간섭 환경에서 ACL 링크의 DM 패킷 전송효율 향상 방안

권기호[0]
경 북 대 학 교 정 보 통 신 학 과
stanly@inc.knu.ac.kr

Performance enhanced of Bluetooth ACL link DM packet in interference environments.

Ki-Ho Kwon[0]
Dept. of Information and Communication, Kyungpook National University

요 약

블루투스는 근거리 무선 인터페이스를 통한 음성 및 데이터의 전송서비스를 지원하는 통신 프로토콜이다. 블루트스와 IEEE802.11 기기들은 동일 주파수대역을 사용하므로, 간섭이 발생하고 이러한 간섭현상은 각 기기들의 성능을 저하시킨다. 그래서, 본 논문에서 블루투스 기기를 통한 각 기기들의 Power control로 간섭문제를 완화시키는 방안을 제안한다.

1.서론

2.4GHZ ISM(Industrial Scientific Medicine) 대역을 사용하는 블루투스는 단거리 케이블 통신을 위한 프로토콜로 대체되고 있다. 블루투스와 IEEE 802.11 프로토콜은 2,4GHZ 대역에서 사용되지만, 두 시스템 모두 간섭현상에 의한 성능 저하가 예상된다.[1][2]

본 논문에서는 IEEE802.11네트웍에서 근접 거리 통신에 사용되고 있는 블루투스 Radio와의 간섭문제의 해결방안을 제안한다. DSSS mode에서 동작하는 IEEE802.11 시스템의 간섭의 근원은 블루트스 시스템때문이라고 가정하면, IEEE802.11 DSSS 와 WLAN은 상호 호환될 수 있다. 본문에서 블루투스 간섭현상을 완화시키기 위한 기술들을 간략히 기술할 것이다.[3]

대표적인 기술은 전송 Power control 방법으로 수신측의 SIR (Signal Interference Rate)을 일정하게 조절해서 간섭현상을 완화하는 방법이다.

성능 측정 결과에서 중요하게 고려해야 할 부분은 실제 Access Delay, 패킷손실 가능성 그리고 전송 Power다..

본 논문의 2장과 3장에서는 출력조절 알고리즘과 시뮬레이션 결과값을, 그리고 4장에서는 결론을 기술한다.

2. 출력 조절

일부 블루투스 장치들은 전송출력을 유동적으로 조절할 수 있으며, 또한 그 기능을 사용해서 간섭현상이 일어날 경우, 유동적으로 출력을 조절해서 간섭현상을 완화시킨다.

본 논문에서는 출력조절 절차를 실행단계에 따라 세분화시킨 후 그 단계에 적용 가능한 알고리즘을 분류했으며, 이 알고리즘의 핵심 부분은 시스템내의 간섭레벨에 따라 조절된다. 통신을 할 경우, 수신측은 다른 시스템 정보는 필요치 않다고 가정하면 다른 시스템에서 의해 영향을 받는 간섭은 수신측 관점에서는 SIR 레벨로 측정된다.

SIR은 광 확산 링크의 Quality 값을 측정한 것으로 이전에는 출력 조절과 동적인 채널 재할당 방법들을 사용해서 시스템의 간섭을 제한하는데 많이 사용되었다.[4][6]

Power 업데이트 알고리즘의 특성에서, 초기치 P0=이고, P_{max}를 업데이트 간격을 R로, 전송파워 업데이트를 P(t+1)로 두면

$$P(t+1)=\min(P_{max},\max(P_{min},\frac{T_t}{SIR(t)}\times P(t))) \quad (1)$$

T(t)는 SIR의 타겟값이고 SIR(t)는 평균값을 나타내게 된다. Power 업데이트 규칙은 수신측의 측정된 SIR(t)의 통계값을 바탕으로 한다. 그래서 수신측에서는 새로운 전송 업데이트 간격(R)의 정보로 다시 나타내게 된다.

블루투스 기능에 Power control 알고리즘을 실행시키기 위해 프로토콜에 포함시켰지만, 대부분 명확히 정의되진 않았다. 그래서, 아래와 같이 표1.에서 세가지 파워 클래스로 구분했다.

표1블루투스 장치의 파워 클래스

Power class	최대 출력값	최소 출력값
1	100mW(20dBm)	1mW(odBm)
2	2.5mW(4dBm)	0.25mW(-6dBm)
3	1mW(0dBm)	N/A

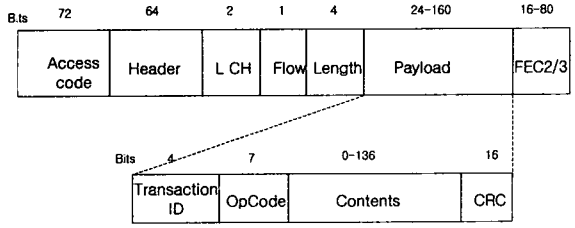
Power control은 파워 클래스 1에서 가능하다. Power control은 0 dBm 이상의 제한된 전송파워에서 이루어진다. 전송파워는 수신측의 RSSI(Receiver Signal Strength Indicator) 측정에 기준을 두고 조절한다. 간섭제한 환경에서 RSSI는 SIR과 일치한다. 더구나, 출력 조절이 가능한 메시지 기능을 표2에서 확인할 수 있다. LMP 메시지의 일반적인 형태는 그림 1과 같다.

두개의 LMP(Link Management Protocol)메시지 LMP_incr_req

표2. LMP Power Control Messages

메시지	Op_Code	Contents
LMP_incr_pow_req	31	1byte-future 사용
LMP_decr_pow_req	32	1byte-future 사용
LMP_max_power	33	1 byte
LMP_min_power	34	1 byte

그림 1. LMP Message Format



와 LMP_decr_pow_req는 향후 사용을 위해 1byte씩 예약해 둔다. 이런 예약된 1byte는 (식1)에 의해 전송시 업데이트 규칙에 의해 실행되고 수신측의 SIR측정에 사용된다. 또 다른 장치의 동작시 업데이트 간격 R에 대한 특성을 고려한다면, GSM(Global System for Mobile Communications)에서의 SIR은 정확히 0.1~0.3초에서 형성된다. 심한 간섭현상이 있는 시스템에서의 노이즈층은 20dB이상이 된다.[5]

본 논문의 경우에서 SIR은 전적으로 주신호와 간섭 스펙트럼 현상에 의존한다. 그러므로 주어진 79개 채널에서 R은 4~5번의 비율로 선택할 수 있다. 그리고 Signaling traffic 요구에 따라 R을 교체할 수 도 있다.

3.시뮬레이션 결과

현재의 시뮬레이션 결과로 출력조절 알고리즘의 효과를 평가했다. 4개의 토폴로지의 형태는 (그림 2),시뮬레이션 결과는 (표3)과와 같다. 본 논문에서는 WLAN과 블루투스의 특성을 고려해서 트래픽의 분포를 가변적으로 했다.

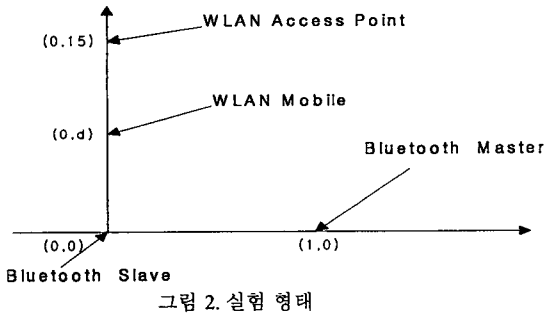


그림 2. 실험 형태

WLAN의 Mobile device 가 패킷을 전송할 때, AP(Acess Point)는 ACK 신호를 Mobile device에 전송할 것이다..WLAN 패킷의 Payload는 7776bits이고, 11Mbit/s 속도로 전송되며, 패킷의 헤더는 224bits이고 1Mbits/s 속도로 전송된다면, WLAN의 패킷 간격은 사용 가능한 링크 로드의 50%정도인 1.86ms의 비율로 분포한다

블루투스의 경우 마스터와 슬레이브 두 기기간의 전송시 DM1 패킷의 실제전송비율을 K라고하면 다음 식으로 나타낼 수 있다 K=2*0.000625/L-2*0.000625s이며 채널용량 S=30 중에 사용 가능한 부분의 값을 나타낸 것이다. 매개변수들은 (표3)을 참고하기 바라며, 이 부분에서는 블루투의 마스터와 슬레이브에서 실질적인 패킷 손실율과 접근 지연시간을 측정하고자 한다.

표3. 시뮬레이션 매개변수들

시뮬레이션 매개변수	Value
업데이트 간격(R)	
무선랜 매개변수	
패킷 시간간격	1.86ms
허용 Load	채널 용량의 50%
전송 전력	25mW
속도	11 Mbits/s
AP Coordinates	(0,15)
Mobile Coordinates	(0,d)
패킷 헤더	224 bits
payload 크기	7776bits
블루투스 매개변수	**Values**
ACL 기저대역 패킷 형태	DM1, DM3, DM5
DM1 패킷 시간간격	2.91ms
DM3 패킷 시간간격	8.75ms
DM5 패킷 시간간격	15.58ms
Pmin	1 mW
Pmax	100mW
Slave Coordinates	(0,0)
Master Coordinates	(1,0)

전력 업데이트 방법은 (식1)과 일치한다. 블루투스가 마스터와 슬레이브를 동작시킬 때, 초기에 최대 파워를 P_{max} =100 mW로 설정해 두면 업데이트 방식에 따라 동작한다. (그림3)은 간섭원인에서 슬레이브와 마스터의 거리에 비례하게 전송파워를 나타낸 것으로 간섭신호는 변함이 없고 전송파워는 마지막에 집중된다.

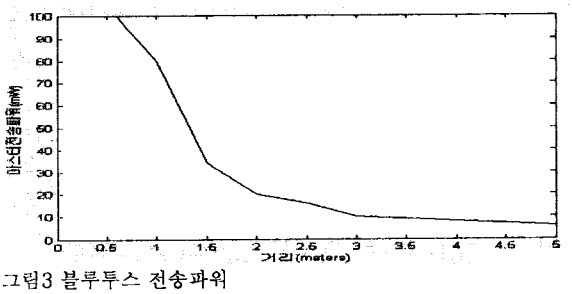


그림3 블루투스 전송파워

그림3 은 간섭 원인지로 부터 슬레이브와 마스터의 거리를 비교해서 전송파워를 나타낸 것으로 간섭신호는 변함이 없고 전송파워는 마지막에 집중된다.

그림3의 전송파워에서 기대하길 각각의 P_{max} 와 P_{min} 의 그림4(a) 그리고 4(b)는 전송 전력조절 알고리즘이 없을

경우의 패킷 손실과 접근지연을 나타내는 것이다.

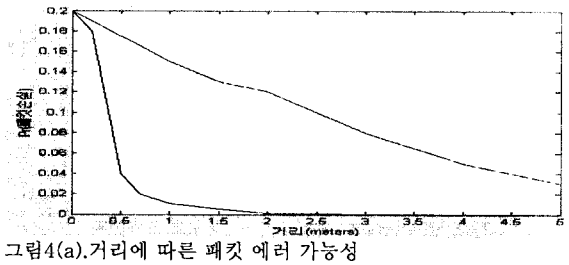


그림4(a).거리에 따른 패킷 에러 가능성

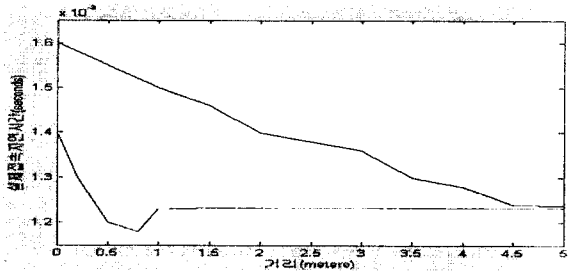


그림4(b). 거리에 따른 실제 접근 지연

WLAN 전송 전력은 25mW로 고정되어있고 간섭 원인지로 부터 0.5m 동일한 거리로 떨어져 있을 때 전송 전력을 조절할 경우, 약 4 %정도의 패킷 손실이 있지만 반대일 경우에는 18%로 상호 상당한 차이가 있다. 비슷한 예로서 그림 4(b)를 보면 거리가 0.5m 이하에서는 Pmax에 의해 전송 전력이 결정되고 패킷손실율도 0.9%이상 이라는 것을 알 수 있다.

위와 같은 몇 가지 예를 살펴보면 전력 조절 알고리즘은 몇 가지 시나리오에서는 상당히 효과적이란 것을 알 수 있다. 이 경우에서 우리는 간섭 원인지로 부터 0.5m 이상 떨어져 있을 때에는 낮은 패킷손실과 Access delay를 얻을 수 있었다. 결론적으로 한 시스템에서의 성능향상은 다른 시스템에는 간섭 레벨의 증가를 의미한다는 것이다. 블루투스 전송전력을 증가시키면 간섭 측면에서는 부정적인 요인이 된다.

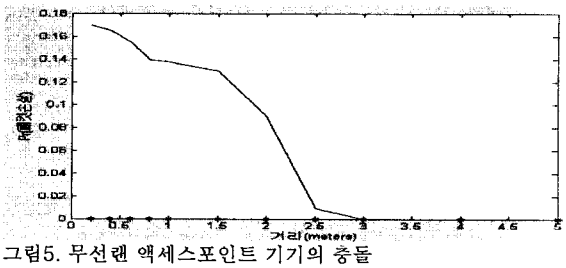


그림5. 무선랜 액세스포인트 기기의 충돌

그림 5는 블루투스 장치가 15m 떨어져 있더라도 WLAN AP 장치의 패킷 손실율은 17 %에 이른다는 것을 나타낸 것이다. 반면에 전송전력이 감소하면 패킷 손실율은 거의 0에 가까워진다. 하지만, 출력 조절에 따른 간섭문제는 다른 시스템의 구성과 매체 변수에 따라 가변적이기때문에 출력 조절 알고리즘이 모든 간섭현상에 적용되는 것은 아니다.

4.결론

본 논문은 블루투스 성능 향상 방안인 출력조절 알고리즘 기반의 간섭완화 방안에 대한 연구 결과이다. 출력조절 알고리즘 방안은 다소 적용 범위가 제한적이지만 간단하고 사용에 따른 효과가 크다.

결론적으로, 블루투스와 WLAN에서 간섭 현상이 발생할 경우 동적인 출력조절로 동시에 간섭을 완화시켰다 향후 연구에서는 본 논문에서 제안한 방안과 간단한 스케줄링 기술을 사용해서 간섭환경 내에서의 블루투스의 전송지연과 패킷손실을 동시에 감소시키는 방안에 대해 연구할 것이다..

참고문헌

[1] http://www.bluetooth.com

[2] Bluetooth Special Interest Group, "Specifications of the Bluetooth System,"vol.1, v.1.0B 'Core'and vol.2 v1.oB 'Profiles',"December 1999

[3] IEEE Std.802_11, " IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specification," June 1997.

[4] G. Foschini, Z.Miljanic," A Simple Distributed Autonomous Power Control Algorithm and its Convergence," in IEEE Journal on Vehicular Technology, November 1993, vol.42.

[5] M. Andersin, N.Mandayan, J.Zander, " A Subspace based Estimation of the Signal to Interference Radio for TDMA Cellular Systems," inI EEE VTC' 96,Atlanta,GA,April 1996.

[6] J. Zander, " Distributed Cochannel Interference in Cellular Radio Systems," in IEEE Journal on Vehicular Technology, February 1992, vol.41.

[7] Jim Zyren, "Reliability of IEEE 802.11 Hi Rate DSSS WLANs in a High Density Bluetooth Environment", Intersil Corporation , June 1999