

웨어러블컴퓨팅 지원 백그라운드 전송 방법

이태규^{○*} 고명숙^{**} 정기수^{*}^{*}한국생산기술연구원, ^{**}부천대학

tglee@kitech.re.kr, kms@bc.ac.kr, gschung@kitech.re.kr

A Background Transfer Method for Wearable Computing

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

요 약

본 논문은 차세대 이동형 시스템인 웨어러블 컴퓨팅을 지원하는 무선 스마트 단말의 전송 채널 및 저장 용량 등의 제약에 따른 무선 단말 대 무선 단말의 데이터 전송한계를 극복하기 위한 새로운 전송방법 및 시스템을 제안한다. 무선 인터넷상에서 무선 단말의 전송 및 저장 능력의 한계는 무선 웨어러블 컴퓨팅 정보 서비스 발전을 가로막고 있다.

본 연구는 이러한 웨어러블 단말들 사이의 데이터 전송 및 저장 능력 문제점을 극복하기 위한 대안을 제시하기 위해서 실시간 백그라운드 전송 방법(Real-time Background Transfer Method)을 제안한다.

1. 서 론

웨어러블 컴퓨팅은 인간에게 가장 밀착된 기술 적용으로 차세대 컴퓨팅 분야인 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)의 중심에 위치한다고 말할 수 있다. 이는 무선 통신기술과 시스템을 이동화·소형화·의류화·내장화·경량화·유연화·디지털화하여 사용자와 컴퓨팅 기기간의 상호교감을 극대화시키는 사용자 지향 인터페이스(user-oriented interface)를 지원한다. 또한 사용자의 정보접근성 및 이동성을 증대시키기 위해서 시간과 공간 제약을 받지 않는 외부 유비쿼터스 환경을 구축함으로써 인간과 정보 서비스 매체간의 경계를 허무는 서비스 플랫폼 기술을 지향한다 [1][2].

웨어러블 컴퓨팅의 궁극적인 목적은 사용자로 하여금 언제 어디서나 최적의 실시간 정보 서비스를 제공받도록 하는 것이다. 이를 위해서 무선 정보 전송 및 정보 가공 기술은 중요한 위치를 점유하고 있다.

최근 광역 무선 네트워크의 발전과 더불어 무선 단말 이용자수와 활용률은 지속적으로 성장하고 있다. 또한 무선 인터넷 서비스 연동에 따라 무선 이동사용자의 콘텐츠 내용 및 범주가 다양해졌다. 특히 현재 스마트 단말 서비스는 사용자의 새로운 정보 욕구를 창출하였으며 무선 인터넷의 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 무선 네트워크 서비스로 확장뿐만 아니라 무선이동 지향 전문 서비스에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다.

그러나 이러한 무선 이동통신서비스 발전에도 불구하고 이동단말의 무선 전송 서비스를 지원하기 위한 주요요소로서 무선 전송 채널수와 대역폭, 배터리, 메모리 등의

사용자 무선 이동단말 자원은 물리적으로 제한되어 있다. 이러한 제약사항들은 웨어러블 전송시스템의 안정성(safety)과 실시간성(realtime)의 한계성을 나타낸다 [11][12][13].

본 연구는 스마트폰을 비롯한 무선 단말의 채널 및 메모리 자원의 제약사항에 따른 무선 단말 대 무선 단말의 데이터 전송한계를 극복하기 위한 새로운 전송방법을 제안한다. 무선 인터넷 서비스 확장에 따른 무선 단말의 전송 및 저장 능력의 한계는 무선 멀티미디어 서비스 발전을 가로막고 있다 [3]. 본 연구는 이러한 웨어러블 컴퓨팅의 데이터 전송 및 저장 문제점에 대한 대안으로 실시간 백그라운드 전송 시스템(real-time background transfer system)을 제안한다. 이 후방지원 시스템은 정보 전송프로세스들 사이의 전송 실패를 모니터링하여 전송 결함을 복구하는 전송 결함허용(fault tolerance) 기법과 전송 프로세스 및 데이터의 실시간 복제 프로세스를 통해서 높은 실시간성(hard real-time) 전송 기법을 지원함으로써 무선 전방위(foreground) 전송시스템의 안정성과 실시간성을 향상시킨다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 기술한다. 먼저 2장은 웨어러블 무선 데이터 전송 시스템의 기존 연구 및 시스템 모델을 중심으로 본 연구의 문제점 및 대안을 제안한다. 3장은 본 논문의 제안으로 웨어러블 백그라운드 전송시스템의 구성 및 전송방법을 기술한다. 4장에서는 제안된 백그라운드 전송방법 및 시스템의 다양한 특징을 실험분석하고, 마지막으로 5장에서는 본 연구 결과 및 향후 연구 방향을 기술한다.

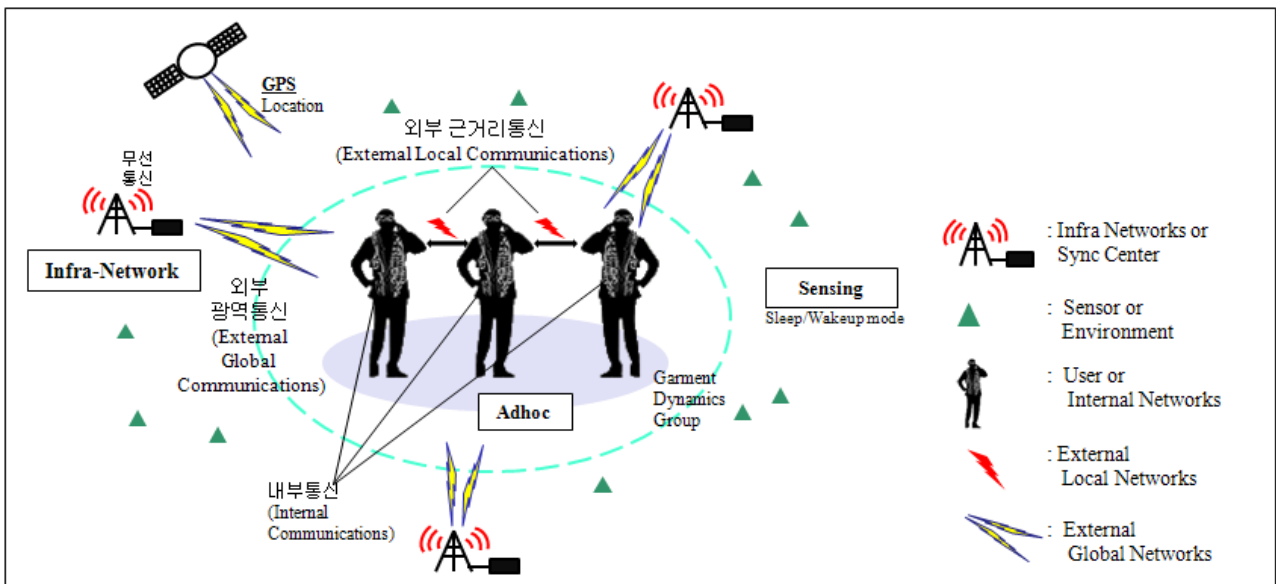


그림 1. 웨어러블 컴퓨팅 네트워크 구성도

2. 무선 데이터 전송 시스템

웨어러블 컴퓨팅의 무선 이동 정보 전송 시스템은 주로 블루투스, 와이파이를 비롯한 내부 무선네트워크와 와이파이-에드혹, 블루투스, 지그비 등의 근거리 외부무선네트워크와 CDMA와 GSM을 비롯한 광역 외부무선네트워크에 기초한 데이터 전송 서비스를 제공해 왔다 [1][4][5]. 그림 1과 같은 웨어러블 전송 구성에 기초하여 사용자 음성, 이미지, 텍스트, 동영상, 게임 등의 다양한 모바일 정보서비스들이 제공되고 있다. 그리고 모바일 사용자간 주요 서비스로는 단문전송서비스(SMS/MMS)

에서 이미지 또는 동영상으로 중심 서비스가 확대 이동되고 있다 [10].

최근에 블루투스(bluetooth)와 같은 무선 단말 네트워크 및 단말 하드웨어 발전과 더불어 무선 단말 간 전송과 같이 단말-대-단말(phone-to-phone; peer-to-peer) 근거리 직접 데이터 전송이 역시 가능하게 되었다.

그러나 이러한 웨어러블 전송 시스템들에 기초한 모든 전송 서비스들은 아직까지도 모바일 스마트 단말(mobile smart host)의 메모리, 전력, 전송 대역폭 등의 한계점에 제약 받는 무선 이동단말 자원 의존적 데이터 서비스에 국한되어 있는 실정이다 [3].

기존 CDMA, GSM 등과 같은 무선 광역 전송네트워크 시스템과 근거리 전송네트워크 시스템은 그림 2와 같이 개방된 데이터 전송 서비스를 지원하기 위해 WAP 또는 가상머신(virtual machine) 게이트웨이(gateway)에 기초한 전송서비스를 지원한다 [6][7][8]. 이러한 전송 응용은 단말 또는 무선망에서 수용 가능한 범위 내에서 지원센터에 위치한 게이트웨이가 유선 응용 서버들에 접근하여 응용 콘텐츠 정보를 모바일 클라이언트 사용자에게 전달 또는 변환하는 과정으로 모바일 웹, 이메일, 파일 전송 등과 같은 다양한 정보 서비스를 제공한다.

본 연구는 이러한 기존 클라이언트-서버 또는 단말-대-단말 등의 무선 단말 제한적 서비스 환경을 극복하고 웨어러블 무선 단말 간(phone-to-phone) 무제한 데이터 전송 서비스 실현을 위한 대안으로 다음 정의 1과 같은 실시간 백그라운드 전송 모델을 제안한다.

정의 1. 백그라운드 전송(background transfer)은 사용자

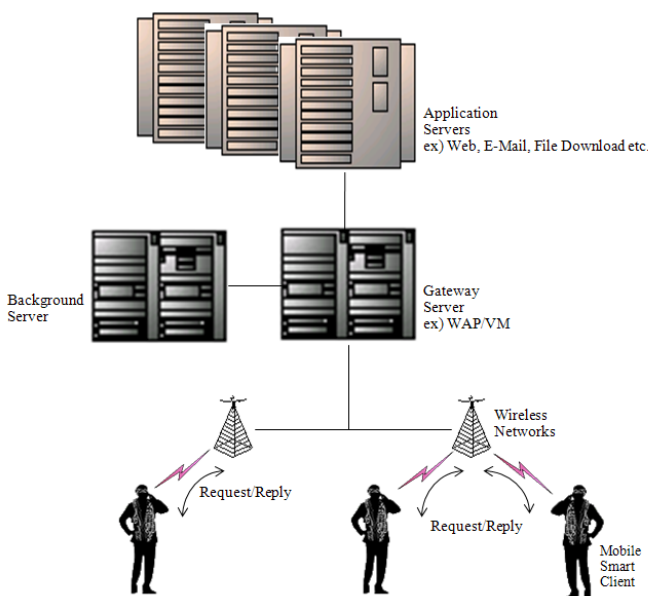


그림 2. 웨어러블 데이터 전송 구성도

가 직접적으로 휴대하는 스마트 단말과 독립적으로 후방(background) 시스템에서 사용자가 전방위(foreground)에서 수행하는 모든 전송저장 관련 프로세스의 안정성(safety) 및 실시간성(realtime)을 지원하기 위한 중복(duplicate) 전송저장 프로세스이다.

3. 백그라운드 전송 방법

웨어러블 백그라운드 전송 시스템은 그림 3과 같이 크게 백그라운드 제어 프로세스(Control Process), 백그라운드 데이터 전송 프로세스(Send Process), 데이터 수신 프로세스(Receive Process)로 구분할 수 있다.

먼저, 백그라운드 서버의 제어 프로세스가 모니터링 대기(waiting) 상태에서 클라이언트 백그라운드 전송 요구에 의해 백그라운드 제어 프로세스가 시작된다.

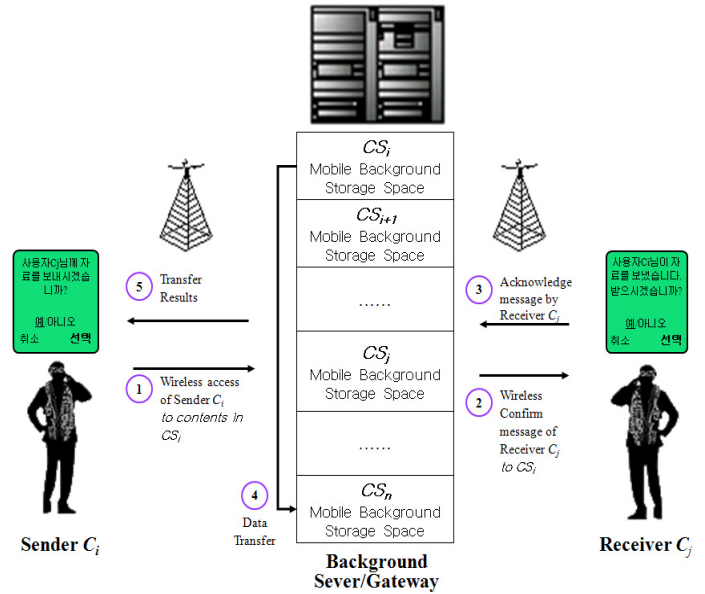


그림 4. 웨어러블 백그라운드 제안 모델

```

Control Process on Controller:
initiate and start; /* 프로세스 초기화 및 시작 */
if(receive(Request_Ci == ok) {
    authenticate Ci; /* 송신자 인증 */
    receive(URI_i and Data) from Request_Ci; /* 송신 데이터 및 위치가 수신 */
    encode URI_i and Data; /* 데이터 및 위치가 암호화 */
    save Data into URI_i; /* 데이터 백그라운드 저장 */
    send Ack_temp to Ci; /* 데이터 수신 응답메시지 */
};
if(receive(Reponse_Cj == ok) {
    authenticate Cj; /* 수신자 인증 */
    receive(URI_j) from Response_Cj; /* 수신 위치가 */
    encode URI_j; /* 목적 저장 위치가 암호화 */
    deliver Data from URI_i to URI_j; /* 송신자 위치기로부터 수신자 위치기로 데이터 전송 */
    send Ack_back to Ci and Cj; /* 데이터 전송 완료 응답메시지 */
};
End.

Send Process:
send Request_Ci to Ci; /* 수신자에게 송신자 전송요구 */
if(receive(Response_Cj == ok) {
    authenticate Ci to Controller; /* 송신자 인증 */
    select URI_i and send to Controller; /* 백그라운드 전송 위치 선택 */
    send Data_Ci to Ci; /* 데이터 전송메시지 */
};
End.

Receive Process:
if(receive(Request_Ci == ok) {
    authenticate Ci to Controller; /* 수신자 인증 */
    select URI_i and send to Controller; /* 백그라운드 수신 위치 선택 */
    receive Data_Ci; /* 송신자 위치기로부터 수신자 위치기로 데이터 전송 */
    send Ack to Ci; /* 데이터 수신 응답메시지 */
};
End.
    
```

그림 3. 웨어러블 백그라운드 전송 프로세스

송신 프로세스 C_i 가 수신 프로세스 C_j 에 대한 전송요구 이벤트 $Request_C_i$ 를 전송한다. 송신자 C_i 는 자신의 스마트단말에 있는 데이터 또는 백그라운드 서버에 있는 자신이 전송하고자 하는 데이터 소스를 선택한다(data select 과정으로 URI_i 지정). 그리고 게이트웨이 또는 백그라운드 서버가 이러한 요구메시지 $Request_C_i$ 를 수신할 때 백그라운드 실행 프로세스는 송신자의 데이터 원본 위치 식별자(URI_i) 및 접속 보안 등에 대한 정보를

암호화(encode)하고 수신자 C_j 로부터 수신승인 메시지($Response_C_j==ok$)를 대기한다.

이러한 송신자 전송 요청($Request_C_i$)을 수신한 수신자 C_j 는 수신 승인($ACK_Accept: Response_C_j==ok$) 여부 및 데이터 목적지(URI_j)를 송신자 C_i 또는 백그라운드 서버에게 알림으로써 백그라운드 명령 프로세스가 진행된다(그림 4-①②③).

다음으로, 게이트웨이로서 백그라운드 서버는 수신자 C_j 로부터 C_i 의 전송요청에 대한 응답메시지를 송신자 C_i 에 전달한다. 또한 백그라운드 서버에 있는 백그라운드 제어 프로세스가 수신자 C_j 로부터 C_i 에 대한 전송요청에 승인메시지를 수신했다면, 이러한 전송 요청에 대한 암호화된 정보를 복원(decode)하여 데이터 출발지로부터 목적지로 데이터 전송(또는 복제)을 실행한다 [9]. 이러한 데이터 전송 과정이 완료되면 송신자 C_i 와 수신자 C_j 각각에게 송신임시완료메시지(ACK_temp) 및 수신완료메시지(ACK_back)를 전송한다(그림 4-④⑤).

이러한 제어 명령과 백그라운드 데이터 전송을 실제 시스템에 적용하는 방법으로 다음과 같이 세 가지를 제시한다.

- 인터넷(예, WAP-HTTP) 호환 모듈
- 게이트웨이(Gateway) 확장 모듈
- 링크 복제(Link copy) 모듈

인터넷 호환 모듈은 표준 WAP/HTTP 전송시스템 등의 변화 없이 새로운 백그라운드 전송명령 집합을 HTML 전송 명령 집합에 연동시켜, 독립적으로 구성되는 백그라운드 데이터 전송 시스템 및 파일 시스템으로 데이터

전송 명령을 수행하게 한다.

두 번째, 무선지원 게이트웨이에 내장(embedded) 실시간 데이터 전송 모듈을 추가하여 WAP 게이트웨이 전송 프로토콜 명령들과 연동된 FTP-like 실시간 데이터 전송 명령을 실행하게 함으로써 게이트웨이와 연동된 백그라운드 서버내의 무선 클라이언트 단위 저장 공간 사이에 데이터 복제 프로세스를 수행한다.

세 번째, 링크 복제 모듈은 백그라운드 저장 서버의 성능 및 저장 공간을 효율적으로 활용하기 위해 데이터 원본 복제를 수행하지 않는 대신에 데이터 원본 연결 정보 및 보안인증 정보만을 링크복제 전송한다.

4. 시스템 분석 및 실험

기존 웨어러블 컴퓨팅 모델은 스마트단말의 제한적인 메모리 저장 및 전송능력에 의존한다. 그러나 제안 모델은 단말의 제약사항과 독립적으로 지원센터의 게이트웨이 또는 백그라운드 서버의 저장능력에 의존하기 때문에 전송 단위 비용과 저장 용량 측면에서 향상된 전송 프로세스를 실현한다.

본 연구의 시스템 분석 규격은 웨어러블 컴퓨팅 네트워크의 주요 이동네트워크인 PAN(Personal Area Network)으로 블루투스 규격(802.15.3) 무선 네트워크에 기초한다. 최소한의 백그라운드 네트워크 규격으로 IEEE Fast Ethernet(CSMA/CD, 100Mbps) 유선 네트워크에 기초한다.

표 1. 웨어러블 백그라운드 시스템 성능 분석

Performance Factors	Conventional Method	Proposal Method
Storage volume	8 - 32GB (Limited)	Over 200GB (Unlimited)
Bit rates (bandwidth)	100Kbps - 50Mbps (Wireless)	1Mbps - 10Gbps (Wired)
Failure rates (safety)	평균 30% - 60% (Bluetooth)	평균 0.001% 이하
Response time (real-time)	1-13ms (Bluetooth)	최대 30ms (Fast Ethernet)

제안된 웨어러블 백그라운드 전송 방법은 표 1에서 보는 바와 같이 실제 데이터 전송이 지원센터의 백본 네트워크의 전송 속도인 1Mbps-10Gbps이상의 유선 전송 비트율에 의존하기 때문에 기존 방법의 100Kbps-10Mbps의 낮은 비트율을 가진 무선 자원 제약사항 문제점들을 극복한다.

본 전송 실험 환경은 NS2 Simulator를 이용하였고, 게이트웨이와 백그라운드 서버간 전송속도가 1Gbps이고, 송

신 단말 업로드 속도 1Mbps이고, 수신 단말 다운로드 속도는 2Mbps의 동일한 조건하에서, 다음 그림 5와같이 단말 대 단말의 기존 전송기법(old-send.tr, old-receive.tr)과 백그라운드서버 대 단말의 제안 전송기법(new-send.tr, new-receive.tr)의 전송성능을 전송 시간 0초부터 100초까지 시간 변화에 따른 데이터 송신단 및 수신단의 전송량(byte)을 비교하였다.

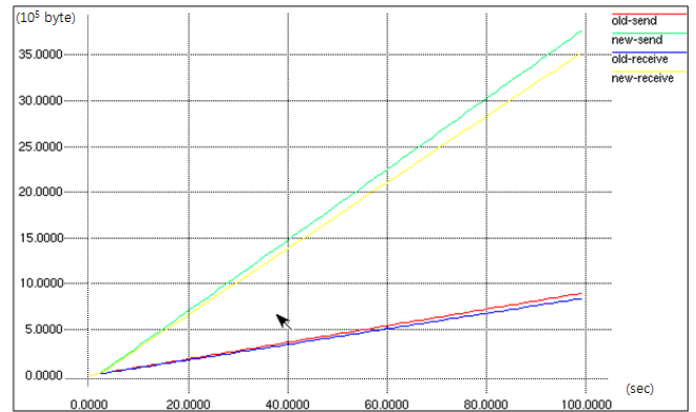


그림 5. 데이터 전송 성능

본 실험 결과는 제안 전송기법(그림 5의 new-send.tr, new-receive.tr의 위 두 그래프)이 백그라운드서버 네트워크의 전송 능력의 지원으로 취약한 자원을 가진 단말의 전송능력에 기초한 기존 전송량(그림 5의 old-send.tr, old-receive.tr의 아래 두 그래프) 보다 고속 데이터 전송을 지원할 수 있음을 입증하였다.



그림 6. 전송 시스템 오버헤드(송신단)

또한 제안기법은 기존 게이트웨이 장비에서 백그라운드 서버로 전송 멀티플렉싱(multiplexing)을 요구함으로써 부가적인 전송오버헤드를 갖는다. 따라서 본 실험은 제안 백그라운드 기법이 시스템에 부가하는 오버헤드를 측정함으로써 게이트웨이의 성능 오버헤드를 측정하여 성능 저하 정도를 분석하고자 한다.

그림 6과 그림7은 무선단말에 존재하는 동일한 데이터 소스에 대해 기존 기법과 제안 백그라운드 전송기법을 독립적으로 적용한 각각의 송신단 전송 비트율과 수신단 전송 비트율을 비교하였다.

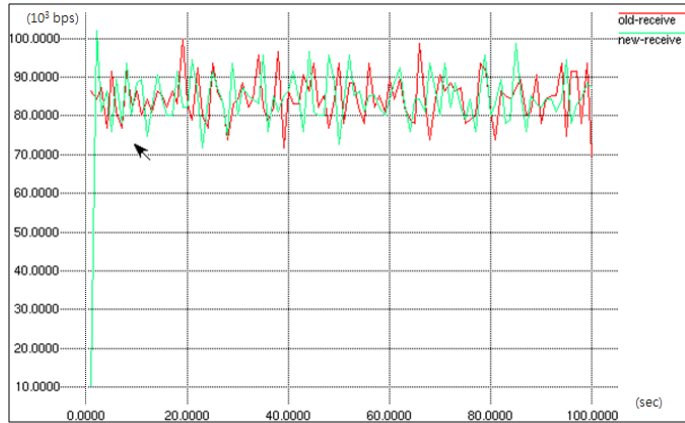


그림 7. 전송 시스템 오버헤드(수신단)

본 실험의 게이트웨이 멀티플렉싱에 따른 시스템 오버헤드는 기존 시스템에 비교할 때 미미한 것으로 나타났다. 그러므로 기존 게이트웨이 장비 교체 없이 본 연구에서 제안한 백그라운드 기법을 효과적으로 지원할 수 있음을 알 수 있다.

본 웨어러블 백그라운드 전송 모델은 비실시간 단문 메시지 중심의 송신자 C_i 의 전송 명령과 수신자 C_j 의 수신 명령 이후에 무선 네트워크 인프라의 어떠한 간섭이나 중재 없이 실시간으로 데이터 전송 프로세스를 진행하기 때문에 지원 센터의 백본 로컬 네트워크에 기초한 전송 안정성(safety) 및 실시간성(realtime)을 실현할 수 있다.

5. 결 론

본 논문은 4절에서 분석한 바와 같이 데이터 저장성 및 비용, 전송 성능, 안정성 측면 모두에서 백그라운드 유선 네트워크 및 백그라운드 서버의 장점이 최대한 활용되었다는 것을 확인할 수 있다.

백그라운드 데이터 전송 과정에 무선 자원의 간섭(intermediation)을 최소화 하면서도 모든 데이터 전송 진행 상황을 시스템 운용 정책에 따라 웨어러블 클라이언트들에게 공지(inform)하는 명령을 제공한다.

향후 연구는 모바일 무선단말의 백그라운드 저장 능력 강화에 대한 본 실험을 보강하고, 3절에서 기술된 세 번째 적용방법인 링크 복제(link copy) 전송모듈의 데이터 원본(data source) 및 링크 복제 유지(maintenance) 전략 및 방법을 고안할 것이다.

그리고 모바일 웨어러블 클라이언트의 상태에 따라 데이

터 전송 및 백업을 안정적으로 실현할 수 있는 자동 전송 백업 프로세스 지원 방법(automatic backup process)을 제공할 것이다.

참고문헌

- [1] J. McCann and D. Bryson, "Smart clothes and wearable technology," CRC Press, 2009, pp.3-24, pp.205-213.
- [2] John Krumm, "Ubiquitous Computing Fundamentals," CRC Press, 2010, pp.1-35.
- [3] Goth, G., "Mobile Devices Present Integration Challenges," IEEE IT Pro, May 1999, pp.11-15.
- [4] Stefan Poslad, "Ubiquitous Computing-smart devices, environments and interactions," John Wiley & Sons Press, 2009, pp 343-378.
- [5] Yangsheng Xu, Wen Jung Li, and Ka Keung Lee, "Intelligent Wearable Interfaces," John Wiley & Sons Press, 2008, pp.5-30.
- [6] Vijay Kumar, Srinivas Parimi, and Dharma P. Agrawal, "WAP: Present and Future," IEEE PERSASIVE computing, JAN-MAR. 2003, pp.79-83.
- [7] Teo, T. S.; Pok, S. H. "Adoption of WAP-enabled mobile Phones among Internet users," OMEGA-OXFORD-PERGAMON PRESS, Vol. 31, No. 6, 2003, pp.483-4.
- [8] Sun Microsystems J2ME Datasheet, <http://java.sun.com/j2me/>.
- [9] J. Postel, J. Reynolds, "FILE TRANSFER PROTOCOL (FTP)", 1985, RFC 95.
- [10] Dan Siewiorek, Asim Smailagic and Thad Starner, "Application Design for Wearable Computing," Morgan & Claypool Publishers, 2008, pp.51-58.
- [11] 박상훈, 정재호 외 33명, "지능망 UMS 개발," LG 전자(주), 정보통신부 정보통신산업기술개발사업, 7. 2001.
- [12] 연규정, 전선도, 이장연, 이현석, 원윤재, 권대길, Török Attila and Vajda Lóránt, "802.15.3 네트워크에서 계층적 슈퍼프레임 알고리즘을 통한 대역폭의 효율적 활용," 한국통신학회 2004년도 하계종합학술 발표회논문초록집 2004, 1. 2004.
- [13] 조미숙, 정운호, 김재석, "IEEE 802.11n MIMO-OFDM 기반무선LAN 시스템을위한 효율적인 심볼동기방법," 전자공학회논문지 vol 46, no.5, 5. 2009.