \sum_{j=1}^K RR_{j\_class}}{\sum_{j=1}^K (DR_j - RR_{j\_class})}, 1 \right] \quad (6)$$

$$SoQ_{F\_class,n+1} = SoQ_{min\_class} + \left( \frac{DR_j - RR_{j\_class}}{DR_j - RR_j} \right) \cdot SoQ_{F,n+1} \quad (7)$$

#### IV. 결론

본 논문은 WSS 환경에서 WLP 디바이스와 WUSB/DRD 전송 모드의 우선순위에 따른 전송 대역폭 자원 할당 방법을 제안하였다. QoS를 고려한 기존의 D-SoQ 방법은 동일한 데이터 전송률을 가져도 우선순위에 따른 스트림에게는 역차별을 가져와 QoS 보장의 또 다른 문제를 만든다. 우선순위에 따른 트래픽 스트림에 서로 다른 서비스 전송률을 제공하는 본 논문의 제안 방법은 성능 향상을 가져온다.

#### ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음”(NIPA-2013-H0401-13-2006), 이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0093828)

#### 참 고 문 헌

- [1] Vishnevsky, V.M., Lyakhov, A.I., Safonov, A.A., Mo, S.S., Gelman, A.D., “Study of beaconing in multihop wireless PAN with distributed control,” IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 7, no. 1, pp. 113-126, 2008.

- [2] Wireless USB Key Developers technical working groups, Wireless Universal Serial Bus Specification, Revision 1.1, 2010.
- [3] 허경, 손원성, “무선 홈 네트워크에서 고속 멀티미디어 서비스의 Fair QoS 제공을 위한 UWB Distributed MAC 프로토콜의 타임 슬롯 할당 방안,” 멀티미디어학회논문지, vol. 12, no. 3, pp. 419-426, 2009.