

# 무선 홈 네트워킹을 위한 블루투스 라우팅 프로토콜

김명원<sup>o</sup> 과후근 정규식

송실대학교 정보통신전자공학부

{kwm166<sup>o</sup>, gobarian, kchung}@q.ssu.ac.kr

## A Bluetooth Routing Protocol for Wireless Home Networking

Myungwon Kim<sup>o</sup>, Hukeun Kwak, Kyusik Chung

School of Electronic Engineering, Soongsil University

### 요약

블루투스는 무선 홈 네트워킹을 구성하는 하나의 기술로 자리를 잡았지만, 기존의 홈 네트워킹을 구성하는 IRDA, 무선랜, Home RF, ZigBee 등에 비하여 블루투스 사용으로 인한 큰 이득이 없어 이용되지 않는 것이 현재 블루투스가 직면한 문제이다. 비슷한 통신반경을 지원하는 IRDA와 비교하면 가격과 전력소비에서 블루투스의 이점이 떨어지고, 다중 연결을 지원하는 장점에도 불구하고 10m 내의 전송 반경으로는(저 전력 사용 시) 집안을 전부 커버할 수 없기 때문에 무선랜에 비해 홈 네트워킹에서 이용성이 떨어지는 것이 사실이다. 하지만 이런 블루투스의 AD-HOC 라우팅을(1:1 혹은 1:다) 위한 블루투스 프로토콜 스택에 라우팅 프로토콜 스택을 추가함으로써 블루투스가 장착된 정보 가전기기는 주변으로부터 라우팅 정보를 수집하게 되고 라우팅 테이블을 구성할 수 있게 된다. 그러므로 전송 범위는 이상적인 설계에서 무선랜보다 넓어지게 되므로 홈 네트워킹에서 블루투스 사용의 단점이 보완됨은 물론 집안을 하나의 WEB처럼 구성할 수 있게 된다. 이에 다른 기술에 비한 저렴한 가격, 접속의 용이성, 저 전력 소비 등과 같은 기존의 장치에 전송 거리의 단점이 보완된 블루투스 라우팅 프로토콜 기술은 IRDA, 무선랜보다 기술적 우위를 가짐으로써 홈 네트워킹에 적용이 많아지리라 예상할 수 있다. 더 나아가 블루투스 기술이 포함되어 있는 모바일 기기나 PDA, PMP 등어남에 따라 모바일 기기와의 연동에 의한 홈 네트워킹이 실생활에 적용되리라 예측되며, 집뿐만 아니라 어디에서나 다른 모바일 기기와의 연결되어 네트워킹을 이루는 유비쿼터스 네트워킹이 실현 될 수 있으리라 본다.

은 다음과 같다.

- 전송거리가 집안을 커버할 수 있는 50M 이상 이어야 한다.
- 정보 가전기기 및 임베디드 기기, 센서 등에 이용되기에 저 전력 소비가 필요하다.
- 음성 및 데이터 통신에 이용되기에 전송속도 또한 중요하다.
- 많은 집안 기기에 이용되기에 저가되어야 한다.
- 통신기술은 벽 등 장애물의 투과성이 있어야 한다.
- 모바일 기기, LAPTOP, PDA 등과 통신도 필요하다.
- 홈 네트워에 연결하는 각종 장비는 복잡한 설정과정 없이 연결과 동시에 사용할 수 있을 만큼 쉬워야 한다.

### 1. 서론

Home Networking이란 가정 내에서의 액세스 망 및 정보 공유와 상호 통신을 이룰 수 있는 연결망이라 할 수 있으며, 가정 내 전기, 전자 기기 간의 데이터 통신 또는 그들에 대한 제어통신 및 공유 등을 포함한다. Home Networking이 지저기반을 얻고 있는 것은 인프라망의 구동으로 근간으로 하고 다양한 정보통신 액세스망의 형성, 여기에 멀티미디어 정보통신의 확산 등으로 전체 통신망을 연결하는 루트로서 대내에서의 통신을 위한 네트워킹이 필요시 되고 있기 때문이다. 여기에 더해 인터넷 정보 가전기기의 개발 보급, 재택근무나 원격 교육, 진료 등 문화 시민으로서의 욕구를 충족시켜줄 수 있는 첨단화한 정보망의 발전 등이 그러한 환경을 조성해 나가고 있는 시점이다.

Home Networking이 부상하게 된 배경으로는 다음과 같은 네 가지 현상을 들 수 있다.

- 가정내 복수 PC 환경
- 인터넷 정보 시대와 가전기기와 의 연계
- 기간망 연결의 단말 영역인 가정 내 통신의 고속화 요구
- 다양한 정보통신 매체의 효율적 연결을 위한 통합화 요구

그리고 지금 각광받고 있는 홈 네트워킹은 단순히 가정내 LAN을 설치하는 것이 아니라 궁극적으로는 IEEE1394나 홈 RF, 블루투스 등의 차세대 인터페이스를 통해 오디오, 비디오, 냉방과 등의 가전제품과 집안의 컴퓨터들을 유기적으로 연결하여 홈 네트워킹을 구성하는 것을 의미한다. 하지만 아직은 정보 가전제품들과 컴퓨터의 유기적인 결합을 기대하기는 어렵기 때문에 지금 현실적으로 가능한 것으로 생각하는 홈 네트워킹은 일반 LAN과 초고속 통신망을 이용한 네트워킹이다.

이에 본 논문에서는 홈네트워킹 기술의 한 분야인 홈 네트워킹에 필요한 기술의 기본적인 요구사항과 정보 가전제품들과 컴퓨터의 유기적인 결합에 블루투스 기술 및 다른 무선 기술의 홈 적용시의 문제점을 분석하고, 이러한 기존의 문제점을 극복하고자 기존의 블루투스 기술에 라우팅 프로토콜 스택을 추가함을 제안하여 한다. 2장에서는 무선 홈 네트워킹에 필요한 기술의 기본적 조건과 현재 사용되는 무선기술인 홈 네트워킹 적용시의 장단점을 알아본다. 3장에서 무선 홈 네트워킹을 위한 블루투스 라우팅 프로토콜을 제안한다. 4장에서는 실험 및 토론을, 5장에서 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. 무선 홈 네트워킹

Home Networking 기술은 여러 가지 형태로 대두되면서 각기 유력한 시장을 형성하고 있으며 이는 크게 유선과 무선 Home Networking 기술로 나뉘어 질 수 있다. 유선 홈 네트워킹 기술은 무선기술에 비하여 고속의 데이터 통신에 유리하여 집안 내 A/V등의 송수신 등에 사용되며 무선 기술은 유선 홈 네트워킹 기술에 비하여 새로운 배선이 필요하지 않고, 설치하기가 쉬우며, 사용하기가 용이하고, 이동성이 보장된다는 여러 가지 장점이 있어, 특히 선을 연결하기 어려운 집안 내 사각지역과 낮은 전력소비가 필요한 가전기기, 임베디드 기기, 센서 등에 적용 되어진다. 무선 홈 네트워킹 기술은 유선 네트워킹 기술과 대립되는 것이 아니라 상호 보완하는 기술로 접근되는 게 현실로서 최근에는 홈 네트워킹의 주력 기술로서 급속하게 발전하고 있다.

본 연구의 목적은 무선 홈 네트워킹으로 제한되기에 이 장에서는 각 무선 홈 네트워킹 기술에 대하여 알아보고자 한다. 무선 홈 네트워킹 기술이 홈 네트워킹을 구성하기 위해 필요로 하는 기본적인 요구 사항

### 2.1 무선랜[1]

현재 주로 사용되는 기술표준은 IEEE802.11에서 '99년 5월에 표준화된 2.4 GHz대의 TGB 방식으로서 최대 속도 11 Mbps를 지원한다. 현재는 TGA 방식인 5 GHz대 무선이 개발되고 있고 HiperLAN2는 25 Mbps 속도를 목표로 하고 있다. 유선 LAN보다는 진보적인 솔루션으로서 공간이나 배선의 제약이 없는 것이 장점이나 도 측면에서 유선 LAN을 따라가기는 힘들다. 무선 홈 네트워킹 적용 시 다른 기술보다 전송속도 와 전송거리가 뛰어나지만 높은 가격과 높은 전력소비가 큰 문제라 할 수 있다.

### 2.2 Home RF[2]

Home RF(Home Radio Frequency) 워크그룹에서는 PC와 가전기기, 주변기기, 통신, 소프트웨어, 반도체 산업을 주도하는 기업들을 회원으로 포함해 가정 내 무선통신 프로토콜인 SWAP(Shared Wireless Access Protocol) 1.2를 발표했다. SWAP은 세계 어디서나 사용할 수 있는 2.4GHz 대역폭을 사용하며, TDMA(Time Division Multiple Access)와 음성 서비스에 적합한 DECT(Digital Enhanced Codeless Telecommunication), 인터넷의 CSMA/CD 기술을 사용한다. Home RF의 장점이라고 한다면 그야말로 순수 대내 무선 통합 망 구축을 위한 시스템으로서 개발되었다는 것이다. Home RF의 가장 문제는 기술성에 있어서 보다 표준화 경쟁에서의 열세와 개발 지원 업체가 미미하다는 것이다. 또한 swap은 임시 망이나 접속 포인트가 제어하는 관리 방식에 동작하는데 임시망은 오직 데이터 통신만 지원하고 따로 접속 포인트가 필요로 함이 단점이다. 홈 네트워킹 기술의 조건인 1,3,5,6를 충족한다 할 수 있다. 하지만 이 기술 역시 높은 가격과 높은 전력소비가 큰 문제라 할 수 있다.

### 2.3 ZigBee[3]

ZigBee의 IEEE 802.15.4 표준 규격에서는 868 MHz(BPSK/1채널/유럽), 902~928 MHz (BPSK/10채널/미국), 2.4 GHz (OQPSK/16채널/전 세계) 등 3개의 주파수 대역에서 DSSS 변조 방식으로 최대 100m까지 20~250 Kbps의 전송 속도를 지원할 수 있도록 정의하고 있다. 또한 주소에 64비트를 할당함으로써 최대 65,000개의 노드를 사용할 수 있으며, 액세스 방법으로 무선 LAN과 비슷한 CSMA-CA를 사용하며 QoS를 위해 GTS 매커니즘을 도입하고 있다. 802.15.4에 네트워크/보안 계층과 트랜스미션 계층을 확장한 ZigBee는 Repeater를 사용해 네트워크를 수 km 이상으로 확장 가능하게 함은 물론, Ad hoc-스타-메시 등 다양한 트랜스미션 계층을 구성할 수 있다. 무엇보다도 ZigBee/802.15.4의 가장 큰 특징은 초저전력 소비에 있다. 송수신시 ZigBee의 평균 전력 소비 수준은 50mW 정도로, UWB(200mW)/무선 LAN(1W)에 비하면 매우 낮은 수준이다. 게다가 ZigBee 슬레이브 장치는 마스터 장치로부터

호출이 왔을 경우에만 전력을 사용하기 때문에, 한번 배터리를 장착하면 최대 2~3년 정도 사용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 데이터 전송률이 최대 25 OKbps 로서 센서에는 적합하나 가전기기의 연결을 원하는 홈 네트워크에는 큰 제약이 된다.

2.4 IRDA[4]

IRDA(Infrared Data Association)는 적외선을 사용하는 대표적인 통신 규격으로서 IrDA-data, IrDA-control, 그리고 Air로 불리는 새로운 규격을 규정하고 있다. 1:1 접속에 30°의 좁은 각도, 일시적인 데이터 전송을 위해 설계됐기 때문에 1m 이내의 거리, 9600 bps~16 Mbps의 데이터 전송률을 제공한다. IrDA는 노트북이나 PDA, 프린터, 전화기, 호출기, 모뎀, 카메라, 의료기, 산업장비, 시계 등의 무선 통신용으로 주로 사용된다.

2.5 Bluetooth[5]

블루투스는 2.4GHz ISM(Industrial Scientific Medical) 대역에서 동작하고, 주파수 홉 대역확산 방식을 사용한다. 하나의 피코넷 안에 8개의 장치까지 지원하고, 주파수 홉 대역확산 방식의 특성상 보안성이 높다. 그리고 벽 등 장애물이 있는 경우에도 통신 가능(비가시선 통신)하다는 특성을 가진다.

홈 네트워크를 위한 특성을 고려할 시 각 무선 기술의 장, 단점은 표 1과 같다. 집안의 모든 정보 가전기기의 유기적으로 연결을 위해 사용될 기술을 찾는다면 무선랜과 홈 RF는 홈 네트워크에 많이 사용될 것의 조건에 맞지 않는다. 또한 Irda는 벽 등 장애물을 투과할 수 없고 통신방향이 제한되기에 적합하지 않고, ZigBee는 모든 가전기기의 유기적으로 연결하여 컨트롤 및 정보를 송, 수신하기에는 전송속도에서 크게 떨어지므로 사용될 수 없다. 블루투스의 경우 모바일 기기와의 연동성 및 연결의 용이성, 저가격, 저전력 등 여러 가지 장점이 있어 모든 기기에 사용되기 적합하기에 10m의 제한된 전송거리를 어떻게 해결하는가가 모든 정보기기가 유기적으로 연결된 홈 네트워크의 성패를 위한 관건이라 할 수 있겠다.

표 1 홈 네트워크를 위한 무선 기술 비교

	무선랜	Home RF	IRDA	Bluetooth	ZigBee
전송거리	O	O	X	X	O
저전력	X	X	O	O	O
저가격	X	X	O	O	O
전송속도	O	O	O	O	X
투과성	O	O	X	O	O
연동성	X	X	O	O	X
용이성	X	X	O	O	O

3. 무선 홈 네트워크를 위한 블루투스 라우팅 프로토콜

3.1 라우팅 프로토콜 스택

그림 1은에서 분석된 홈 네트워크에 블루투스 기술을 적용시키기 어려운 점을 기반으로 이를 해결할 수 있도록 하는 제한된 구조이다. 제한된 구조는 기존의 블루투스 프로토콜 스택의 L2CAP와 RFCOMM 그리고 TCS 사이에 라우팅 프로토콜 스택을 넣어 상위 어플리케이션에서 목적지의 직, 간접 연결에 관계없이 이를 하위 프로토콜(RFCOMM OR TCS)로 보내고 것이다.

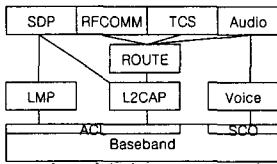


그림 1 라우팅 프로토콜 스택

제한된 구조의 동작 원리는 다음과 같다.

- RFCOMM 층에서 중단 노드 간 에러 없는 전송을 보장한다.
- ROUTE 층에서 목적지로 가는 근접 루트를 찾는다.
- L2CAP 층에서 인근 노드 간 논리채널을 형성한다.

그림 2는 다중 블루투스 노드 간 AD-HOC ROUTE의 처리 순서를 나타내며 각 단계를 요약하면 다음과 같다.

- step1: APPLICATION LAYER에서 데이터 전송을 위한 목적노드와의 연결을 위해 연결요청을 RFCOMM LAYER에 보낸다.
- step2: RFCOMM LAYER에서 연결할 목적지정보를 ROUTE LAYER에 넘겨준다.
- step3: ROUTE LAYER에서 라우팅 테이블을 검색하여 이를 최단거리 내에 전달해 줄수 있는 근처 노드(10m 이내)를 찾아낸다.
- step4: 근처 노드와 논리채널을 연결하기 위하여 L2CAP 층으로 논리채널 연결 요청을 보낸다.
- step5: L2CAP LAYER는 근처 노드와 논리 채널과 연결 후 이를 상위 LAYER를 통하여 APPLICATION에 알린다.

• step6: APPLICATION으로부터의 데이터는 ROUTE LAYER에서 최종목적지 정보를 담은 헤더가 추가되어 이를 근처노드에 전송하게 된다.

• step7: 이를 받은 인근 노드는 라우팅 헤더를 분석하고 자신의 라우팅 테이블을 참조하여 직접 혹은 역시 다른 노드를 통하여 이 데이터를 전달한다.

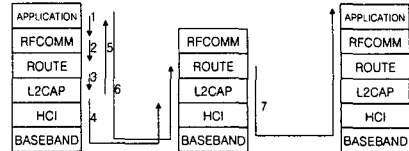


그림 2 다중 블루투스 노드 간 AD-HOC 라우팅의 처리 순서

L2CAP 와 그 하위의 프로토콜 layer 의 동작과정은 동일하다 차이점은 그 상위 ROUTE에서 route protocol 헤더에 목적지 라우팅 정보를 넣음으로서 이를 받은 인근노드에서 이를 분석하여 여러 중간 노드를 거쳐 최종 목적지로 보낼 수 있는 것이 추가된다.

3.2 라우팅 데몬

블루투스 기술이 홈 네트워크에 적합한 이유는 모바일 기기와의 통신 가능성, 가전기기에 포함되기 쉬움, 저 전력, 저가격 등이 있을 것이다. 그 중 이번 연구의 목적인 집안 내 가전기와 모바일 기기와의 통신을 위해 블루투스 기기의 라우팅 정보를 처리하는 라우팅 데몬을 위한 조건은 다음과 같다.

- 유동노드(모바일 PDA)또한 라우팅 테이블에 포함 되어져야 한다.
- 유동노드의 존재 유무를 확인해야 한다.
- 전파지연보다 전송지연이 더 크기에 최소의 노드를 거쳐야 한다.

그리하여 라우팅 데몬에 들어간 정책은 다음과 같다.

- 각 노드는 유동노드와 고정노드로 구분되어 진다.
- 유동노드가 가지고 있는 라우팅 정보는 고정노드에서 무시한다.
- 연결된 각 노드에 대한 timeout을 두어 인근노드의 존재 유무를 확인한다.
- 최선의 루트를 알기위해 최단거리 알고리즘을 사용한다.
- 라우팅 테이블에 각 노드의 정보( 인터페이스, 저 전력 노드 등)를 기록한다.

라우팅 데몬의 동작 원리는 다음과 같고 이는 유동 노드 데몬과 고정노드 데몬으로 나뉜다.

유동노드 라우팅 :

- 매 정해진 시간 정규적인 INQUIRY
  - 매 정해진 시간 신규 연결 메시지 전송
  - 다른 유동노드를 라우터로서 사용하지 않음
  - 고정노드에서 온 정보로만 라우팅 정보수정
- 고정노드 라우팅 :
- 시작 시 INQUIRY & 신규 연결 메시지 전송
  - 정해진 시간에 정규 라우팅 메시지로써 자신의 존재를 알림
  - 유동노드는 라우팅정보를 저장하지 않음
  - 고정노드에서 온 라우터 정보로만 라우팅 수행
  - 신규 연결 메시지 도착시 라우팅 정보 전송

그림3은 라우팅 데몬의 동작 원리를 나타내고, 이를 단계별로 정리하면 다음과 같다.

- step1 : 주변의 블루투스 기기를 알기위해 inquiry 신호를 보낸다.
- step2 : inquiry에 응답한 노드정보를 토대로 각 기기에 자신의 정보가 들어간 route\_init 신호를 보낸다.
- step3 : 주변의 고정노드는 자신의 라우팅 테이블을 보내고 유동노드는 route\_init 신호를 무시한다.
- step4 : 새로 연결을 시작하는 노드는 고정노드로부터의 라우팅 정보를 토대로 최단노드 알고리즘을 이용하여 이를 정리하고 기록한다.
- step5 : 유동노드는 정해진 시간, 혹은 정보전송을 원할시 다시 route\_init 신호를 보냄으로서 주변 노드의 라우팅 테이블을 얻는다. 고정노드는 정해진 시간마다 자신의 regular\_routing 테이블을 다른 고정노드에 전송해 줌으로서 자신의 존재여부를 알린다.
- step6 : 고정노드는 얻어지는 regular\_routing 신호를 계속 체크하여 각 노드의 최선의 루트를 기록한다.

