

개선된 DRR 을 이용한 블루투스에서의 다양한 크기 패킷의 효과적인 스케줄링

안혜환*, 윤희용*, 함경선**, 정혜동**
 *성균관대학교 정보통신공학부
 **한국전자부품연구원 유비쿼터스 연구센터
 e-mail : *{hyehwan,youn}@ece.skku.ac.kr
 **{hksunny,HUDSON}@keti.re.kr

An Efficient Packet Scheduling of Various Sizes in Bluetooth by Using An Improved DRR

*Hye Hwan Ahn, *Hee Yong Youn, **Kyung Sun Ham
 * School of Information and Communication
 SungKyunKwan University

** Ubiquitous Research Center, KETI (Korea Electronics Technology Institute)

요약

본 논문에서 우리는 높은 채널 이용을 목적으로 하는 블루투스 무선네트워크 환경에서의 새로운 스케줄링 기법을 제안하였다. 현재 블루투스 무선 환경에서는 다양한 사이즈의 패킷 크기를 가지는 멀티미디어 데이터를 전송하는데 RR(Round Robin) 을 많이 사용하고 있다. 그러나 이러한 스케줄링 기법은 많은 자원의 낭비를 불러 일으킴으로서 블루투스에는 적합하지 않게 된다. 스케줄링 기법은 QoS 서비스 그리고 시간과 슬롯과 같은 자원관리 와 같은 것을 제공하는데 있어서 매우 중요한 연구이고 우리는 본 논문에서 RR 의 자원낭비 문제점을 해결하기 위해서 DRR(Deficit Round Robin) 을 개선한 스케줄링 기법을 제안 함으로 인해서 블루투스와의 같은 환경에서 다양한 크기의 패킷사이즈를 가지는 멀티미디어 데이터를 자원낭비 없이 효율적으로 전송하는 기법에 대해서 다루게 될것이다.

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].

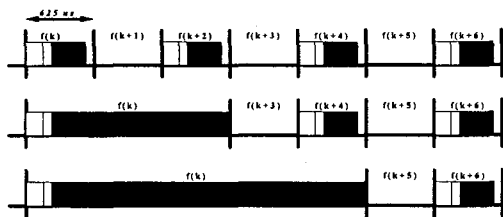


그림 1 멀티 슬롯 패킷

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 슬롯을 가질 수 있다[7],그림 1 은 이와 같은 것을 나타내고 있다.

데이터는 마스터-슬레이브 가 한쌍으로 구성되어 서로간에 전송을 한다, 그림 2 는 이와 같은 과정을 나타내고 있다.이과정에서 POLL 패킷이나 NULL 패킷을 보냄으로 인해서 슬롯의 낭비의 시간의 낭비가 발생하게 된다.

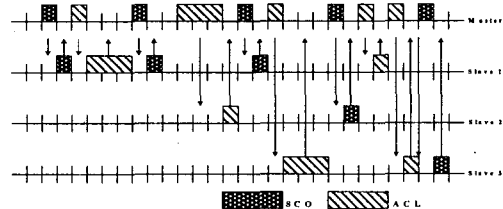


그림 2 마스터와 슬레이브 간의 통신에 대한 ACL 과 SCO 슬롯

블루투스는 음성과 데이터 트래픽을 지원 하지만 본

논문에서는 오직 마스터와 슬레이브 사이에서의 데이터 통신만을 다룬다. 블루투스에서 사용되는 스케줄링 알고리즘은 주로 라운드로빈 (RR) 방식인데, 이 알고리즘은 이미 살펴본 것과 같이 슬롯과 시간을 낭비하는 단점을 가지고 있다[2].

본 논문에서는 블루투스에서의 자원 낭비를 줄이기 위해 DRR 을 개선한 스케줄링 방식을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 성능을 평가 함으로 슬롯의 낭비를 줄이는 것을 확인한다.

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

2. 관련 연구

2.1 WRR(Weighted Round Robin) 스케줄링

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 3 은 WRR 을 나타낸다.

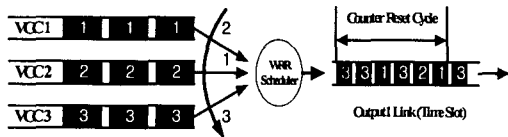


그림 3 Weighted 라운드로빈

2.2 Deficit 라운드로빈 스케줄링

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 쿼텀 값으로 처리하려고 시도한다. 만약에 한 쿼텀 크기보다 작다면 그 패킷은 처리되어지고 아니면 그값은 DC 에 더해지게 된다. 즉, 어떤 하나의 흐름이 사용되지 않는다면 DRR 은 나머지 대역폭을 다른 흐름에게 할당하고 다양한 크기의 패킷을 다룸으로써 효율적인 스케줄링 알고리즘을 제공한다. 아래 그림 4 는 이러한 것에 대한 pseudo code 로 나타낸것이다.

```

if first_packet of queue[i] larger than dc[i]
{
    Packet stays in queue[i];
}
else
{
    packet is transmitted on outout link;
    dc[i] = dc[i]-packet length;
    if queue[i] is empty
    {
        dc[i]=0;
    }
}
    
```

그림 4 Pseudo code 로 표현한 DRR 알고리즘

2.3 Bin Packing 알고리즘

Bin packing 은 시간과 공간의 최소화에 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)알고리즘 은 Bin 공간이 아직 남아 있다면 새로운 객체를 Bin 의 가장 왼쪽(오른쪽)에 위치시킨다. NF 알고리즘은 새로운 객체를 가장 오른쪽 Bin 에 위치시키고 만약 필요 하다면 새로운 Bin 을 시작한다. BF 알고리즘은 Bin 공간이 아직 남아 있다면 새로운 객체를 가장 가득찬 곳에 위치시킨다. WF 알고리즘은 새로운 객체를 가장 많이 비어 있는 현존하는 Bin 에 위치시킨다. AWF 알고리즘은 새로운 객체를 두번째로 많이 비어있는 현존하는 Bin 에 위치 시키는데, WF 알고리즘보다 훨씬 좋은 성능을 보인다.

블루투스 환경에서는 NF 의 특성이 가장 적합하므로 본논문에서는 NF 를 이용하여 스케줄링에 적용할 것이다.

3. DRR 을 개선한 스케줄링 알고리즘

여기서는 블루투스 에서의 개선판 DRR 을 이용한 효과적인 스케줄링 알고리즘을 제안한다. 아래 그림 5 를 보면 이 스케줄링 알고리즘의 구조 알아볼 수 있다. 만약에 n 개의 슬레이브가 피코넷에 있다고 가정해보자. 이 스케줄링 알고리즘은 큐 앞부분에 있는 패킷을 레이블을 통하여 감지 할 수 있으며,다른말로 Head-of-line 이라고도 한다, 어떤 패킷이 현재 프레임에 위치 시킬 수 있는지 결정한다. Bin packing 의 NF 는 낭비되는 공간에 채울수 있는 패킷을 위치 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 Bin packing 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.

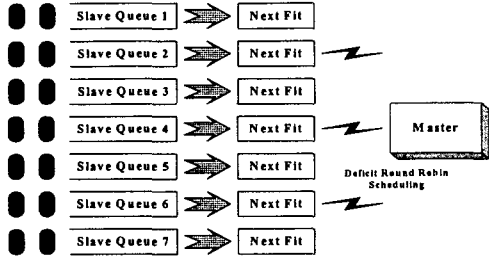


그림 5 BP 와 DRR 을 이용한 스케줄링

4. 성능평가

본 논문에서는 패킷의 크기 는, 슬랏 1,슬랏 3, 슬랏 5 크기로 하여 균등하게 분포되도록 했다.

아래 그림 6 은 여러 다른 스케줄링 알고리즘과 본 논문에서 제안된 스케줄링 알고리즘과의 성능평가 비교를 나타낸다.

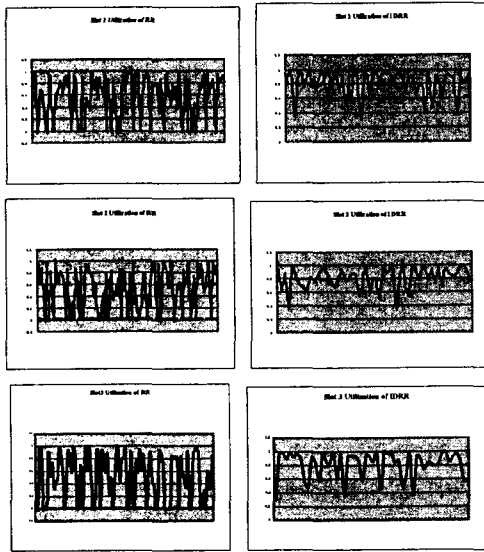


그림 6. RR(왼쪽) 과 IDRR(오른쪽) 슬랏 이용률 성능평가 비교

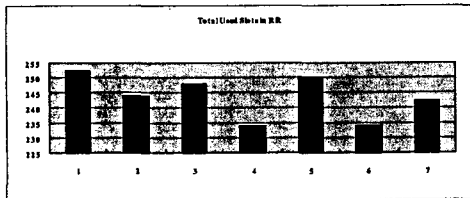


그림 7 슬레이브 각각의 RR 에서 총사용된 슬랏수

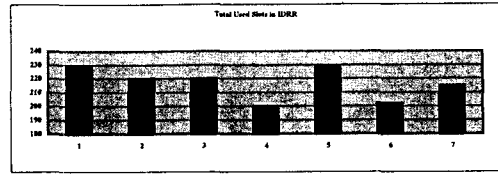


그림 8 슬레이브 각각의 DRR 에서 총사용된 슬랏수

그림.6 은 피코넷에서 7 개슬레이브가 비슷한 성능을 나타내기 때문에 그중 3 개만을 비교하여 나타내었다. 왼쪽 그래프는 RR 에서 슬랏이용률이고 오른쪽은 개선된 DRR 에서의 슬랏 이용률을 나타 내는대 오른쪽의 그래프가 보다 높은 이용률을 나타 내고 있음을 확인 할수 있다.

위의 그래프를 토대로 우리는 개선된 DRR 은 슬랏의 이용율을 높일수도 있고 그림.7 과 그림.8 에 나타나 있는 총 슬랏수 를 보면 그로 인해서 적은 슬랏을 가지고도 같은양의 데이터를 RR 보다 더 많이 보낼수 있다는 것을 확인할수 있다.

5. 결론

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

참고자료

1. "Bluetooth Special Interest Group", Specification of the Bluetooth System", "http://www.bluetooth.com",2001
2. Daqing Yang, Gouri Nair, Balaji Sivaramkrishnan, 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
3. M. Shreedhar and George Varghese "Efficient Fair Queuing using Deficit Round Robin" November 18, 1994 SIGCOMM
4. 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
5. Manish Kalia, Deepak Bansal, Rajeev Shorey "Data Scheduling and SAR for Bluetooth MAC"
6. S. keshav, An Engineering Approach to Computer Networking: ATM Networks, the Internet, and The Telephone Newtork, Addison-Wesley, 1999