

Bin-Packing 과 DRR 을 이용한 블루투스 MAC 계층에서의 효과적인 패킷 스케줄링

안혜환*, 윤희용*, 손재기**, 전기만**, 양만석***

*성균관대학교 정보통신공학부

**한국전자부품연구원 정보시스템센터

***한국의국어대학교 정보통신공학부

e-mail : *{hyehwan,youn}@ece.skku.ac.kr

**{jgson,kmjeon}@keti.re.kr

***msyang@hufs.ac.kr

An Efficient Packet Scheduling on Bluetooth MAC Layer by Using Bin-Packing and DRR

*Hye Hwan Ahn, *Hee Yong Youn, **Jae Gi Son, **Ki Man Jeon, ***Man Seok Yang

* School of Information and Communication

SungKyunKwan University

** IT System Research Center, KETI (Korea Electronics Technology Institute)

*** School of Information and Communication

Hankuk University of Foreign Studies

요약

본 논문은 블루투스 MAC 계층에서의 패킷 스케줄링 성능의 개선을 목적으로 한다. 현재 대부분의 많은 블루투스 MAC 계층 스케줄링 방식은 라운드로빈(RR)을 사용하고 있는데, 많은 슬롯과 시간을 낭비 하게 되고 최적화된 업링크와 다운링크에 적합하지 않다. 한편, 블루투스의 마스터 노드에서 생기는 자원 낭비 문제를 해결하기 위한 몇 가지 MAC 스케줄링 알고리즘이 있다. 본 논문에서는 Bin-packing 과 DRR 을 이용하는 MAC 계층 에서의 효과적인 패킷 스케줄링 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션을 통해서 그 성능이 기존 방식에 비해 우월함을 보인다.

키워드 : Bluetooth , MAC 스케줄링, Bin packing, DRR,

1. 서론

블루투스(Bluetooth)는 근거리 무선 인터페이스 표준으로서 개발목적은 기존의 복잡한 케이블을 대체하고 기능추가 및 성능 향상이 편리한 세계적으로 통일된 통신 방식을 제안 하고자 함이며, 그 사용 예로는 무선 마우스, 무선 프린터, 휴대전화 등 모바일 단말기, 무선 네트워크 등이 있다[1][2][3]. 블루투스는 2.4GHz ISM 밴드에서의 전자레인지등과 같은 것으로 인한 간섭을 피하기 위해 주파수 도약(hopping) 이라는 방식을 사용하고 거리는 10 미터 미만인 에드혹 피코넷 구조를 가진다[7].

현재 블루투스는 전송방식으로 TDD 를 사용하는데, 피코넷의 마스터는 슬레이브와의 통신에 대한 슬롯 스케줄링을 책임진다. 한 프레임은 한세트의 Time division 이중 슬롯으로 구성되고 각각의 블루투스 패킷은 그림 1 의 다중 슬롯 패킷과 같이 1,3 또는 5 슬

롯을 가질 수 있다[7].

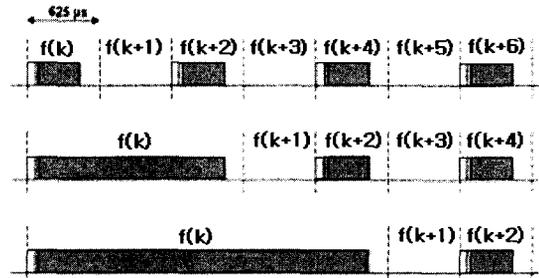


그림 1 다중슬롯 패킷

블루투스는 음성과 데이터 트래픽을 지원 하지만 본 논문에서는 오직 마스터와 슬레이브 사이 에서의 데이터 통신만을 다룬다. 블루투스 MAC 계층에서 사용

되는 스케줄링 알고리즘은 주로 라운드로빈 (RR) 방식인데, 이 알고리즘은 슬롯과 시간을 낭비하는 단점을 가지고 있다[2].

본 논문에서는 블루투스 MAC 계층에서의 패킷 스케줄링 성능을 개선하기 위해 Bin-Packing 과 DRR 을 이용한 스케줄링 방식을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 성능을 평가 함으로 슬롯의 낭비를 줄이는 것을 확인 한다.

본 논문은 아래와 같이 구성되어진다. 2 장에서는 현존하는 일반적인 패킷 스케줄링 알고리즘에 대해서 기술한다. 3 장에서는 효과적인 스케줄링 알고리즘을 제안하고 이 알고리즘의 메커니즘에 대해서 설명 한다. 4 장에서는 시뮬레이션을 통해 개선된 성능을 확인 한다. 마지막으로 5 장에서는 결론에 대해 기술한다.

2. 패킷 스케줄링과 Bin-Packing 에 관한 연구

이 장에서는 제안하는 스케줄링 알고리즘의 이해를 돕기 위해 몇 가지 기존에 있는 스케줄링 알고리즘을 설명한다.

2.1 Weighted 라운드로빈

Weighted 라운드로빈(WRR) 스케줄링 메커니즘은 모든 가상채널접속(VCC)로부터 셀들을 다른 우선순위로 다중전송한다. 이것은 고정된 weight 를 기반으로 하는 라운드로빈 방식이 확장된 것 중의 하나이다. 각각의 VCC 링크는 전송할 셀이 있을 때 셀을 보낼 수 있다. 각각의 클래스 큐는 보내질 수 있는 많은 셀들의 카운터 넘버를 가지고 있다. 카운터 값은 그 클래스에 할당된 weight 값에 대해 같아진다.

여러 클래스로부터 온 셀들은 카운터 값이 0 보다 클 동안 클래스들의 헤드로부터 한 사이클안에 보내지게 된다. 그림 2는 WRR 을 나타낸다.

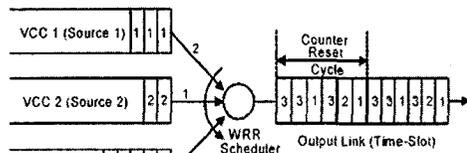
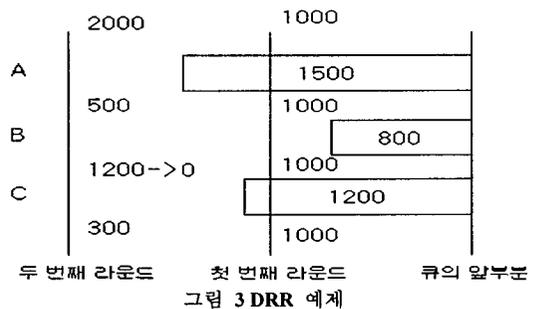


그림 2 Weighted 라운드로빈

2.2 Deficit 라운드로빈

Deficit 라운드로빈(DRR) 방식은 WRR 을 수정해서 다양한 크기의 패킷을 다루는 것을 가능하게 한다. DRR 스케줄러는 각각의 접속에 대해서 Deficit Counter(DC) 라는 것을 가지고 있고 이것은 초기에 0 으로 초기화 되어져 있다. 이러한 스케줄러는 각 방문된 접속으로부터 하나의 퀴텀 값으로 처리 하려고 시도한다. 만약에 한 퀴텀 크기보다 작다면 그 패킷은 처리되어지고 아니면 그값은 DC 에 더해지게 된

다. 예를 들어서 한 퀴텀 크기를 1000 byte 라고 하고 A,B,C 라는 연결이 있고 각각 1500,800,1200 byte 씩 DRR 스케줄러에서 큐 되어 있다고 가정하자(그림 3).첫번째 라운드에서 A 의 카운터는 1000 을 증가 하게 되고 B 의 첫번째 패킷이 처리 되어지고 B 의 DC 는 1000-800=200 이 된다. C 의 카운터는 1000 이 되고 아무런 패킷도 처리되지 않는다. 두번째 라운드에서 A 의 패킷이 처리되고 이것의 카운터는 1000+1000-1500=500 이 된다. C 의 카운터는 800 으로 설정 된다. B 에 아무런 패킷이 없게 되면 그 이후로의 카운터는 0 으로 재설정 된다. 즉, 어떤 하나의 흐름이 사용되지 않는다면 DRR 은 나머지 대역폭을 다른 흐름에게 할당하고 다양한 크기의 패킷을 다룸으로써 효율적인 스케줄링 알고리즘을 제공한다.



2.3 Bin Packing

1 차원 BP 는 시간과 공간의 최소화와 관련된 고전적인 문제이다. 이것은 매우 어려운 문제이고 많은 휴리스틱 알고리즘이 제안되어져 왔다. 이 알고리즘의 목적은 고정된 크기의 “Bins” 의 최소 개수의 객체의 모음을 하나로 만드는 것인데, First Fit(FF), Last Fit(LF), Next Fit(NF), Best Fit(BF), Worst Fit(WF), Almost Worst Fit(AWF) 등의 방식이 있다.

FF (LF)알고리즘은 Bin 공간이 아직 남아 있다면 새로운 객체를 Bin 의 가장 왼쪽(오른쪽)에 위치 시킨다. NF 알고리즘은 새로운 객체를 가장 오른쪽 Bin 에 위치 시키고 만약 필요 하다면 새로운 Bin 을 시작한다. BF 알고리즘은 Bin 공간이 아직 남아 있다면 새로운 객체를 가장 가득히 찬 곳에 위치 시킨다. WF 알고리즘은 새로운 객체를 가장 많이 비어 있는 현존하는 Bin 에 위치 시킨다. AWF 알고리즘은 새로운 객체를 두번째로 많이 비어있는 현존하는 Bin 에 위치 시키는데, WF 알고리즘보다 훨씬 좋은 성능을 보인다.

3. Bin-Packing 과 DRR 을 이용한 스케줄링 알고리즘

여기서 블루투스 MAC 계층에서의 BP 와 DRR 을 이용한 효과적인 스케줄링 알고리즘을 제안한다. 아래 그림 4 를 보면 이 스케줄링 알고리즘의 전반적인 작동방식을 알아볼 수 있다. 만약에 n 개의 슬레이브가 피코넷에 있다고 가정해보자. 이 스케줄링 알고리

좁은 큐 앞부분에 있는 패킷을 감지 할 수 있으며 어떤 패킷이 현재 프레임에 위치 시킬 수 있는지 결정한다. BP 는 5 슬롯만큼의 양으로 패킹 시켜서 슬롯의 낭비를 최대한 줄일 수 있게 한다.

2 장에서 DRR 에 대해서 기술한 바와 같이 DRR 은 Deficit counter 를 사용하여 다양한 크기의 패킷 크기에 대해서 스케줄링 할 수 있는 알고리즘 이다. 이러한 DRR 을 사용하는 이유는 BP 과정 중에 마지막 Bin 이 때로는 최대 용량을 초과 하는 경우가 발생할 경우가 있는데, RR 방식으로는 고정된 패킷 크기를 사용하기 때문에 이러한 문제가 발생시 스케줄링을 하지 못 하는 반면 DRR 은 다양한 크기의 패킷에 대해서 스케줄링이 가능하고 전반적인 성능면에서 RR 보다 우수하기 때문이다.

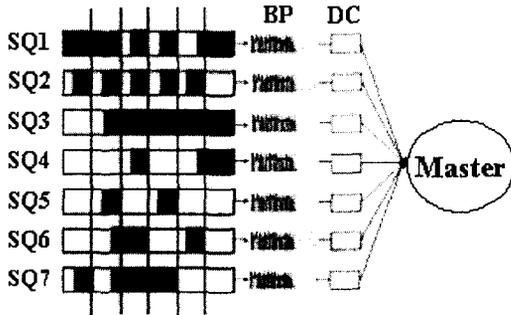


그림 4 BP 와 DRR 을 이용한 스케줄링

4. 성능평가

본 논문에서는 BP 의 파라미터중 Bin 은 11 로 패킷은 15 로 했으며 패킷의 크기 S, 0 ≤ S ≤ 5 (슬롯 크기) 로 하여 균등하게 분포되도록 했다.

아래 그림 5 는 여러 다른 스케줄링 알고리즘과 본 논문에서 제안된 스케줄링 알고리즘과의 성능평가 비교를 나타낸다.

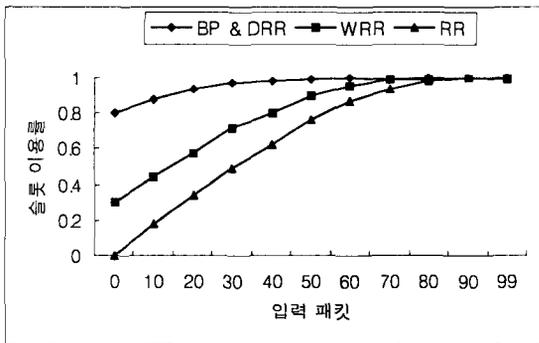


그림 5. 다른 스케줄링과 비교한 성능평가

그림 5 가 나타내듯이 제안되는 BP 와 DRR 을 이용한 스케줄링은 다른 스케줄링 알고리즘보다 슬롯이용률 면에서 좋은 성능평가를 보여주고 전체적인 슬롯

이용률이 98% 정도가 된다.

5. 결론

본 논문에서는 BP 와 DRR 이라는 두가지 알고리즘을 병합하여 스케줄링 함으로써 보다 성능이 우수한 블루투스 MAC 계층에서의 패킷 스케줄링을 제안 하였다. 본 논문에서는 Bin 값과 패킷 개수의 값을 고정 시켰지만 향후에는 최적화된 Bin 값과 Packet 개수의 값을 구할 필요성이 있으며 이와 같은 연구로 바탕으로 모바일 환경에서 보다 나은 서비스를 제공할 수 있게 될 것이다.

참고자료

- [1] Daqing Yang, Gouri Nair, Balaji Sivaramakrishnan, Harishkumar Jayakumar and Arunabha Sen "Round Robin with Look ahead: A New Scheduling A New Scheduling Algorithm for Bluetooth" ICPPW'02 August 12-21 Vancouver, B.C., Canada
- [2] M. Shreedhar and George Varghese "Efficient Fair Queuing using Deficit Round Robin" November 18, 1994 SIGCOMM
- [3] Sumit Garg, Manish kalia, Rajeev Shorey "Mac Scheduling Policies for Power Optimization in Bluetooth: A Master Driven TDD Wireless System" Mobile Multimedia Communications, 1999. (MoMuC '99). 1999 IEEE International Workshop on , 1999 , Page(s): 384 -388
- [4] Manish Kalia, Deepak Bansal, Rajeev Shorey "Data Scheduling and SAR for Bluetooth MAC"
- [5] S. keshav, An Engineering Approach to Computer Networking: ATM Networks, the Internet, and The Telephone Network, Addison-Wesley, 1999
- [6] S. Lu, T. Namdagopal and V. Bharghavan, "A Wireless Fair Service Algorithm for Packet Cellular Networks", ACM MOBICOM 98, Dallas, Texas, 1998
- [7] "Bluetooth Special Interest Group", Specification of the Bluetooth System", "http://www.bluetooth.com", 2001
- [8] A. Das, A. Ghose, A. Razdan, H. Saran and R. Shorey, Enhancing performance of asynchronous data traffic over the Bluetooth Wireless ad-hoc network. In Proceedings of IEEE INFOCOM'01, (pg.591-600), 2001