

웨어러블 컴퓨터 미들웨어에서의 이동성 지원 컴포넌트 개발

박래영^{*} · 이영석^{*}

^{*}군산대학교 전자정보공학부

The Component Development for Mobility Supports in Middleware of Wearable Computing Environment

Rae-young Park^{*} · Young-seok Lee^{*}

Electronic and Information Engineering, ^{*}Kunsan National University

E-mail : ry-park@daum.net

요 약

언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는 유비쿼터스 환경에서 웨어러블 컴퓨터들은 자주 네트워크의 접속점을 변경하게 된다. 이에 따라, 웨어러블 컴퓨터가 이동 중에 네트워크의 접속점이 변경되더라도 웨어러블 컴퓨터의 네트워크 구성에 대한 변경 없이 기존의 서비스를 계속할 수 있도록 해주는 이동성 지원 서비스의 요구가 증대되고 있다. 본 논문에서는 컴포넌트 기반 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어 상에서 이동성 지원을 위한 컴포넌트를 설계하고 이동성 지원 서비스 방식을 제안한다. 제안된 방식은 웨어러블 컴퓨터가 다른 네트워크로 이동하더라도 Mobile IP를 이용하여 웨어러블 컴퓨터에게 기존의 데이터를 터널링 할 수 있도록 이동성 지원 컴포넌트를 웨어러블 컴퓨터 미들웨어 상에 동적으로 재구성한다.

ABSTRACT

In ubiquitous computing environments, which can be connected to the networks any time any where, wearable computers frequently will be changed their network connection point. Therefore, the demand of the mobility support service becomes more important. The mobility support mechanism allows a wearable computer to continue the existing services without the modification for the network configuration of wearable computer even if wearable computer changes the network connection point during its moving. In this paper, we design the component based middleware for the mobility supports of wearable computers, propose the method of the mobility support service. This method tunnels the existing data to wearable computer using Mobile IP protocol even if a wearable computer moves to other network after recomposing dynamically the mobility support component in wearable middleware.

키워드

Wearable Computer, Middleware, Mobility Support, Mobile IP

1. 서 론

반도체와 인터넷 기술의 발달로 인해 언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 시대가 다가오고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 컴퓨터들은 사용자가 인지할 수 없도록 사용자 신체 및 주변 환경에 내장되며, 사용자의 물리적 위치나 시간에 상관없이 정보를 제공받을 수 있어야 한

다.[1]

유비쿼터스 환경에 가장 적합한 컴퓨터는 휴대가 간편하고, 적은 기능을 가지더라도 주변의 여러 컴퓨터와 통신하여 사용자에게 여러 가지 기능을 제공할 수 있어야 한다. 사용자의 신체에 착용할 수 있는 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)의 경우 유비쿼터스 시대를 위한 차세대 PC로서 최근 많은 주목을 받고 있다. 웨어러블 컴퓨터는 몸에 착용하여 개인 비서로서의 다

양한 기능을 제공할 수 있는 시스템으로 무선 통신 인터페이스를 통해 주위의 다른 디바이스들과 상호작용하고 동적으로 변화하는 사용자 환경에 적응하며 사용자의 상황에 맞는 정보 및 서비스를 제공한다.

웨어러블 컴퓨터는 사용자가 이동함에 따라 네트워크에 접속할 수 있는 환경이 변하게 된다. 현재의 인터넷 네트워크 환경에서는 네트워크의 접속점이 변경될 때마다 이에 따른 네트워크 구성의 변경이 필요하게 된다. 이와 같은 방법은 불편할 뿐만 아니라 사용자의 물리적 위치나 시간에 상관없이 정보를 제공받을 수 있어야 하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 맞지 않다. 따라서 네트워크의 접속점이 변경되더라도 네트워크 구성에 대한 변경 없이 기존의 서비스를 계속할 수 있도록 해주는 이동성 지원 서비스가 필요하다.

웨어러블 컴퓨터는 고도로 지능화된 사용자 인터페이스를 가지며, 다양한 종류의 센서, 휴대용 정보 장치, 휴대용 디스플레이 장치, 착용형 정보 저장 장치 등의 소형 디바이스들의 집합으로, 신체 근거리 네트워크인 BAN(Body Area Network)을 구성하여 여러 가지 서비스를 제공한다. 다양한 웨어러블 디바이스들을 제어하기 위해서는 웨어러블 환경에 맞는 미들웨어가 필요하다.

본 논문에서 사용하는 웨어러블 미들웨어는 여러 개의 컴포넌트로 구성되어, 이들 컴포넌트들이 컴포넌트 관리자(Component Manager)에 의해 관리되는 방식이다. 웨어러블 디바이스는 기본적으로 컴포넌트 관리자(관리자)를 탑재하게 되며, 웨어러블 디바이스가 시작되면, 컴포넌트 관리자는 각 웨어러블 디바이스에 최적의 컴포넌트 집합을 결정하고, 웨어러블 응용의 요구에 따라 동적으로 컴포넌트들을 재구성한다.

본 논문에서는 위의 컴포넌트 기반 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어 상에서 이동성 지원을 위한 컴포넌트를 설계하고 이동성 지원 방식을 제안한다. 제안된 방식은 웨어러블 컴퓨터가 다른 네트워크로 이동하더라도 Mobile IP를 이용하여 웨어러블 컴퓨터에게 기존의 데이터를 터널링할 수 있도록 이동성 지원 컴포넌트를 웨어러블 컴퓨터 미들웨어 상에서 동적으로 재구성한다.

II. 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어

2.1 웨어러블 컴퓨터 시스템 구조

웨어러블 컴퓨터 시스템은 사용자가 신체에 착용하고 있는 웨어러블 디바이스 간에 BAN을 형성하고 외부 네트워크와 통신한다. 이들 디바이스들은 서로 다른 계산능력을 갖는 다양한 종류의 디바이스들로, BAN의 노드(node)로 사용되며 BAN내의 각 디바이스들은 단거리 유무선 통신 능력을 가지고 있다.

이러한 BAN 디바이스로는 HMD(Head Mounted Display), 스피커, 마이크, 저장장치, 그리고 입력을

위한 PDA나 소형 키보드 등이 있다. 이들 디바이스들 가운데 시계 형태의 컴퓨터와 같이 상대적으로 고성능의 프로세서를 사용하며, 다른 장치들에 대한 제어 기능을 가지기 때문에 컨트롤러(controller)라고 정의한다. 또한 외부 네트워크와 통신을 하는 BAN 디바이스는 게이트웨이(gateway)라고 정의한다.

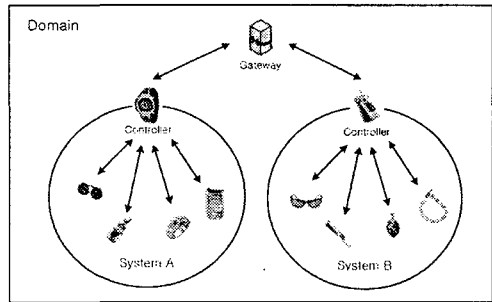


그림 1. BAN 구조

[그림 1]에서 보여지는 BAN은 논리적으로 도메인(domain)과 시스템(system)으로 구성된다. 웨어러블 컴퓨터 환경을 이루고 있는 BAN은 같은 관리상의 디바이스 그룹으로 이루어지므로, BAN이 제어/관리할 수 있는 최대 범위를 도메인으로 정의한다. 따라서 도메인은 데이터의 전송을 논리적으로 보장할 수 있는 네트워크 범위이다. 시스템은 웨어러블 디바이스들과 그들을 제어하는 컨트롤러 사이의 통신과 관련된 동작을 수행하는 범위로 정의한다. 하나의 시스템은 하나의 도메인에 속하고, 하나의 도메인에는 하나 이상의 시스템이 존재하게 된다. 또한 하나의 시스템에서 도메인 밖의 다른 시스템에 이동을 할 경우, 게이트웨이가 인터페이스로 동작한다.

2.2 웨어러블 미들웨어 컴포넌트 구조

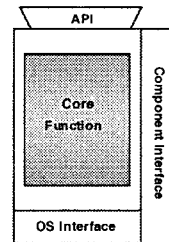


그림 2. 컴포넌트 구조

하나의 컴포넌트는 하나의 단독 객체(object)로 표현되며 웨어러블 미들웨어의 하나의 핵심 기능이다. [그림 2]와 같이 컴포넌트는 API(Application Programming Interface), 컴포넌트 인터페이스(Component Interface), 운영체제 인터페이스(Operating System Interface), 그리고, 핵심 기능(Core Function)으로 구성된다. 컴포넌트는 컴포넌트 관리자에 의해 동적으로 설정

(configuration), 설치, 삭제된다. API는 컴포넌트의 핵심 기능에서 유도된 서비스 API로서, 컴포넌트가 응용에게 서비스를 제공하고자 할 때 응용 프로그램에 의해 호출된다. 컴포넌트 인터페이스는 컴포넌트 관리자나 다른 컴포넌트와 인터페이스를 위해 정의되었다. 운영체제 인터페이스는 컴포넌트가 동작하기 위해 필요한 시스템 콜(system call)로 이루어져 있다. 핵심 기능은 컴포넌트에서 수행하는 서비스 기능을 구현한 것이다.

2.3 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어 구조

[그림 3]은 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어의 구조를 나타낸다. 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어는 웨어러블 APIs, 미들웨어 컴포넌트, 컴포넌트 관리자로 구성된다. 웨어러블 API들은 컴포넌트 API들의 집합이므로 컴포넌트 관리자에 의해 컴포넌트가 동적으로 설치하거나 삭제될 때 동적으로 확장되거나 축소된다.

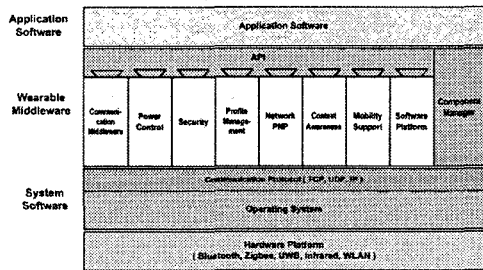


그림 3. 웨어러블 미들웨어 구조

컴포넌트 관리자는 웨어러블 미들웨어의 가장 기본적인 컴포넌트이며 모든 웨어러블 디바이스에 탑재된다. 컴포넌트 관리자는 미리 정의된 사용자 정의 파일이나 웨어러블 응용 프로그램의 요구에 의해 동적으로 컴포넌트를 설치, 삭제, 재구성을 수행한다.

컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어에서는 본 논문이 개발한 이동성 지원 컴포넌트 외에 웨어러블 환경에 필요한 다른 컴포넌트들도 사용된다.

먼저 이동성 지원 컴포넌트는 사용자가 홈 네트워크에서 다른 네트워크로의 이동하는 경우 단말이나 서비스의 끊임없는 연결을 지원한다. 분산 통신 컴포넌트는 원격지 프로시저 호출(Remote Procedure Call), 원격지 메소드 호출(Remote Method Call), 소켓 통신과 같은 상위 계층의 프로세스간 통신을 지원하기 위해 정의된 컴포넌트이다. 전력 제어 컴포넌트는 운영체제에서 제공하는 시스템 전력 상태 정보를 이용하여 응용들을 실행을 제어함으로써 전력 소비를 관리한다. 보안 컴포넌트는 무선 송수신되는 메시지의 무결성, 기밀성, 수신부인과 같은 보안 통신에 관련된 다양한 기능을 지원하며 인증, 메시지의 암호화 및 복호화 기능을 제공한다. 프로파일 관리자 컴포넌트는 웨어러블 디바이스간의

교환되는 단일화 된 정보 표현 방식인 프로파일의 관리, 교환, 동기화를 수행한다. 프로파일은 사용자, 디바이스, 서비스 프로파일로 구성되어 있다. 네트워크 PnP 컴포넌트는 웨어러블 컴퓨터의 자동 설정(configuration) 및 BAN의 생성, 유지, 관리를 수행한다. 상황인식 컴포넌트는 스마트 홈(Smart Home), 인텔리전트 오피스 등과 같은 유비쿼터스 응용들을 지원하기 위한 상황 정보 관리, 인식 등을 담당한다. 소프트웨어 플랫폼 컴포넌트는 WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability)나 JVM, BREW 등의 다양한 무선인터넷 플랫폼을 적용적으로 탑재하도록 정의되었다.

III. 이동성 지원 컴포넌트 설계 및 개발

3.1 이동성 지원 컴포넌트 기능

이동성 지원 컴포넌트는 웨어러블 사용자가 도메인 밖의 외부 네트워크로 이동하였을 경우 사용자의 이동에 관계없이 지속적인 서비스를 제공하기 위한 기능이다.

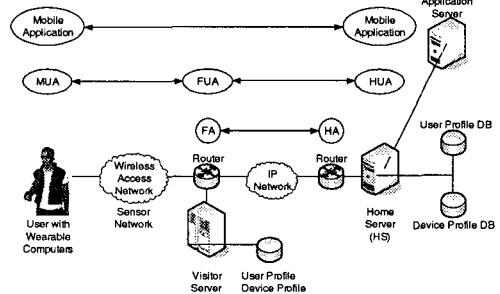


그림 4. 웨어러블 컴퓨터 네트워크 인터페이스

[그림 4]의 웨어러블 컴퓨터 네트워크는 크게 웨어러블 컴퓨터 환경을 구성하고 있는 사용자와 홈망(Home Network) 또는 외부 망(Foreign Network), 그리고 서비스를 제공을 위한 요소 등으로 나눌 수 있다. 사용자의 정보와 장치의 정보는 사용자 홈 망의 사용자/장치 프로파일에 기록되어 있고, 사용자의 이동에 따른 정보는 홈 망과 외부 망의 이동성 지원 기능에 따라 유지된다.[3] 홈 망에서 서비스를 받을 때, 홈 망의 프로파일 정보를 통해 적절한 서비스가 제공되며 사용자의 이동 시, 외부 망은 홈 망과의 프로파일 동기화를 통해 지속적으로 서비스를 제공할 수 있다.

3.2 이동성 지원 컴포넌트의 동작

이동성 지원 컴포넌트의 경우 IETF RFC 3344의 IPv4를 위한 모바일 IP 기능을 사용하여 설계하였다[2]. 모바일 IP의 경우 크게 등록(registration), 터널링(tunnelling), 경로 최적화(route optimization)의 단계를 수행한다. 이 과

정을 세분화 하면 다음과 같다.

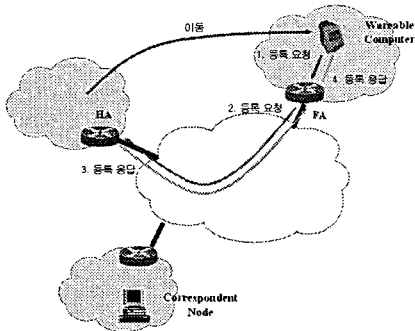


그림 5. 등록 과정

단계 1. 등록(registration)

[그림 5]는 웨어러블 컴퓨터 사용자가 기존의 도메인을 떠나 도메인 밖의 네트워크로 이동할 경우 등록 과정이다. 컴퓨터는 외부 망의 에이전트(FA : Foreign Agent)가 주기적으로 브로드캐스트하고 있는 광고를 수신하여 FA에게 자신의 정보와 자신이 속해 있던 홈 망의 에이전트(HA : Home Agent)의 정보를 가지고 FA에 등록을 요청한다. FA는 HA와의 통신을 통해 등록에 대한 응답을 한다.

단계 2. 터널링(Tunnelling)

HA는 자신을 통해 웨어러블 컴퓨터에 수신되는 메시지에 현재 웨어러블 컴퓨터가 등록되어 있는 FA의 정보를 덧붙이는 터널링을 통해 웨어러블 컴퓨터로 수신되는 메시지가 FA로 가도록 전달해준다. FA는 전달받은 메시지를 확인하여 웨어러블 컴퓨터에게 전달해준다.

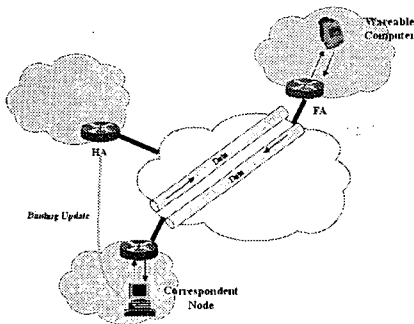


그림 6. 경로 최적화 과정

단계 3. 경로 최적화(route optimization)

HA는 [그림 6]과 같이 웨어러블 컴퓨터의 메시지를 FA에게 전달해 주는 동시에 웨어러블 컴퓨터에게 메시지를 전달한 대응 노드(CN : Correspondent Node)에게 웨어러블 컴퓨터의 위치 정보를 알려줌으로써 CN과 웨어러블 컴퓨터가 직접 통신할 수 있도록 한다.

3.3 구현

이동성 지원 컴포넌트 구현은 Sun Lab.의 코드를 수정하여 작성하였다. 테스트 베드의 네트워크 구성 및 시스템은 [그림 7]과 [표 1]과 같다.

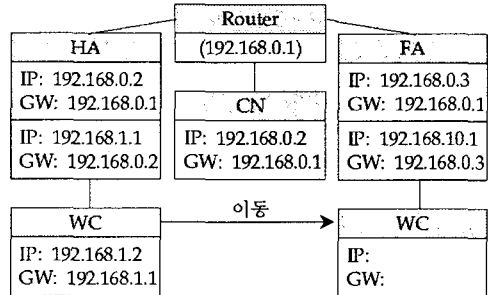


그림 7. 테스트 베드 네트워크 구성도

표 1. 테스트 베드 시스템 사양

	HA	FA	MN	CN	Router
CPU	Intel Celeron D335	Intel Celeron D335	Intel Celeron D335	Intel Pentium4 3.00GHz	AnyGate R-3000A
RAM	DDR 400Mhz 256MB	DDR 400Mhz 256MB	DDR 400Mhz 256MB	DDR 400Mhz 224MB	
OS	RedHat linux 9.X (kernel 2.4.20-8)				
GCC	gcc 3.2.2				

IV. 결 론

웨어러블 디바이스가 점점 소형화되고 관리해야 할 디바이스의 종류가 늘어남에 따라 웨어러블 응용을 위한 웨어러블 미들웨어의 필요성은 증대되고 있다. 본 논문에서는 컴포넌트 기반의 웨어러블 미들웨어 상에서 이동성 지원 컴포넌트를 개발하였다. 이러한 이동성 지원 컴포넌트는 웨어러블 컴퓨터의 서비스에 대한 위치의 투명성을 제공하고, 컴포넌트로 구성되어 웨어러블 컴퓨터 사용자의 필요성에 따라 자원제약적인 웨어러블 컴퓨터에 동적으로 재구성될 것이다.

참고문헌

[1] Hiroki Horiuchi, "Mobile and Ubiquitous Network Management", 電子情報通信學會誌, 2004, 87(PART 12), pp.1022
 [2] Charles Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC3344, Aug. 2002
 [3] TINA 기반의 단말 이동성 지원 설계, 송경철, 한국산업정보학회, 2000