

## 웨어러블 컴퓨팅 환경을 위한 네트워크 PnP 컴포넌트 설계

조태욱<sup>o</sup>, 이수원, 박충범, 최훈  
 충남대학교 전기정보통신공학부 컴퓨터 전공  
 {twjo<sup>o</sup>, swlee, here4you, hc}@cnu.ac.kr

### The Design of Network PnP Component for Wearable Computing Environment

Taewook Jo<sup>o</sup>, Suwon Lee, Choongbum Park, Hoon Choi  
 Mobile Distributed Computing Lab, Department of Computer Engineering,  
 Chungnam National University, KOREA

#### 요 약

차세대 컴퓨터 중 하나인 웨어러블 컴퓨터는 BAN 영역 안에서 다양한 소형 무선 디바이스들 간의 연결을 통해 사용자에게 서비스를 제공해 주는 새로운 컴퓨팅 환경을 말한다. 네트워크 PnP는 웨어러블 컴퓨팅 환경을 조성하기 위한 필수적인 기술로서 디바이스와 서비스 발견 기능을 제공하여 BAN 내에 추가된 디바이스를 자동으로 감지하고 새로운 서비스를 웨어러블 컴퓨터 사용자들에게 제공해 주는 역할을 한다. 본 논문에서는 웨어러블 컴퓨팅 환경에 적합한 웨어러블 미들웨어를 제안하며 웨어러블 미들웨어를 구성하는 여러 컴포넌트들 중 하나인 네트워크 PnP 컴포넌트를 설계하였다.

#### 1. 서 론

다양한 무선통신 기술의 발전으로 정보의 패러다임이 급격히 변화하고 있다[1]. 이와 더불어 컴퓨터의 형태 역시 더 이상 개인용 데스크탑이 아닌 이른바 차세대 컴퓨터라는 새로운 형태로 진보하고 있는 추세이다.

차세대 컴퓨터 중 하나인 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)는 기존의 컴퓨터 형태를 사람의 의(衣)에 접목시킨 형태로서 착용식 컴퓨터 혹은 입는 컴퓨터를 말한다[2]. 다시 말해 웨어러블 컴퓨터란 사람의 옷에 소형 무선 디바이스를 연결함으로써 BAN(Body Area Network) 영역 안에서 다양한 서비스가 이루어질 수 있도록 하는 새로운 형태의 컴퓨팅 환경이라 할 수 있다. 따라서 웨어러블 컴퓨팅 환경이 조성되기 위해서는 그 환경을 구성하는 다양한 소형 무선 디바이스들을 통합, 관리할 수 있는 이른바 네트워크 PnP(Network Plug and Play) 기술이 필요하다.

네트워크 PnP란 기존의 PnP 기술을 확장시켜 웨어러블 컴퓨터를 구성하고 있는 다양한 소형 무선 디바이스들을 네트워크로 연결하여 디바이스와 서비스 발견(discovery) 역할을 해 줌으로써 동적으로 디바이스 환경을 설정하고 BAN을 구성하는 것을 말한다.

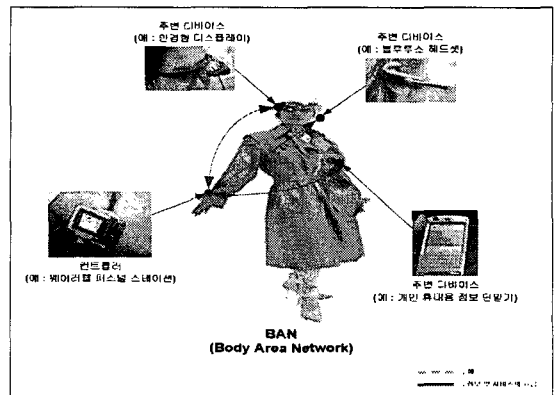
이러한 유사 기술에는 Microsoft사의 UPnP(Universal Plug and Play)[3], Sun Microsystems사의 Jini[4], Salutation Consortium의 Salutation[5] 등이 있다. 하지만 UPnP는 TCP/IP 기반의 프로토콜을 사용하므로 사용 모듈의 크기와 수행에 따른 CPU 부담이 크다. Jini 역시 JVM(Java Virtual Machine)이나 RMI(Remote Method Invoke)를 기본적으로 포함하는 고성능 컴퓨팅 환경이 요구되며, RPC(Remote Procedure Call) 기반의 Salutation 역시 소형 무선 디바이스들

로 이루어지는 웨어러블 컴퓨팅 환경에는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 경량적이며 자원(resource) 제한적인 특징을 가지고 있는 웨어러블 컴퓨팅 환경에 적합한 웨어러블 미들웨어(wearable middleware)를 제안하며 이 미들웨어의 한 컴포넌트(component)로서 네트워크 PnP 컴포넌트를 설계한다.

본 논문은 2장에서는 관련 연구로서 웨어러블 컴퓨터의 기본 환경을 이루는 BAN과 본 연구에서 제안한 웨어러블 미들웨어에 대해 소개하며, 3장에서는 설계한 네트워크 PnP 컴포넌트의 구조와 기능에 대해 설명한다. 4장에서는 기존 유사 기술과의 비교를 통해 가능성을 보여주며, 마지막으로 결론 및 향후 과제를 밝힌다.

#### 2. 관련 연구

##### 2-1. BAN



[그림 1] BAN

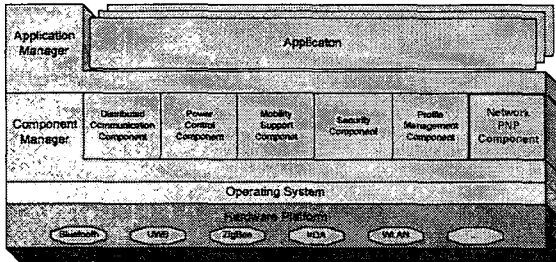
<sup>o</sup>본 연구는 정보통신부의 선도기반기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

BAN은 웨어러블 컴퓨터의 기본 환경을 구성하고 있는 네트워크의 한 분류로서 신체 영역에서의 네트워크를 말한다.

[그림 1]에서 보여주듯이 BAN은 다양한 소형 무선 디바이스들로 이루어진다. 소형 무선 디바이스들은 다시 그 역할에 따라 컨트롤러(controller)와 주변 디바이스들(peripheral devices)로 나뉘어진다. 컨트롤러는 BAN 내의 주변 디바이스들을 연결하고 관리하며 외부 네트워크와 통신함으로써 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 상호 간에 서비스가 가능하도록 해주는 역할을 하며 주변 디바이스들은 실제 웨어러블 컴퓨팅 사용자에게 서비스를 제공하는 역할을 한다.

### 2-2. 웨어러블 미들웨어

웨어러블 컴퓨팅 환경은 소형 무선 디바이스들로 구성되기 때문에 일반 PC의 환경보다도 저전력이며 경량화된 환경을 요구한다. 따라서 이런 제한적인 환경에서 효율적으로 서비스를 제공하기 위해 다음과 같은 웨어러블 미들웨어를 제안한다.



[그림 2] 웨어러블 미들웨어의 구조

[그림 2]에서 소개되고 있는 웨어러블 미들웨어는 컴포넌트화하여 필요한 기능들만 적재하게 함으로써 자원 제한적인 웨어러블 컴퓨팅 환경에 적합하도록 하였다. 각 컴포넌트들은 컴포넌트 관리자(Component Manager)에 의해 설치 및 삭제가 이루어진다. 또한 각 컴포넌트들은 독자적으로 서비스를 제공하거나 필요에 따라 상호 간의 연동을 통해 서비스를 제공하기도 한다. 예를 들어 네트워크 PnP 컴포넌트는 프로파일 관리 컴포넌트(Profile Management Component)와의 상호 연동을 통해 다양한 프로토콜을 사용하는 주변 디바이스들에게 서비스 제공이 가능하다.

본 논문에서 설계한 네트워크 PnP 컴포넌트는 컨트롤러 이상의 기능을 수행하는 웨어러블 디바이스에 탑재되며 웨어러블 디바이스들 간의 통신을 위해 정의된 컴포넌트이다.

## 3. 네트워크 PnP 컴포넌트

### 3-1. 네트워크 PnP 컴포넌트의 기능

네트워크 PnP 컴포넌트는 BAN 영역 안의 소형 무선 디바이스들을 동적으로 연결하여 서로 간의 서비스 교환이 가능하도록 해야 한다. 이를 위해서는 다음과 같은 기능이 요구된다.

- ① 디바이스 발견: 웨어러블 컴퓨팅 환경에서는 동적으로 디바이스의 추가, 삭제가 이루어질 수 있어야 한다. 따라서 네트워크 PnP 컴포넌트는 BAN 영역 안에 새 디바이스가 추가될 때 자동으로 디바이스를 감지하여 BAN을 재구성할 수 있어야 한다.
- ② 디바이스 정보 추출: 네트워크 PnP 컴포넌트는 웨어러블

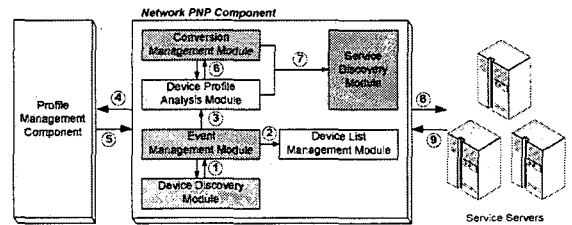
컴퓨팅 환경을 이루고 있는 디바이스들의 정보를 추출하여, 해당 정보를 바탕으로 사용자가 원하는 서비스를 제공해 줄 수 있어야 한다.

③ 이기종 간의 연결: 웨어러블 컴퓨팅 환경은 서로 다른 프로토콜을 사용하는 다양한 디바이스들로 구성된다. 따라서 이를 위해 네트워크 PnP에서는 이기종 간에 통신이 가능하도록 해당 API(Application Programming Interface)를 제공해 주어야 한다.

④ 서비스 발견: 네트워크 PnP는 단순히 디바이스들 간의 연결 뿐만 아니라 연결된 디바이스들로부터 사용 가능한 서비스를 BAN 내부 또는 외부망 서버에서 찾아 사용자가 서비스를 이용할 수 있게 해 주어야 한다. 따라서 네트워크 PnP 컴포넌트는 사용자가 요구하는 서비스를 찾아 제공해 줄 수 있는 기능이 필요하다.

### 3-2. 네트워크 PnP 컴포넌트의 설계

본 절에서는 앞서 설명한 기능들을 제공하기 위해 네트워크 PnP 컴포넌트를 다음과 같이 설계하였다.



[그림 3] 네트워크 PnP 컴포넌트의 구조

네트워크 PnP 컴포넌트는 크게 6개의 모듈로 정의하였다. 각 모듈들의 기능은 다음과 같다.

디바이스 발견 모듈(Device Discovery Module): 디바이스 발견 모듈은 주기적인 스캔(scan) 명령을 통해 BAN 영역 안의 디바이스들을 감지한다. BAN 영역 안에 새로운 디바이스가 추가되면, 디바이스 발견 모듈은 추가된 디바이스를 활성화시켜 통신이 가능하게 한다.

이벤트 관리 모듈(Event Management Module): 이벤트 관리 모듈에서는 네트워크 PnP에서 일어나는 이벤트(디바이스의 추가, 삭제 등)를 파악하여 해당 모듈들에게 전달한다. 예를 들어 새로운 디바이스가 활성화되면 이벤트 관리 모듈에서는 디바이스 프로파일 분석 모듈이 활성화된 디바이스의 정보를 얻어오도록 하며 디바이스 리스트 관리 모듈이 유지하고 있는 디바이스 리스트에 활성화된 디바이스를 추가하도록 한다.

디바이스 리스트 관리 모듈(Device List Management Module): 웨어러블 컴퓨팅 환경에서는 빈번하게 디바이스의 추가나 삭제가 이루어질 수 있기 때문에 BAN 내의 활성화된 디바이스의 목록을 유지할 필요가 있다. 디바이스 리스트 관리 모듈은 현재 BAN 내의 활성화된 디바이스 목록을 유지, 관리한다.

디바이스 프로파일 분석 모듈(Device Profile Analysis Module): 디바이스가 활성화되면 디바이스 프로파일 분석 모듈은 디바이스의 정보를 해당 디바이스에게 요청하여 필요 정보를 분석한

다. 분석된 정보들은 디바이스 프로파일(device profile)로 정의되며 각각의 프로파일들은 BAN 영역 안의 디바이스들 간의 통신이나 서비스 인지 시에 사용된다.

**변환 관리 모듈(Conversion Management Module):** Zigbee, Bluetooth와 같이 서로 다른 프로토콜을 사용하는 디바이스들 간에 통신을 할 때, 변환 관리 모듈은 서로 다른 프로토콜 사이에 통신이 가능하도록 API를 제공해 주거나 프로파일 관리 컴포넌트에게 해당 디바이스 프로파일을 변환해 줄 것을 요청하는 역할을 한다.

**서비스 발견 모듈(Service Discovery Module):** 웨어러블 컴퓨터 사용자가 특정 서비스를 이용하고자 할 때 서비스 발견 모듈은 우선 특정 서비스의 사용 가능 여부를 파악한다. 그 후 컨트롤러에 특정 서비스의 존재 여부를 파악하여 특정 서비스가 없으면 외부 네트워크 내의 서비스 서버에서 특정 서비스를 찾아 다운로드 후 인스를 시켜 줌으로써 사용자가 원하는 서비스를 이용할 수 있게 해 준다.

[그림 3]은 BAN 영역 안에 새로운 디바이스가 추가될 때 네트워크 PnP 컴포넌트의 모듈 수행 순서를 보여준다. 우선 BAN 영역 안에 새로운 디바이스가 추가되었음을 디바이스 발견 모듈이 감지하면 디바이스 발견 모듈은 추가된 디바이스를 활성화시켜 이벤트 관리 모듈에게 새 디바이스가 추가되었다는 이벤트를 보낸다(①). 추가 이벤트를 받은 이벤트 관리 모듈은 기존의 BAN을 구성하고 있는 디바이스들에게 새로운 디바이스가 추가되었음을 알리고, 디바이스 리스트 관리 모듈에게 현재 관리 중인 리스트를 수정하도록 하며(②), 디바이스 프로파일 분석 모듈에게 추가된 디바이스의 정보를 얻어오도록 한다(③). 디바이스 프로파일 분석 모듈은 추가된 디바이스의 정보들 중 디바이스 프로파일 생성 시 필요한 정보만을 추출하여 프로파일 관리 컴포넌트에게 보낸다(④). 프로파일 관리 컴포넌트는 이 정보들을 가지고 새로운 디바이스 프로파일을 생성하고(⑤), 생성된 프로파일은 변환 관리 모듈을 통해 다른 프로토콜을 사용하는 디바이스들과 통신을 하거나(⑥) 서비스 발견 모듈을 통해 추가된 디바이스로 웨어러블 컴퓨터 사용자에게 서비스를 제공할 때 사용된다(⑦,⑧,⑨).

[그림 3]에서 보여주듯이 네트워크 PnP 컴포넌트는 프로파일 관리 컴포넌트와 밀접한 관계를 가지고 있다. 네트워크 PnP 컴포넌트는 디바이스 프로파일 분석 모듈을 통해 각 디바이스의 필요 정보를 추출한다. 이 정보들은 다시 프로파일 관리 컴포넌트로 전달되어 디바이스 프로파일 형태를 갖추게 된다. 네트워크 PnP 컴포넌트는 생성된 디바이스 프로파일을 통해 BAN을 구성하고 있는 디바이스들의 특성 및 제공할 수 있는 서비스에 대해 알게 된다. 또한 네트워크 PnP 컴포넌트는 이기종 디바이스들 간의 서비스 제공을 위해서 프로파일 관리 컴포넌트로 부터 각 프로토콜에 맞게 변환된 프로파일 정보를 받음으로써 이기종 디바이스들 간에도 우리없이 서비스 제공이 가능하게 된다.

4. 기존 PnP 미들웨어와의 비교

본 논문에서 설계한 네트워크 PnP 컴포넌트는 웨어러블 미들웨어의 한 컴포넌트로서 기존의 기술들과 유사한 기능을 가지면서도 자원 제한적인 웨어러블 컴퓨팅 환경에 적합하도록 구현하는데 그 목적이 있다.

<표 1>은 기존의 PnP 미들웨어와의 특성 비교를 보여준다. 특히 네트워크 PnP 기술의 다양한 특성 중 서비스 발견 특성을 중심으로 비교한 표이다[6].

<표 1> PnP 미들웨어와의 특성 비교

Features	Jini	UPnP	Salutation	NPNP	
Service	Invocation	RM: code download & execution	RPC	code download & execution	
Directory	Centralized vs Distributed	Distributed	N/A	Either	Distributed
Announcement and Lookup	Query vs announcement	Both	Both	Both	Query
	Directory based vs. Non Directory based	Directory - based	Non - Directory - based	Directory - based	Directory - based
Service Selection	Service matching	Match al.	Match al.	Match one or Match al.	Match one or Match al.

<표 1>에서 UPnP는 IP 네트워킹을 채택하여 확장성과 상호운용성을 제공하지만 디바이스나 서비스를 제어할 때, 사용되는 정보가 XML 형식의 데이터를 사용하기 때문에 소형 무선 디바이스들로 이루어지는 웨어러블 컴퓨팅 환경에는 그 한계가 있다. Jini는 디스커버리(discovery), 조인(join), 룩업(lookup) 서비스를 제공하며 자바 환경을 채택하여 네트워크 미디어와 상관 없이 JVM만 있으면 동작이 가능하다는 장점을 가진다. 하지만 아직 웨어러블 컴퓨팅 환경을 구성하는 주변 디바이스들에게 JVM을 요구하기에는 무리가 있다. Salutation은 디바이스, 서비스, 응용(application)들이 자신의 능력(capability)을 기술하고 스스로 광고하는 특성을 가지고 있으나 보안에 취약하다는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서 제안하는 네트워크 PnP 컴포넌트는 네트워크 PnP 기술의 필요한 특성만을 모아 미들웨어의 한 컴포넌트로서 설계하였다. 또한 디바이스나 서비스 발견 시, 'C' 언어 기반의 프로파일 형식을 가지는 정보를 통해 제어함으로써 웨어러블 디바이스들의 부담을 최소화했으며 저전력 소비, 경량적 특성이 수반되는 웨어러블 컴퓨팅 환경에 적합하도록 설계하였다.

5. 결론 & 향후 과제

본 논문에서는 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 다양한 소형 무선 디바이스들을 동적으로 연결하여 서비스를 제공해 줄 수 있는 네트워크 PnP 컴포넌트를 설계하였다. 웨어러블 컴퓨팅 환경에서는 서로 다른 프로토콜을 사용하는 다양한 디바이스들로 이루어지기 때문에 이들을 연결하기 위해 디바이스 인지 및 변환 관리 모듈을 두었으며 프로파일 관리 컴포넌트와의 연동을 통해 좀 더 유연히 웨어러블 컴퓨팅 환경에 대처할 수 있도록 하였다. 또한 서비스 발견 기능을 추가함으로써 단순히 PnP 개념의 디바이스 발견뿐만 아니라 지능적인 서비스 제공이 가능하다.

향후 연구 과제로는 본 논문에서 설계한 네트워크 PnP 컴포넌트와 기존의 PnP 미들웨어와의 상호 연동이 가능하도록 하는 데 많은 연구가 필요하다.

6. 참고 문헌

- [1] IT-Director, "Let The Fifth Evolution Begin," Aug. 2002.
- [2] MIT Media Laboratory: Wearable Computing, <http://www.media.mit.edu/wearables>
- [3] "Understanding UPnP: A White Paper," [http://www.upnp.org/download/UPNP\\_UnderstandingUPNP](http://www.upnp.org/download/UPNP_UnderstandingUPNP)
- [4] "JINI Architectural Overview: Technical White Paper," <http://www.sun.com/software/jini/whitepapers/architecture>
- [5] Salutation Consortium, "Salutation Architecture Specification Version 2.0C Part 1," The Salutation Consortium, June, 1999.
- [6] 윤성민, 신경철, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 서비스 발견 기술", ETRI, 전자통신동향분석 20권 1호, pp.53-58, 2005. 2.