

센서 네트워킹을 위한 웨어러블 컴퓨팅 플랫폼

이태규*, 고명숙**, 정기수*
*한국생산기술연구원
**부천대학 비서학과
e-mail:tglee@kitech.re.kr

Wearable Computing Platform for Sensor Networking

Tae-Gyu Lee*, Myung-Sook Ko**, Gi-Soo Chung*
*Korea Institute of Industrial Technology
**Bucheon University

요 약

본 논문은 모바일 사용자의 이동환경의 정보를 감지하고 전송하기 위해 디지털의류를 사용하는 웨어러블 컴퓨팅 플랫폼을 제안한다. 이러한 대안을 제시하기 위해서 센서네트워크 기술과 디지털의류기술의 균형적 시각을 갖고 각 기술의 사용자특성을 면밀히 관찰하여 웨어러블 컴퓨팅 사용자가 요구하는 기능 및 인터페이스를 구현해야한다. 따라서 웨어러블컴퓨팅 플랫폼을 제안하고 디지털 센싱의류와 센서네트워크 인터페이스(Interfacing), 기술이력축적, 생산성향상, 개발 편의성증진 및 개발자확대, 표준 사용자요구사항분석, 기기효율성강화, 웨어러블컴퓨팅시스템 구축 등의 효과를 보여주는 현황 및 이슈를 기술한다.

1. 서론

이동 정보화기술의 요구와 사용자 편의성 지원을 위해 웨어러블컴퓨터는 1966년 HMD(Head Mounted Display)를 시작으로 새로운 기술의 시도와 변화를 거듭하면서 발전해왔다. 특히, 전형적인 웨어러블컴퓨팅은 인간의 의복형태가 그 중심을 차지하고 있고, 센서네트워크 기술은 이동환경 정보 및 사용자정보 수집 및 분석을 통한 인간 생활의 다양화 및 편리성을 극대화하는 역할을 수행한다 [1][2].

이러한 모바일 사용자 욕구를 충족시키기 위해서는 신규 웨어러블컴퓨팅 플랫폼을 지원함으로써 디지털의류와 센서네트워크기술의 상호연동, 웨어러블컴퓨팅 기술이력축적, 기술 및 제품 생산성향상, 개발자편의성증진 및 개발자확대, 대규모사용자요구사항분석, 기기효율성강화, 웨어러블컴퓨팅 정보시스템구축 등을 주도해야 한다 [1].

웨어러블컴퓨팅을 지원하기 위해 기존 컴퓨팅이 다음과 같은 새로운 요청에 대해 대응해야 한다.

하드웨어(네트워크 포함) 인프라 측면에서 다양한의류및 섬유전용IC/PCB기술, 웨어러블인터페이스디바이스(예; 디지털단추, 디지털지퍼, 디지털브랜드탭 등), Intra-PAN/Inter-PAN(Personal Area Network), 웨어러블 디스플레이패널, 생체신호센싱모듈, 웨어러블컴퓨팅디바이스, 웨어러블외부연동인터페이스(external interconnection interface), 웨어러블배터리관제시스템 등의 새로운 대안들

이 요구된다.

다음으로, 운영체제(웨어러블컴퓨팅 프로세스단위 필터링 및 변환모듈, 다계층 슬립 모바일운영체제, 데이터소스 추적 및 모니터링기법, 동기화기법: 실시간온라인백업/동기화, 오프라인백업/동기화, 웨어러블컴퓨터동기화), 데이터베이스(개인 모바일데이터베이스, 집합데이터베이스, 데이터베이스 계층구조 및 데이터웨어하우징, 데이터베이스 인덱싱 구조 및 알고리즘, 지능형데이터베이스) 등이 개선되어야 한다.

그리고 프로그래밍언어(커스터마이징 언어), 개발도구(컴파일러연동 웨어러블 표준편집기, 웨어러블컴퓨팅 표준 융합/분해 디자인도구), 개발인터페이스(API) 등을 포함하는 웨어러블 개발플랫폼이 구축되어야 한다.

마지막으로 사용자모델로서 사용자인터페이스모델, 사용자시나리오모델, 응용분야별 데이터모델 등을 정립하고, 디지털의류 활용 모델로서, 개인 활용과 그룹 활용이 제시되어야 한다.

웨어러블 컴퓨터는 옷을 입듯이 몸에 착용할 수 있는 모바일컴퓨터이다. 1966년 MIT에서 Ivan Sutherland 교수의 컴퓨터를 이용한 HMD를 개발한 것으로부터 시작되어, 비행기 정비사와 같이 양손을 자유롭게 사용하기 위한 업무 분야에 먼저 도입되었으며, 최근에는 운송, 영업, 국방,

의료 분야 등으로 응용 범위가 지속적으로 확대되고 있다 [2].

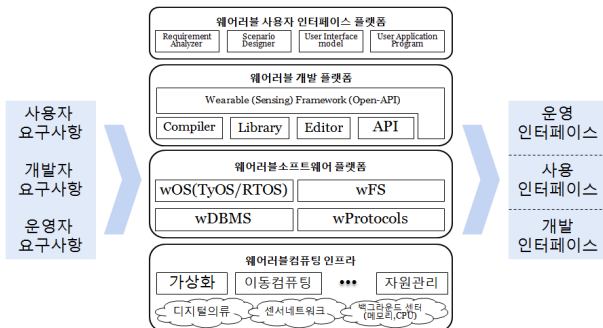
웨어러블컴퓨팅 플랫폼은 디지털의류 및 웨어러블컴퓨터 개발 및 서비스 제공을 위한 지원 기반을 제공하기 위해서 인프라로부터 사용자에게 이르기까지 다양한 웨어러블컴퓨팅 정보서비스를 창출하기 위한 시스템 구성기초를 제공한다.

본 연구는 센서네트워킹과 웨어러블컴퓨팅의 주요 특징 및 주요 이슈를 도출하고 개발과제 및 방향을 제공한다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 기술한다. 2장은 웨어러블컴퓨팅 플랫폼으로 센서네트워킹 플랫폼, 소프트웨어 및 개발 플랫폼, 사용자 인터페이스 플랫폼을 제안한다. 3장은 웨어러블컴퓨팅 시스템 구축 전략을 정립하고 로드맵을 기술한다. 마지막 5장은 결론으로 웨어러블컴퓨팅 플랫폼에 대한 연구요약과 향후과제를 기술한다.

2. 웨어러블컴퓨팅 플랫폼

웨어러블 컴퓨팅서비스의 개발 지속성, 표준화환성, 생산성 및 경제성을 지원하기 위해 웨어러블 컴퓨팅의 하드웨어, 소프트웨어, 사용자 등을 포함하는 모든 구성요소를 통합 관리하는 컴퓨팅 플랫폼이 절실히 요구된다.



(그림 1) 웨어러블 컴퓨팅 제안 플랫폼

웨어러블컴퓨팅 플랫폼은 모바일하드웨어인프라를 지원하는 하드웨어플랫폼, 운영체제, 데이터베이스를 비롯한 소프트웨어플랫폼, 디지털의류개발자 지원 개발플랫폼, 사용자지원 사용자플랫폼 등으로 구분하여 하부층으로부터 상부층까지 구조를 형성한다. 웨어러블컴퓨팅 플랫폼은 웨어러블 디바이스의 기획, 설계, 개발, 테스트, 운영관리 등의 웨어러블컴퓨팅 프로세스 시스템 전반에 걸쳐 데이터 수집, 저장, 배포 등의 정보흐름 통제에 관한 일관된 뷰(view)를 제시한다.

2.1 웨어러블컴퓨팅 인프라 플랫폼

웨어러블컴퓨팅 하드웨어 플랫폼은 웨어러블 정보서비

스 지원을 위한 스토리지 및 메모리, 네트워크, 서버/PC, 웨어러블센싱 및 외부환경센싱 디바이스, 웨어러블I/O 디바이스를 구성한다. 또한 확장 하드웨어플랫폼으로 범용 스마트디바이스로 스마트폰, 스마트패드 등이 지원된다.

- 디지털의류: 디지털의류의 정보전송 및 사용자보호기능 강화를 위한 표준스펙의 디지털사를 지원한다. 여러 가닥의 디지털사를 통합지원하기 위해 디지털밴드가 지원된다. 다양한 디지털의류 기기의 확장 및 연동을 위해 웨어러블 커넥터를 지원한다.
- 웨어러블센싱(w-Sensor): 직물센서를 비롯한 임베디드센서를 통합 및 호환 운용할 수 있는 플랫폼을 구성한다.
- 웨어러블I/O: 웨어러블컴퓨팅의 정보 입출력을 지원하기 위해서 입출력 데이터형식, 통신규약 등을 지원한다. 다양한 웨어러블입력디바이스, 웨어러블출력디바이스의 규격 및 표준호환 방법을 지원한다.
- 센서네트워크: 웨어러블 사용자의 이동환경을 실시간 모니터링하기 위한 환경센서모듈 및 센서네트워킹을 지역 또는 광역무선망에 기초하여 구성한다.
- 웨어러블 관계센터: 웨어러블 디바이스를 실시간으로 모니터링 및 백업, 결합포용, 정보 분석 및 부가정보서비스를 구축한다.

2.2 개발 및 소프트웨어 플랫폼

웨어러블 개발플랫폼은 개발자를 지원하기 위한 개발라이브러리, API, 프레임워크와 같은 개발도구, 컴파일러, 에디터, 디자인도구 등을 구성한다.

- 웨어러블 API: 웨어러블 응용프로그램 개발을 위한 개방형 프로그램 인터페이스(Open-API)를 지원한다.
 - 컴파일러·에디터: 전용 컴파일러를 구성하고 웨어러블 시스템 기반 프로그램 편집기능을 제공한다.
 - 프레임워크: 디지털의류 디자인, 프로그램편집, 컴파일 등의 웨어러블시스템 통합개발 환경을 지원한다.
- 웨어러블 소프트웨어 플랫폼은 디지털의류의 컴퓨팅서비스를 지원하기 위한 OS, FS(file system), 표준디바이스 드라이버, 통신프로토콜, DBMS 등을 구성한다.
- Wearable-OS(wOS): 웨어러블 정보시스템을 운용하기 위해서 초경량 자원관리 및 사용자 관리를 강화하기 위해서 메모리기반파일시스템(wFS)과 경량분산 프로토콜을 통해서 안전한 데이터전송을 지원한다.
 - Wearable-DBMS(wDBMS): 디지털의류 내부 데이터를 정형화된 데이터집합으로 구성하고, 외부 데이터 집합과

연동하기 위한 웨어러블 데이터베이스 시스템을 구축한다.

2.3 사용자인터페이스 플랫폼

사용자 플랫폼은 사용자 요구사항을 조사하고, 사용자 인터페이스 및 응용시나리오를 설계 및 개발하기 위한 기본 모델 및 도구들을 지원한다.

- 요구사항 분석도구: 사용자의 응용 요구사항 리스트를 제시하고 이에 따른 웨어러블컴퓨팅 기능선택 리스트를 구성한다.
- 사용자 시나리오 설계 모델 및 도구: 웨어러블 디바이스 사용자의 응용시나리오를 시간 또는 공간 흐름에 따라 주기적 시나리오 또는 비주기적 시나리오를 이벤트 기반(event-driven)으로 설계한다.
- 사용자 인터페이스 모형: 사용자인터페이스 표준 구성을 보여주거나 편리하게 적용 가능한 모델을 제안한다.
- 사용자 응용 프로그램: 다양한 기본 응용 라이브러리를 제공한다.

또한, 사용자 데이터 모델은 사용자의 정보 종류 및 분류, 정보 포맷 구성, 정보 전송 및 저장 매체, 정보 가공 방법 및 도구 등을 정립한다.

3. 웨어러블컴퓨팅시스템 구축 전략

본 절은 2절의 웨어러블컴퓨팅 플랫폼을 원활하게 개발하기 위해서 주요기술과 개발과제 이슈를 발굴하고, 이에 대한 업무 프로세스를 수행하기 위한 개발 로드맵을 기술한다.

(표 1) 웨어러블컴퓨팅 주요이슈

구성요소	주요 이슈
디지털의류 및 스마트(센싱) 단말	디지털사 업그레이드 (전송성능향상, 전송거리확장)
	디지털커넥터(내부연동, 외부연동)
	웨어러블 임베디드 스마트단말 개발
	스마트단말 무선 연동(지역(WIFI)연동, 광역(GG/4G)연동)
	웨어러블 네트워크(Internal/External) 디바이스
	다양한 사용자 인터페이스 디바이스
	직물센서 측정능력 및 운용효율성 강화
	웨어러블 I/O 디바이스
	외부 단말 연동 인터페이스 지원
	데이터 센싱 데이터 필터링 및 수집(Collection) 방법
무선 센서 네트워크 환경 (지역 환경, 광역 환경)	무선 센싱 기지국(기존 기지국 호환 및 연동) 지원
	기후환경 센싱 및 이벤트 모듈
	위치 센싱 및 이벤트 모듈
	외부 스마트단말 사용자 센싱 및 연동
	이동 스마트단말 사용자 풋프린트(foot-print) 이벤트
	클라우드 서비스 등 응용서비스 연동 표준 인터페이스 모듈
백그라운드 클라우드 컴퓨팅 서비스	가상 센싱 모델링 및 센서 가상화
	센싱(스마트)단말 모니터링 및 추적
	스마트단말 동기화
	스마트단말 백업 및 복구
	스마트단말 프라이버시 및 보안 서비스
	스마트단말 실시간 정보 서비스
	스마트단말 튜닝(tuning) 및 커스터마이징
	스마트단말 전환(Conversion or Change-over)
스마트단말 커뮤니티 지원	

3.1 웨어러블컴퓨팅 이슈

웨어러블컴퓨팅 이슈들은 표1과 같이 주요 구성요소를 웨어러블 디바이스, 사용자 외부환경, 웨어러블 백그라운드 컴퓨팅 영역으로 구분하여 기술한다.

첫 번째, 웨어러블 디바이스는 주로 사용자가 착용하는 디지털의류에 관련된 이슈들로서 디지털사, 디지털밴드, 커넥터, 웨어러블임베디드컴퓨터, 직물센서, 입출력 디바이스 및 인터페이스 모듈 등이다. 특히, 웨어러블 네트워크는 유무선 링크의 내부망(internal links)구성 및 외부망(external links) 연동이 주요한 이슈이다. 웨어러블컴퓨터는 이동 응용시나리오에서 발생하는 데이터를 필터링 및 수집 규칙(rule)과 실행방법 정의를 요구한다. 또한 웨어러블컴퓨팅은 내부 장치의 접속을 지원하는 기본 인터페이스와 부가장치 및 외부장치와 연동하는 확장 인터페이스를 정의해야 한다. 웨어러블 디바이스의 기능 복잡도 증가에 따른 경량화 문제와 사용자 인터페이스 단순화 문제는 지속적으로 개선되어야 한다.

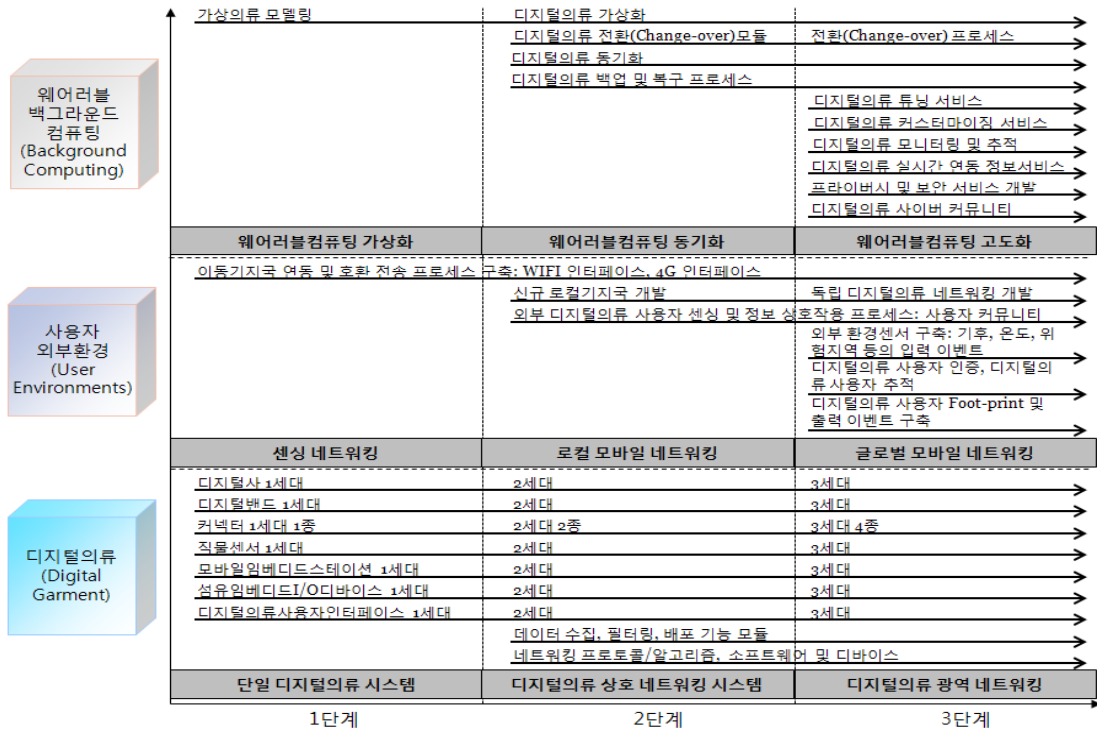
두 번째, 사용자 외부환경에 관련된 이슈들은 웨어러블 컴퓨터 사용자가 이동하는 환경에 있어서 정보 상호작용을 위한 외부디바이스, 모바일 센싱네트워크, 사용자 인터랙션 인터페이스 등이다. 특히, 센싱네트워크에 기초한 사용자위치, 외부온도, 습도, 기호, 개인 관심사물 정보센싱 등을 모니터링하는 무선 정보전송 인프라 구축이 요구된다.

세 번째, 웨어러블 백그라운드 컴퓨팅 이슈들은 웨어러블 컴퓨팅모델(2D/3D), 가상의류 및 디지털의류 가상화(virtualization), 디지털의류 대 가상의류 동기화 및 상호작용, 디지털의류 커뮤니티 (P2P, P2M, P2B), 디지털의류 모니터링 및 추적(트레이싱), 디지털의류 프라이버시 및 보안, 디지털의류 튜닝 및 커스터마이징, 디지털의류 전환(change-over) 등이 있다. 특히, 가상의류에 기초한 디지털의류 가상화는 디지털의류의 생성, 운용, 이전, 삭제 등을 작업을 수행함에 있어서 시스템 유연성 및 효율성을 극대화시키기 위해서 필수적이다. 웨어러블컴퓨팅의 활용성을 극대화하고 다양한 부가가치를 활성화시키기 위해서 디지털의류 수집정보 및 관련정보를 기초로 한 다양한 정보서비스 모델 창출이 지속적으로 요구된다.

3.2 웨어러블시스템 개발 프로세스

웨어러블컴퓨팅의 기술 및 시장 트렌드에 적합한 단계별 개발전략을 구축하기 위해서 다음과 같은 로드맵의 진행이 요구된다.

1단계는 웨어러블컴퓨팅 플랫폼 초기버전(WearPlatform 1.0)을 구축한다. 디지털의류와 외부 컴퓨팅 디바이스 (스



(그림 2) 웨어러블컴퓨팅 개발 로드맵

마트폰, 데스크탑, 서버 등)와의 정보 상호작용에 대한 정보 보호를 시나리오를 안정화시키는 동시에 기초 플랫폼 모델을 정립하는 데 목표를 두고 있다. 디지털의류 구성요소 개발에 집중적 노력이 필요하다.

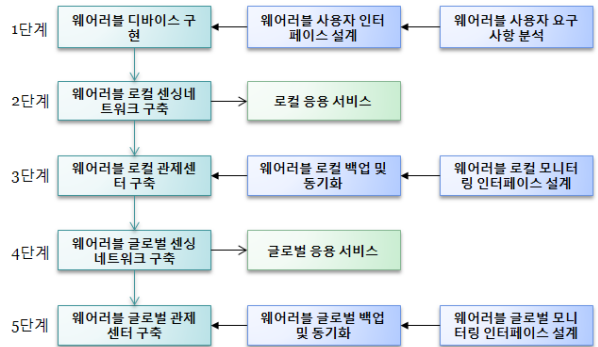
2단계는 1단계의 디지털의류를 고도화시키고, 외부 디지털의류 사용자와 정보 상호작용을 지원하기 위한 전송 및 컴퓨팅 환경을 구축한다. 특히, 웨어러블 백그라운드 컴퓨팅 센터에서 디지털의류 가상화 및 동기화서비스를 통해 시스템 유연성을 극대화시킨다.

3단계는 웨어러블컴퓨팅 시장 확산을 위해 디지털의류 뿐만 아니라 디지털의류연동 정보화서비스를 구축하여 인터넷기반 부가정보서비스를 실현한다. 웨어러블컴퓨팅의 모든 기능이 성숙 및 고도화되도록 경제성 있는 부품 및 제품화 기술을 실현하는 단계이다.

3.3 구축 전략

웨어러블 컴퓨팅 및 환경모니터링 네트워크를 구축하기 위한 구축 프로세스는 그림3과 같이 5단계로 진행된다. 1단계는 단일 웨어러블 디바이스에 관련된 컴퓨팅시스템을 개발구축하고, 2단계는 개별 웨어러블디바이스의 로컬 센싱네트워크와 모니터링 및 백업서비스를 제공한다. 특히, 근거리 웨어러블 P2P 컴퓨팅을 비롯한 근거리 모바일컴퓨팅이 구축된다. 3단계는 웨어러블 로컬관제센터를 구축하여 백업 및 복구, 동기화서비스를 제공한다. 4단계는 인터넷을 포함한 웨어러블 글로벌 센싱네트워크를 구축한다. 5단계는 웨어러블 글로벌관제센터를 구축하여 전역네트워크

에 기초한 단말 백업 및 복구, 동기화서비스를 제공한다.



(그림 3) 웨어러블컴퓨팅 구축 전략

4. 결론

본 연구는 웨어러블컴퓨팅의 해결 과제, 기술개발 로드맵을 제시하였다.

지속적인 연구개발 생산성 확대를 위한 웨어러블컴퓨팅 플랫폼을 구축하기위한 주요한 이슈로서 디지털의류 모델 및 가상화, 디지털의류관련 디바이스 경량화, 디지털의류 정보서비스 창출 등의 주요한 이슈들을 제시하였다.

참고문헌

[1] 이태규, 정기수, 이성훈, "섬유IT융합: 디지털의류와 웨어러블컴퓨팅 현황", 한국정보기술학회지 제10권 제2호, pp.1-10.
 [2] 손용기, 김지은, 조일연, "웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향", 전자통신동향분석 제 23권 제 5호 2008년 10월.