

BT(Bluetooth) IP에서의 핸드오프 지원 방안

Handoff Scheme for BT(Bluetooth) IP

박 홍 성* 정 명 순**

Park, Hong-Seong Jung, Myoung-Soon

Abstract

In this paper, we propose handoff scheme for BT(Bluetooth) IP and define signaling for the handoff scheme. In local area, BT IP use the concept of Cellular IP and the operation property of Bluetooth system. In case of accessing external internet, use the concept of Mobile IP. IP-based Mobility of Bluetooth Terminal provides efficient and rapid mobility in local area and flexibility on the internet.

키워드 : 블루투스, *Mobile IP*, *Cellular IP*, 시그널링
Keywords : Bluetooth, Mobile IP, Cellular IP, signaling

1. 서론

최근에 등장한 블루투스 통신 프로토콜은 10~100m 정도의 근거리 무선 인터페이스를 제공하며 AP(Access Point)를 통한 유선망에 접속이 가능하다[1]. 이러한 블루투스 기반의 망 구조는 가까운 시일 내에 현재의 무선 이동 통신 서비스의 근거리 무선 인터페이스를 대체할 수 있을 것이다.

한편, 셀룰라(또는 IMT-2000) 네트워크 기반의 무선 이동 인터넷 서비스가 최근 상용화되었고 가까운 시일 내에 IMT-2000 망을 통한 고속의 무선 이동 멀티미디어의 서비스가 이루어질 것이다. 이러한 공용망을 통한 무선 이동 인터넷 서비스는 당연히 실내 무선망에까지 적용될 것이다. 이러한 공용망을 통한 무선 이동 인터넷 서비스를 실내 무선망에까지 확장하는 근거리 무선 인터페이스로 블루투스가 이용될 것이다. 이를 위해서 블루투스 이동 단말기와 유선 LAN과의 연동 기능을 제공하는 AP(Access Point) 기능이 필요하고 LAN 상에

서 블루투스 이동 단말기의 식별 방법이 필요하다. 이동성 지원 방안 즉, 블루투스 이동 단말기의 위치 등록 과정 및 동적인 IP 주소 할당 기능과 효율적인 핸드오프 처리가 필요하다.

블루투스 SIG이 표준안에서는 LAP(LAN Access Profile)을 정의하여 블루투스 기반의 인터넷 서비스 제공을 위한 LAN 접속점 구현의 원형을 정의하여 제공하고 있다[1]. 하지만 이동성 지원 방안에 대한 정의는 제공하지 않고 있다. 따라서 LAP으로 유선망에 접속하여 이동 인터넷 서비스를 지원하기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. [2]는 블루투스 기반 망 구조인 스캐터넷(scatternet)에서의 이동성 제공에 초점을 맞추었기 때문에 IP 프로토콜과의 연동은 다루지 않았고, [3]에서는 지역적인 망 내에는 Cellular IP의 사용을 인터넷과의 연동에는 Mobile IP의 사용을 제안하였다. 후자의 방법은 블루투스 무선 인터페이스에 적절한 것으로 보인다. 하지만 블루투스 시스템의 동작 특성을 고려한 시그널링의 정의를 제공하지 않고 있다.

본 논문에서는 블루투스 기반의 지역적인 영역 뿐만 아니라 인터넷 망과의 연동을 통해서도 블루투스 단말기에 IP 기반의 이동성을 제공하는 BT IP를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 BT IP는 로컬

* 강원대학교 전기전자정보통신공학부 부교수, 공학박사

** 강원대학교 전기전자정보통신공학부 BK21 계약교수, 공학박사

영역에서는 Cellular IP의 개념에 블루투스 시스템의 동작 특성을 결합하여 사용하고, 외부 인터넷 망에 접속하는 경우에는 Mobile IP의 이용을 제안한 것이다. 즉, 지역적인 영역에서는 블루투스 시스템의 동작 특성을 충분히 고려한 IP 기반의 이동성을 지원하여 효율적이고 빠른 지역적인 이동성뿐 아니라 인터넷 망으로의 확장된 이동성도 지원하는 것이다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 기존의 IP 기반 이동성 지원 방안과 이들을 블루투스 시스템에 적용할 때 고려할 사항을 살펴보고 3장에서는 BT(Bluetooth) IP에서의 효율적인 이동성 지원 시그널링 과정을 위해 제안된 FHS' 패킷의 사용을 정의하였고 4장에서는 BT IP에 사용할 이동성 지원 알고리즘 및 시그널링 과정을 정의하고 FHS와 FHS' 패킷을 사용한 시그널링 과정을 비교하였다. 5장에서 결론과 앞으로의 연구과제를 보였다.

2. Mobile IP와 Cellular IP

2.1 Mobile IP

IP 기반의 이동성 제공 방안 중 가장 일반적인 방법이 Mobile IP이다. Mobile IP 기반의 이동 단말기 정보가 등록되는 에이전트를 HA(Home Agent)라 한다. 반면에 이동 단말기가 자신의 정보를 등록한 HA가 있는 망을 떠나 다른 망으로 이동하여 자신의 위치정보를 새로 등록하는 에이전트를 FA(Foreign Agent)라 한다.

Mobile IP에서는 HA와 FA 사이에 이동 단말기의 위치 정보 교환이 이루어져야 한다. 예를 들어 이동 단말기에 핸드오프가 일어나 새로운 망의 FA와 이동한 단말기 사이에 새로운 링크가 설정되면 이동 단말기는 자신의 정보를 HA에 등록해 줄 것을 FA에 요구하게 된다. 이러한 요청을 받은 FA는 이를 HA로 전달하여 등록 과정을 수행하고 이에 대한 응답을 받아 이동 단말기에 전달하는 과정을 거치게 된다. 이러한 Mobile IP의 수행 과정을 터널링이라 하며 그림1에 나타내었다.

터널링 과정은 Mobile IP 기반의 단말기에 이동성을 지원하는데 반드시 필요한 과정이다. 하지만 FA와 HA가 원격지에 위치하게 되면 처리 시간의 지연이 발생하게 되는 단점과 빈번한 핸드오프 발생의 경우 이로 인한 시그널링 증가가 전체 네트워크의 전송 효율을 떨어지게 하므로 지역적인 영역에서의 사용은 적합하지 않다.

2.2 Cellular IP

Cellular IP는 셀룰러 이동 전화 시스템의 개념

을 IP에 적용한 것이다. 이동 단말기에 "active" 호가 있는 경우에 이를 이용하여 위치 정보를 관리한다. 즉, 해당 단말기가 상향 링크로 전송하는 패킷 내에 등록되어 있는 경유한 라우터의 ID로 단말기의 위치 정보가 관리되어 별도의 시그널링 과정이 생략되는 것이다. 반면에, "Idle" 상태인 이동 단말기의

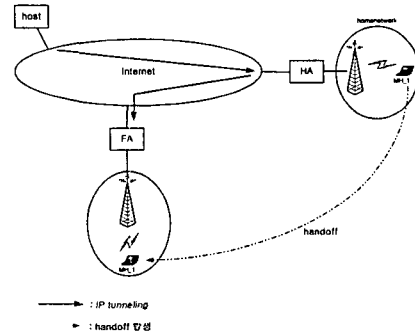


그림 1. Mobile IP의 개념도

위치 정보는 일정한 시간마다 특별한 형태의 패킷을 전송하는 것으로 유지된다. 따라서 "Idle" 상태의 단말기 위치는 근사값으로만 등록되고 실제 전송할 호가 있을 때만 주변의 셀 중에서 찾아진다. 이러한 특징을 "passive connectivity"라 하고 이를 통하여 실제 핸드오프에 사용되는 이동성 관리 시그널링 과정을 생략하거나 감소시켜 빠르고 효율적인 핸드오프 기능이 제공되는 것이다. Cellular IP 수행의 개념도를 그림2에 나타내었다.

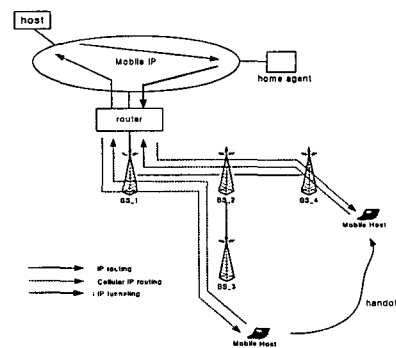


그림 2. Cellular IP의 개념도

2.3 블루투스 단말기에 이동성 지원시 고려사항

블루투스 단말기에 이동성을 지원하기 위해서는 다음과 같은 블루투스 시스템의 동작 특성에 대한 고려가 있어야 한다.

- 이중 망에서 블루투스 단말기 식별 불가
- 채널 용량 제한
- inquiry 주기

첫 번째 문제점은 블루투스 이동 단말기는 블루투스 기반의 망에서만 데이터 송수신 중에 식별될 수 있다는 것이다. 블루투스 단말기가 데이터를 송수신할 때 사용하는 소스 및 목적지 주소는 AM_ADDR이다. AM_ADDR은 피코넷을 관할하는 마스터가 할당하는 주소로 피코넷 내에서만 또는 이를 할당한 마스터가 관할하는 영역 내에서만 유효한 것이다. 따라서, 인터넷과 같은 공용망에 접속한 블루투스 이동 단말기를 구분할 수 있는 방법이 없다는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 48비트 길이로 블루투스 칩에 부여되는 BD_ADDR를 이용하거나 이에 대응되는 방법이 가능할 것이다. 본 논문에서 제안한 BT IP에서는 블루투스 단말기를 인터넷 망에서 유일하게 식별할 수 있도록 IP를 사용하였다. IP의 사용으로 얻어지는 장점은 필요에 따라 블루투스 단말기의 BD_ADDR에 대응하는 동적이거나 정적인 IP 할당이 가능하고 할당된 IP를 이용하여 이동 중에도 인터넷 서비스의 지속적인 제공이 가능하다는 것이다.

두 번째 문제점인 채널 용량 제한은 피코넷을 관할하는 블루투스 마스터가 동시에 지원할 수 있는 단말기의 수가 7개로 제한되기 때문이다. 이러한 동시 서비스 단말기 개수의 제한은 채널 용량의 제한과 같은 의미로 새롭게 LAP에 접속을 요구하는 호나 핸드오프 호에 대한 블로킹 확률이 높아지게 하여 전송 효율을 떨어지게 하는 원인이 된다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 본 논문에서는 블루투스 저전력 모드의 사용을 제안하였다. 즉, 일정한 시간 구간동안에 데이터 송수신을 할 필요가 없는 단말기를 park 모드로 설정하여 두는 것이다. park 모드인 단말기는 자신의 AM_ADDR를 포기하는 대신에 PM_ADDR, AR_ADDR를 할당받아서 마스터와의 동기화를 유지한다. 따라서 포기한 AM_ADDR은 다른 active 단말기에 할당되어 데이터 송수신이 가능하도록 양도할 수 있고 자신이 필요한 경우에는 AR_ADDR로 wake-up요구가 가능하므로 일곱 개 이상의 단말기에 제한된 채널 용량을 효율적으로 할당하여 이용할 수 있기 때문이다.

세 번째 문제는 블루투스 단말기가 통신 상대방과 데이터를 송수신하기 전에 반드시 거쳐야 하는 inquiry 과정이다. 블루투스 단말기는 무선 인터페이스를 사용하므로 주변에 어떤 기기가 자신과 통신할 수 있는지 알아야 한다. 이를 위해서 사용되는 것이 inquiry이다. 이러한 inquiry 과정은 한번만 수행되는 것과 정기적으로 반복되는 것이 있다. 물론 주변의 여러 단말기에 대해 LAP으로

동작하는 블루투스 마스터는 정기적인 “반복 inquiry”를 사용하고 이를 통해 LAP에 접속하는 클라이언트(블루투스 단말기)를 찾아서 동기화하고 채널을 설정한 후에 데이터의 송수신을 하게 된다. 이러한 inquiry 과정은 마스터만이 시작할 수 있다. 따라서, 일반적으로 슬레이브로 설정되는 이동 단말기는 inquiry를 먼저 시작할 수 없고 마스터인 LAP이 inquiry 질의를 보내기 전까지는 데이터 송수신에 참여할 수 없다. 따라서 단말기의 이동이 발생한 경우에 필요한 위치 정보 등록은 단말기 스스로 시작할 수 없고 최악의 경우에 inquiry 주기만큼 기다려야 하고 이 기간 동안에 등록되지 못한 위치 정보로 인한 데이터 손실이 발생하게 되는 것이다. 특히 단말기의 위치 정보는 LAP, 라우터, 게이트웨이 등과 같이 유선 네트워크의 접속점과 경로 상의 홉에 저장되는 것으로 지속적으로 유지되는 것이 아니라 일정 기간 동안 또는 타이머로 주기적인 갱신이 이루어지는 정보이다. 따라서, 위치 정보의 갱신 주기의 설정도 inquiry 주기와 같이 고려되어야 한다. 즉, 위치 정보 갱신 주기가 inquiry 주기보다 길면 inquiry가 종료된 후의 위치로 등록이 가능하지만 정보 갱신 주기가 inquiry 주기보다 짧으면 단말기가 이동한 후에 LAP과 채널 접속이 이루어지지 못한 상태로 위치 정보 갱신이 이루어지므로 이전의 위치 정보가 그대로 유지되는 오류가 발생하게 되는 것이다. 본 논문에서는 블루투스 이동 단말기의 신뢰성 있는 이동성 지원을 위하여 위치 정보 갱신 주기는 inquiry 주기보다 길게 설정하는 것으로 하였다.

이러한 분석을 기초로 다음 장에서는 블루투스 시스템의 동작 특성에 알맞은 이동성 방안으로 제안된 BT(Bluetooth) IP를 설명하고 이에 적용된 동적 IP 할당 과정과 시그널링, 로컬(local) 및 전역(global) 핸드오프의 과정과 시그널링을 정의하였다.

3. BT(Bluetooth) IP에서의 효율적인 이동성 지원 방안

BT IP를 적용할 네트워크 모델을 그림 3에 보였다. IP 기반의 BT 단말기 이동성을 지원하는 망에서 가장 중요한 것은 LAP이다. LAP은 이동성 관련 기능 중에 IP 패킷의 무선 접속점으로서의 역할과 단순한 형태이지만 PPP 서버와 라우터의 기능을 함께 수행한다.

그림 3에서 BT 이동 단말기는 GW(게이트웨이)를 이용하여 인터넷과 접속된다. BT IP 망 내의 BT 이동 단말기는 자신의 BD_ADDR와 LAP(마스터)이 할당한 AM_ADDR로 구분되고 IP를

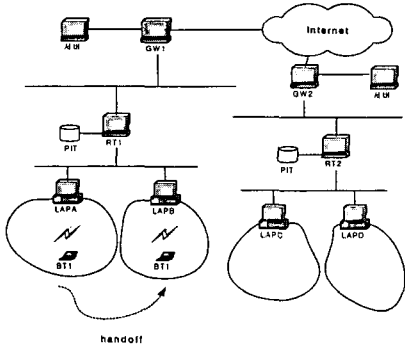


그림 3. BT IP 적용 망 모델

할당받아 인터넷 서비스를 받게 된다. BT 이동 단말기가 전송하는 패킷은 LAP과 여러 라우터와 GW를 거쳐 인터넷으로 전달된다.

이러한 BT IP 적용 망에서 BT 이동 단말기에 서비스 제공하기 전에 필요한 BT 단말기 사이의 링크 설정 과정은 그림 4와 같다.

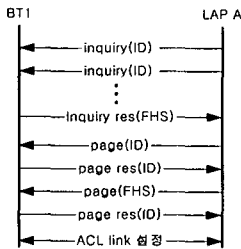


그림 4. ACL 링크 설정 과정

그림 4에서 LAP A(마스터)는 자신의 통신 환경 내에 새로이 진입한 BT 이동 단말기를 찾기 위하여 일정 시간 구간마다 ID 패킷을 이용한 inquiry 질의를 방송한다. LAP A의 통신 환경 내에 진입한 BT1은 통신 상대방으로부터의 inquiry 질의를 받기 위하여 T_w inquiry scan 마다 inquiry scan 상태로 진입한다. inquiry scan 상태에서 질의를 inquiry 질의를 받은 BT1은 BD_ADDR과 클럭 정보 등을 담아 FHS 패킷으로 LAP A에 응답한다. 이를 수신한 LAP A는 서비스를 제공할 수 있는 경우에 Page 과정으로 진입한다. page 과정은 inquiry 과정에서 수신한 BT1의 BD_ADDR를 이용하여 질의를 보내고 이에 대한 응답을 받고 다시 클럭 동기화를 위한 FHS 패킷을 BT1에 전송한다. 이를 받은 BT1은 이에 대한 응답으로 ID 패킷을 전송하게 되고 BT1과 LAP A 사이에 데이터 송수신을 위한 ACL 링크가 설정된다. 이러한 링크 설정 과정이 정상적으로 종료된 후에 데이터의 송수신이 이루어질 수 있다. 따라서 그림 4의

ACL 링크 설정 과정은 모든 BT 이동 단말기의 통신 서비스에 반드시 필요한 공통적인 과정이다.

본 논문에서는 그림 4의 ACL 링크 설정 과정에서 사용되는 FHS 패킷에서 미래의 사용을 위하여 예약된 2비트에 새로운 값을 정의하여 이동성 지원을 위한 시그널링 과정이 단축을 제안하였다.

FHS 패킷은 전송층의 BD_ADDR과 클럭 등을 전송하는데 사용되는 제어 패킷으로 유료부하는 144비트의 정보와 16비트 CRC 코드를 포함한 형태로 그림 5와 같은 포맷으로 정의되었다. 본 논문에서 이용하고자 하는 비트는 LAP 필드 이후에 정의되지 않은 2비트 필드를 표 1과 같이 정의하여 사용하고 이를 표준 FHS 패킷과 구분하기 위하여 FHS' 패킷이라 정의하였다.

Party class(34)	LAP(24)	Link ID(12)	SR ID(12)	UP ID(12)	NAP ID(12)	Class of device(24)	AM_ADDR(12)	CLK ₁₋₂ (24)	clock scan mask(32)
-----------------	---------	-------------	-----------	-----------	------------	---------------------	-------------	-------------------------	---------------------

그림 5. 표준 FHS 패킷

표 1. FHS' 비트 값 정의

비트값	의미	기타
00	LAP 사용 안함	IP 불필요
01	LAP 사용 필요	IP 없음
10	LAP 사용 필요	IP 있음
11	power ON	IP 없음

4. BT IP 이동성 지원 알고리즘과 시그널링

이 장에서는 BT 이동 단말기에 IP 기반의 이동성을 제공하기 위하여 필요한 다양한 알고리즘과 시그널링을 정의하였다. 특히 3장에서 제안한 FHS' 패킷의 사용으로 감소되는 시그널링 과정을 FHS를 사용하는 시그널링 과정과 비교하여 보았다.

4.1 IP 할당 및 위치 정보 관리

BT 이동 단말기로 인터넷 서비스를 이용하기 위해서는 IP가 필요하다. IP는 인터넷 상에서 BT 이동 단말기를 유일하게 구분해준다. 따라서 마스터가 할당한 AM_ADDR에 의해서만 데이터 송수신 중에 구분되는 BT 이동 단말기의 단점을 극복할 수 있는 방법이다.

그림 6에서 동적 IP 할당 과정은 BT1이 LAP A와의 사이에 그림 4와 같은 ACL 링크 설정 과정을 처리하여 ACL 링크가 설정된 후에 이를 통하여 LAP A로부터 LAP(LAN Access Point) 및

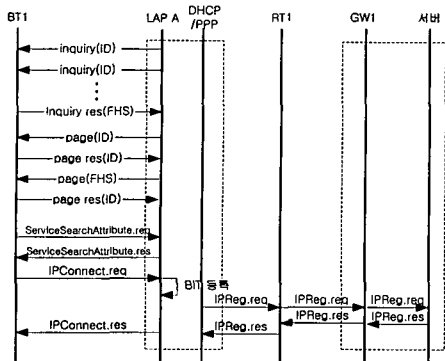


그림 6. FHS를 이용한 동적 IP 할당 시그널링

PPP 서비스를 제공받을 수 있는지 확인하는 동작으로 시작된다. 이에 이용하는 PDU는 ServiceSearchAttribute.req이다. 이에 대한 응답으로 LAP 및 PPP 서비스가 지원되는 것을 인지한 BT1은 IPConnect.req를 이용하여 인터넷 접속을 요구한다. BT1의 IP 접속을 요구받은 LAP A는 BT1의 정보로부터 IP를 소유했는지 여부를 확인하여 IP가 없으면 DHCP와 연동하여 새로운 IP를 할당한다. 만약 BT1이 이미 IP를 가지고 있다면 BT1의 IP 정보로 자신의 BIT를 갱신한다. 이와 같은 과정을 수행하여 새로운 IP를 BT1에 할당한 LAP A는 표 2의 정보를 IPReg.req에 담아 GW1으로 전달하여 등록한다. IPReg.req가 GW1으로 전송되는 과정에 있는 라우터들도 IPReg.req를 받아 새로운 정보인 경우에 자신의 BIT 정보를 갱신한다. 이러한 과정을 통하여 이루어지는 동적 IP의 할당 과정은 SIG의 블루투스 표준안을 기초로 하는 경우에 일반적인 형태이다.

표 2. LAP의 BIT(Bluetooth IP Table) 정보

항목	의미
BT_IP	블루투스 기기 IP 주소
BD_ADDR	블루투스 기기 주소
BT_Status	블루투스 기기의 상태
HA_IP	HA(Home Agent)의 IP

IP 할당 과정에서 PPP와 DHCP의 역할을 수행하는 LAP A는 열 개 정도의 IP를 GW1으로부터 할당받아 가지고 있다가 BT 단말기의 요청에 따라 할당하는 것으로 가정하였다. 따라서 LAP A는 자신이 할당할 수 있는 IP의 여분이 없으면 GW1으로 요청하여 할당받게 된다. 이러한 방법은 LAP이 블루투스 단말기에 IP를 할당하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있게 하고 LAP A와 GW1 사이의 IP 할당도 필요한 경우에만 요청에 의해서 이루어

질 수 있어 전송 효율을 높일 수 있다.

BT1에 할당된 IP가 GW1에 표 3의 내용으로 등록되면, 이에 대한 응답에 HA(GW1) 주소를 담아 LAP A를 통해서 BT1으로 전달하고 중간 경로에 라우터나 LAP의 BIT 정보가 갱신된다.

표 3. GW의 FIT(Bluetooth IP Table) 정보

항목	의미
BT_IP	블루투스 기기 IP
BD_ADDR	블루투스 기기 주소
Last_Access_Time	last access time
BT_Status	블루투스 기기의 status
FA_IP	FA(GW)의 IP 주소

그림 7은 그림 6의 표준 FHS를 사용하는 동적 IP 할당 시그널링 과정을 FHS'를 사용하는 경우로 나타낸 것이다. BT1이 LAP A의 inquiry 질의에 대응하는 응답으로 FHS' 패킷을 전송하면서 표 1의 01 값을 설정하여 전송하면 LAP A는 BT1의 BD_ADDR 등 필요한 정보를 받아 라우터로 IP 할당을 위한 요구 신호를 전송하는 등의 동작을 BT1과의 링크 설정 과정과 병행하여 수행한다. 이러한 과정을 통하여 얻어진 IP를 BD_ADDR과 함께 자신의 BIT에 저장하는 것이다.

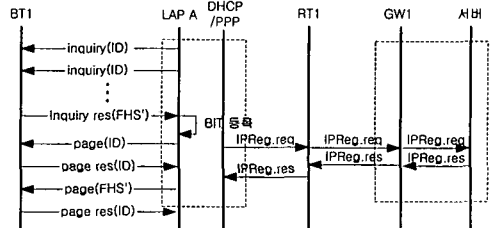


그림 7. FHS'를 이용한 동적 IP 할당 시그널링

4.2 로컬(local) 핸드오프의 알고리즘과 시그널링

BT 이동 단말기가 LAP 사이에서 이동하여 발생하는 핸드오프의 처리과정은 LAP의 위치에 따라 달라진다. 즉, LAP이 동일 GW에 속한 경우에는 블루투스 기반 망에서의 이동으로 이에 따른 처리는 블루투스 단말기의 동작 특성이 그대로 반영되는 것이고 서로 다른 GW에 속한 LAP 사이의 이동은 공용망에서의 이동으로 블루투스 단말기의 동작 특성만을 고려하여 처리할 수 없는 과정이다. 본 논문에서는 전자를 로컬(Local) 핸드오프로 후자는 전역(global) 핸드오프라 하고 각각 Cellular

IP와 Mobile IP의 개념을 적용하는 것으로 하였다.

다음에서는 BT IP에 사용할 로컬 핸드오프를 정의하고 그림 8에 시그널링 과정을 나타내었다. 여기서 BT1은 앞에서 정의한 FHS' 패킷을 사용한 동적 IP 할당 과정을 통해서 IP를 할당받는다.

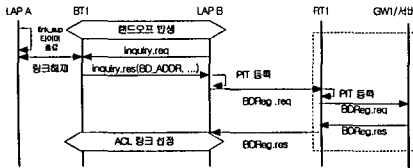


그림 8. 로컬(Local) 핸드오프

로컬 핸드오프는 BT1이 LAP A의 통신 환경에서 벗어나 LAP B의 통신 환경으로 진입하여 발생한다. LAP B의 환경 내에 진입한 BT1은 LAP A와의 링크 설정을 잃게 되고 또 다른 마스터에 의한 연결로 자신에게 서비스 제공이 계속되기를 기다리게 된다. LAP A는 BT1과의 링크가 끊어진 사실을 링크 감시(supervision) 타이머의 종료로 인지하게 되고 해당 링크에 설정되었던 AM_ADDR 등을 해지하게 된다. 반면에 LAP B의 inquiry 질의를 받은 BT1은 자신의 정보를 LAP B에 전달하여 링크를 설정하고 AM_ADDR를 할당받게 된다. 이러한 과정을 종료되면 IP 할당 과정에서와 마찬가지로 LAP B와의 사이에 설정된 ACL 링크를 이용하여 자신이 LAP B로부터 LAP(LAN Access Point) 서비스를 제공받을 수 있는지 ServiceSearchAttribute.req를 이용하여 확인한다. 이러한 과정은 LAP B에서 LAP 서비스를 제공하는 것을 확인한 BT1은 ConnectIP.req를 이용하여 인터넷 접속을 요구한다. BT1의 IP 접속을 요구받은 LAP B는 BT1의 정보로부터 IP를 소유했는지 여부를 확인하여 IP가 있다면 자신의 BIT를 갱신하고 표 1의 정보를 IPReg.req에 담아 GW1으로 전달하여 등록한다. IPReg.req가 GW1으로 전송되는 과정에 있는 라우터들도 IPReg.req를 받아 새로운 정보인 경우에 자신의 BIT 정보를 갱신한다.

4.3 전역(Global) 핸드오프의 알고리즘과 시그널링

다음에서는 서로 다른 GW에 연결된 LAP 사이에서 BT 이동 단말기의 이동으로 발생하는 전역 핸드오프를 정의하고 그림 9에 시그널링 과정을 나타내었다.

전역 핸드오프는 BT1이 LAP B의 통신 환경에서 벗어나 LAP C의 통신 환경으로 진입하여 발생한다. 따라서 로컬 영역에서만 보던 로컬 핸드오프

와 크게 다른 점은 없게 된다. 하지만 망의 상위 계층을 살펴보면 LAP B는 GW1에 LAP C는 GW2에 접속된 것으로 공용망을 통한 이동이 발생한 전역 핸드오프가 발생한 것이다. 따라서 LAP B와 LAP C에 정보 갱신은 로컬 핸드오프의 처리 과정을 그대로 적용할 수 있지만 상위계층에서의 핸드오프 처리 과정은 다음과 같이 동작하게 된다.

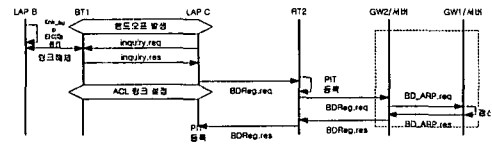


그림 9. 전역(Global) 핸드오프

LAP B와 LAP C 사이의 정보 교환 과정이 종료되면 BT1은 로컬 핸드오프가 종료되었을 때와 마찬가지로 정상적인 데이터 패킷의 전송을 수행한다. 하지만 인터넷에 접속되는 게이트웨이가 GW1에서 GW2로 변경되었기 때문에 상향 링크로 전송된 데이터 패킷 내의 경로 정보만으로 중간 경로의 라우터에 BIT는 갱신되지만 GW2에서는 자신의 BIT에 저장된 정보와 BT1의 패킷을 받아 비교한 후에 자신이 HA가 아니라는 것을 알게 되고 Mobile IP와 같은 시그널링 절차를 통해 BT1을 위한 전역 핸드오프 과정을 다음과 같이 수행하게 된다.

BT1의 패킷을 수신한 GW2가 자신이 BT1의 HA가 아닌 것을 인지하면, 자신과 접속된 주변의 GW로 BD_ARP.req를 전송하여 BT1의 HA를 질의한다. BD_ARP.req를 수신한 GW1이 BT1의 HA임을 BD_ARP.res로 알려주면 BT1의 정보를 GW1으로 알려서 터널링을 수행하고 자신이 가진 BIT의 내용을 갱신한 후에 LAP C로 알린다.

BT1의 입장에서 보면, 핸드오프로 진입한 LAP C의 영역 내에서 inquiry 메시지를 수신하고 이에 대한 응답으로 자신의 BD_ADDR를 전송한다. 페이징 과정을 통하여 LAP과 동기화되고 AM_ADDR를 할당받아 링크가 설정되면, LAP C에서는 BT1의 IP 정보를 확인하여 BD_ADDR를 BDRReg.req를 이용하여 GW2로 전송한다. 이를 수신한 GW2는 BT1의 BD_ADDR이 자신의 서버에 등록되지 않은 것을 확인하면 BD_ADDR를 포함한 BD_ARP.req를 자신과 인접한 GW로 발송하여 BT1의 이전 GW(즉, HA)로부터 응답을 얻고 등록한 후에 BDRReg.res를 하향 링크로 전송하는 것이다.

이러한 전역 핸드오프의 처리 과정에서 생각할 수 있는 문제점은 BT1과 LAP 사이에 페이징 과

정이 수행되지 않을 수 있다는 것이다. 즉, LAP C가 이미 일곱 개의 슬레이브를 서비스하고 있는 경우가 발생하는 것이다. 이러한 경우에 LAP C는 페이징 과정을 수행할 수 있을 때와 마찬가지로 BDRreg.req를 GW2로 전송하고 이에 대한 응답인 BDRreg.res를 수신하여 해당 BT1 단말기의 BD_ADDR이 등록된 것인지 확인한다. 동시에 GW2는 BD_ADDR를 포함한 BD_ARP.req를 자신과 인접한 GW로 발송하여 해당하는 IP 주소를 구한 후에 Park 또는 Sniff 모드로 BT1 단말기의 모드를 재설정하여 AM_ADDR을 할당할 수 있을 때까지 IP를 유지한 채로 데이터 송수신 서비스를 일시 중단시키는 방법을 사용하는 것으로 하였다.

5. 결론 및 앞으로의 과제

본 논문에서는 블루투스 단말기에 IP 기반 이동성을 지원하기 위하여 제안된 BT IP에서 사용할 다양한 방안의 알고리즘과 시그널링을 정의하였다. 또한 이동성 BT 이동 단말기에 사용되는 시그널링과정의 단축이 가능하도록 FHS 패킷의 일부 비트 값을 변경한 FHS' 패킷의 사용을 제안하였다. FHS' 패킷의 사용은 BT 단말기의 동작에 필수적인 ACL 링크 설정 과정과 이동성 지원을 위한 시그널링 과정이 병렬적으로 처리될 수 있도록 하여 이동성 지원에 필요한 시그널링 과정의 시간을 단축할 수 있도록 한 것이다.

앞으로의 과제는 본 논문에서 제안한 BT IP를 구현하여 LAP 응용에 적용한 후에 성능을 검증하여 보는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] <http://www.bluetooth.com>
- [2] Raman, B, et. al, "Arguments for crosslayer optimization in bluetooth Scatternets," Applications and the Internet, 2001, pp. 176-184, 2001.
- [3] Baatz, S, et al., "Handoff Support for Mobility with IP over Bluetooth," LCN'2000, pp. 143-154 2000.