

블루투스 PDA와 UPnP를 이용한 홈 네트워크 서비스의 계층적 발견

김희자<sup>0</sup> 김동균 최영길\* 이상정

soonchunghyung대학교 정보기술공학부, 한국전기연구원\*

{heeja89<sup>0</sup>, kdk70}@sch.ac.kr, ykchoi@keri.re.kr, sjlee@sch.ac.kr

Hierarchical Service Discovery for Home Network using Bluetooth-enabled PDA and UPnP

Hee-Ja Kim<sup>0</sup> Dong-Kyun Kim, Young-Kil Choi\*, Sang-Jeong Lee

Div. of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University

Korea Electrotechnology Research Institute\*

요 약

본 논문에서는 PDA 상에서 블루투스를 통하여 홈 서버에 연결하고 홈 네트워크 미들웨어의 서비스를 계층적으로 발견하는 방식을 제안한다. 즉, PDA 상에서 블루투스 SDP(Service Discovery Protocol)를 이용하여 홈 서버가 지원하는 미들웨어 서비스를 발견하고, 발견된 미들웨어 서비스를 통하여 맥내의 가능한 가전기기 서비스를 발견한다. 모바일 단말의 빈번한 이동으로 인한 서비스 발견 패킷 과부하 발생을 완화시키기 위하여 홈 서버에 서비스 발견 프락시 서버 기능을 추가한다.

1. 서론

홈 네트워크는 가정 내의 정보가전기기가 네트워크로 연결돼 기기, 시간, 장소에 구애 받지 않고 서비스가 이루어지는 미래 가정환경인 '디지털 환경'을 구성하는 핵심 요소가 되고 있다. 미래의 홈 네트워크 서비스는 단순한 디지털 정보의 교환이 아니라 개인, 가족, 주거환경에 적합한 최신 디지털 정보를 제공하는 것이다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 맥내의 디지털 정보를 원하는 가족 구성원들에게 실시간으로 제공되는 것이 선행되어야 한다. 또한 제공되는 디지털 정보는 사용자의 장소에 관계없이 제공될 수 있어야 한다. 이를 위해서는 사용자가 이용할 수 있는 정보가전기와 서비스 목록 등을 자동으로 알려주는 서비스 발견 기술이 선행되어야 한다. 그러나 현재 홈 네트워크 미들웨어는 맥내의 디바이스에 대한 서비스 발견을 수행함에 있어 발견된 서비스 목록의 수신이 맥내로 한정되어 있다. 사용자의 위치에 상관없이 맥내 서비스 발견 정보를 수신 받기 위하여 서비스 발견 기술의 확장이 필요하다[1].

본 논문에서는 PDA 상에서 무선으로 홈 서버에 연결하여 홈 네트워크 미들웨어의 서비스를 계층적으로 발견하는 방식을 제안한다. 즉, PDA 상에서 블루투스 SDP(Service Discovery Protocol)로 홈 서버가 지원하는 미들웨어 서비스를 발견하고, 발견된 미들웨어를 이용하여 맥내의 서비스 가능한 정보가전기기를 발견한다. 또한 모바일 단말의 빈번한 이동으로 인한 서비스 발견의 패킷 과부하 발생을 완화하도록 홈 서버에 서비스 발견 에이전트 프락시 서버 기능을 추가한다. 본 논문에서는 PDA 무선통신으로 블루투스, 서비스 발견을

위한 홈 네트워크 미들웨어는 UPnP를 사용한다.

2. 블루투스 IP 기반의 UPnP 동작

미들웨어 UPnP는 TCP/IP 기반에서 동작하고, TCP/IP가 제공되는 유선 또는 무선 네트워크 어디에서든지 수행될 수 있다. 따라서 IP를 구성하고 TCP/IP 연결이 되면, UPnP가 동작되어 서비스를 발견한다. IP 구성을 위해 블루투스 프로토콜 스택은 LAN Access Profile, DUN Profile, PAN Profile 등 3 가지 프로파일을 제공한다[2, 3].

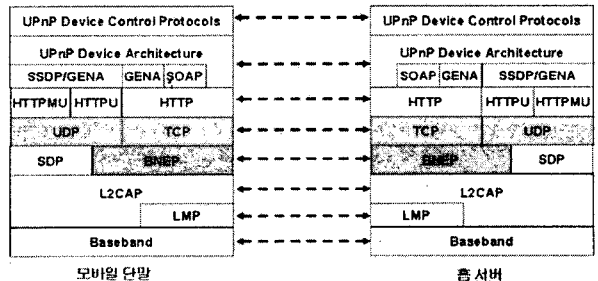


그림 1. 블루투스 IP 기반의 UPnP 동작

그림 1은 블루투스 통신 위에 UPnP 동작을 나타내고 있다. UPnP 동작을 위해 블루투스 IP 구성은 3가지 프로파일 중 PAN Profile을 이용하여 IP를 구성하였다. PAN Profile은 블루투스 BNEP(Bluetooth Network Encapsulation Protocol) 계층에서 IP를 구성한다. 모바일 단말과 홈 서버는 각각 블루투스 IP를 구성하고, TCP/IP 연결을 하여 상위 계층에서의 UPnP

<sup>0</sup> 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2004-002-D00334)

서비스를 지원한다.

### 3. 서비스 발견 시스템 구성

사용자가 맥내 정보자전기기를 제어하거나 상태정보를 얻고자 하는 등의 서비스 수행을 제공하기 위해서는 맥내에 어떤 정보자전기기들이 존재하고 제어할 수 있는지 먼저 알아야 한다. 이것을 위해 사용자에게 맥내의 이용 가능한 정보자전기기 목록을 자동으로 알려주는 서비스 발견 기술이 필요하다.

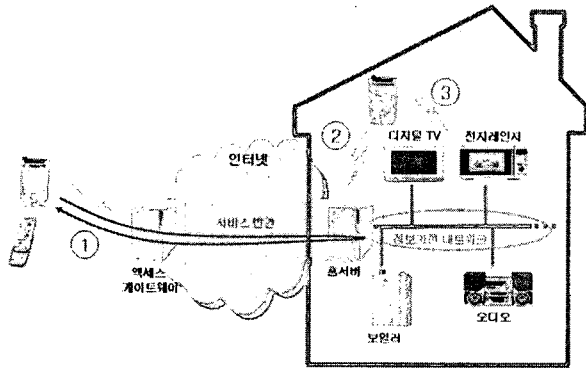


그림 2. 서비스 발견 시스템 구성도

그림 2는 사용자의 위치에 관계없이 맥내 정보자전기기들의 서비스를 발견하는 시스템 구성도이다. 모바일 단말인 PDA는 10m 내외의 단거리에서 무선으로 액세스 게이트웨이와 홈 서버에 연결된다. 홈 서버는 맥내의 정보자전기기들을 발견하고 관리한다. 또한 외부와 연결 통로의 게이트웨이 역할도 수행한다. 맥외에서 사용자 모바일 단말이 맥내의 정보자전기기 서비스를 발견하기 위해서는 홈 서버에 접근해야 한다. 액세스 게이트웨이는 모바일 단말이 맥외에 있을 때, 홈 서버 접근을 가능하게 하는 역할로, 사용자의 모바일 단말 MAC 주소와 홈 서버의 IP 주소를 매핑할 수 있는 정보를 저장하고 있다.

맥내 정보자전기기들의 서비스를 발견하는 방법을 3가지로 분류하였다. ①은 사용자가 맥외에 있는 경우로 액세스 게이트웨이를 통하여 서비스를 발견하는 방법이다. 사용자의 모바일 단말은 가까운 위치의 액세스 게이트웨이를 발견하고 무선으로 연결한다. 액세스 게이트웨이는 모바일 단말의 MAC 주소와 매핑되는 IP 주소를 검색하여 해당 홈 서버에 접속한다. 홈 서버는 이용 가능한 정보자전기기 리스트를 액세스 게이트웨이에게 보내고, 액세스 게이트웨이는 모바일 단말에게 이를 전달하여 서비스를 발견한다. ②는 사용자가 맥내에 있고 정보자전기기가 무선 통신을 지원하지 않는 경우이다. 홈 서버를 통하여 서비스를 발견하는 방법이다. 모바일 단말은 홈 서버와 무선으로 연결되고, 홈 서버는 모바일 단말에게 지원하는 미들웨어를 알려준다. 모바일 단말은 발견된 미들웨어를 적용하여 정보자전기기들의 서비스를 발견한다. ③은 사용자가 맥내에 있고 정보자전기기가 무선 통신을 지원하는 경우로 홈 서버를 거치지 않고 직접 서비스를 발견하는 방법이다. 모바일 단말은 하부망을 무선통신으로 직접 정보자전기기를 발견하는 점을 제외하고는 ②의 서비스 발견 동작과 동일하다. ③의 경우는 정보자전기기에 무선통신 모듈이 있어야 한다는

단점이 있다. ②의 경우에는 정보가전기기에 무선통신 모듈이 존재하지 않더라도 홈 서버가 유선망과 무선망의 게이트웨이 역할을 하여 PDA가 정보자전기기를 발견 가능하게 해주는 장점이 있다.

### 4. 계층적 서비스 발견 흐름도

계층적 서비스 발견은 순차 접근 방식에 따라, 각 계층 순서대로 서비스를 발견하는 방법이다. 즉, 네트워크 계층에서 홈 네트워크 미들웨어 서비스를 발견한다. 발견된 미들웨어를 이용하여 응용 계층에서 이용 가능한 서비스 목록을 발견한다. 이렇게 서비스 발견을 계층적으로 구성함으로써, 하나의 미들웨어에 종속되지 않고 서비스 발견을 수행하는 이점이 있다. 또한 이용 가능한 서비스 제공이 맥내로 한정되지 않고, 맥외에서도 이용 가능하다.

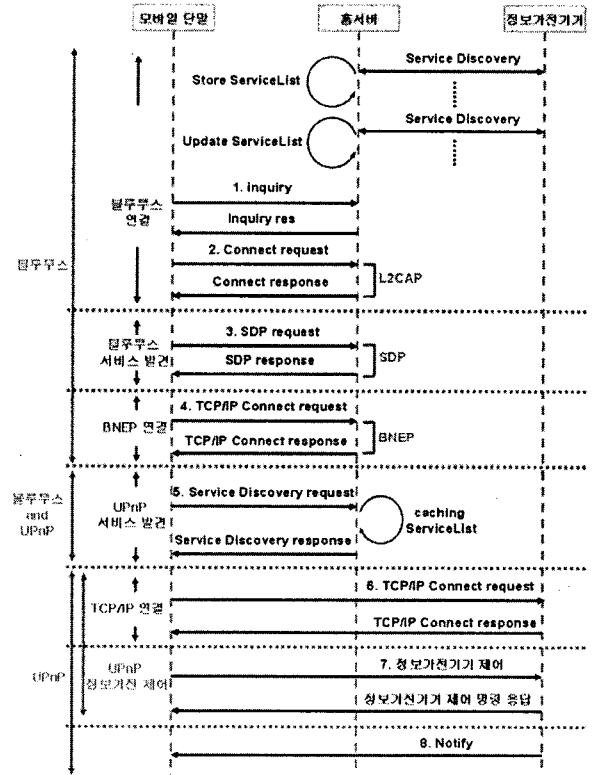


그림 3. 계층적 서비스 발견 흐름도

그림 3은 3가지 서비스 발견 방법 중 그림 2의 ②방법으로써, 사용자의 PDA가 홈 서버를 거쳐 서비스를 계층적으로 발견하는 흐름도이다. 홈 서버와 정보자전기기 사이에 Service Discovery는 맥내의 이용 가능한 정보자전기기들을 발견하는 과정이다. 홈 서버는 Service Discovery에 의해 발견된 정보자전기기 목록을 저장한다. UPnP 디바이스는 UPnP 서비스 네트워크에 연결할 때, 자신의 존재를 알리기 위해 광고한다. UPnP 컨트롤 포인트는 디바이스의 광고 메시지를 수신 또는 주기적으로 멀티캐스트 메시지를 보내어 UPnP 디바이스를 발견한다. UPnP 컨트롤 포인트 역할을 하는 PDA는 빈번한 이동으로 UPnP 서비스 네트워크에 잦은 연결과 끊김이 발생한다. PDA는 UPnP 서비스 네트워크에 연결할 때마다 서비스 발견을 위해 멀티캐스트 메시지를 이용하여 검색한다. 따라서

PDA의 빈번한 이동으로 서비스 발견을 위한 멀티캐스트 메시지의 패킷 과부하가 빈번히 발생한다. 이러한 서비스 발견 패킷 과부하 발생을 완화시키기 위해 홈 서버는 발견된 정보가 전기기 목록을 저장하는 서비스 발견 에이전트 프락시 서버 기능을 수행한다. 또한 Service Discovery에 의해 정보가 전기기 목록이 변하면 업데이트를 한다.

그림 3에서 1, 2는 PDA가 네트워크 계층에서 블루투스를 이용하여 미들웨어 서비스를 발견하기 전에 연결 설정하는 과정이다. 1은 PDA가 통신 반경 내의 홈 서버를 찾기 위하여 일정시간마다 ID 패킷을 이용한 질의(inquiry)를 발송한다. 통신 반경 내의 홈 서버는 질의를 듣고 응답한다. 2는 PDA와 질의 과정으로 발견된 홈 서버 간의 L2CAP 계층에서 연결 설정하는 과정이다. L2CAP 계층에서 연결이 되면 데이터 송수신이 가능하게 된다. 3은 네트워크 계층에서 PDA가 블루투스 SDP를 이용하여 홈 서버가 PAN Profile을 이용한 IP 제공과 UPnP, Jini, HAVI 등 지원하는 홈 네트워크 미들웨어 서비스를 발견한다. 홈 서버가 미들웨어 UPnP를 지원하는 경우, 응용 계층에서 UPnP를 이용한 서비스 발견을 위해 TCP/IP 연결이 이루어져야 한다. PDA와 홈 서버는 블루투스 BNEP를 이용하여 IP를 구성한다. 4는 PDA와 홈 서버 간에 블루투스 IP를 이용하여 TCP/IP 연결을 한다. 5는 PDA가 홈 서버와 연결되고, UPnP 서비스 발견을 통해 홈 서버가 저장하고 있는 정보가 전기기 목록으로 서비스 발견 과정을 수행한다. 정보가 전기기를 제어하고 상태 확인을 위해 6은 서비스 발견 과정에 의해 정보가 전기기를 중 하나의 정보가 전기기와 TCP/IP 연결을 한다. 7은 연결된 정보가 전기기와 유니캐스트로 제어하고 응답한다. 8은 정보가 전기기의 상태가 변하면 Notify를 하는 과정이다.

5. 구현 및 테스트

본 논문에서는 계층적 홈 네트워크 서비스 발견을 수행하기 위해, 네트워크 계층에서 미들웨어 서비스 발견을 위해 개방형 블루투스 프로토콜 스택인 BlueZ[4]을 사용하였다. 응용 계층에서 서비스 발견을 위한 미들웨어 UPnP는 리눅스 기반 Intel SDK for UPnP Devices[5]를 사용하여 구현하였다. 홈 서버는 OS를 리눅스 커널 2.4.26, 블루투스는 CSR사 칩의 모듈 [6]을 탑재하였다. 모바일 단말은 XScale 임베디드 리눅스를 포함한 iPAQ 3870[7]에서 개발하였다.

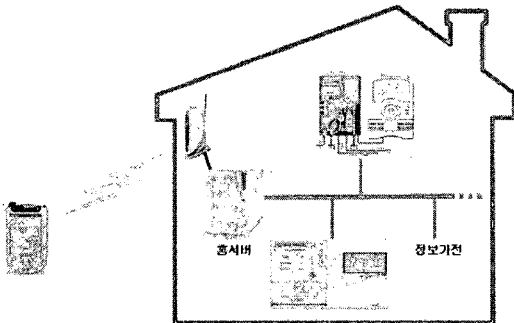


그림 4. 계층적 서비스 발견 테스트베드

그림 4는 계층적 홈 네트워크 서비스 발견을 수행하기 위한 테스트베드이다. 정보가 전기기는 flash를 이용하여 TV와 보일러를 시뮬레이션 하였다. 이러한 정보가 전기기는 홈 서버와 인터넷으로 연결하여 구성하였다. 네트워크 계층에서 지원하는 미들웨어를 발견하기 위해 블루투스 통신을 이용하고, 응용 계층의 서비스 발견을 위해 미들웨어 UPnP를 이용하였다.

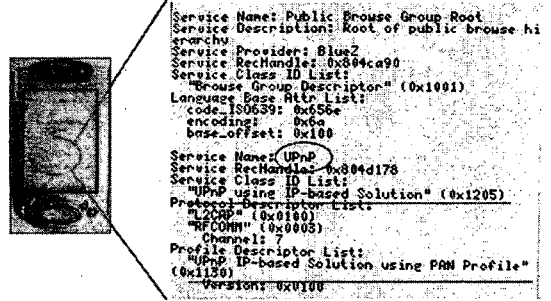


그림 5. 블루투스 SDP 예

그림 5는 본 논문에서 구현한 블루투스 SDP의 예로써, 네트워크 계층에서 미들웨어 서비스 발견을 나타낸다. 블루투스 SDP는 PAN Profile을 이용한 IP 제공과 미들웨어 UPnP를 지원하는 메시지를 나타내고 있다.

```

root@UPnP1 linux]# ./upnp_tv.cdtpt
Initializing UPnP with ipaddress=(null) port=0
UPnP Initialized (220.69.209.31:-16384)
Registering Control Point
.....
UPNP_DISCOVERY_ADVERTISEMENT_ALIVE
ErrCode = 0
Expires = 100
DeviceId = uuid:Upnp-TVEmulator-1.0-1234567890001
DeviceType =
ServiceType =
ServiceVer =
Location = http://192.168.0.2:49152/AvdeviceDesc.xml
OS = Linux/2.4.26-mh1. UPnP/1.0. Intel SDK for UPnP devices /1.2
Ext =
    
```

그림 6. 홈 서버의 UPnP를 이용한 서비스 발견 메시지

그림 6은 응용 계층에서 서비스 발견으로, 홈 서버에서 UPnP를 이용하여 맥내 정보가 전기기 TV를 발견한 메시지가 다.

6. 결론

본 논문에서는 블루투스 SDP와 UPnP를 이용하여 맥내에서 맥내의 정보가 전기기 서비스를 계층적으로 발견하는 시스템을 제안하였다. 네트워크 계층에서 블루투스 SDP를 이용하여 홈 서버가 지원하는 미들웨어를 발견하고, 응용 계층에서 미들웨어 UPnP를 이용하여 맥내의 정보가 전기기 서비스를 발견하였다. 제안된 시스템을 테스트하기 위하여 정보가전 테스트베드도 설계하였다.

참고 문헌

[1] Lan Wu, "Service Discovery for Personal Networks", Degree of Master of Science of Stuttgart University, December 2004  
 [2] Ayyagari, Arun. "Bluetooth ESDP for UPnP", Bluetooth SIG, January 31, 2001  
 [3] Alvin Chin, "Supporting Advanced Service Discovery in Bluetooth Using Jini Technology", Technical Reports of University of Waterloo, February 24, 2003  
 [4] BlueZ, <http://www.bluez.org/>  
 [5] Open Source Linux SDK for UPnP Devices 1.2.1, <http://upnp.sourceforge.net/#downloads>  
 [6] 시코드, <http://www.seecode.com/>  
 [7] Familiar Project, <http://familiar.handhelds.org>