
Ad Hoc 망의 패킷형태에 따른 모바일 호스트의 성능분석

김동일* · 김동현*

Performance Analysis of Mobile Hosts based on Packet Type of Ad Hoc Networks

Dong-il Kim* · Dong-hyun Kim*

요 약

Ad Hoc 망은 다중 피코넷의 구성 또는 스캐터넷으로의 확장을 고려할 수 있다. 또한 데이터의 전송량에 따라 패킷의 길이를 변화시켜 전송할 수 있다. 블루투스의 패킷 형태는 속도면에서는 떨어지지만 신뢰성이 높은 DM과 고속의 데이터 전송은 가능하지만 신뢰성이 떨어지는 DH로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 블루투스 Ad Hoc 망에서 패킷의 형태에 따라 각 토폴로지에서 모바일 호스트들의 성능을 비교분석하고자 한다.

ABSTRACT

Ad Hoc network not only can be the constitution of multiple piconet, but also can be the extension to the scatternet. By changing the length of the packets, it will transmit packets according to the amount of the transmission. There are two forms of the bluetooth. The one is the DM which is slower in speed but higher in reliance than the DH. The other is the DH which is faster in speed but lower in reliance than the DM.

This paper tries to compare and analyze the performances of mobile hosts according to the forms of the packets in bluetooth Ad Hoc network.

1. 서 론

Ad Hoc망의 구성은 블루투스 기능을 토대로하였고, 블루투스 기반의 무선망을 형성하는 전송의 규격을 정하였다. 이전의 매체는 주변기기였지만, 매체를 확대하여 하나의 노드를 형성하였다. 블루투스 장치는 두 가지 모드로 작동하게 되어있다. 전송을 위해 주파수 호핑 순번을 정하는 마스터노드와 마스터의 호핑 순서에 따라 마스터에 시간과 주파수를 동기화시키는 슬레이브로 구성되어진다. 하나의 마스터노드가 있는 범위 내에는 7개의 슬레이브노드만 존재하도록 제한하였고, 이 연결의 범위를 피코넷(Piconet)이라고 정의하였다. 마스터노드는 전송 패킷에 슬레

이브 노드에 대한 구분 코드를 가지고 있고, 슬레이브 노드는 마스터노드의 전송범위 안에서 필요한 데이터의 요구를 하고 전송을 받게 된다. 이 사이 노드 발견 정보와 노드와 노드사이의 이전 경로 정보관리를 위해 정보를 주고받게 된다. 피코넷 내의 슬레이브들은 직접적으로 연결할수 없으며 마스터를 통해 통신을 하게 된다. 외부로의 연결은 피코넷의 마스터가 서로 링크로 연결되어 통신을 하게 된다.[1][2]

블루투스 규격은 데이터를 운반하기 위한 여러 가지 패킷을 제공한다. 패킷의 형태에는 DM(Data medium)패킷과 DH(Data high)패킷이 있다. 항상

DM과 DH는 ACL(Asynchronous Connection-Less)링크에 사용된다. DM은 중간 데이터율을 나타내고 DH는 높은 데이터율을 나타낸다. DH패킷은 패킷에서 적은 오류정정을 사용하여 더욱 높은 전송율을 얻을 수 있다. 이것은 데이터를 위하여 더 넓은 방을 남기는 것과 같다. 자연적으로 단일 슬롯 패킷 DM1과 DH1은 3-슬롯 패킷 DM3과 DH3, 그리고 페이로드(payload)데이터에 대한 최대용량을 갖는 5-슬롯 패킷 DM5와 DH5보다 적은 데이터를 운반한다. DH가 고속의 데이터 전송에 적합하다면, DM은 DH보다는 저속이지만 데이터의 신뢰성이 높은 점이 있다.[4][5]

본 논문에서는 블루투스 장비의 소프트웨어적인 구성을 통해 Ad Hoc 망에서 패킷의 형태에 따른 모바일 호스트들이 각각의 토폴로지에서 어떠한 성능을 나타내는지에 대해 비교 분석하고자 한다.[3]

II. 베이스밴드

무선 채널 매체와 디지털 베이스밴드 간의 무선 인터페이스는 채널을 통해 오류에 강하고 신뢰할 수 있으며, 링크제어기에 의해 공급된 데이터를 포맷하고, 스택을 통과하기 위해 채널로부터 데이터를 복원한다. 베이스밴드는 채널 부호화와 복호화, 저 레벨 타이밍 제어, 단일 데이터 패킷 전달 영역 내의 링크 관리 등을 담당한다.

그것은 순수한 페이로드 데이터에 주소 필드와 링크 제어 필드를 추가하고 오류 검출 및 정정 기능을 제공한다. 장치들은 두 가지 동작모드인 슬레이브나 마스터로 존재하며 피코넷인 소형 네트워크에서 서로간에 통신한다. 피코넷은 마스터가 제어하는 많은 슬레이브들로 구성된다. 장치들 사이에 존재하는 데이터 링크는 오디오와 같은 시간 종속 데이터의 경우 SCO(Synchronous Connection-Oriented link)로, 그리고 패킷 기반 데이터의 경우 ACL(Asynchronous Connection-Less)링크로 분류된다. 많은 다른 패킷 형태가 존재하며 신뢰성과 데이터 대역폭 사이의 절충(trade-off)이 필요하다. 블루투스는 장치들이 마스터의 전송에 반복적으로 재동기화함으로써 시동기를 유지하도록 보장한다. 주파수 호핑 알고리즘은 장치 클럭에 기초를 두기 때문에 이것은 또한 주

파수 호핑이 보조를 맞추도록 보장한다.[7][8]

2.1 물리적 링크

링크는 마스터로 동작하는 장치와 슬레이브로 동작하는 장치 사이에 설정된다. 링크가 한번 설정되면 두 가지 형태 사이에 한가지 매우 중요한 특성으로 교환 될수 있는 두 종류의 기본형 데이터 패킷이 존재한다. 마스터와 슬레이브 사이의 데이터 패킷은 두 개의 링크 형태로 사용되며, 사용되는 링크는 ACL과 SCO이다.

2.1.1 ACL (Asynchronous Connection-Less)링크

ACL링크는 접속이 설정되자마자 마스터와 슬레이브 사이에 존재한다. 마스터는 많은 슬레이브에 대하여 많은 ACL링크를 갖지만, 임의의 두 장치 사이에는 단지 한 개의 링크만이 존재한다. 위에서 기술한 바와 같이 마스터는 항상 정해진 형태로 같은 슬레이브에 송신하지 않는다. 그래서 ACL링크는 데이터가 산발적으로 교환되고 스택 상위에서 이용될 때 패킷 교환 접속을 제공한다. 슬레이브가 송신하고 수신하는 선택은 슬롯 대 슬롯을 기초로 마스터에 달려있다. 그러므로 비동기성과 동시성의 서비스가 가능하다. 대부분의 ACL 패킷은 데이터 무결성을 달성하기 위한 오류검사 및 재전송 기능을 용이하게 한다.

ACL링크는 데이터를 L2CAP(Logical Link Control and Adaptation)나 또는 LMP(Link Manager Packet)계층으로 전달한다. 모든 사용자 데이터는 L2CAP를 통하여 전달되고 L2CAP 패킷과 같은 베이스밴드로 보내어진다. 두 개의 서로 상반된 LM(Link Manager)엔티티는 링크 구성과 제어를 수행하며, 관련된 명령과 제어 데이터는 LMP와 같은 베이스밴드로 보내어진다. 데이터는 DH패킷과 DM패킷으로 전달된다. DM패킷은 더 작은 데이터를 전달하지만 특별한 오류 보호 기능을 제공한다. 슬레이브가 이전의 마스터 대 슬레이브 슬롯으로 주소 지정되었을 때, 슬레이브는 다음 슬레이브 대 마스터 슬롯에서 ACL패킷으로만 응답할 수 있다. 슬레이브가 패킷 헤더에 있는 슬레이브 주소를 해독하지 못했을 때 주소 지정되었는지 되어있지 않은지를 분명히 알수 없으므로 응답하지 못한다. 방송패킷은 특정 슬레이브로 주소를 지정하지 않으며 모든 슬레이브

에 의해 수신한 ACL패킷이다.[6]

2.1.2 SCO(Synchronous Connection-Oriented)링크

SCO링크는 ACL링크와 아주 다르며, 예약된 채널 대역폭과 예약된 슬롯 형태로 데이터의 규칙적 주기 교환을 가지고 마스터와 슬레이브 사이의 대칭 링크를 제공한다. 즉 SCO링크는 데이터가 규칙적으로 교환되는 회선 교환 접속을 제공하며, 오디오과 같은 동시성정보용으로 사용된다.

마스터는 같은 슬레이브에 대해서나 다른 슬레이브에 대하여 세 개의 SCO링크까지 지원할 수 있다. 슬레이브는 동일 마스터로부터 세 가지 SCO링크까지 지원된다. SCO데이터는 동시성 때문에 SCO 패킷은 결코 재전송되지 않는다.

마스터는 정해진 간격(Tsco)으로 슬레이브에 SCO 패킷을 전송한다. 이 간격을 "SCO간격"이라고 하고 슬롯에 포함된다. 슬레이브는 패킷 헤더를 정확히 해독하고 예상했던 것처럼 주소 지정되지 않았음을 발견하지 못하면, 정해진 응답 슬롯에 있는 SCO 패킷으로 항상 응답하도록 허용한다. 패킷이 오류로 인하여 부정확하게 해독될 때 슬레이브는 슬롯이 약속된 것처럼 응답하게 된다. 나아가 마스터는 예약된 슬롯 이외에는 전송을 허용하지 않는다. 방송 LMP 메시지는 예외이다. 방송 LMP메시지는 SCO링크보다 우선한다.

SCO링크는 마스터로부터 슬레이브까지 LM명령으로 설정된다. 이 메시지는 타이밍 파라미터를 포함하여 SCO 간격 Tsco와 시작 오프셋 Dsco와 같은 예약슬롯을 지정한다. 클럭 랩 어라운드에 의해 생기는 오프셋을 피하기 위하여 셋업 명령의 초기화 플래그는 두 가지 초기화 절차 중 하나가 사용됨을 가리킨다. SCO 링크는 다음과 같이 시작된다.

$$\begin{aligned} \text{마스터 CLK}[27] &= 0 \text{ 초기화 } 1 \\ \text{CLK}[27 : 1] \bmod T_{sco} &= D_{sco} \\ \text{마스터 CLK}[27] &= 0 \text{ 초기화 } 2 \\ (\text{CLK}[27], \text{CLK}[26 : 1]) \bmod T_{sco} &= D_{sco} \end{aligned}$$

SCO 데이터는 모든 Tsco 슬롯을 교환하게 된다. 장치는 SCO링크의 무결성을 보조하기 위하여 예약된 SCO슬롯에 ACL트래픽을 기재한다. LM제어 패킷의 경우는 예외이다. LM제어 패킷은 모든 대역폭

이 예약된 경우에 SCO링크를 해제할 방법이 있기 때문에 SCO링크를 무시하도록 허용한다.[10][11]

2.2 베이스밴드 패킷

패킷은 구성 성분에 따라 액세스코드,헤더,페이로드로 나누어진다.

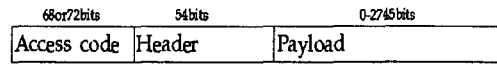


그림 1. 블루투스 패킷 구조
Fig. 1 Bluetooth packet structure

모든 패킷은 (그림 1)과 같이 구성되며, (그림 2)에서 접속코드는 패킷의 존재를 검출하고 특정 장치에 패킷을 전달하는데 사용된다. 예를 들면 슬레이브는 저장된 마스터 접속코드와 접속코드를 정합시킴으로서 패킷의 존재를 검출한다.

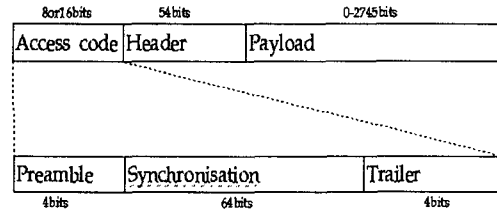


그림 2. 블루투스 접속코드 구조
Fig. 2 Bluetooth access code structure

(그림 3)에서 헤더는 패킷이 의미하는 슬레이브 주소와 같은 패킷과 링크에 관련된 모든 제어 정보를 포함한다. (그림 4)에서 페이로드는 L2CAP나 LM으로부터 보내지는 상위 계층의 프로토콜 메시지일 때는 실제 메시지 정보를 포함하고, 또 이것이 스택에 저장된 실제 데이터일 때는 데이터를 포함한다.[9]

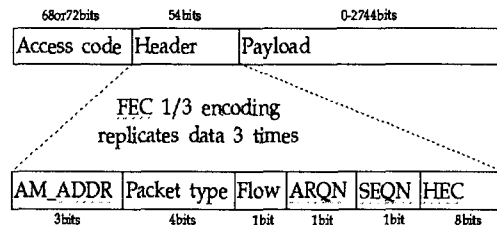


그림 3. 패킷 헤더 구조
Fig. 3 Packet header structure

AM_ADDR(Active Member Address) : 호출 프로세스동안 마스터는 슬레이브에 AM_ADDR를 지정한다. 이것은 슬레이브에 모든 통신을 보내고, 마스터가 다른 슬레이브로부터의 응답들 사이를 구별하는데 사용되는 접속 제어를 한다. 7개의 슬레이브에 대해서는 3비트 필드면 충분하다. AM_ADDR이 0이면 마스터가 모든 슬레이브로 보낸 방송 패킷임을 의미한다.

① 패킷형태 : 패킷 형태는 이 패킷에 의해 전달할 수 있는 트래픽의 종류(SCO, ACL, NULL또는 POLL)와 페이로드에 사용되는 오류정정의 종류, 그리고 페이로드가 지속되는 슬롯의 수를 정의한다.

② 흐름 : 장치의 수신 버퍼가 비어있지 않아 더 이상의 데이터를 수신할 수 없을 때 장치가 선언하는 플래그이다.

③ ARQN과 SEQN : ARQN플래그는 다음의 CRC타당성으로 이전의 수신에 성공적으로 이루어졌음을 가리킨다. 그러나 ARQN이 복귀한 헤더의 실패로 인하여 손실되었을 때는 원래 데이터를 송신한 송신기는 부정 응답조건으로 가정하여 첫 번째 패킷을 다시 재전송한다. SEQN플래그는 새로운 패킷이 송신될 때마다 토클된다. 그러나 이 경우에 패킷이 재전송되므로 SEQN플래그는 동일하게 되어 수신측은 SEQN플래그가 불변한 두 개의 동일 패킷을 확인하게 된다.

④ HEC(Header Error Check) : HEC필드는 단지 8진수로 생성 다항식 647을 표현해서 헤더상에서 수행되는 CRC함수이다. 이것은 패킷에 따라서 마스터 UAP또는 DCI(Default Check Initialisation)로 초기화되거나 슬레이브 UAP또는 DCI로 초기화되어 있다.(DCI는 모두 0이다)

표1. DM과 DH의 성능비교
Table1. Performance comparison of DM and DH

	Max user payload (bytes)	FEC	Max rate(kbps)	type code	slot count
DM1	17	○	108.8	0011	1
DH1	27	×	172.8	0100	1
DM3	121	○	387.2	1010	3
DH3	183	×	585.6	1011	3
DM5	224	○	477.8	1110	5
DH5	339	×	723.2	1111	5

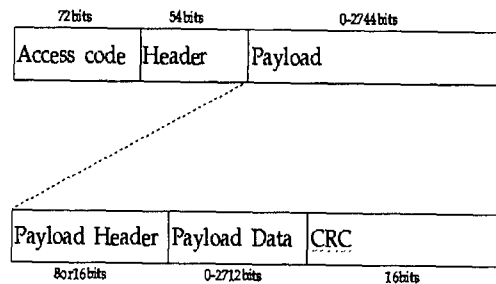


그림 4. ACL 페이로드 구조
Fig. 4 ACL payload structure

(표1)에서 보는 것과 같이 전송되는 패킷의 타입에 따라 DM과 DH로 구분되고 슬롯이 1, 3, 5개가 하나의 프레임에 구성하게 되어있다. DH는 단축 에러 체크를 사용하여 고속의 데이터 전송을 할수 있는 블루투스 패킷의 종류이고, DM은 고 신뢰도를 얻기 위해 에러체크의 비율을 높여놓은 것이다. 이 경우 데이터의 전송률은 낮아지는 대신 신뢰도가 높아지게 된다.[7][8]

III. 시뮬레이션

Ad Hoc망 모델을 테스트하기 위해 NS-2 시뮬레이션을 이용해 블루투스 모델의 라우팅 성능을 분석하였다.

시뮬레이션 환경은 DM과 DH로 구분하여 구성했으며, 작용하는 변수는 노드의 갯수에 따른 출력율(kbps)과 각 토폴로지에서의 데이터 수신량을 가지

고 비교 분석하였고, 노드의 개수와 거리에 따른 FER을 비교 분석하였다.

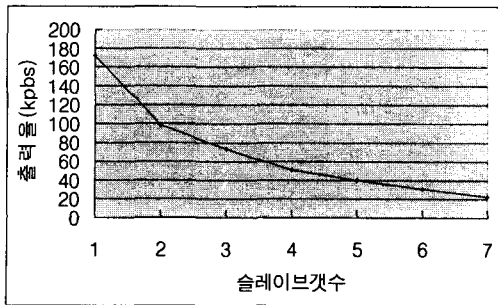


그림 5. DH1 패킷에서 노드갯수에 따른 출력율
Fig. 5 DH1 packet throughput according to node number

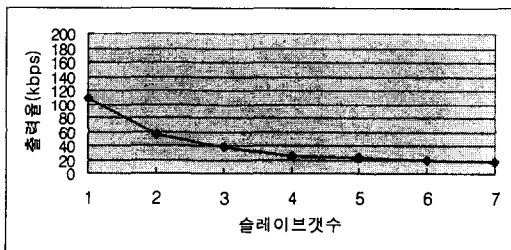


그림 6. DM1 패킷에서 노드갯수에 따른 출력율
Fig. 6 DM1 packet throughput according to node number

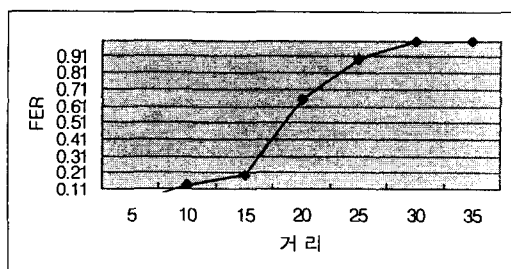


그림 7. DM1 패킷에서 거리에 따른 FER
Fig. 7 DM1 packet FER according to distance

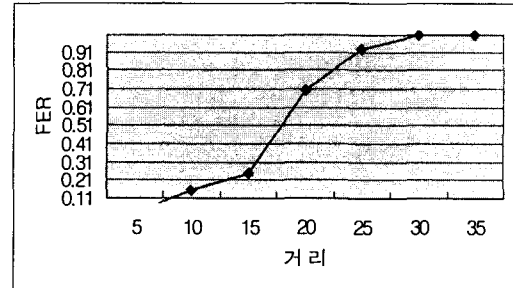


그림 8. DH1 패킷에서 거리에 따른 FER
Fig. 8 DH1 packet FER according to distance

IV. 결론

Ad Hoc 망 프로토콜에서는 어떻게 하면 지연 없이, 패킷의 손실 없이, 그리고 빠른 전송속도를 가지느냐에 의하여 연구 개발되어지고 있다.

시뮬레이션을 통해서 노드의 갯수에 따른 출력율(kbps)를 통해 패킷의 전달 속도를 알아볼수 있었다.

DM은 속도면에서는 DH보다 떨어지지만 신뢰성이 높다는 것을 알수 있었고, DH는 DM보다 신뢰성은 떨어지지만 속도면에서 빠르다는 것을 알수 있었다.

블루투스는 기본적인 네트워크의 구성을 피코넷으로 구성하고 크게는 스캐터넷을 구성하여 노드사이 에 생길 수 있는 손실을 줄이고, 노드사이의 효율적인 라우팅 모형을 제시할수 있다.

토폴로지 분석에서는 버스형과 메쉬형이 서로간의 간섭을 고려할 때 링형이나 트리형보다 많은 데이터를 수신하는 것을 알수 있고, DM형은 DH보다 1/3 에러확인을 함으로 데이터의 수신량이 1/3만큼 작은 것을 확인할수 있었다. 추후 블루투스의 이동성에 기 인하는 이동특성에 따른 제반의 문제에 대한 제기와 해결을 위한 방안이 더 필요하며, 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Josh Broch, David B, Johnson, and David A. Maltz, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks", Internet-Draft,

- draft-ietf-manet-dsr-00.txt, 1998.
- [2] D.B Johnson and D.A Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad-Hoc Wireless Networks," 1996.
 - [3] C.E. Perkins and P.Bhangwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers," 1994.
 - [4] V.D. Park and M. S. Corson, "A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Network," 1995.
 - [5] M. Scott Corson and Anthony Ephremides, " A distributed routing algorithm for mobile wireless networks," 1995.
 - [6] Benny Bing, "High-Speed Wireless ATM and LANs," Artech House mobile communications library. 1997.
 - [7] Chander Dhawan, "Mobile Computing," McGraw-Hill, 1997.
 - [8] Theodore S. Rappaport. "Wireless Communication," Principles and Practice, 1996.
 - [9] C.E. Perkins and P.Bhangwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers," 1994.
 - [10] Bluetooth "Specification of the Bluetooth System," 2001 www.bluetooth.com
 - [11] IBM "bluetooth tutorial opensource <http://www-124.ibm.com/developerworks/opensource/bluehoc/>

저자소개

김동일(Kim Dong Il)

2003년 4월 제7권 제2호 참조
2003년 현재 동의대학교 정보통신공학과 교수



김동현(Kim Dong Hyun)

1998년 동의대학교 정보통신공학과
졸업(공학사)
2002년~현재 동의대학교 정보통신공
학과 대학원재학

※주관심분야 : 무선망 프로토콜 성능분석, 데이
터통신