
Bluetooth Ad Hoc 망 모바일 호스트상의 라우팅 알고리즘 분석

이광재^{*} · 김동현^{*} · 최삼길^{*} · 김동일^{*}
^{*}동의대학교 정보통신공학과

Routing Algorithm in Bluetooth Ad Hoc Networks of Mobile Hosts

Kwang-jae Lee^{*} · dong-hyun Kim^{*} · Sam-gil choi^{*} · Dong-il Kim^{*}
^{*}Dong-eui University
E-mail : leekj@hyomin.dongeu.ac.kr

요 약

Bluetooth는 2.4G의 ISM 대역을 사용하며 저 전력, 적은 복잡성으로 Ad Hoc 망 형태에 기반을 둔 무선망을 구성하고 있으며, 현재 이동성을 고려한 무선형태의 망을 이루는 네트워크연구도 활발히 진행되어지고 있다. Bluetooth는 사용자들이 Bluetooth에 모두 정통하지 않아도 주위의 다른 디바이스에 의해 detect, connect, discover 서비스를 할 수 있게 설계되어 있다. 본 논문에서는 Bluetooth에서의 통신방법과 무선망에서의 동작 라우팅 알고리즘에 대해 분석하고자 한다.

ABSTRACT

Bluetooth uses baseband of 2.4G ISM and composes radio Ad Hoc network based on Ad Hoc wireless connectivity which it used low power and low complexity solution. Bluetooth designed as can play detect, connect, discover service by surrounding other device even if users do not get acquainted all to Bluetooth. This paper operate wish to recognize mobility to routing algorithm how communication method and radio network in Bluetooth.

1. 서 론

블루투스는 지난 몇 년 동안 많이 알려진 분야이다. 블루투스는 장치간의 무선연결을 기본으로 개발된 것으로 저 전력, 저가, 단거리의 무선연결을 기반으로 설계된 것이다. 이 기술은 PDA나 노트북 PCS등 모든 무선기기에 적용될 수 있는 기술이다. 블루투스기술을 응용하여, 더 이상 전용연결 케이블연결이나, 설치 및 구성설정을 할 필요 없이 통신을 시도 할 수 있게 된다. 사용자들은 블루투스에 대한 정통한 지식이나 기술을 배우거나 익히지 않고도 주위의 다른 기기를 찾고, 연결하고, 설정을 유지하여 서비스이용을 쉽고 편하게 연결하는 서비스를 해주고 있다. 블루투스 규격은 전송매체에서 응용레벨까지 시스템에 대한 전반적인 내용이 개발되어있으며, 산업, 의료, 과학분야에서 사용할 수 있는 2.4G대역의 자유 라이선스를 사용하고 있다. 블루투스의 이러한 기능을 토대로 Ad Hoc 망의 구성에 이용하여 블루투스기반의 무선망을 형성하여 전송의 규격을 정하였고, 이전의 매체는 주변기기였지만, 매

체를 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 동기화 시키는 슬레이브로 구성되어진다. 하나의 마스터노드가 있는 범위 내에는 7개의 슬레이브노드만 존재하도록 제한하였고, 이 연결의 범위를 Piconet이라고 정의하였다. Piconet 내의 슬레이브들은 직접적으로 연결할 수 없으며 마스터를 통해 통신을 하게 된다. 외부로의 연결은 Piconet의 마스터가 서로 링크로 연결되어 통신을 하게 된다. 블루투스는 어떠한 장치가 전송 범위 안에 있는지를 알아내기 위해 노드 부근에 있는 장치를 찾기 위한 조회를 수행하게 된다. 그리고, 어떤 장치가 어떤 서비스를 지원하는지를 알아내야 한다. 장치가 처음 연결되었을 경우 조회를 거쳐 서비스를 제공받기 위해 블루투스는 자동으로 환경을 구성해주고, 연결이 이미 되어있을 경우 연결관리를 하는 방식으로 송신 범위내의 장치를 관리하게 된다. 본 논문에서는 블루투

스 장비의 소프트웨어적인 구성을 통해 다중연결과 마스터노드에서 슬레이브노드의 전송 패킷을 분석함으로써 블루투스에 대해 알아보려고 한다.

II. Baseband

무선 채널 매체와 디지털 베이스밴드 간의 무선 인터페이스는 채널을 통해 오류에 강하고 신뢰할 수 있는 전송을 위해 링크 제어기에 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.[1]

1. Baseband General

블루투스내의 디지털 베이스밴드는 시분할 다중화 시스템을 기본으로 하고있으며, 625 μ s 단위로 슬롯을 구성하고 있다. 데이터의 전송률을 높이기 위해 슬롯을 1, 3, 5의 단위로 연결하여 멀티슬롯 패킷을 구성하여 전송을 하게 된다. 전송될 데이터의 크기는 마스터의 영역에서 수행하게 된다. 마스터와 슬레이브의 사이의 데이터 패킷은 두 개의 링크의 형태로 사용되며, 사용되는 링크는 다음과 같다.

- Synchronous Connection-Oriented link
- Asynchronous Connection-Less link

동기 접속모델은 마스터와 슬레이브 노드 사이에 데이터가 규칙적으로 교환되는 회선 교환 접속을 제공하며, 오디오 같은 등시성 정보용으로 사용되어진다. 비동기 비접속 모델은 마스터와 Piconet 내의 모든 슬레이브 사이에 패킷 스위칭 링크를 제공한다. 마스터와 슬레이브 사이에서 주소화된 패킷을 전송하는 것도 ACL링크가 하게 된다.

2. Baseband Packets

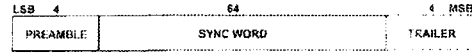
장치간 통신을 위해 사용되는 기본적인 패킷의 구조는 (그림1)과 같다.



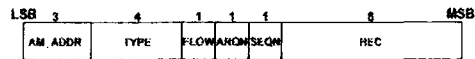
(그림 1) bluetooth packet

(그림1)의 데이터패킷은 각기 Access Code와 Header, Payload 패킷으로 각기 구분할 수 있다. Access Code(그림2)는 Piconet의 일원인지를 확인하는 역할을 하고, 마스터의 주소를 나누어 슬레이브와의 통신에 사용되며, inquiry, paging에 사용되어진다. Header (그림3)는 패킷이 의미하는 슬레이브 주소와 같은 패킷 링크에 관련된 모든

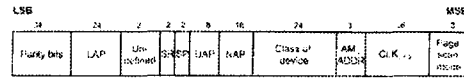
제어정보를 포함한다. Payload(그림4)는 Logical Link Control and Adaptation Protocol이나 Link Manager로부터 보내지는 상위 계층의 프로토콜 메시지일 때는 실제 메시지 정보를 포함하고, 이것이 스택에 저장된 실제 데이터일 때는 데이터를 포함한다.



(그림 2) 72bit Access Code



(그림 3) 54bit Packet header



(그림 4) 0-2745bit Payload

<표1> Packets SCO and ACL link types

segment	type code	slot count	SCO link	ACL link
1	0011	1	DM1	DM1
2	0100	1	undefined	DH1
3	1010	3	undefined	DM3
	1011	3	undefined	DH3
4	1110	5	undefined	DM5
	1111	5	undefined	DH5

<표1> 에서 보는 것과 같이 전송되어지는 패킷의 타입에 따라 Data Medium (DM) rate과 Data High (DH) rate로 구분되고 슬롯이 1, 3, 5개가 하나의 프레임을 구성하게 되어있다. DH는 단축 에러체크를 사용하여 고속의 데이터 전송을 가질 수 있는 블루투스 패킷의 종류이고, DM은 고 신뢰도를 얻기 위해 에러체크의 비율을 높여놓은 것이다. 이 경우 데이터의 전송률은 낮아지는 대신 신뢰도가 높아지게 된다.

III. States-Link Control

임의의 한 시점에서 블루투스 장치는 어느 한 형태의 링크의 형태를 띠게 된다. 링크의 종류는 Standby, Inquiry, Inquiry Scan, Page, Page Scan, Connection 상태를 가질 수 있다. Standby

상태는 어떠한 데이터도 전송되지 않으며, 무선의 스위치가 꺼져있는 상태를 말하며, Connection은 두 개이상의 블루투스 장치가 활성화되어 일련의 데이터 패킷을 주고받는 상태이다. (그림5)에서는 bluetooth의 상태를 도식화 한 형태이다.

1. Inquiry, Inquiry Scan

Inquiry는 블루투스 장치가 송신범위에 있는 모든 장치를 발견하기 위해 시도하는 과정을 Inquiry라고 한다. Inquiry Scan은 Inquiry와 다른 점은 Scan은 선택적이고 응용계층까지 영향을 준다. 대부분의 장치들은 Scan 장치에 유용하도록 하기 위해 주기적으로 조회 Scan 상태로 들어가게 된다. Inquiry는 link manager에 의하거나 timeout을 수신했을 때 정지하게 된다.

2. Page, Page Scan

Page는 Page Scan을 통해 마스터와 슬레이브가 정기적으로 활성화와 연결이 되어 두 장치사이의 링크를 장치가 기억하고 있는 형태를 이르며, Page Scan은 장치간의 연결에 대한 최근의 정보를 유지하기 위해 작동하는 메커니즘이다.

3. Connection mode

Connection mode는 데이터를 주고받는 과정에서 생길 수 있는 마스터와 슬레이브 장치간의 상태를 나타내는 지표가 된다.

① active

두 개의 블루투스 장치간에 채널과 동기화를 위한 클럭이 인증 되어 장치간의 정보 전송 및 데이터의 이동을 하고 있는 상태이다.

② hold

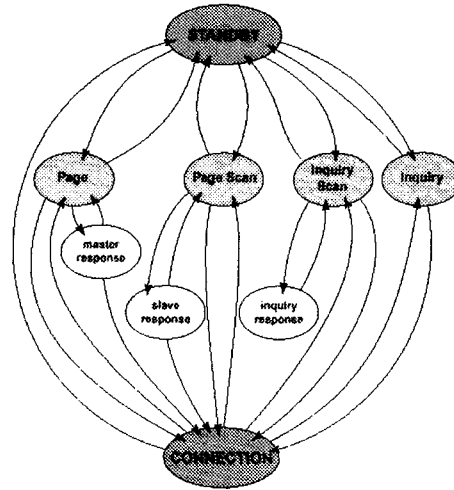
hold mode에 있는 장치는 Scan, Inquiry 등 다른 동작에 대한 대역폭을 자유롭게 하기 위해 정해진 주기 동안 Active Member의 주소를 가지고 있는 상태로 ACL 트래픽 지원을 중단한 형태를 이루고 있다.

③ sniff

sniff mode는 슬레이브 장치가 트래픽을 청취하기 위해 미리 정의된 time slot과 주기성이 부여된 상태이다. 슬레이브는 slot의 종료 주기 N_{sniff} 동안 모든 slot T_{sniff} 마다 slot번호 D_{sniff} 를 청취하는 모드이다. sniff mode time 동안 패킷을 수신할 때마다 Active Member 주소를 유지하며 자신의 패킷이나 정보를 수신하거나 보내기 전까지 청취를 계속한다.

④ park

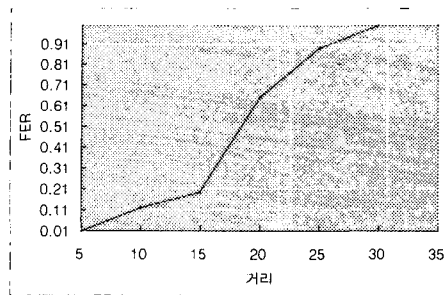
Park mode에 있는 슬레이브는 Active Member 주소를 포기하고 경우에 따라 트래픽만을 청취한다. 대부분의 경우 저 전력모드로 전환될 수 있다.



(그림 5) bluetooth states model

IV. 시뮬레이션

블루투스의 모델을 테스트하기 위해 NS-2 시뮬레이션을 이용해 bluetooth의 모델의 라우팅 성능을 분석하였다. 블루투스를 이용한 시뮬레이션 환경을 구현하여 거리에 따른 Frame Error Rate(FER)에 대한 노드에서의 DM1을 측정하였다. 그 결과 (그림6)과 같은 그래프를 얻을 수 있었다.



(그림 6) FER vs Distance of DM1

(그림6)의 그래프와 같이 DM1의 측정은 두 노드사이에 링크를 설정하기 위해 보내어지는 첫 번째의 inquiry, inquiry scan, page, page scan의 패킷의 크기가 DM1과 DH1을 넘지 않기 때문이다. 그래프에서 보는 것과 같이 프레임 에러의 비율이 근거리에서 증가기울기가 적지만 거리가 멀어질수록 급경사를 이룸을 알 수 있었다.

V. 결 론

//www-124.ibm.com/developerworks/open
source/bluehoc/

지금 까지 알려진 Ad-Hoc 망 프로토콜은 많은 종류가 있다. 이들은 어떻게 하면 지연 없이, 그리고 패킷의 손실 없이 전송하느냐에 대한 효율적인 방법론에 의해 개발되어져 왔다. 현재의 블루투스 는 기본적인 네트워크의 구성이 piconet으로 구성되고 크게는 scatnet을 구성하여 노드 사이에 생길 수 있는 손실을 줄이고, 노드 사이에 효율적인 라우팅 모형을 제시하자 한다. 이에 시뮬레이션 을 통해 이러한 모형들의 구현으로 실용성을 파악하고, Ad-Hoc 망에서의 특성을 파악 할수 있었다.

시뮬레이션에서 구현된 노드는 거리에 따라 다른 의치에서 구현되어 테스트되었다. 차후 노드들의 이동에 대한 시뮬레이션을 통해 이동노드에 대한 특성을 파악하고, 노드의 수가 많을 경우 라우팅에 대한 알고리즘 분석과 고찰이 필요할 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," Mobile Computing, T. Imielinski and H. korth, Eds., kluwer, 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. 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: