



# 웨어러블 컴퓨팅 네트워크 및 미들웨어 기술

## I. 웨어러블 컴퓨팅 서비스 동향

최근 웨어러블 컴퓨팅 장치들은 고사양의 웨어러블 소자 및 기기들이 등장함에 따라 고도화되고 있다. 현재 상품화된 차세대 웨어러블 컴퓨팅 장치들은 스마트 글라스로 대표되는 HMD(Head Mounted Display), 스마트폰에 내장되어 사용할 수 있는 바이오메트릭 장치, 그리고 삼성, 구글, 애플 등이 차세대 주력 사업으로 삼고 있는 스마트 워치와 같은 스마트 액세서리 등이다. 이와 같은 액세서리 형태의 장치 이외에도, 의복에 내장된 형태로 입거나 신체에 직접 부착하거나 삽입하는 형태의 웨어러블 컴퓨팅 장치들에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으므로 단시일 내에 상용화될 것으로 전망한다.

웨어러블 컴퓨터는 인간이 몸에 지닌 채 사용하기 때문에 착용감이 중요하다. 착용감을 향상시키기 위해서 프로세서, 메모리, 센서, IO 와 같은 컴퓨팅 장치들을 소형화하거나 유연 소재로 제작하는 것 뿐 아니라, 이들을 의복의 여러 곳에 분산시키고 네트워크로 연결하는 것이 필요하다. 신체나 의복에 장착된 다양한 웨어러블 컴퓨팅 장치들이 서로 협업을 하고 컴퓨팅 자원이나 데이터를 공유하기 위해 의복이나 신체 범위 상에서 통신이 가능하도록 하는 네트워킹이 필요하다. 또한 웨어러블 컴퓨팅 장치들 사이의 통신뿐 만 아니라 웨어러블 컴퓨터와 주변 환경과의 통신도 필요하다. 웨어러블 컴퓨터가 홈네트워크 서버나 가전기기와의 연동을 통해 다양한 서비스가 가능하기 때문이다. 네트워킹을 위해서는 송수신 장치 및 전송 매체로 구성된 네트워크와

**웨어러블 컴퓨터 착용감을 향상시키기 위해서 장치들을 소형화하거나 유연 소재로 제작하는 것 뿐 아니라, 의복의 여러 곳에 분산시키고 네트워크로 연결하는 것이 필요**



박 경 민  
충남대학교 컴퓨터공학과



장 보 경  
충남대학교 컴퓨터공학과



최 훈  
충남대학교 컴퓨터공학과



전송 프로토콜이 기본적으로 필요하지만, 이 외에도 응용 프로그램들을 위한 미들웨어가 지원되어야 한다. 미들웨어란 응용 프로그램들에게 보편적으로 사용되는 기능들을 구현해 놓은 소프트웨어이다. 통신 미들웨어의 경우 응용 개발자는 통신 미들웨어가 제공하는 통신 기능을 직접 구현하는 부담을 줄이게 되므로 응용 프로그램 개발을 촉진할 수 있다.

이와 같이, 웨어러블 컴퓨터를 위해서 웨어러블 네트워크 기술 및 미들웨어 기술이 중요하다. 본 고에서는 웨어러블 컴퓨팅 서비스에 활용되는 다양한 네트워크 기술 및 미들웨어 기술 현황을 살펴보고 활용 사례들을 소개하도록 한다.

## II. 웨어러블 네트워크 기술

웨어러블 네트워크의 통신 범위는 착용자의 신체 주변이며, 전송 방식 상에서 무선 방식과 유선 방식으로 구분할 수 있다.

웨어러블 컴퓨팅에 사용되는 대표적인 무선 네트워크 기술은 WPAN(Wireless Personal Area Network)과 BAN(Body Area Network)이 있다. WPAN은 주로 블루투스, Zigbee, UWB 등 단거리에서 사용되는 저전력의 통신 기술들을 일컫는 용어인데 IEEE 802.15를 통해 국제적으로 표준화가 진행되고 있다.<sup>[1]</sup> BAN은 Wireless/Wearable Body Area Network이라고도 불리는데 인체

주변의 근거리 통신, 즉 신체에 달린 컴퓨팅 장치들 사이에 신호가 닿는 정도의 무선 통신기술이다.<sup>[2]</sup> WPAN과 BAN은 유사하지만 전송속도와 소비전력 측면에서 <그림 1>과 같은 차이가 있다.<sup>[3]</sup>

무선 방식의 경우 기술 표준화가 상당히 진행된 상태이고 상용화되어 있는데 반해, 유선 방식은 전도체를 섬유에 내포하거나 직물 위에 전도성 물질이 코팅된 형태로 네트워크를 구성하여 컴퓨팅 장치들을 매체에 연결하여 통신하는 방식이다. 유선 방식에 대한 연구 개발이 진행되고는 있으나 기술 표준화는 진전되지 않은 상태이다.

본 장에서는 WPAN의 특징과 WPAN의 대표적 사례인 블루투스 기술에 대해 소개하고, BAN에 대하여 자세히 소개한다. 그리고 WPAN을 이용해서 웨어러블 컴퓨팅 네트워크와 스마트 장치를 연동한 연구사례를 소개한다.

**BAN은 인체 주변의 근거리 통신, 즉 신체에 달린 컴퓨팅 장치들 사이에 신호가 닿는 정도의 무선 통신기술 유선 방식은 전도체를 섬유에 내포하거나 직물 위에 전도성 물질이 코팅된 형태로 네트워크를 구성하여 컴퓨팅 장치들을 매체에 연결하여 통신하는 방식**

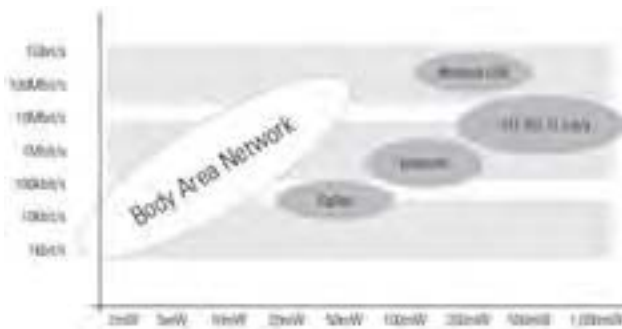
### 1. WPAN 기술의 특징

IEEE 802.15 WG(Working Group)은 Zigbee, 블루투스, UWB 등과 같은 근거리 무선 통신 기법에 대한 표준화를 진행하고 있다. 이것은 유비쿼터스 시대를 실현하기 위한 네트워킹 기술로서 저전력/소형/저가격의 특징을 보장하기 위한 다양한 프레임워크, 네트워킹 및

데이터 전송방식에 관한 기술들을 포함한다. 그 중에서도 Zigbee는 빠른 인식과 저속/저전력의 특성을 갖고 있기 때문에 전원 공급에 대한 제약이 있는 웨어러블 컴퓨팅에 활용되기 적합하다. Zigbee에 비해 상대적으로 에너지 소모가 많았던 블루투스도 Bluetooth Low Energy(BLE) 버전으로 인해 많이 개선되어서 최근 각광받고 있다.

### 2. 블루투스

블루투스는 저전력 근거리 무선통신 기술로서, 무선 헤드셋이나 키보드에 주로 사용되었으나 저전력의 특징으로 인하여 웨어러블 컴퓨팅 분야에서도 활발히 사용되고 있다. 2010년에는 IoT(Internet of Things)시장을 겨냥한 블루투스 4.0이 발표되어 헬스케어, 웨어러블 센서 등



<그림 1> WPAN/WBAN의 전송속도 및 소비전력



〈그림 2〉 BAN의 의료분야 활용 사례

등 다양한 분야에 적용하기 위한 기반이 마련되었다. 이후, 수개월에서 수년에 이르는 장기간의 배터리 수명을 필요로 하는 소형 장치를 위한 경량화 버전인 Bluetooth Low Energy(BLE)가 표준화되었다. 2014년 12월에는 블루투스 4.2 버전이 공식으로 채택되었다. 4.2버전의 가장 큰 특징은 인터넷 프로토콜 지원 프로파일의 개발로 센서나 장치들이 인터넷에도 접속할 수 있게 된 것이다. 블루투스 4.2는 또한 IPv6와 저전력 무선 통신 기술인 6LowPAN을 사용 가능하게 하였고, 이러한 변화는 기존의 근거리 1:1 통신에서 벗어나 직접 인터넷에 연결하여 클라우드 서비스를 활용할 수도 있고 IoT 플랫폼으로 확장도 가능하도록 해줄 전망이다.<sup>[4]</sup>

### 3. BAN

BAN(Body Area Network), 또는 WBAN(Wireless Body Area Network)은 인체 내부와 인체 주변의 장치들에 대한 무선 네트워크이다. 예를 들어 인체 내에 이식된 의료 장치나 사람이 착용하는 의복, 신체에 부착된 여러 장치들을 연결하여 통신할 수 있는 기술로서 신체를 중심으로 센서와 컴퓨팅 기기 간에 결합이나 통신을 담당하는 네트워크가 BAN을 활용하는 사례 중의 하나이다.<sup>[5]</sup> 의료분야의 BAN은 심전도, 맥박 등의 인체와 관련된 생체신호를 무선으로 전송하는 데에 활용되며, 질병 검진 및 방지, 만성환자의 장주기적인 생체 신호 확인 용으로 이용된다.<sup>[6]</sup> 비의료분야로는 소비가전과 밀접하게 관련이 있는 웨어러블 컴퓨팅 장치들을 대상으로 하여 다양한 서비스를 제공할 수 있게 해주는 유용한 네트워크 기술이다.



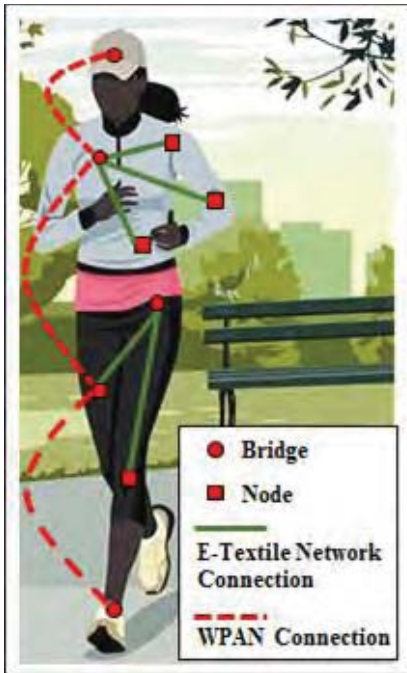
〈그림 3〉 전자섬유 네트워크 구조

이와 같이 WBAN은 웨어러블 컴퓨팅과 헬스케어 분야에서 활발히 응용되고 있으며, IEEE 802.15.6 WG(Working Group)를 중심으로 물리계층, 데이터 링크 계층, 네트워크 계층 및 응용 계층에 대한 표준화가 진행되고 있다.<sup>[2]</sup>

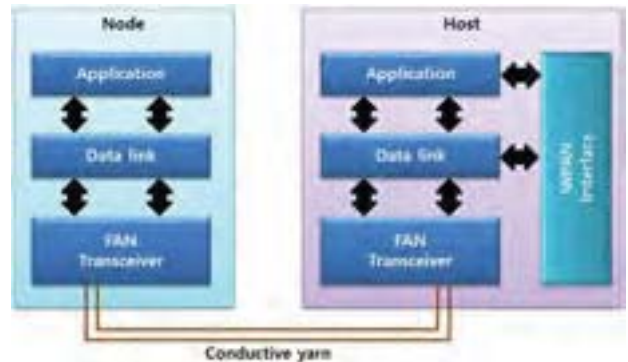
### 4. 전자섬유 네트워크

무선 네트워크 방식은 각 웨어러블 장치들이 독립적인 배터리를 사용해야 하고 전력 소모량이 높다는 단점이 있다. 높은 전력 소모량은 웨어러블 장치의 충전횟수 및 충전시간을 증가시키며, 이는 신체에 장시간 착용하고 생활해야 하는 웨어러블 컴퓨팅의 특성상 서비스 품질 저하 원인이 될 수 있다. 예를 들어 환자의 응급 상황에 대비한 환자 모니터링 서비스와 같은 경우 무선 통신 방법보다는 유선 통신으로 사용 전력량을 낮춰 배터리 사용 시간을 연장하는 것이 유리하다. 이와 같은 이유로 유선 방식의 네트워크를 사용하는 전자섬유 통신망(e-Textile Network)도 사용된다. 유선 네트워크 방식은 원단 내부에 전도성 섬유(digital yarn)를 넣어 의복을 정보 전달 매체로 사용하는 방법이 주로 연구되고 있다.<sup>[7,8]</sup>

전자섬유 네트워크는 다양한 웨어러블 장치들을 전도성 섬유를 통신 매질로 하여 의류와 직접적으로 결합한 형태의 네트워크이다. 각 노드들은 〈그림 3〉과 같이 옷감과 유사한 형태로 만들어진 의복에 장착되며, 각 노드는 전자섬유 네트워크상에서 통신을 하기 위해 고유의 주소



〈그림 4〉 서로 다른 전자섬유 네트워크간 연동



〈그림 5〉 전자섬유 네트워크 연동 구조

능한 인터페이스를 탑재하여 외부의 전자섬유 네트워크 및 안드로이드 스마트폰과 연동하였다. 연동된 각 네트워크는 고유한 네트워크 ID를 가진다. 이를 통해 다른 전자섬유 네트워크와 연동할 때, 서로 다른 네트워크에 있는 노드끼리 주소가 충돌할 때, 네트워크 ID를 이용하여 고유성을 보장할 수 있다.

를 가진다.<sup>[8]</sup>

전자섬유 네트워크는 전도성 섬유를 통신 매질로 하는 유선망이기 때문에 서로 다른 의복을 착용할 경우 각 의복의 전자섬유 네트워크를 연동하지 않으면 상호작용이 불가능하다. 이런 경우, 〈그림 4〉와 같이 각 전자섬유 네트워크에 WPAN 무선 통신이 가능한 Bridge 노드를 장착하여 서로 다른 전자섬유 네트워크 간 연동을 할 수 있다.

서로 다른 전자섬유 네트워크를 연동함으로써, 각 전자섬유 네트워크에서 수집한 정보를 공유하고 분석하여 다양한 사용자 맞춤형 서비스에 활용 가능하다. [9]는 전자섬유 네트워크와 개방형 플랫폼인 안드로이드 운영체제를 연동한 연구

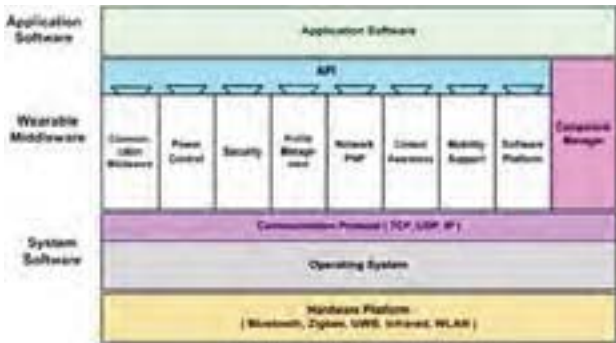
사례이다. 〈그림 5〉는 이 연구에서 구현한 노드의 구조도이다. 각 노드들은 응용 계층, 데이터링크 계층으로 구성되며 각 노드의 송수신부는 전도성 섬유로 연결되어 있다. 각 네트워크는 여러 개의 일반 노드와 하나의 호스트 노드로 구성되며, 각 호스트 장치에는 WPAN 통신이 가

**웨어러블 미들웨어 프레임워크는 통신, 전력관리, 보안, 정보 프로파일 관리, 네트워크 자동설정, 상황 정보 관리, 이동성 지원, 무선 인터넷 플랫폼 설정 기능을 개별 컴포넌트로 구현**

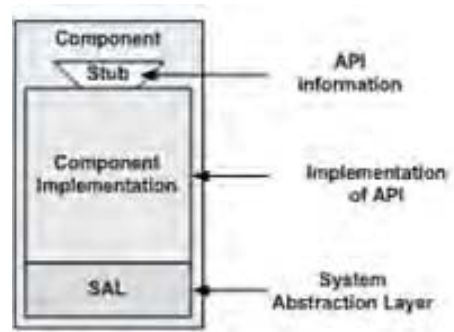
### III. 웨어러블 미들웨어 기술

미들웨어(middleware)란 운영체제(Operation System) 위에서 동작하며 시스템의 복잡한 부분은 숨기면서 응용 프로그램에 다양한 서비스를 제공하는 소프트웨어이다. 미들웨어는 서비스 API(Application Programming Interface)를 제공하며, 응용 프로그램 개발자는 하드웨어 또는 소프트웨어 플랫폼에 대한 고려 없

이 응용 프로그램을 개발할 수 있다. 서로 다른 장소에 위치한 컴퓨팅 장치들이 네트워크를 통해 연결되어있는 환경에서 사용할 수 있는 대표적인 미들웨어에는 분산 미들웨어가 있다. 하지만, 웨어러블 컴퓨팅에 기존의 분산 미들웨어를 그대로 적용하기는 어렵다. 기존의 분산 미들웨어는 컴퓨팅 장치의 위치가 고정되었을 때 적합하지만, 웨어러블 컴퓨터는 장비 및 사용자가 계속하여 이동하는 특징을 가지기 때문이다. 또한 기존의 미들웨어는 실시간으로 변화하는 사용 환경과 사용자 요구사항을 수용하기 위해 동적으로



〈그림 6〉 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어 프레임워크 구조



〈그림 7〉 웨어러블 미들웨어의 컴포넌트 구조

대응하기 어렵고, 가용 자원이 제한적인 웨어러블 컴퓨팅 장치에서 동작하는 데 적합하지 않다. 최근에는 여러 제조사로부터 다양한 웨어러블 제품들이 출시되고 있기 때문에, 웨어러블 장치들은 각각 다른 장치 구조와 동작 방식을 가진다. 이런 특성 때문에 웨어러블 컴퓨팅을 위한 미들웨어, 즉 웨어러블 미들웨어는 장치 간 통신뿐만 아니라 장치 구조나 인터페이스 종류와 무관하게 정확한 동작을 수행할 수 있는 이식성, 그리고 제한된 자원을 가진 하드웨어 플랫폼 상에서 실행가능한 scalable 구조를 가져야 한다.

이 장에서는 다양한 장치 및 사용 환경에 동적으로 대응 가능한 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어, 서로 다른 기종의 장치로부터 데이터를 수집하고 분석하는 미들웨어, 장치들이 그룹 형태의 네트워크를 형성하여 서비스를 이용하는 미들웨어를 소개한다.

### 1. 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어 프레임워크

여러 종류의 웨어러블 장치들은 각 제조사별로 동작 원리가 다를 수 있고 같은 제조사의 유사한 제품일지라도 장치 구성에 따라 구현 내용이 다를 수 있다. 만약 웨어러블 장치를 개발할 때마다 모든 것을 새로 구현한다면, 같은 내용을 중복해서 개발하게 되어 개발 비용이 증가한다. 게다가 향후 새로운 기능이 추가되면 모든 응용 프로그램을 각각 수정하게 되므로 유지보수 비용도 증가하게 된다. 응용 프로그램에서 일반적으로 사용되는 기능들을 미들웨어 형태로 구현하는 것은 응용 프로그램 개발의 부담을 줄일 수 있어서 바람직하지만, 모든 기능의 미들웨어 소프트웨어를 웨어러블 장치에 설치해 두고 사용하는

방법은 가용 자원의 크기가 한정된 웨어러블 장치에 사용하는데 적합하지 않다. 이와 같은 웨어러블 장치 종류의 다양화에 따른 개발비용 증가를 방지하기 위해, 〈그림 6〉과 같은 컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어 프레임워크가 연구되었다.

컴포넌트 기반 웨어러블 미들웨어 프레임워크는 웨어러블 컴퓨팅 장치의 요구사항들을 분석하여 필요한 기능의 목록을 도출하고, 이 기능들을 유형별로 분류하여 〈그림 7〉과 같은 형태의 하나의 컴포넌트 객체로 정의하였다.<sup>[10]</sup> 예를 들어 통신, 전력관리, 보안, 정보 프로파일 관리, 네트워크 자동설정, 상황 정보 관리, 이동성 지원, 무선 인터넷 플랫폼 설정 기능을 개별 컴포넌트로 구현할 수 있다. 각 컴포넌트는 응용 프로그램에 기능을 제공하기 위한 API 부분(API Information), 실제 서비스 기능이 구현되어 있는 부분(Implementation of API), 해당 기능 실행을 위해 컴포넌트와 운영체제 사이에서 매개체 역할을 하는 부분(System Abstraction Layer)으로 구성된다.

〈그림 6〉의 미들웨어는 여러 개의 컴포넌트로 구성되는데 만약 이미 설치되지 않은 미들웨어 기능이 필요한 경우, 주변 서버로부터 해당 컴포넌트를 검색해 동적으로(on demand) 다운로드하여 설치한 후 응용을 실행하면 된다. 이런 추가적 검색, 설치 기능을 컴포넌트 관리자(Component Manager)가 수행한다. 반대로 필요 없어진 기능이 생겼을 경우에도 해당 컴포넌트를 제거할 수 있다.

이러한 미들웨어의 장점은 어떠한 유형의 웨어러블 장치를 개발하든지 응용 프로그램을 개발할 때 이미 컴포넌



〈그림 8〉 이기종 장치 간 데이터 수집 및 분석 미들웨어

트로 구현된 부분을 그대로 사용하여 개발 비용을 절감할 수 있다는 것이다. 또한 추가 기능이 생기거나 기능을 교체해야 하는 경우에는 해당 기능에 대한 컴포넌트만 추가적으로 탑재하거나 특정 컴포넌트만 대체하여 동적으로 시스템을 재구성 할 수 있기 때문에 유지보수가 간편해진다. 그 외에도 해당 웨어러블 장치에 필요한 기능들만 선택하여 탑재할 수 있으므로, 메모리 자원에 제한이 있는 웨어러블 컴퓨팅 환경에 적합한 개발방식을 제공한다.

## 2. 이기종 장치 간 데이터 수집 및 분석 미들웨어

신체에 직접 착용해야 하는 웨어러블 장치 특성상 대부분 작고 가볍게 제작된다. 이는 각각의 웨어러블 장치가 할 수 있는 일이 한정적이라는 것을 의미한다. 예를 들어 사용자의 건강 상태를 측정하는 서비스를 할 때, 체온을 재는 웨어러블 장치는 사용자의 체온이 높아지면 사용자에게 경고할 수 있다. 하지만, 사용자의 체온은 운동을 하고 있기 때문에 높아질 수도 있고 더운 날씨에 냉방중인 건물에 들어가서 체온이 급격히 낮아질 수도 있기 때문에 체온만으로는 신뢰성 있는 서비스를 제공하기가 어렵다. 이와 같은 장치 한계를 극복하기 위해서는 다수의 웨어러블 장치를 이용해 여러 종류의 데이터를 수집하고 분석해야 한다.

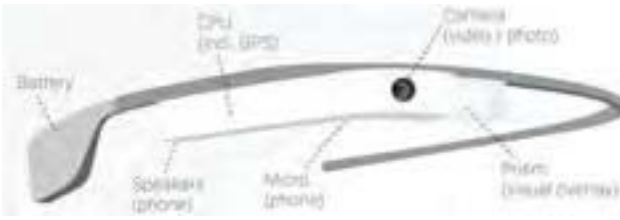
**소형 스마트 기기들이 고도화되면서 웨어러블 장치의 기능도 단순히 신체 데이터를 수집하는 수준에서 사용자와 상호작용을 통해 사용자에게 지능적 처리 결과를 보여주는 형태로 변화**



〈그림 9〉 근거리 무선통신 그룹관리 미들웨어 구조

〈그림 8〉의 미들웨어는 의료나 건강 관리에 사용하기 위해 여러 기종의 웨어러블 장치로부터 다양한 데이터를 수집하고 저장한다.<sup>[11]</sup> 그 후, 데이터 통합 및 분석 과정을 거쳐 사용자에게 필요한 정보로 가공한 뒤, 사용자의 모바일 단말의 응용 프로그램에 결과를 전달하는 기능을 한다. 이 미들웨어는 사용자가 데이터를 요청할 때, 현재 수집한 정보로 요청에 대한 대답을 할 수 있는지 판단한다. 예를 들어, 하루 동안의 도보 거리를 측정하려 할 때, 단순히 GPS를 이용해 이동 정보만 사용하는 것은 부정확하다. GPS 정보만으로는 걸어서 이동한 것인지 자동차를 이용한 것인지 판단할 수 없고, 계단을 오르거나 등산을 한 경우 실제 이동거리보다 적은 결과를 얻을 수 있기 때문이다. 이런 경우에는 신발에 부착된 압력 센서나 체온 센서, 진동 센서 등에서 얻어진 데이터를 조합하여 보다 정확한 결과를 얻을 수 있다. 또한, 사용자마다 사용하는 웨어러블 장치의 종류와 수가 다르기 때문에 미들웨어는 데이터를 분석하기 전에 현재 가진 웨어러블 장치의 조합으로 결과를 얻을 수 있는지 판단한다. 앞서 제시한 예시에 대한 처리 알고리즘에서 필수적인 데이터가 진동 횟수 이고 나머지 데이터는 선택적이라면, 미들웨어는 진동 데이터를 측정하는 웨어러블 장치의 유무를 판단하여 결과 값 계산 가능 여부를 판단하고 사용 가능한 정보들을 분석하게 된다.

## 3. 근거리 통신을 위한 모바일 미들웨어



〈그림 10〉 구글 글래스

최근에 웨어러블 컴퓨팅 장치들의 하드웨어 사양이 고급화하고 기능이 다양해 지는 추세이기 때문에 스마트폰과 같은 모바일 장치와 웨어러블 컴퓨팅 장치간의 차이가 크게 좁혀지고 있다. 장차 스마트 모바일 장치급 웨어러블 장치들이 등장하면, 현재 모바일 장치에서 이용되는 각종 통신 미들웨어, 사용자 인터페이스 미들웨어, 멀티미디어 미들웨어들이 웨어러블 컴퓨터에서도 실행될 수 있을 것이다. 본 절에서는 웨어러블 컴퓨팅 서비스에 활용할 수 있는 모바일 장치 미들웨어 하나를 사례로서 소개한다.

웨어러블 컴퓨팅 서비스의 미들웨어는 웨어러블 네트워크에 연결된 다수의 웨어러블 장치들 전부 또는 일부를 하나의 그룹으로 묶어 관리할 필요가 있다. 〈그림 9〉는 모바일 환경에서 다수의 장치 및 사용자를 대상으로 서비스를 수행하기 위한 단위로 그룹을 형성하고 관리하기 위한 근거리 무선통신을 활용한 그룹 관리 미들웨어의 구조인데, 이런 미들웨어도 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 활용될 수 있다.

안드로이드 플랫폼을 기반으로 개발된 이 미들웨어는 WiFi나 WiFi Direct 등의 근거리 무선통신을 이용하여 물리적으로 근접한 장치나 사용자들간의 상호작용을 목적으로 하고 있다.<sup>[12]</sup> Group Membership Management는 그룹 생성, 구성원 초대, 그룹 대표권한 관리, 그룹 삭제 등의 그룹 관리 기능을 담당하고, Profile Management는 다수의 장치와 사용자가 그룹을 형성하게 되므로 효율적인 정보 및 상태 관리를 위하여 장치, 사용자, 그룹, 그룹 내의 컴퓨팅 자원 등에 대한 정보를 프로파일로 관리한다. Session Management는 그룹 구성



〈그림 11〉 증강현실 서비스

원들 간의 다수의 커넥션이 형성되기 때문에 단일 세션과 멀티 세션을 관리하여 그룹 구성원간의 통신 품질 향상을 담당하고, Distributed Resource Management는 그룹 내의 구성원들이 보유한 각각의 컴퓨팅 자원들을 그룹 공용 자원으로 추상화 시키고, 서비스의 필요에 따라서 다른 구성원의 컴퓨팅 자원을 사용할 수 있도록 권한 및 자원 상태 등을 관리한다. Communication Management는 근거리 통신 인터페이스는 다양한 종류가 있기 때문에 미들웨어가 어떤 통신 인터페이스와 결합되어도 동작할 수 있도록 관리하며 Synchronization Management는 그룹 가입, 탈퇴나 서비스 수행 시 변하는 그룹 구성원들의 상태를 실시간으로 그룹 전체에 동기화 시키는 역할을 담당한다.

**웨어러블 네트워크나 미들웨어 분야에서 더 발전할 여지가 있고 관련된 연구를 지속적으로 해나감으로써 차세대 웨어러블 컴퓨팅 산업을 주도**

#### 4. 웨어러블 미들웨어 활용 방안

소형 스마트 기기들이 고도화되면서 웨어러블 장치의 기능도 단순히 신체 데이터를 수집하는 수준에서 사용자와 상호작용을 통해 사용자에게 지능적 처리 결과를 보여주는 형태로 변화하고 있다. 대표적인 사례로는 〈그림 10〉의 구글 글래스와 같은 스마트 글래스나 세계의 주요 스마트폰 생산 업체들이 주도하는 스마트 워치가 있다. 이러한 장치들의 기능은 센서를 이용해 데이터를 수집하는데 그치지 않고 수집 데이터를 분석하고 처리하거나, 사용자의 모바일 단말과 연동하여 각종 알림을 표시하기도 한다.<sup>[13]</sup>



스마트 글래스의 경우에는 탑재된 카메라를 이용해 사용자가 바라보는 것을 사진이나 동영상으로 촬영할 수도 있고, <그림 11>과 같이 현재 보고 있는 영상을 분석한 결과 정보를 사용자 시야에 직접 표시하는 증강 현실 서비스를 제공하기도 한다.

이와 같이 사용자가 바라보는 환경을 분석하고 사용자가 원하는 정보를 얻기 위해서는 여러 가지 절차가 필요하다. 먼저, 사용자가 바라보고 있는 시선을 촬영하여 이미지로 변환하여 의미 있는 특징들을 구분하거나 사용자의 동작을 감지한다. 이후, 이미지를 분석하여 필요한 결과 값을 획득하고 사용자의 시야에 직접 표시한다. 이와 같은 과정에서 이미지 처리와 같은 고도의 연산은 웨어러블 장치의 가격을 높이고 배터리 수명을 짧게 만들 수 있다. 이런 문제를 극복하기 위한 수단으로도 웨어러블 미들웨어를 이용할 수 있다. 예를 들면, 사용자가 유적지를 방문하여 해당 유적에 대한 정보를 조회할 때 사용할 수 있다. 사용자가 유적 정보를 요청하면 웨어러블 응용 프로그램은 사용자의 시야에서 유적에 해당하는 부분을 추출한다. 그 후, 웨어러블 미들웨어에서 유적 정보를 요청하는 메시지를 생성하여 이미지와 함께 원격 서버에 전송한다. 그 후, 유적 정보를 획득하게 되면 원격 서버는 웨어러블 미들웨어에 유적 정보를 전송하고, 웨어러블 미들웨어는 원격 서버로부터 수신한 정보를 응용 프로그램에 전달하여 사용자 시야에 표시할 수 있다. 이와 같이 고도의 연산을 필요로 하는 부분을 웨어러블 미들웨어가 원격 서버에 위임함으로써, 보다 저렴한 장치들로 웨어러블 장치를 구성할 수 있고, 연산에 소모되는 전력을 절약할 수 있다.

#### IV. 결론 및 향후 전망

웨어러블 컴퓨팅과 관련된 다양한 네트워크 기술들을 살펴보고, 서비스의 유형과 특성에 따라서 최적의 관리를 해줄 수 있는 미들웨어 기술을 살펴보았다. 웨어러블 컴퓨팅 장치의 성능이나 서비스 유형에 따라서 가장 알맞은 네트워크와 미들웨어 기술을 선택하는 것이 바람직하다. 최근 구글, 삼성, 애플 등이 웨어러블 컴퓨팅 산업에

적극적으로 가세하여 시장의 규모가 커지고 있고, 이것들을 가능하게 해줄 기술들이 나오고 있다. 그러나 아직은 웨어러블 컴퓨팅 서비스가 스마트폰처럼 일반화된 상태가 아니기 때문에, 웨어러블 네트워크나 미들웨어 분야에서 더 발전할 여지가 있고 관련된 연구를 지속적으로 해나감으로써 차세대 웨어러블 컴퓨팅 산업을 주도해 나갈 필요가 있다.

#### 참고 문헌

- [1] <http://www.ieee802.org/15/>
- [2] <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.6-2012.html>
- [3] Stefan Drude, [www.ieee802.org](http://www.ieee802.org), Tutorials, [ban-tutorial-on-body-area-networks.ppt](#)
- [4] Bluetooth SIG, <http://www.bluetooth.com/>
- [5] 이형수, “WBAN 표준동향 및 기술분석”, TTA Journal, Vol.128, pp.77-71, 2010.03.
- [6] Verilobi.com, <http://verilobi.com/body+area+network/>
- [7] Hyung Sun Lee, Choong Bum Park, Kyoung Ju Noh, John Sunwoo, Hoon Choi, and Il-Yeon Cho, “Wearable Personal Network Based on Fabric Serial Bus Using Electrically Conductive Yarn”, ETRI Journal, Vol.32 No.5, pp.713-721, Oct. 2010.
- [8] 백인걸, 박충범, 명노환, 은창수, 최훈, “웨어러블 컴퓨팅을 위한 Fabric Area Network 토폴로지(A Fabric Area Network Topology for Wearable Computing)”, 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, Vol.5 No.1, pp.5-14, 2009. 03.
- [9] 박경민, 최훈, 윤태은, 유은지, “전자섬유 네트워크와 안드로이드 응용 서비스 연동 메커니즘(Interworking Mechanism for e-Textile Networks and Android Application Services)”, 정보과학회논문지, Vol.18, No.8, pp.612-616, Aug. 15, 2012.
- [10] KwangHee Lee, MinCheol Kang, Hoon Choi, SunYoung Kang, HyungShin Kim, DongWon Han, “A Middleware Framework for Wearable Computers,” IT-SOC Conference 2004, pp. 335-339, Oct. 2004.
- [11] E. A. Oliveira, M. Kirley, J. C. B. Fonseca, and K. Gama, “Device Nimbus: An Intelligent Middleware for Smarter Services for Health and Fitness,” International Journal of



Distributed Sensor Networks, <http://www.hindawi.com/journals/ijdsn/aa/454626/>

[12] Moon-Tak Oh, Kyung-Min Park, Tae-Eun Yoon, Hoon Choi and Chil-Woo Lee, "Design of Middleware for Mobile Group Control in Physical Proximity", World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET), International Science Index 84, International Journal of Communication Science and Engineering, pp.289-293, Dec. 6, 2013.

[13] Google, <http://www.google.com/glass>



**박경민**

- 2010년 2월 충남대학교 학사
- 2013년 2월 충남대학교 석사
- 2013년 3월 ~ 현재 충남대학교 박사과정

〈관심분야〉  
Wearable Computing, Network Middleware



**장보경**

- 2014년 2월 충남대학교 학사
- 2014년 3월 ~ 현재 충남대학교 석사과정

〈관심분야〉  
Wearable Computing, Network Middleware



**최훈**

- 1983년 서울대학교 학사
- 1993년 Duke University 박사
- 1983년 ~ 1996년 한국전자통신연구원
- 1996년 ~ 현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수

〈관심분야〉  
Distributed System, Middleware, Mobile Computing