creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000236625

*2008*년 *8*월

교육학석사(정보 • 컴퓨터교육)학위논문

웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용에 대한 연구

조선대학교 교육대학원

정보 • 컴퓨터 교육전공

채 병 창

웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용에 대한 연구

A Study on Interaction Services of Wearable Computer and Mobile Phone

*2008*년 *8*월

조선대학교 교육대학원

정보·컴퓨터 교육전공

채 병 창

웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용에 대한 연구

지도교수 정 일 용

이 논문을 교육학석사(정보 • 컴퓨터)학위 청구논문으로 제출합니다.

*2008*년 *4*월

조선대학교 교육대학원

정보 • 컴퓨터 교육전공

채 병 창

채병창의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 _____ 인

심 사 위 원 조선대학교 교수 _____ 인

심 사 위 원 조선대학교 교수 _____ 인

*2008*년 *6*월

조선대학교 교육대학원

목 차

ABSTRACT ····· v

I. 서론 ····· 1

A. 연구 배경 및 목적 ····· 1

B. 연구 내용 ····· 3

II. 관련 연구 ····· 4

A. 개인 영역 무선 네트워크 서비스 ····· 4

1. 블루투스 ····· 7

2. UWB ····· 9

3. 지그비 ····· 10

4. WPAN 기술 비교 ····· 11

B. 서비스 발견 기술 ····· 13

1. 블루투스 SDP ····· 13

2. UPnP ····· 15

3. JINI ····· 16

C. 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어 ····· 17

1. 웨어러블 컴퓨터 ····· 17

2. 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어 ····· 18

3. 웨어러블 서비스를 위한 프로파일 ····· 21

III. 웨어러블 컴퓨터 미들웨어 구조 및 동작 ····· 23

A. 제안하는 웨어러블 컴퓨터 미들웨어 구조 ····· 24

1. 미들웨어를 구성하는 모듈의 기능 ····· 25

2. 모듈의 동작 과정 ····· 27
3. 인터페이스 ····· 28
B. 각 계층별 API 리스트 ····· 30
1. 하위 계층 API 리스트 ····· 30
2. 미들웨어 API 리스트 ····· 30
3. 상위 계층 API 리스트 ····· 30
C. 미들웨어 동작 과정 ····· 33
IV. 성능 분석 ····· 35
A. 테스트 환경 ····· 35
B. 성능 측정 ····· 37
V. 결론 및 향후 연구방향 ····· 41

참고 문헌 ····· 43

그림 목차

그림 2-1. WPAN의 응용 서비스 ····· 6

그림 2-2. 블루투스 프로파일 ····· 8

그림 2-3. 블루투스 SDP 클라이언트-서버 동작 ····· 14

그림 2-4. 3가지 프로파일 간의 관계 ····· 22

그림 3-1. 웨어러블 컴퓨터 미들웨어의 내부 구조 ····· 24

그림 3-2. 계층적 서비스 발견 흐름도 ····· 34

그림 4-1. 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용 환경 구성도 ····· 36

그림 4-2. 블루투스 SDP의 정보 획득 과정 ····· 40

표 목 차

표 2-1. WPAN 기술의 특징 ····· 12

표 3-1. 하위 계층 API 리스트 ····· 31

표 3-2. 하위 계층 API 리스트 ····· 31

표 3-3. 하위 계층 API 리스트 ····· 32

표 4-1. 단계별 평균 시간 ····· 38

ABSTRACT

A Study on Interaction Services of Wearable Computer and Mobile Phone

Chae, Byeong-Chang

Advisor : Prof. Chung, Il-Yong, Ph.D.

Major in Information and Computer Science Education,

Graduate School of Education, Chosun University

The environment of the personal computer has been changed with development of the wireless network technology. A wearable computer is a computer that is worn on the body and a typical embedded system applying computing technologies to clothes or accessories. It consists of a group of small and connected wireless devices. These devices tend to be very small in size, and thus have limited computing resources and processing capability. The technologies that can detect the devices constituting the environment in itself, and that can determine the services provided by each device to control these wireless devices, are the key for a wearable computer.

This paper proposes employing bridge middleware, which supports interaction services between wearable computer and mobile phone. The bridge middleware has been designed and implemented in a middleware that lends support to the wearable computing environment. It bridges the bluetooth, a typical wireless network standard without an IP, to the IP based UPnP network.

We can not only provide services over interaction of wearable computer devices, but also propose the method of the better services over interaction of the mobile phone.

Ⅰ. 서론

A. 연구 배경 및 목적

하드웨어와 무선통신 기술의 급속한 발전은 점차 소형화 되어가고 있는 컴퓨터를 구성하는 장치들로 나타나고 있으며 개인 컴퓨터의 환경이 급격히 변화하고 있다. 데스크 탑에서 PDA, Smart Phone의 휴대 가능한 컴퓨터로 바뀌어 Mobile Computing 방식으로 급성장하게 되었다. 이러한 변화는 사용자가 시간과 장소에 구애받지 않고 자유롭게 컴퓨터를 사용하거나 통신하고자 하는 욕구를 반영한 것이라 하겠다. 이러한 사용자의 욕구에 부합하는 차세대 컴퓨터 중 하나인 웨어러블 컴퓨터(Wearable Computer)[1]는 기존의 컴퓨터를 신체나 의복에 달고 다니는 착용이 가능한 형태로 입는 컴퓨터를 말한다.

웨어러블 컴퓨터는 사람들이 입는 의복에 다양한 기능을 가진 소형 장치들을 서로 연결함으로써 BAN(Body Area Network)[2] 영역 안에서 사용자가 원하는 다양한 서비스가 이루어질 수 있도록 하는 새로운 형태의 컴퓨터 환경이라 할 수 있다.

웨어러블 컴퓨터를 구성하고 있는 장치들에는 입력 장치, 출력 장치, 컨트롤러 등이 있는데 웨어러블 컴퓨터에서는 컨트롤러를 통해 주변 장치들을 연결하고 관리하며 외부 네트워크와 연결함으로써 웨어러블 컴퓨터 환경에서 상호 간에 서비스가 가능하도록 하는 역할을 하며 주변 장치들은 실제 웨어러블 컴퓨터 사용자에게 서비스를 제공하는 역할을 한다.

현재 웨어러블 컴퓨터를 주로 상용화해서 이용하는 분야는 산업 분야, 의학 분야, 군사 분야, 엔터테인먼트 분야 등이 있다. 즉, 주로 상용화되어 사용하는

분야는 특수한 업무에 특화된 기능을 탑재한 특정한 분야들에서 많이 사용하며, 일반인들이 주로 사용하는 분야는 MP3 기능을 내장한 엔터테인먼트 분야나 위치 추적기가 내장된 비상통신 분야라고 할 수 있다. 이렇게 일반 분야에서 상용화가 힘든 이유는 웨어러블 컴퓨터 환경이 소형 무선 장치들로 구성되어 있어 일반 컴퓨터 환경보다도 제한적인 네트워크 환경을 요구하기 때문이다.

본 논문의 목적은 이런 제한적인 환경에서 효율적인 서비스를 제공하기 위해 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰을 블루투스(Bluetooth) 기술을 이용하여 연결하고 휴대폰 장치를 발견하며 휴대폰에서 제공하는 서비스를 파악하여 웨어러블 컴퓨터를 구성하는 주변 장치들을 이용해서 사용자가 휴대폰의 서비스를 이용할 수 있게 하는데 있다.

따라서 본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용을 위한 미들웨어를 제안한다. 제안하는 미들웨어는 블루투스 SDP와 UPnP 등이 혼합된 형태로 별도의 프로토콜 추가 없이 블루투스를 연동시킴으로써, 휴대폰의 서비스를 이용할 수 있게 한다.

B. 연구 내용

본 논문은 블루투스 장치가 내장된 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰을 연결하기 위한 브릿지 기술에 대한 연구로서 미들웨어를 설계하고 구현하였다.

본 논문에서 제안하는 미들웨어는 크게 인터페이스와 모듈로 구성된다. 미들웨어의 인터페이스는 계층에 따라 하위 계층 인터페이스(Lower Layer Interface), 미들웨어 인터페이스(Middleware Interface), 상위 계층 인터페이스(Higher Layer Interface)로 나누어지며 모듈은 장치 발견 모듈(Device Discovery Module), 서비스 발견 모듈(Service Discovery Module), 서비스 프로파일 분석 모듈(Service Profile Analysis Module), 서비스 리스트 관리 모듈(Service List Management Module), 이벤트 관리 모듈(Event Management Module), 변환 관리 모듈(Conversion Management Module)로 나누어진다.

마지막으로 테스트를 통해 웨어러블 컴퓨터에서 휴대폰의 서비스를 이용할 수 있음을 확인할 수 있다. 이 결과로 제안한 미들웨어를 사용함으로써 웨어러블 컴퓨터의 활용 범위가 커진다는 장점을 가진다.

Ⅱ. 관련 연구

A. 개인 영역 무선 네트워크 서비스

WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술은 IEEE 802.15 워킹그룹에서 정의하고 있으며 10m 이내에 존재하는 장치간의 데이터 전송을 가능하게 해주는 기술이다. WPAN은 저가, 저전력 소모에 초점을 맞춰 주로 10m 이하의 단거리 무선 연결 제공을 목표로 IEEE 802.15에서 표준화를 진행하고 있다.

WPAN의 가장 큰 장점은 무선으로 네트워크가 구성된다는 점이다. 사용자가 옮겨 다니면서 장비들을 유선으로 연결할 필요 없이 무선으로 연결이 가능하다. 따라서 WPAN에는 다양한 무선 네트워크 기술이 활용되는데 블루투스(Bluetooth)[3], UWB(Ultra Wide Band)[4], 지그비(ZigBee)[5] 등이 대표적인 기술이다.

이 중 최근 가장 많이 활용되는 기술이 블루투스이다. 블루투스는 휴대폰은 물론 MP3 플레이어, PDA 등 다양한 디지털 장치에 적용되면서 WPAN의 메인 기술로 자리 잡았다. 더욱이 블루투스라는 기술 이름이 제품에도 응용되면서 대중들의 인지도도 확산되고 이와 연결하는 다양한 제품들이 등장하는 추세이다. 휴대전화나 MP3 플레이어에 연결하는 헤드셋, 블루투스 기능을 내장한 MP3 플레이어, PDA에 연결하는 키보드 등이 대표적인 예이다.

블루투스 기능을 이용해 휴대폰과 무선으로 연결되어 MP3 플레이어가 마치 헤드셋과 같은 역할을 한다. 휴대폰으로 전화가 오면 블루투스를 통해 전화 데이터가 MP3 플레이어로 전송되고 사람들은 MP3 플레이어의 헤드셋을

이용해 통화하는 방식이다. MP3 플레이어로 음악을 들으면서 굳이 휴대전화를 꺼내지 않고도 자유롭게 전화를 걸고 받을 수 있다.

블루투스 외에 PAN의 핵심 기술로 지목되는 것이 UWB다. 광대역 무선 네트워크라고 번역할 수 있는 UWB는 블루투스나 무선 랜에 비해 전송 속도가 빠른 것이 장점이다. 따라서 대용량 멀티미디어 데이터를 전송하는데 적합하다. 실제로 UWB의 속도는 100-400MB로 기존 무선 통신 방식에 비해 최대 500배가 빠르다. 이러한 장점 때문에 우리나라는 물론 해외 업체들이 표준화 및 기술 개발을 서두르고 있다.

UWB 역시 동작 방식은 다른 장치와 크게 다르지 않다. UWB로 사용하는 주파수 대역에서 전파를 발송해 PDP나 셋톱박스, 각종 멀티미디어 동영상 장치 간에 데이터를 전달한다. 예를 들어 UWB가 내장된 컴퓨터나 PMP와 초대형 PDP를 케이블로 연결하지 않고 무선으로 영화를 감상할 수 있게 된다.

그림 2-1은 WPAN의 응용 서비스를 나타내며, 개인장치 사이에 구성된 네트워크인 WPAN을 이용해 회의에 참석자들 간에 자료를 공유할 수 있고, 무선 통신 장치나 휴대폰을 통해 인터넷에 접속해 외부와의 통신이나 정보 공유가 가능하다. 이러한 WPAN의 일반적으로 짧은 도달거리, 작은 크기, 저전력, 사용의 편리성, 통화 간섭이 적다는 특징을 가지고 있다.

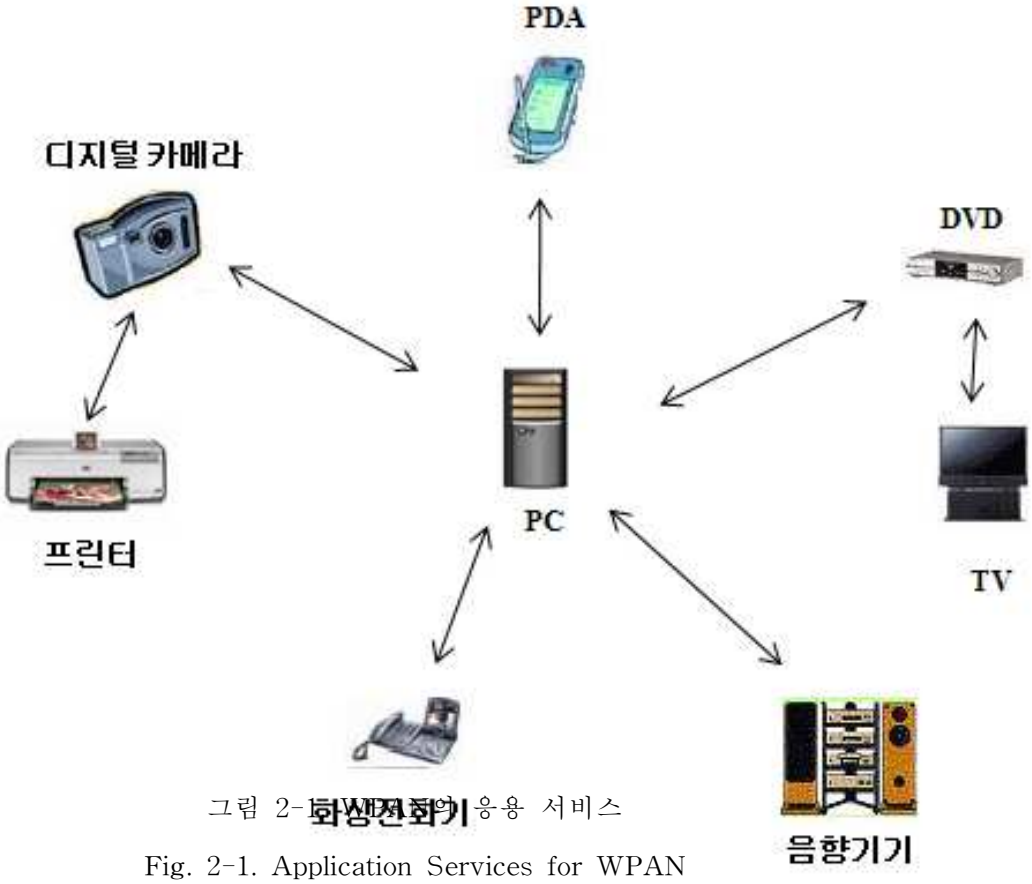

그림 2-1. WPAN 응용 서비스

Fig. 2-1. Application Services for WPAN

1. 블루투스

블루투스(Bluetooth)는 차세대 무선 네트워크 기술의 하나로 초기에는 에릭슨(Ericsson), 노키아(Nokia), IBM, 인텔(Intel), 도시바(Toshiba) 5개사 주축이 되어 블루투스 SIG(Special Interest Group)[6]를 결성했고 현재는 2,400여 개의 통신, 반도체, 컴퓨터 등 관련 회사들이 블루투스 SIG의 회원사로 참여하고 있으며 국내 기업도 70여개 회사가 참여하고 있다. 블루투스를 이용하여 무선으로 개인 장치들 간의 통신망을 구성하는 WPAN의 표준화 작업이 IEEE 802.15.1에서 진행되고 있다.

블루투스는 휴대폰, PDA, 노트북과 같은 휴대용 장치에 무선 연결을 하기 위한 많은 응용 분야가 있으며, 작고 저렴한 가격에 전력 소모가 적은 특성이 있다. 블루투스는 최대 10m(Class 3) 이내의 근거리에서 최대 전송률은 약 1Mbps이지만, 최대 유효 데이터 전송률은 비동기 모드일 경우 723.2Kbps이다. 최근에는 데이터 전송률을 현재의 1Mbps에서 10Mbps 이상으로 높이고, 새로운 프로파일에도 대응할 수 있도록 성능을 개선한 블루투스 2.0이 개발되었다. 이러한 기술의 급속한 발전에 힘입어 휴대폰, PDA, PC, PC 주변장치(무선헤드셋, 키보드, 프린터 등), 가전기기(TV, 냉장고, 에어콘 등) 사이의 무선 네트워크 시대를 열어줄 기술로 각광받고 있다.

그림 2-2는 블루투스에서 제공해 주는 프로파일을 정리한 것이다. 범용 액세스, 직렬 포트, 무선전화, 헤드세트, 다이얼 접속, LAN 액세스, 파일 전송, 데이터 동기, 서비스 발견 액세스 프로파일 등 기능에 따라 13종류의 프로파일에 대한 정의가 있다. 이중에서 범용 액세스 프로파일(Generic Access Profile)은 장치의 발견, 접속 과정, 보안과 관련된 기능을 수행하는 가장 기본적인 프로파일이다. 서비스 발견 액세스 프로파일(Sevice Discovery Profile)은 SDP를 이용해 장치 상호간에 가능한 서비스 종류, 프로토콜(Protocol), 파라미터(Parameter) 등을 결정하는 과정을 기술하고 있다. 특정 기능을 수행하기 위해서 2개 이상의 프로파일을 필요로 할 수 있다. 예를 들어 헤드세트와 휴대폰 사이에 통신을 하기 위해서 두 장치는 각각 범용 액세스, 직렬포트 및 헤드세트 프로파일을 필요로 하게 된다.

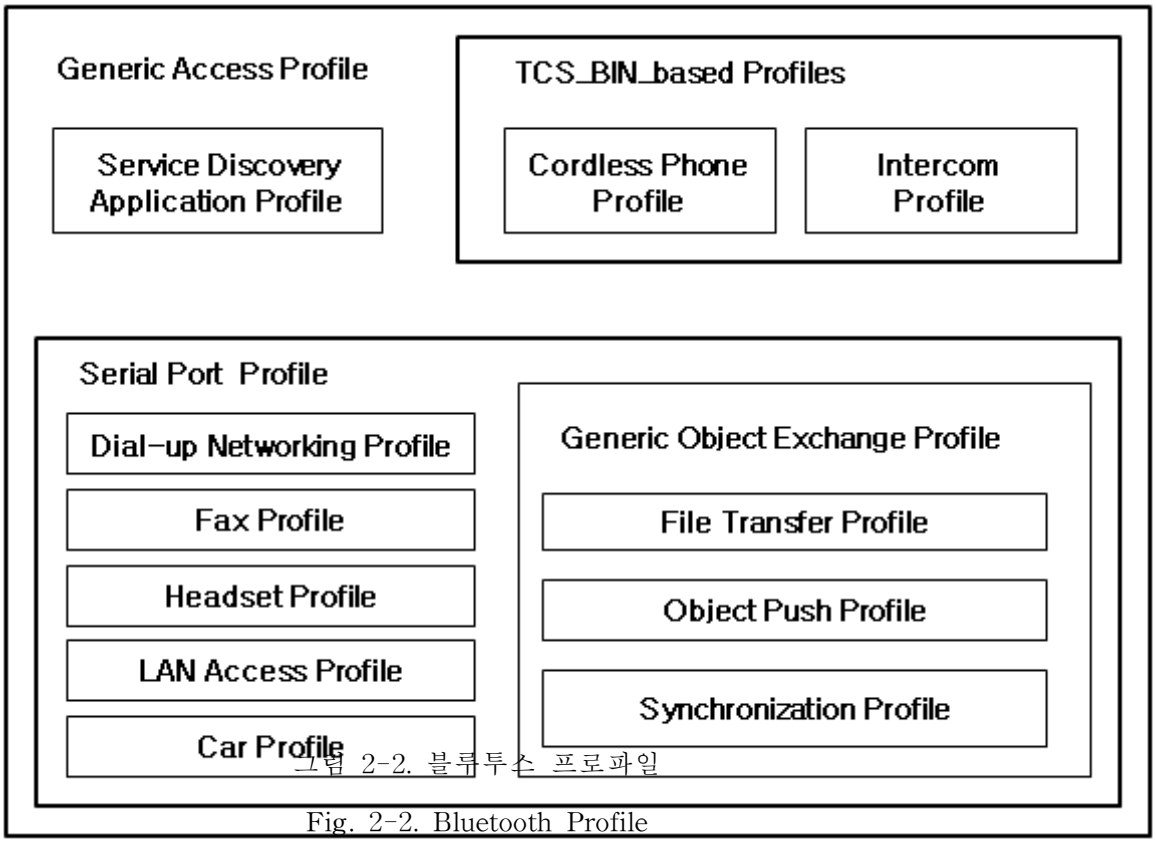

그림 2-2. 블루투스 프로파일

Fig. 2-2. Bluetooth Profile

2. UWB

차세대 무선통신 기술의 하나인 광대역 근거리 무선 통신으로 단거리 구간에서 낮은 전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선기술이며, 기존의 대용량 멀티미디어 응용에 적용하기 위한 방안으로 떠오르고 있는 UWB(Ultra Wide Band)는 IEEE 802.15.3a에서 표준화가 진행되고 있다.

1950년대에 미국 국방부가 군사적 목적으로 개발하였으나, 항공사와 휴대폰 업체 등이 기존 통신 시스템을 방해한다며 기술의 사용을 반대해 장기간 상업적 이용을 금지해 오다 2002년 2월 14일 미연방통신위원회가 상업적 이용을 승인하면서 본격적인 UWB 기술 개발이 이루어졌다.

블루투스 등에 비해 속도와 전력소모 등에서 월등히 앞서고 사무실이나 가정에서 10m 내외의 거리에 위치한 컴퓨터와 주변장치 등을 초고속 무선 인터페이스로 연결하는 WPAN에 적합하다.

앞으로 WPAN에 사용되는 장치들은 동시에 여러 개의 디지털 비디오/오디오 스트림(Stream)을 지원할 수 있도록 속도가 빨라야 하고, 전력을 적게 소비해야 한다. 하지만 기존의 블루투스 등은 이러한 조건의 일부분만을 만족시키기 때문에, 이러한 장치들을 지원하는 데는 한계가 있다. 반면에 UWB는 IEEE 802.15.3a에서 110Mbps/200Mbps/480Mbps를 목표로 하고 있기 때문에 높은 전송 속도(100Mbps 이상)를 지원할 수 있고, 펄스를 사용하는 기술의 특성상 전력을 적게 소비하며, 송수신기의 구조가 간단하여 낮은 원가에 제조가 가능하다는 장점을 가진다.

UWB는 100Mbps 이상의 전송 속도로 근거리에서 블루투스와 무선 LAN에 비해 각각 100배, 50배 이상 빠른데다가 주파수 간섭도 없는 차세대 근거리 무선통신기술이다. 따라서 UWB는 컴퓨터의 대용량 데이터를 프린터에 고속 전송하는 인쇄분야, HDTV 동영상을 컴퓨터에 전송/저장하는 경우 등에 아주 유용하게 이용될 수 있다.

3. 지그비

지그비(ZigBee)는 일종의 센서 기반의 네트워크라고 볼 수 있으며, 필립스가 개발한 이 기술은 근거리 저전력 무선 네트워크를 목적으로 개발 되었다. 블루투스 기술과의 차이는 데이터 전송량이 상대적으로 적으며, 전력 소모량이 20분의 1에 불과하다는 것이다. 블루투스처럼 다량의 데이터를 전송하기보다는 센서와 같이 작은 정보를 일방적으로 메인 장치에 전송하는 데 주로 이용된다. 따라서 지그비는 센서 네트워크와 같은 버티컬 응용(Vertical Application) 영역에서 경쟁력을 가지는 단거리 무선 통신 기술이다.

지그비가 많이 이용되는 센서 네트워크에서는 그 특성상 소량의 정보를 소통하는 대신 전력 소모를 최소화하는 긴 배터리 시간과 일정 거리 이상의 전송 커버리지 확보가 필요하다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위해 2003년 5월 저가의 저전력 WPAN 기술을 정의하는 IEEE 802.15.4 표준을 발표하였다. IEEE 802.15.4 표준 규격에서는 868MHz(BPSK/1 채널/유럽), 902~928MHz(BPSK/10 채널/미국), 2.4GHz(oQPSK/16 채널/전세계) 등 3개의 주파수 대역에서 DSSS 변조 방식으로 최대 100m까지 20~250Kbps의 전송 속도를 지원할 수 있도록 정의하고 있다. 또한 블루투스의 경우 슬레이브(slave)를 최대 7개 구성할 수 있는 반면 지그비는 주소에 64 비트를 할당함으로써 최대 65,000 개의 노드를 사용할 수 있다. 802.15.4에서 네트워크/보안 계층과 토폴로지를 확장한 지그비는 리피터(repeater)를 사용해 네트워크를 수 km 이상으로 확장 가능하게 함은 물론, P2P/스타(Star)/메쉬(Mesh) 등 다양한 토폴로지로 망을 구성할 수 있다.

지그비의 가장 큰 특징은 초저전력 소모에 있다. 데이터 송수신 시 전력 소비 수준은 1~75mW 정도로, UWB(200mW), 블루투스(50/80mW)에 비하면 낮은 수준이다. 따라서 데이터 전송량이 많지 않은 단순 데이터 컨트롤 분야 등에 적합하며, 전등제어, 가스검침, 도난 방지기, 가스/화재 탐지기, 냉난방 시스템 등 홈 네트워크의 가전 기기를 컨트롤하는 홈오토메이션, 무선신용카드체크기를 위한 무선 디지털 모뎀, 위치기반서비스(LBS) 등 센서 네트워크의 다양한 분야에 활용될 수 있다.

4. WPAN 기술 비교

표 2-1은 지금까지 살펴본 WPAN[7] 기술들의 특징을 비교한 것이다. 표 2-1에서 알 수 있듯이 3개의 무선 통신 기술들은 각각의 특성에 따라 그 응용 범위가 서로 다르다. 즉, 앞으로의 무선 네트워크 환경은 한 개의 기술이 지배하는 형태가 아니라 다양한 무선 통신 기술이 결합된 형태로 구성될 것으로 예상된다. 따라서 이러한 다양한 무선 미디어를 지원할 수 있는 서비스 발견 기술에 대한 연구가 중요하다고 할 수 있다.

표 2-1. WPAN 기술의 특징
Table 2-1. WPAN Technology Feature

구분		Bluetooth	UWB	ZigBee
특징	주파수 대역	2.4GHz	3.1～10.6GHz	868/915MHz, 2.4GHz
	전송 속도	1Mbps～10Mbps	55～480Mbps	20Kbps～250Kbps
	전송 거리	10m	20m	10～100m
	소비 전력	50/80mW	200mW	1～75mW
	망 구성	P2P, Star, Ad-hoc	P2P	P2P, Star, Mesh
	관련 표준화 기관/단체	IEEE 802.15.1 Bluetooth SIG	IEEE 802.15.3a WiMedia Alliance	IEEE 802.15.4 ZigBee Alliance
장단점		저전력, 상호기기, 연결제약이 적음, 도달범위 확장 가능	장애물 투과 우수, 높은 전송률	저전력, 저비용, 저가격
주요 활용분야		헤드세트, 컴퓨터, 주변장치, 가전제품, 홈 네트워크, 무선인터넷 접속, One Phone	군경용 레이더 장비, 근거리 무선네트워크, 홈 엔터테인먼트(대용량 데이터, 오디오, 비디오 등)	센서네트워크 분야, 데이터 송수신 빈도가 높지 않은 가정 내 냉난방, 환기, 가스/화재탐지, 도난방지

B. 서비스 발견 기술

1. 블루투스 SDP

블루투스 SDP(Service Discovery Protocol)[8][9]는 블루투스 환경에서의 서비스 발견을 위한 프로토콜로서, JINI, UPnP, Salutation 등과는 달리 블루투스 장치에만 적용된다. 또한, 블루투스 SDP는 서비스 액세스, 서비스 중재, 서비스 광고, 서비스 등록 및 이벤트 공지를 지원하지 않으며, 서비스 클래스/속성에 의한 검색, 서비스 브라우징만을 제공한다.

그림 2-3에서는 블루투스 SDP의 클라이언트와 서버 사이의 동작을 보여준다. 블루투스 SDP는 임의의 중앙 유닛(unit)이 필요하지 않으며, 클라이언트-서버 개념에 따라 서비스를 제공하는 모든 개체는 서버, 서비스를 이용하는 모든 개체는 클라이언트로 정의된다. 블루투스 장치 당 최대 하나의 SDP 서버를 가지며, 복수의 클라이언트 응용은 서비스 발견을 위한 SDP 클라이언트를 오직 하나만 가진다.

그림 2-3에서와 같이 SDP 클라이언트가 SDP 서버의 서비스를 검색하면 SDP 패킷에 UUID(Universally Unique ID)를 포함하는 서비스 검색 패턴이 생성되며, 요청 받은 SDP 서버는 루트 브라우즈 그룹(root browse group)과 관련된 모든 서비스 레코드 핸들에게 응답한다. 서비스 레코드의 특성에 대한 확인이 끝나면, 이제 클라이언트는 하위 브라우즈 그룹을 통해 서비스를 브라우징할 수 있다. 이와 같은 메커니즘을 통해 원하는 서비스의 서비스 레코드를 발견하여 모든 속성 값들이 클라이언트의 요구와 일치하면, SDP의 임무는 끝난다.

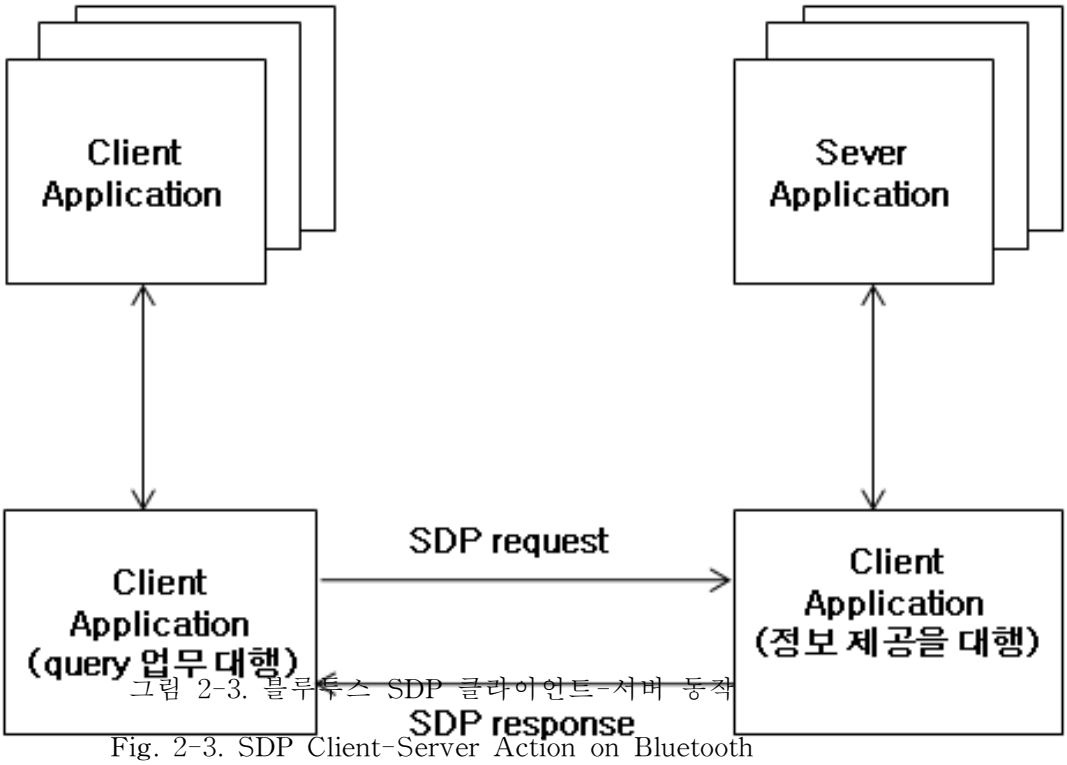

그림 2-3. 블루투스 SDP 클라이언트-서버 동작

Fig. 2-3. SDP Client-Server Action on Bluetooth

2. UPnP

UPnP(Universal Plug and Play)[10][11]는 마이크로소프트(Microsoft)가 제안한 미들웨어로서 1999년 6월 마이크로소프트, 인텔, 컴팩(Compaq) 등 150여개 회사들의 참여로 PC 중심의 가전기기 제어 소프트웨어 표준을 정의하였다. 다양한 미디어 및 복수의 벤더가 존재하는 홈 네트워크에서 운영체제, 언어 및 하드웨어에 독립적인 서비스 환경을 제공해 준다. 단순하고 유연하며 표준에 기반한 1:1(Peer to Peer) 방식의 연결성을 제공하므로, 사용자는 단지 장치를 네트워크에 연결시켜 주면 네트워크에 연결된 기존의 장치들이 자동으로 새로 추가된 장치를 발견하여 제어하거나 다른 장치가 가진 서비스를 찾을 수 있다.

UPnP는 TCP/IP, HTTP(HyperText Transfer Protocol), GENA(General Event Notification Architecture), SOAP(Simple Object Access Protocal), SSDP(Simple Service Discovery Protocal) 등 IETF(Internet Engineering Task Force)[12][13] 표준 인터넷 프로토콜을 기반으로 하고 있으며, IP 네트워크를 채택하여 확장성 및 상호 운용성을 제공하고, 브리징을 통해 Non-IP 프로토콜의 미디어를 수용한다. 비록 UPnP는 취약한 보안, Non-IP로 구성될 것으로 보이는 가전 및 센서 네트워크와의 연결 방법 등 아직 해결해야 될 과제들이 남아 있지만 점차 홈 네트워크 미들웨어의 defacto 표준으로 자리잡아 가고 있다.

3. JINI

JINI(Java Intelligent Network Infra-structure)[14]는 JAVA 기반의 미들웨어 기술로서, 1998년 썬 마이크로시스템즈(Sun Microsystems)에서 개발한 분산 환경의 홈 네트워크 자원 공유 플랫폼이다. JINI는 네트워크 미디어에 관계없이 JVM(Java Virtual Machine)만 있으면 동작 가능하며, PnP(Plug and Play)를 지원한다.

JINI는 현재 정의되고 있는 대부분의 미들웨어 기술의 근간을 이루고 있으며, 특히 OSGi(Open Service Gateway initiative)의 기술적 기반을 제공한다. 그러나 기본 개념과 기술적인 우수성에도 JVM과 RMI(Remote Method Invoke)를 기본적으로 포함하는 고사양의 컴퓨팅 환경이 요구되어, 실제 가전기기에 적용되는 데는 한계가 있어 많은 호응을 얻지 못하고 있다.

JINI 시스템은 클라이언트(client), 서비스 제공자(service provider), 룩업 서비스(lookup service)로 구성되며, 이들 삼자간의 상호통신으로 이루어진다. 또한, JINI 서비스 구조의 핵심은 발견(DISCOVERY), 참여(join), 룩업(lookup) 프로토콜이다.

- 발견(discovery) : 서비스나 클라이언트가 네트워크 상에서 룩업 서비스를 찾는 과정으로, 서비스는 자신을 등록하기 위해, 클라이언트는 등록된 서비스를 이용하기 위해 각각 룩업 서비스를 찾는다.
- 참여(join) : 서비스 객체가 룩업 서비스에 위치한 후, JINI 공동체에 참여하는 과정이다.
- 룩업(lookup) : 클라이언트나 사용자가 룩업 서비스를 통해 자신이 원하는 서비스를 가져오는 과정이다.

C. 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어

1. 웨어러블 컴퓨터

웨어러블 컴퓨터[15]는 휴대용 컴퓨터보다 한 단계 앞선 기술로서 컴퓨터를 모듈별로 분해하여 각각의 모듈들을 의복 또는 신체에 분산해서 착용하는 컴퓨터 기술이다. HMD, 간편한 입력 장치, 근거리 개인 무선 통신망, 상황인지와 통신을 위한 도구를 이용하여 웨어러블 컴퓨터는 구성된다.

언제나 사용자와 함께 하고, 언제나 명령의 입력에 따라 필요한 동작을 수행시킬 수 있도록 준비되어 있으며, 길을 걷는 중에서나 다른 일을 하는 중에도 사용할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그리고 웨어러블 컴퓨터는 사용자의 특별한 명령 없이도 앞에 전개된 상항으로부터 정보를 습득하고 그러한 정보를 이용하여 상호작용(Interaction)[16]을 할 수 있는 능력을 가진다. 이러한 일들을 가능하게 하기 위하여 카메라, 센서 등이 컴퓨터와 함께 사용되며 이들을 이용하여 위치와 방향을 감지하고 분석할 수 있는 기능을 가진다.

웨어러블 컴퓨터는 무선 통신 인터페이스(Wireless Communication Interface)를 통해 주위의 다른 장치와 상호 작용을 하고 실시간으로 변화하는 사용자 환경에 적응하며 사용자의 다양한 상황에 맞는 적절한 정보 제공 및 서비스 수행 환경을 제공한다. 또한 웨어러블 컴퓨터는 다양한 컴퓨팅 능력을 갖는 센서(sensor), 휴대용 정보 장치, 휴대용 디스플레이 장치, 착용형 정보 저장 장치 등 다양한 종류의 소형 장치들의 결합으로 신체 영역 네트워크인 BAN(Body Area Network)[17]을 구성한다. 이러한 장치들은 몸 전체에 퍼져 있고 착용할 수 있는 아주 작은 형태의 소형 장치이므로 극히 전력 제한적이고 자원제약적인 특징을 갖는다.

2. 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어

통신 서비스는 네트워크상에서 복수의 컴퓨터들 간의 정보교환 및 처리에 기반 한다. 따라서 통신 서비스는 사용자뿐만 아니라 서비스 하부에 실행되는 미들웨어와 통신 네트워크 인프라에 의해서도 제어된다. 웨어러블 컴퓨터를 위한 컴포넌트 기반 경량 소프트웨어 플랫폼을 개발하기 위하여 현재까지 연구 개발된 다양한 분산처리 미들웨어는 다음과 같다.

- 전력 제어 미들웨어 : 웨어러블 컴퓨터 환경의 특징인 극히 자원 제약적이고 저전력 소비를 지원하는 미들웨어에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. Puppeteer[18]는 컴포넌트 기반의 미들웨어이며 트랜스코딩(transcoding) 기법을 이용하여 응용의 전력 사용을 조정하는 기능을 지원한다. PARM는 전력인지[Power-Aware] 기능 지원 및 미들웨어를 코어와 인리치먼트(enrichment)로 구성한다. 코어 모듈(Core Module)은 항상 동작하며, 전력 상태에 따라 인리치먼트 모듈(Enrichment Module)을 동적으로 재구성한다. Aura[19]는 관리 가능한 자원을 항상 감시하며 시스템 상태에 따라 특정 자원에 대한 활성화를 결정한다. Mate[20]는 가상머신으로서 초경량 응용프로그램 개발을 지원하는 미들웨어이다. 그러나 극히 자원 제약적이고 사용자/장치의 이동성, 미들웨어 기능의 동적 재구성을 요구하는 웨어러블 컴퓨터에는 적합하지 않다.
- 메시지 지향 미들웨어(MOM: Message-Oriented Middleware) : 메시지 단위 전송, 저장, 처리 기술을 이용하여 상이한 응용 프로그램 간의 통신을 비동기식으로 지원하는 미들웨어이다. 데이터 타입이나 장치 종류, 그리고 네트워크 종류에 관계없이 동작하므로 실시간 분산 환경의 인터넷이나 엔터프라이즈(enterprise) 시스템을 위한 기반 소프트웨어로 널리

이용 되고 있다.

- 프로시저 지향 미들웨어(POM: Processor-Oriented Middleware) : 썬 마이크로시스템즈에서 만든 RPC(Remote Procedure Call)의 개념은 현재의 RMI(Remote Method Invocation)[21], CORBA(Common Object Request Broker Architecture)[22][23][24], DCOM(Distributed Component Object Model)[25]의 기반이 되고 있다. RPC의 기본 목적은 네트워크 프로그래밍을 전통적인 함수 호출과 같이 사용할 수 있도록 하자는 것이었다. RPC는 단지 원격 컴퓨터 상의 특정 메모리 번지에 존재하는 함수를 호출하는 것이고, 위에서 언급한 분산 객체는 원격 객체의 참조를 통해 서비스(remote Method)를 호출한다. RPC는 필요한 경우 소켓(네트워크 종단점)을 생성하고 데이터를 보낸 후 소켓을 닫는 자세한 구현 사항을 감추는 기능을 제공한다. 또한 프로시저의 데이터 매개변수를 시스템에 무관한 포맷으로 바꾸거나 원격 호스트에서 쓰이는 포맷으로 되돌리는 기능을 제공한다.
- 객체 및 컴포넌트 지향 미들웨어 : CORBA는 분산 객체 시스템의 표준 구조이다. CORBA의 기본 패러다임은 분산된 객체의 서비스를 요청하는 것이다. 객체가 제공하는 서비스는 인터페이스에 의해 받게 되며 인터페이스는 OMG(Object Management Group)[26]의 인터페이스 정의 언어(IDL: Interface Definition Language)에 의해 타입(type)이 정해진다. 분산 객체는 객체 참조에 의해 식별되고 IDL 인터페이스에 의해 정의된다. 마이크로소프트의 DCOM은 COM(Component Object Model)을 확장해 네트워크로 연결만 도어 있으면 멀리 떨어져 있는 두 컴퓨터 안에 있는 컴포넌트 간의 통신이 가능하다. DCOM은 COM을 기반으로 사용하기

때문에, 컴포넌트 재사용으로 인한 비용 및 개발 시간의 절감 및 위치 투명성으로 인한 여러 가지 장점을 얻을 수 있으며, 다양한 개발 언어 선택, 클라이언트와 서버의 효율적인 연결 관리, 적절한 컴포넌트 배치를 통한 성능 향상, 편리한 컴포넌트 버전 관리, 컴포넌트 배포에서의 편리함, 다양한 전송 프로토콜 지원, 플랫폼 무관성, 인터넷 프로토콜과의 완벽한 결합 등 많은 기능을 제공한다.

- 홈 네트워크 제어 미들웨어 : 홈 네트워크 제어 미들웨어는 홈서버 및 백색 가전기기에 탑재되어 유무선 홈네트워크 환경에서 홈 네트워크 엔티티 간의 제어 및 상호 정보교환 기능을 제공한다. 제어 미들웨어는 전력선을 이용하는 백색가전을 위한 LonWorks[27] 및 CEBus[28]가 있으며, AV(Audio Visual) 기기를 위한 HAVi(Home Audio/Video Interoperability)[29], 정보 네트워크를 위한 JINI, UPnP 등이 있다.

3. 웨어러블 서비스를 위한 프로파일

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자가 인식하지 못할 정도로 다양한 장치들이 사용자의 신체나 주변에 산재되어 있고 이들 간의 상호작용들에 대한 다양한 서비스들을 이용하게 된다. 따라서 수많은 종류의 사용자와 장비, 그리고 서비스 간의 속성(attribute) 정보를 효율적으로 교환하기 위한 도구가 필요하고 이것은 프로파일을 통해 가능하다. 기본적으로 모든 프로파일은 "PROFILE"이라는 최상위 프로파일로부터 상속되고, 이 상속된 프로파일은 사용자 프로파일, 서비스 프로파일, 디바이스 프로파일로 나누어진다.

- 프로파일(PROFILE) : 최상위 객체로서 각 프로파일의 전반적인 정보를 기술하며 다른 프로파일의 기본 요소가 된다. 이 프로파일(PROFILE) 정보 내의 프로파일 식별자를 통해 프로파일의 종류를 구분한다.
- 사용자 프로파일(User Profile) : 사용자에 대한 일반적인 정보와 사용자가 착용하고 있는 장치, 그리고 사용자의 가입 및 가용 서비스에 대한 내용 등을 기술한다.
- 서비스 프로파일(Service Profile) : 서비스 제공자가 제공하는 서비스에 대한 정보로서 서비스를 제공받기 위해 필요한 권장 및 필수 디바이스 리스트와, 컴포넌트 리스트, 서비스의 기능 정보 등을 기술한다.
- 디바이스 프로파일(Device Profile) : 웨어러블 디바이스에 대한 정보로서 모델명, 인증번호, 제조자 등과 같은 디바이스의 일반 정보와 디바이스가 제공하는 기능 정보 등을 기술한다.

그림 2-4에서 3가지 형태의 프로필 중 사용자 프로파일이 가장 상위 개념이며, 그 다음 서비스 프로파일, 그리고 디바이스 프로파일 순서이다. 이러한 연관 관계는 BAN을 이루고 있는 사용자의 사용자 프로파일을 통해 현재 사용자가 사용하고 있는 장치에 대한 정보를 획득하는 것을 가능하게 한다.

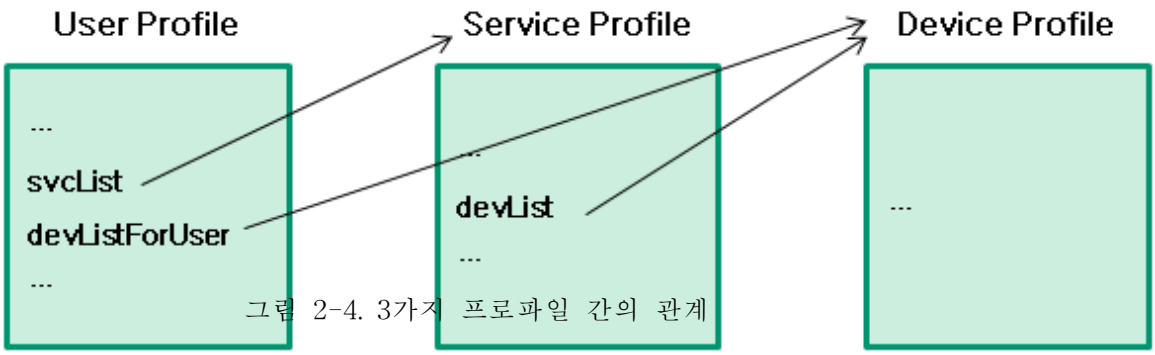

그림 2-4. 3가지 프로파일 간의 관계

Fig. 2-4. Relations of Three Profiles

Ⅲ. 웨어러블 컴퓨터 미들웨어 구조 및 설계

본 장에서는 웨어러블 컴퓨터와 블루투스가 내장된 휴대폰을 무선으로 연결하여 휴대폰의 서비스를 계층적으로 발견하는 방식을 제안한다. 웨어러블 컴퓨터에서 블루투스 칩이 내장된 휴대폰을 발견하고 서비스의 가용유무 등의 정보를 전송받아 휴대폰의 제어 및 서비스 제공하는 미들웨어의 구조 및 동작과정을 설명한다.

제안한 미들웨어는 다음의 네 가지 과정을 포함한다.

- 장치 발견 : 웨어러블 컴퓨터 환경에서는 동적으로 장치의 추가, 삭제가 이루어질 수 있어야 한다. 따라서 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰이 서로 상호작용을 하기위해서는 BAN 영역 안에 휴대폰이 추가될 때 자동으로 감지하여 BAN을 재구성할 수 있어야 한다.
- 서비스 발견 : 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 단순한 연결뿐만 아니라 연결 후 사용 가능한 서비스를 외부 망 서버에서 찾아 사용자가 이용할 수 있는 서비스 리스트를 작성해야 한다.
- 서비스 정보 추출 : 웨어러블 컴퓨터 환경을 이루고 있는 휴대폰의 서비스 정보를 추출하여 해당 정보를 바탕으로 사용자가 원하는 서비스를 제공해 줄 수 있어야 한다.
- 서비스 제공 : 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용을 통해 사용자가 요구하는 서비스를 찾아 제공해 줄 수 있는 기능이 필요하다.

A. 제안하는 웨어러블 컴퓨터 미들웨어 구조

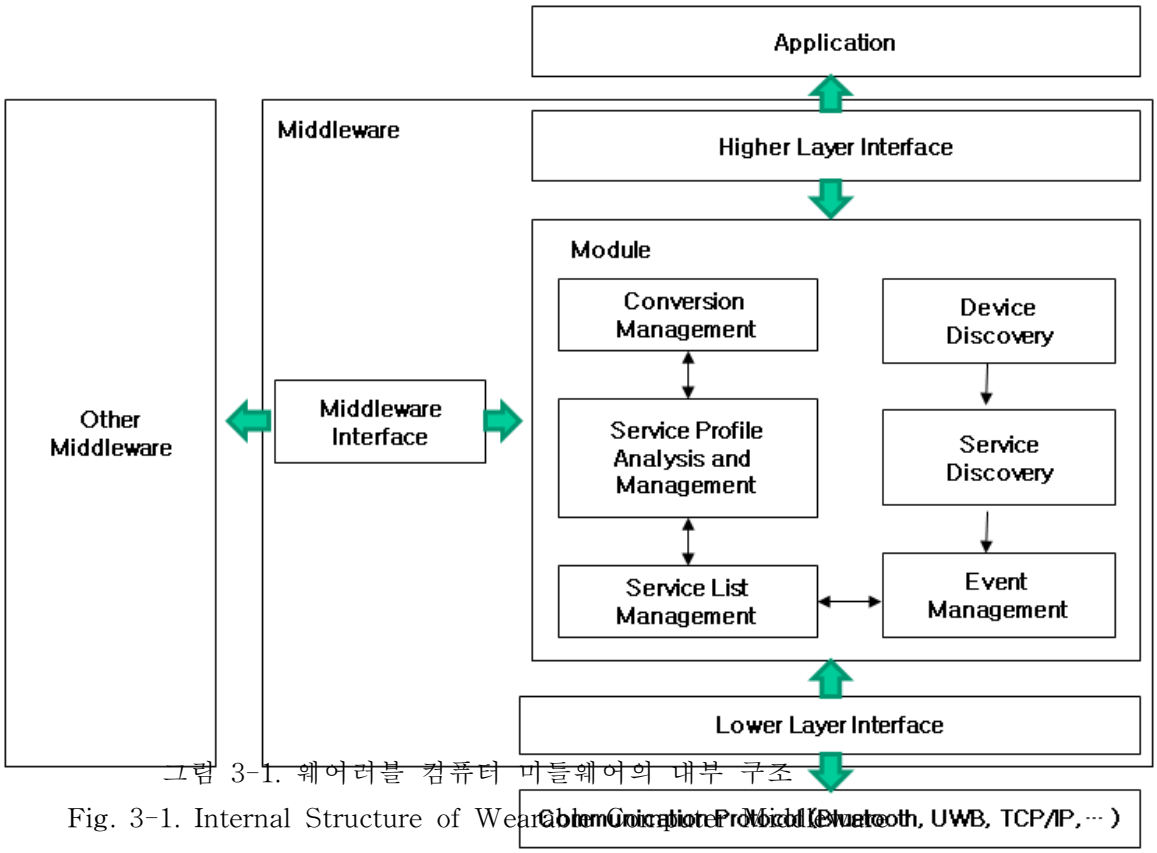

그림 3-1. 웨어러블 컴퓨터 미들웨어의 내부 구조

Fig. 3-1. Internal Structure of Wearable Computer Middleware

1. 미들웨어를 구성하는 모듈의 기능

제안하는 미들웨어는 크게 여섯 개의 모듈과 세 개의 인터페이스로 구성 된다. 그림 3-1은 미들웨어의 내부 기능을 나타내는 구조이다. 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용은 BAN 영역 안에서 소형 무선 장치들을 동적으로 제어하는 Controller를 통해 연결하여 서로 간의 서비스 교환이 가능하도록 해야 한다. 이를 위해서는 다음과 같은 기능이 요구된다.

그림 3-1에서 보여주는 웨어러블 컴퓨터 환경에서 휴대폰과의 상호작용을 위해 필요한 모듈의 기능은 다음과 같다.

- 장치 발견(Device Discovery) : 이 모듈은 BAN 영역 안에서 새로운 장치를 검색한다. BAN 영역 안에서 새로운 장치가 추가되면 추가된 장치를 활성화시켜 통신이 가능하게 한다.
- 서비스 발견(Service Discovery) : 새로운 장치가 발견되면 BAN 영역 안에서 추가된 휴대폰 서비스를 검색한다. 새로운 서비스가 존재하면 서비스를 추가하여 사용자가 원할 경우 제공해야 한다.
- 서비스 프로파일 분석(Service Profile Analysis and Management) : 서비스가 추가되면 서비스 프로파일 분석은 해당 서비스의 정보를 요청하여 필요 정보를 분석한다. 분석된 정보들은 서비스 프로파일(service profile)로 정의되어 생성되며 각각의 프로파일들은 BAN 영역 안의 장치들 간의 서비스에 사용된다.
- 서비스 리스트 관리(Service List Management) : 웨어러블 컴퓨터 환경에서는 빈번하게 서비스의 추가나 삭제가 이루어질 수 있기 때문에 추가된 서비스의 목록을 유지할 필요가 있다.
- 이벤트 관리(Event Management) : 이벤트 발생 시 해당 이벤트(서비스

추가, 삭제 등)를 파악하여 처리한다. 즉, 새로운 서비스가 추가되면 이벤트 관리에서는 서비스 프로파일 분석이 추가된 서비스의 정보를 얻어오도록 하며 서비스 리스트 관리가 유지하고 있는 서비스 리스트에 추가된 서비스를 추가하도록 한다.

- 변환 관리(Conversion Management) : Zigbee, Bluetooth와 같이 서로 다른 프로토콜을 사용하는 장치들 간에 통신을 할 때, 변환 관리는 서로 다른 프로토콜 사이에 통신이 가능하도록 API를 제공해 주거나 프로파일 관리에게 해당 서비스 프로파일을 변환해 줄 것을 요청하는 역할을 한다.

2. 모듈의 동작 과정

그림 3-1은 웨어러블 컴퓨터 환경에서 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용 동작 과정을 보여 주는데 동작 순서는 다음과 같다.

① 발견 단계 : 먼저 BAN 영역 안에 새로운 휴대폰이 발견되면 이를 감지하여 추가된 휴대폰을 활성화시키며 활성화된 휴대폰의 서비스를 파악해서 이벤트 관리에게 새로운 서비스가 추가되었다는 이벤트를 보낸다.

② 서비스 갱신 단계 : 추가 이벤트를 받은 이벤트 관리는 서비스 리스트 관리에게 새로운 서비스가 추가되었음을 알리고 현재 관리 중인 리스트를 수정한다.

③ 분석 및 관리 단계 : 추가된 서비스의 정보들 중 서비스 프로파일 생성 시 필요한 정보만을 추출하여 새로운 서비스 프로파일을 생성한다.

④ 이벤트 발생 단계 : 생성된 프로파일은 변환 관리를 통해 다른 프로토콜을 사용하는 장치들과 통신할 때 사용되며 새로운 서비스가 추가되었음을 전달한다.

⑤ 이벤트 반응 및 제어 단계 : 서비스 발견을 통해 추가된 서비스를 웨어러블 컴퓨터 사용자가 해당 서비스를 요청할 때 제공한다.

3. 인터페이스

미들웨어를 구성하는 세 개의 인터페이스는 하위 계층 인터페이스(Lower Layer Interface), 상위 계층 인터페이스(Higher Layer Interface), 미들웨어 인터페이스(Middleware Interface)이다. 각각의 인터페이스는 미들웨어의 통로 역할을 수행하며, 각각의 목적은 다음과 같다.

a. 하위 계층 인터페이스

하위 계층 인터페이스는 미들웨어가 OS나 통신 프로토콜(Bluetooth, ZigBee, UWB, TCP/IP 등)에 접근할 때 사용하고, 미들웨어의 SAL(System Adaptation Layer) 부분에 해당하며, 하위 OS와의 투명성 및 무선 프로토콜 미디어와의 확장성을 제공한다. 즉, 미들웨어를 사용하면 OS가 변경되었을 경우, 미들웨어 내부 모듈 및 응용프로그램을 수정할 필요 없이 인터페이스를 변경함으로써 계속적인 이용이 가능하다. 또한, 하위 계층 인터페이스의 자유로운 추가/삭제를 통해 새로운 무선 프로토콜 미디어의 추가/삭제가 가능하다. 이 점은, 다양한 이기종 장치들로 구성되는 웨어러블 컴퓨터의 특성을 고려한 것으로, 제안한 미들웨어가 웨어러블 네트워크 기술로 이용될 때, 폭 넓은 확장성을 가진다는 장점이 있다.

b. 상위 계층 인터페이스

상위 계층 인터페이스는 상위 응용에서 미들웨어의 기능을 사용하고자 할 때 사용한다. 응용프로그램에서 미들웨어로 접근할 때 사용되는 API이다. 즉, 미들웨어를 사용하여 새로운 응용프로그램을 개발하거나, 기존의 응용프로그

램이 미들웨어 기능을 사용하고자 할 때, 응용프로그램 사용자는 미들웨어의 내부 모듈까지 직접 접근할 필요 없이, 제공되는 인터페이스를 통해 미들웨어 기능을 손쉽게 사용할 수 있다.

c. 미들웨어 인터페이스

미들웨어 인터페이스는 기존의 다른 미들웨어와의 상호 연동 시 사용한다. 제안하는 미들웨어는 웨어러블 미들웨어 프레임워크에서 컴포넌트화되어, 네트워크 플러그 앤 플레이(NPnP: Network Plug and Play) 미들웨어 컴포넌트로 사용되었다. NPnP 미들웨어 컴포넌트는 프로파일 관리(PM: Profile Management) 미들웨어 컴포넌트와의 연계를 통해 디바이스 프로파일(Device Profile)로 관리한다. 이와 같이 미들웨어와 다른 미들웨어의 상호 연동을 통해 서비스를 제공할 때 사용되는 API(Application Programming Interface)를 미들웨어 인터페이스 부분에서 제공한다.

본 논문에서 제안하는 미들웨어는 공유 라이브러리(dynamic library)와 데몬(demon) 형태로 구현하였다. 즉, 미들웨어의 각 인터페이스는 공유 라이브러리 형태로 사용자에게 제공되며, 미들웨어의 공유 라이브러리를 한번 설치함으로써, 사용자는 설치된 장치 내의 어디서든지 미들웨어의 API 사용이 가능하다는 장점을 가진다.

B. 각 계층별 API 리스트

1. 하위 계층 API 리스트

다음 표 3-1은 미들웨어의 하위 계층 인터페이스를 구성하는 API 리스트를 보여준다. 본 논문에서 제안하는 미들웨어는 블루투스를 사용하는 장치들을 대상으로 개발이 이루어졌다. 따라서 블루투스 장치의 제어와 관련을 갖는 API만 보여준다.

2. 미들웨어 API 리스트

다음 표 3-2는 미들웨어의 미들웨어 인터페이스를 구성하는 API 리스트를 보여주며, 미들웨어의 동작 및 상태 정보 등을 나타낸다. 표 3-2의 API 중에서 BM_getInterfaceList 만 다른 미들웨어에게 공개되고 나머지 API들은 미들웨어 관리자에게만 공개한다.

3. 상위 계층 API 리스트

다음 표 3-3은 미들웨어의 상위 계층 인터페이스를 구성하는 API 리스트를 보여준다. 응용프로그램에게 브릿지 기능 제공 및 기존의 응용들을 위한 인터페이스 제공을 목적으로 한다.

표 3-1. 하위 계층 API 리스트

Table 3-1. API List of Lower Layer

API	설명
BM_btInit	블루투스 장치 발견을 위한 자원 자원 초기화
BM_btDeviceSearch	블루투스 장치 검색
BM_btGetDeviceProfile	블루투스 장치 정보 추출
BM_btFinish	블루투스 장치 발견을 위한 자원 해제

표 3-2. 미들웨어 API 리스트

Table 3-2. API List of Middleware

API	설명
BM_initialize	미들웨어 초기화
BM_activate	미들웨어 활성화
BM_deactivate	미들웨어 비활성화
BM_destroy	미들웨어 제거
BM_setProperty	미들웨어 상태정보 설정
BM_getProperty	미들웨어 상태정보 추출
BM_getInterfaceList	다른 미들웨어와 연동 시 필요한 서비스 인터페이스 리스트 제공

표 3-3. 상위 계층 API 리스트

Table 3-3. API List of Higher Layer

API	설명
BM_bridgeInit	브릿지 기능 초기화
BM_bridgeFinish	브릿지 기능 종료
BM_registerBridgeList	해당 장치를 브릿지 장치 리스트에 추가
BM_unRegisterBridgeList	해당 장치를 브릿지 장치 리스트에서 삭제
BM_getBridgeList	현재 브릿지 장치 리스트 정보를 가져옴
BM_getBridgeDevAddr	해당 장치의 고유 주소를 가져옴
BM_registerClient	컨트롤 포인트 등록
BM_registerRootDevice	장치 응용 등록
BM_unregisterClient	컨트롤 포인트 해제
BM_unregisterRootDevice	등록된 루트 장치 해제
BM_searchAsync	주어진 장치 대상과 일치하는 장치를 찾음
BM_sendAdvertisement	서비스 발견을 위한 메시지를 보냄
BM_getServiceVarStatusAsync	서비스의 상태변수 질의
BM_sendActionAsync	서비스의 상태변수 변경, 콜백함수 생성
BM_acceptSubscription	이벤트 관련 변수의 현재 상태 송신, 신청 요청 수락
BM_acceptSubscriptionExt	BM_acceptSubscription과 동일, DOM(Document Object Model) 필요
BM_notify	이벤트 변경 공지 메시지 송신
BM_notifyExt	BM_notify와 동일 (DOM 필요)
BM_subscribe	이벤트 변경 공지 메시지 수신
BM_unSubscribe	전에 신청한 서비스 제거
BM_downloadXmlDoc	특정 URL의 XML 문서 수신
BM_settWebServerRootDir	루트 디렉토리 문서 설정
BM_resolveURL	기본 URL과 연관 URL 결합
BM_makeAction	액션 요청 패킷 생성
BM_addToAction	액션 요청 패킷 추가
BM_addToPropertySet	많은 상태 변수 전달
BM_createPropertySet	Property Set 메시지 패킷 생성

C. 미들웨어 동작 과정

본 논문에서 제안하는 미들웨어의 모듈은 데몬 형태로 동작하며, 백그라운드에서 실시간적으로 블루투스 장치의 상태를 확인한다. 새롭게 BAN 영역에 참여하는 블루투스 장치를 검색하여 장치가 발견할 수 있도록 해주며, 블루투스 장치의 전원이 꺼지거나 본래의 서비스 범위를 벗어났을 경우에는, 해당 블루투스 장치의 브릿지 서비스를 중단시켜 주는 역할을 제공한다.

그림 3-2는 웨어러블 네트워크 범위 내에 새로운 블루투스 장치가 발견되었을 때, 제안하는 미들웨어를 통해 새로 참여한 블루투스 장치를 발견하기까지의 과정을 보여준다. 최초 미들웨어가 활성화되면 모듈의 장치 발견에서는 주기적인 조사(inquiry) 메시지를 통해 현재 활성화된 블루투스 장치가 있는지를 검색한다. 이때 발견되는 장치가 없으면, 반복 수행한다. 이후 새로운 블루투스 장치가 BAN 영역에서 발견되면, 장치 발견 모듈에 의해 새로운 장치가 서비스 범위 내에 왔음을 감지하게 되며, 서비스 발견으로 넘어간다. 서비스 발견 모듈에서는 블루투스 장치의 서비스 정보를 추출해서 서비스 리스트 관리 모듈에서 관리중인 서비스 리스트를 수정한다. 서비스 관리에 추가된 서비스가 있으면 서비스 프로파일 분석 모듈에서 필요한 정보만을 추출하여 새로운 서비스 프로파일을 생성하고 이를 통해 사용자에게 서비스를 제공한다.

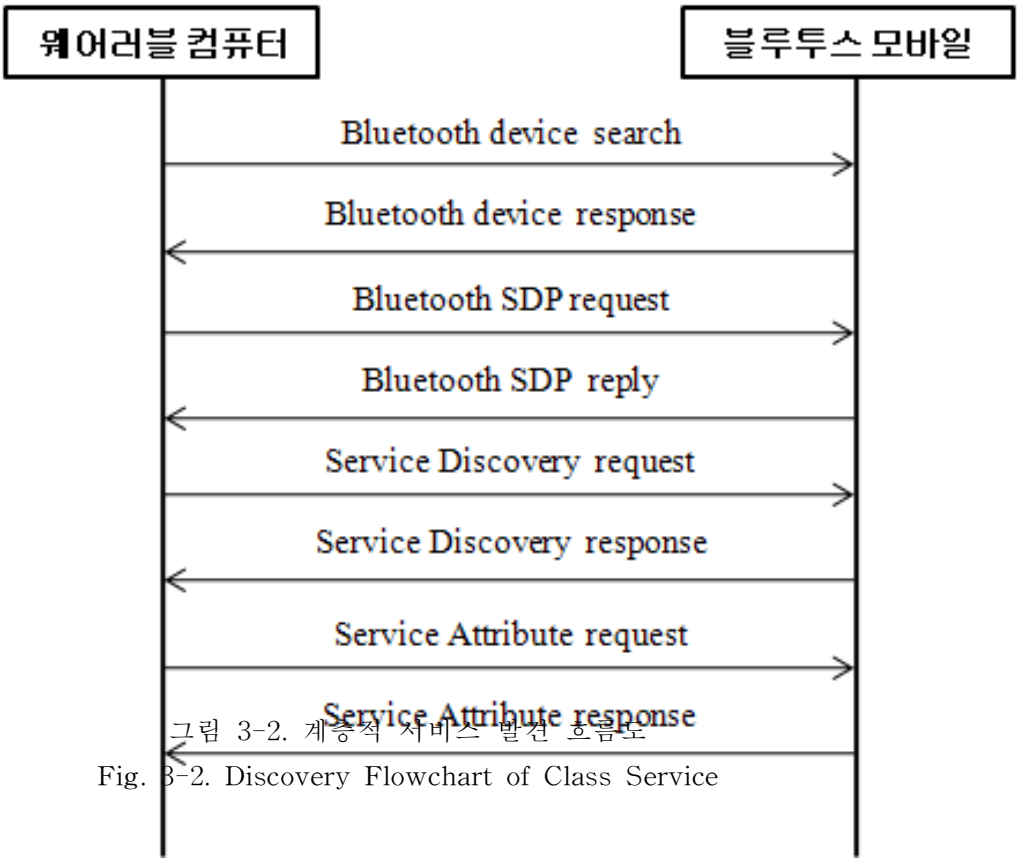

그림 3-2. 계층적 서비스 발견 흐름도

Fig. 3-2. Discovery Flowchart of Class Service

Ⅳ. 성능 분석

A. 테스트 환경

본 논문에서 제안하는 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용을 위해 그림 4-1과 같은 환경을 구성하였다.

테스트 환경에 사용된 하드웨어 및 소프트웨어 사용은 다음과 같다.

- CPU : Intel Pentium 3.0GHz
- SDRAM : 1.0GB RAM
- 운영체제 : Linux fedora core5 (kernel ver. 2.6.15)
- 블루투스 프로토콜 : bluez-libs (ver. 2.25-2), bluez-utils (ver. 2.25-2)

그림 4-1과 같이 웨어러블 컴퓨터를 대신해서 PC에 블루투스 어댑터 프린스톤 PTM-UBT3S를 설치해서 웨어러블 컴퓨터의 컨트롤러 역할을 수행하며, 블루투스가 내장된 휴대폰의 정보를 실험에 사용한 PC로 가져와 HMD(Head Mounted Display)를 통해 디스플레이 하도록 하였다.

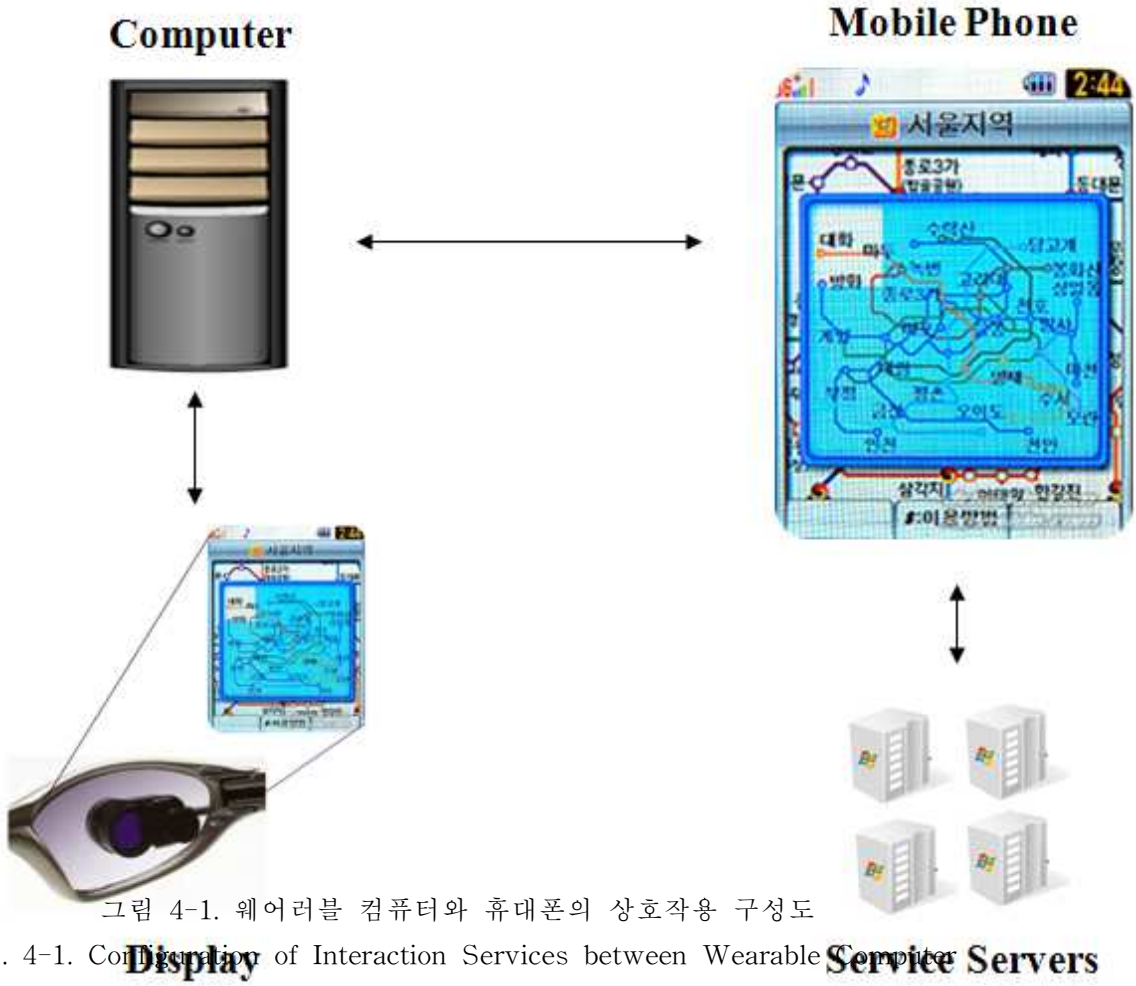

그림 4-1. 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용 구성도

Fig. 4-1. Configuration of Interaction Services between Wearable Computer and Mobile Phone

B. 성능 측정

본 논문에서 제안한 미들웨어를 사용함으로써 실제 블루투스 휴대폰 발견 및 서비스 제공에 걸리는 시간을 측정한 테스트이다.

테스트는 블루투스를 내장한 휴대폰을 미들웨어를 사용하여 최초 블루투스 휴대폰을 발견하는데 걸리는 시간, 최초 발견한 블루투스 휴대폰을 재발견하는데 걸리는 시간, 블루투스 휴대폰의 정보를 얻는데 걸리는 시간을 측정하였다.

테스트는 50회 반복 수행하여 그 평균값을 구하였으며 측정 결과는 표 4-1과 같다. 표 4-1에서 알 수 있듯이, 미들웨어를 사용한 최초 발견일 경우, 재발견에 걸리는 시간보다 약 2배의 시간을 소모하여 블루투스 휴대폰을 발견한 사실을 알 수 있다. 하지만 한번 발견된 이후에, 재발견 시에는 발견에 걸리는 시간이 절반으로 줄었음을 알 수 있다. 따라서 최초 발견 시에만 재발견일 때보다 약 2(1.9996)배의 오버헤드를 가진다는 사실을 알 수 있다. 또한, 전체 서비스 단계별 평균 시간을 확인해 보면 블루투스 휴대폰 발견에 평균 3.9232초, 휴대폰 정보 추출에 평균 3.8901초가 걸려 휴대폰 발견에 걸리는 시간과 정보 추출에 걸리는 시간이 비슷함을 알 수 있다.

표 4-1. 단계별 평균 시간
Table 4-1. Step-by-step Average Time

단계	시간(초)
블루투스 휴대폰 최초 발견	7.8452
블루투스 휴대폰 재발견	3.9232
블루투스 휴대폰 정보 추출	3.8901

블루투스 휴대폰 발견 과정은 SDP를 사용하여 블루투스 휴대폰을 발견하는 과정으로 반드시 필요한 부분이며, 각 단계의 과정은 다음과 같다. 블루투스 휴대폰의 정보 추출은 블루투스 SDP와 GAP에 접근하여 필요한 정보를 얻어 온다. 즉, 블루투스 휴대폰 및 서비스와 관련된 정보 추출을 통해 블루투스의 HIC(Host Controller Interface)와 SDP로의 접근이 필수적인 것이다.

그림 4-2는 실제 블루투스 휴대폰을 발견하여 SDP에 접근, 필요 정보를 추출하기까지의 과정을 메시지 흐름에 따라 표현한 것이다. 먼저, 블루투스 조회(inquiry) 메시지를 통해 블루투스 휴대폰의 고유 주소를 알아낸다. 블루투스 휴대폰의 주소를 획득하면, 그 주소를 사용하여 ACL(Asynchronous Connection-oriented) 연결을 오픈한다. 그 후, SDP 서버로 L2CAP(Logical Link Control and Adaptation Protocol) 연결을 오픈한 뒤, L2CAP 연결이 성공하면 검색하려는 서비스의 제공 여부를 파악하기 위해 SDP_ServiceSearchRequest를 보낸다. SDP 서버는 크라이언트에서 문의한 UUID가 있는지 조회한 후, 그 결과를 SDP_ServiceSearchResponse에 실어 보낸다. 검색하려는 서비스가 SDP 서버에 있으면, 클라이언트는 해당 레코드 핸들(Record Handle)을 받게 되며, 그 값이 타당하면, 레코드 핸들에 포함된 원하는 속성값을 읽기 위해 SDP_SeviceAttributeRequest를 SDP 서버에 보낸다. SDP_SeviceAttributeRequest를 받은 SDP 서버는 이 요청에 포함된 레코드 핸들과 속성 ID를 갖고, 요청한 정보를 찾아 SDP_SeviceAttributeResponse에 실어 클라이언트에게 돌려준다. 클라이언트는 이 패킷에 포함된 RFCOMM 채널 ID를 획득하고, L2CAP 연결을 닫음으로써, SDP에 의한 서비스 검색 절차가 완료된다. 획득한 RFCOMM 채널 ID 값은 후에 블루투스 휴대폰에 서비스를 요청할 때 사용된다.

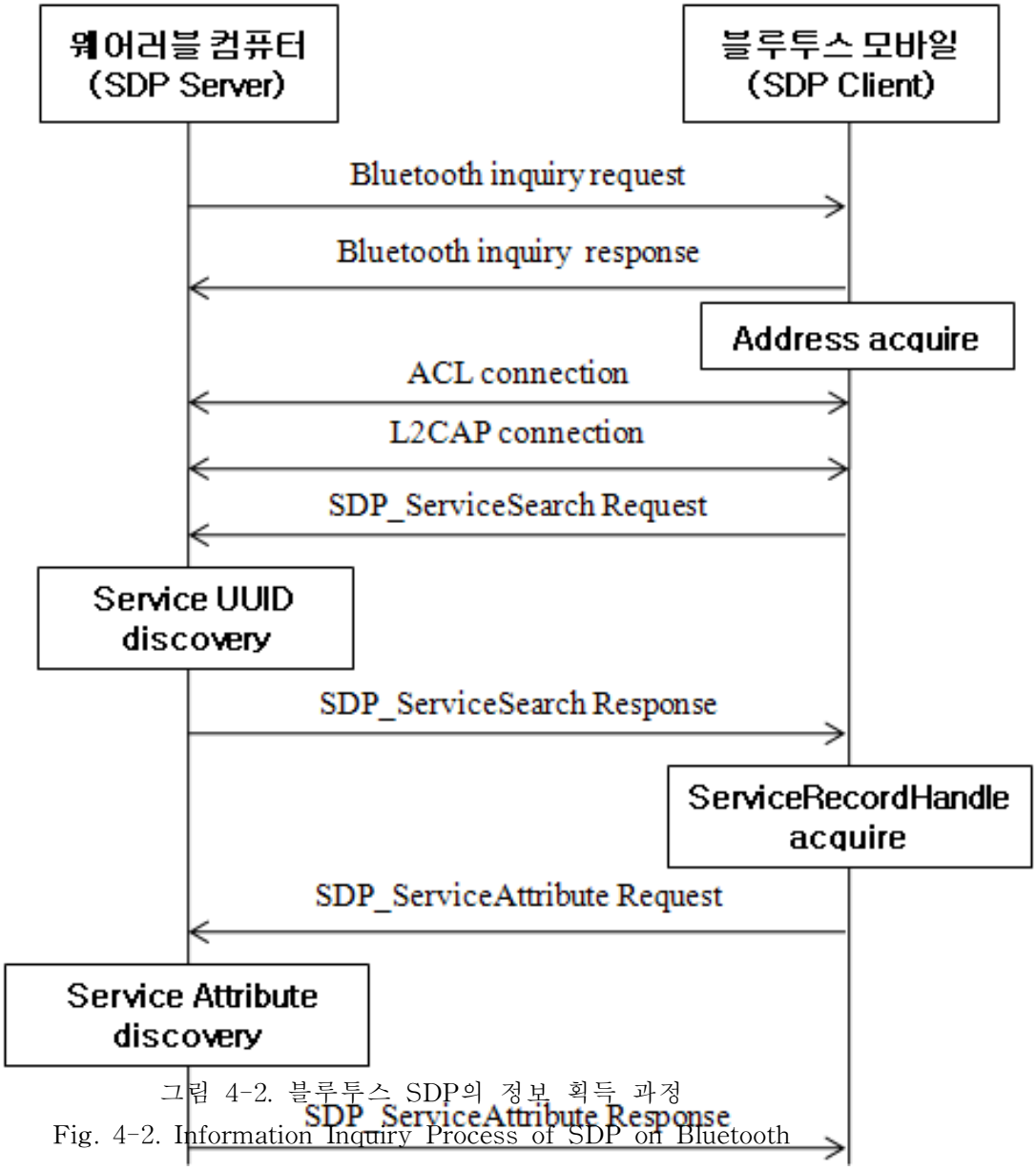

그림 4-2. 블루투스 SDP의 정보 획득 과정
Fig. 4-2. Information Inquiry Process of SDP on Bluetooth

Ⅴ. 결론 및 향후 연구방향

현재 대부분의 웨어러블 컴퓨터의 상용화된 모델의 경우 물류작업, 병원, 국방분야 등 특수한 업무에 활용하기 위한 것이 대부분으로 복잡한 기능과 상호작용 방법보다는 해당업무에 특화된 기능을 탑재한 제품이 주라고 하겠다. 웨어러블 컴퓨터만으로는 사용자가 원하는 다양한 서비스를 제공하기 힘들기 때문에 웨어러블 컴퓨터의 효과적인 이용이 어렵다. 하지만 휴대폰의 기능을 웨어러블 컴퓨터에 접목시켜 특수한 업무뿐만 아니라 누구나 쉽게 사용할 수 있게 하고자하는 의도에서 연구하였다.

본 논문에서는 블루투스를 이용하여 웨어러블 컴퓨터 환경 하에서 휴대폰과 상호작용 하면서 휴대폰을 통해 서비스를 제공받는 방식을 제안한다. BAN 영역 안에서 소형 무선 장치들을 동적으로 제어하는 웨어러블 컴퓨터의 Controller를 통해 휴대폰과 연결하여 서로 간의 서비스 교환이 가능하도록 하기위해 BAN 영역 안에 휴대폰이 추가될 때 자동으로 감지하여 BAN을 재구성하고, 이 기종 간에 통신이 가능하도록 해당 API를 제공하며, 연결 후 사용 가능한 서비스를 외부 망 서버에서 찾아 사용자가 이용할 수 있는 서비스 리스트를 작성해야 한다. 또한 웨어러블 컴퓨터 환경을 이루고 있는 휴대폰의 서비스 정보를 추출하여 해당 정보를 바탕으로 사용자가 원하는 서비스를 제공해 줄 수 있는 기능을 제안하였다.

그림 4-1을 통해 웨어러블 컴퓨터 환경에서 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용 구조를 보여주고 동작의 수행 과정을 통해 휴대폰의 발견, 서비스의 제공 과정을 보여 주었다.

블루투스에서 제공하는 서비스 발견 프로토콜(SDP)을 통해 휴대폰의 정보

를 웨어러블 컴퓨터에 전달하여 블루투스 연결 즉시 상황을 인식할 수 있게 하였다.

웨어러블 컴퓨터가 서비스를 받기 위해 휴대폰의 블루투스 AP(Access Point)를 탐색하고 연결 설정을 하는 초기 단계에서 서비스 가용유무 등의 상황 정보를 전송받아 서비스 리스트를 작성하고 서비스 대기 상태에서 사용자가 원하는 경우 휴대폰을 통해 서비스를 사용하는 방식을 구성하였다.

본 논문에서 제안한 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 블루투스를 이용한 상호작용은 휴대폰의 조그만 화면이 아닌 HMD를 통해 지하철이나 버스를 타고 가면서 영화를 감상할 수도 있을 것이며, 다른 업무나 이동 중에도 자신에게 온 메시지나 이메일을 바로 확인해 볼 수 있을 것이다.

향후에는 상황인식 서비스가 주요 서비스로 부각될 것이다. 현재 주로 사람과 사람간의 커뮤니케이션 패러다임에서 사용자는 오감과 지성에 의존하여 상황정보를 수집하고 추론하고 판단하여 적절한 서비스를 요청하여 제공 받고 있다. 하지만, 앞으로는 지능화된 사물 및 장치간의 커뮤니케이션을 통해 사용자는 상황에 적절하고 유용한 서비스를 편안하게 제공 받을 수 있을 것이다. 따라서 사용자의 요구 사항에 부합하는 다양한 상황인식 응용 서비스 기술에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] Steve Fickas, Gerd Kortuem, and Zary Segal, "Software Issues in Wearable Computing", CHI97 Workshop on Research Issues in Wearable Computes, pp. 1-3, 1997.

[2] Gartner Technical Report, http://www.gartner.com, June 2004.

[3] Bluetooth SIG, "Specification of the Bluetooth System, Version 1.2, Vol0," http://www.bluetooth.org, 2003.

[4] 신요안, 양석철, "UWB 연구 동향", 한국전파진흥협회, 2003.

[5] ZigBee Alliance, "ZigBee Specification, Version 1.0," http://www.zigbee.com, Dec. 2004.

[6] Bluetooth SIG, "Specification of the Bluetooth System, Version 2.0+EDR, Vol.0," http://www.bluetooth.org, 2004.

[7] 김용균, "홈 네트워크를 위한 무선 PAN 기술", ETRI 주간기술동향, Vol. 138, pp. 45-50, 2004.

[8] Bluetooth SIG, "Specification of the Bluetooth System, Version 1.2, Vol. 3, Part B: Service Discovery Protocol(SDP)," http://www.bluetooth.org, 2003.

[9] Maurice Uhlmann and Stephan Rupp, "Service Discovery in Bluetooth and JINI," INFOTECH seminar advanced Communication Services(ACS), 2004.

[10] UPnP Device Architecture 1.0, http://www.upnp.org, Dec. 203.

[11] 박준희, 선영성 외, "홈 네트워크 미들웨어 및 표준화 동향", ETRI 전자통신동향분석, 제19권, 제5호, pp. 53-58, 2004.

[12] Joseph Jeony, J. M. Leey, K.J. Myoungy, K. R. Leey, W. H. Kwony, and B. S. Ko, "Design and implementation of the HNCP-UPnP bridge using a virtual device," International Symposium on Power-Line Communications and Its Applications, Mar. 2004.

[13] Huung-Joo Song, Dae-Young Kim, Kang-Woo Lee and Jong-Woo Sung, "UPnP-Based Sensor Network Management Architecture," Second International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, Apr. 2005.

[14] J. Waldo, "Alive and well: Jini technology today," Computer, Vol. 33, No. 6, pp. 107-109, Jun. 2000.

[15] KwangHee Lee, MinCheol Kang, Hoon Choi, SunYoung Kang, HyungShin Kim and DongWon Hahn, "A Middleware Framework for Wearable Computers," IT-SOC Conference, pp. 335-339, Oct. 2004.

[16] M. Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century." Scientific American, pp. 94-10, Sept. 1991.

[17] S. Mohapatra and N. Venkatasubramanian, "PARM: Power aware reconfigurable middleware," Proc. of Int'l Conf. on Dist. Computing Systems, pp. 1-8, 2003.

[18] J. Flinn, E. D .Lara, M. Satyanarayyanan, D. S. Wallach, and W. Zwaenepoel, "Reducing the energy usage of office applications," Proceeding of the IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Paltforms, Heidelberg Germany, Nov. 2001.

[19] D. Garlan et al., "Project Aura: Toward Distraction-Free Pervasive Computing," IEEE Pervasive Comp., Apr.-Jun. 2002.

[20] P. Levis and D. Culler, "Mate: Atiny virtual machine for sensor

networks," Proc. of Int'l Conf. Architectural Support for Prog. Languages and Operating System, Oct. 2002.

[21] Java Remote Method Invocation, http://java.sun.com/productts/java/rmi.

[22] The mico corba component project, http://www.fpx.de/MicoCCM/, 2005

[23] S. Vinoski, "CORBA: integrating diverse applications within distributed heterogeneous environments," IEEE Communications Magazine, pp. 46-55, Vol. 35, Issue 2, Feb. 1997.

[24] S. Landis and S. Maffeis, "Building Reliable Distributed Systems with CORBA," Theory an Practice of Object Systems, John Wiley, Net York, Apr. 1997.

[25] The Distributed Component Object Model(DCOM, Microsoft Corporation, http://www.microsoft.com/com/tech/dcom.asp.

[26] Object Management Group, http://www.omg.org, Oct. 2006.

[27] MOTOROLA, LonWorks Technology Device Data, pp. AL216-217, Motorola, 1996.

[28] CEBus: Hofmann, J., "The Consumer Electronic Bus: An Integrated Multi-Media KAN for the Home," International Journal of Digital and Analog Communication Systems, Vol. 4, No. 2, pp. 77-86, Apr. 1991.

[29] Home Audio Video Interoperability, http://havi.org/, Oct. 2006.

[30] 채병창, 최동민, 정일용, "웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용에 대한 연구", 한국해양정보통신학회 춘계종합학술대회, 제12권, 제1호, pp. 861-864, 2008.

저작물 이용 허락서

• 20058127

학 과	정보 컴퓨터	학 번		과 정	석 사
성 명	한글: 채병창 한문: 蔡秉昌 영문: Chae, Byeong-Chang				
주 소	서울시 관악구 봉천동 1510-36번지 204호				
연락처	HP : 011-9750-3862 E-MAIL : 1antares@hanmail.net				
논문제목	한글: 웨어러블 컴퓨터와 휴대폰의 상호작용에 대한 연구 영문: A Study on Interaction Services of Wearable Computer and Mobile Phone				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억 장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포 전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송 출력을 허락함.

2008년 6 월 일

• 저작자 : 채 병 창 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하