KISM Smart Media Journal
Vol.3, No.4 pp. 35~40 pISSN:2287-1322

생체신호와 위치인식기반 사용자 행동패턴 분석 시스템 개발

(Implementation of a system to analyze user behavior patterns based on vital signs and user locations)

주문일*, 정기수**, 김희철**

(Moon-Il Joo, Gi-Soo Chung, Hee-Cheol Kim)

요 약

바이오센서와 디지털 섬유의 개발로 생체신호를 측정할 수 있는 디지털 의류는 개인의 건강, 독거노인 관리와 스포츠 활동 등 여러 분야에서 사용할 수 있다. 본 논문은 디지털 의류를 착용하여 24시간 측정된 생체신호와 GPS 정보 기반의 사용자의 스트레스 상태, 맥박, 위치, 운동량을 분석하기 위한 데이터베이스 구조와 표준 HL7 메타모델기반의 XML 문서로 저장하는 저장소를 설계한다. 저장된 정보를 분석하여 사용자의 시간에 따른 스트레스 상태 및 운동량 등을 확인 할 수 있다. 또한, 실시간으로 사용자의 맥박, 위치, 운동 강도, 응급상황을 파악할 수 시스템이다. 본 논문은 생체신호를 수집하여 분석하는 시스템 구현에 대하여 기술한다.

■ 중심어 : 디지털의류, 디지털 섬유, 생체신호, GPS

Abstract

As small sized bio-sensors and digital yarns are developed, digital wear measuring vital signs can be used for individuals' health, the elderly care and sports activities. This paper discusses a database structure for analyzing stress state, pulses, positions, exercise amount of user based on vital signs measured for 24 hours measured by the wear and GPS information, and a storage for storing XML documents following a standard HL7 meta-model. By analyzing the stored information, the system identifies the stress state and exercise amount of users. Pulses, exercise intensity and emergency situations can be also detected by the system in real time. This paper discusses the implementation of a system enabling to acquire and analyze vital signals to understand user behavior patterns.

■ keywords : Digital Wear, Digital Fiber, Vital Signal, GPS

Ⅰ. 서 론

최근 들어 각종 센서나 컴퓨터화 된 칩 등이 우리 주변의 사물들 즉, 벽, 의자, 옷 등에 스며들어 존재하게 되면서 사물들이 지능화 되고 이러한 센서나 컴퓨터화 된 칩 등이 네트워크로 연결됨으로써 언제 어디서나 사용자들이 다양한 수집정보를 편하게 사용 할 수 있도록 하는 이용자 중심의 유비쿼터스 시대이다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 중에서 의류 등 착용가능한 정보기기를 통하여 개인의 건강, 독거노인 관리와 스포츠 활동 등 여러 분야에서 이용하는 정보 관리 기술이 웨어러블 컴퓨팅(wearable computing)이라고 한다[1][2].

현재 많은 연구소와 기업 등에서 웨어러블 컴퓨팅 장비에 대하여 지속적으로 개발하고 발전시키고 있다. 특히 디지털실의 개발로 인해 웨어러블 컴퓨팅 개발에 획기적인 전환점을 마련하게 되었다. 이전의 장비들은 연결하기 위해서는 많은 전선이나 케이블 선을 이용하여 연결을 하여 의류에 불필요한 전선들이나 연결 커넥터를 사용을 해야 한다. 이러한 장비들의 사용으로 인하여 의류의 착용감, 유지보수 및 빨래를 하는 것에서 많은 제약 사항이 있다. 예를 들면, 첫째, 전선이나 케이블 선의 사용으로 인하여 의류의 무게가 증가한다. 둘째, 착용하여 심하게 움직일 경우에는 전선의 연결이 끊어 질 수 있으므로 일상적인 생활에서는 사용하기가 힘들다. 셋째, 빨래를 할 경우 의류에 부착되어 있는 모든 전선들을 없애고 빨래를 하고 다시 부착을 해

* 학생회원, 인제대학교 컴퓨터공학과
** 정회원, 한국생산기술연구원
*** 정회원, 인제대학교 컴퓨터공학부

접수일자 : 2014년 07월 21일
수정일자 : 2014년 12월 18일
게재확정일 : 2014년 12월 18일

교신저자 : 김희철 e-mail : heeki@inje.ac.kr

야 하는 한다. 이러한 제약 사항은 디지털 실의 개발로 인하여 의류에 직접 제봉을 하여 사용을 하면 많은 전선, 의류의 무게와 빨래 등을 할 때의 불편한 점을 없앨 수 있다.

디지털실을 이용한 디지털 의류는 생체신호와 GPS 정보를 측정할 수 있다. 이러한 정보를 바탕으로 사용자의 시간별 스트레스 상태, 맥박, 사용자 위치, 질병 등 다양한 사용자의 상태를 정확하게 분석을 할 수 있는 동시에 실시간으로 사용자의 현재의 스트레스 정도, 맥박, 운동 강도와 응급 사항 등을 파악을 할 수 있다. 이렇게 다양한 사용자의 상태를 나이, 성별, 지역, 계절별로 분석하여 사용자들의 건강 관리 및 독거노인 관리 등에 적합하다.

본 논문은 디지털실을 이용한 디지털 의류를 착용하여 24시간 측정된 생체신호와 GPS 정보 기반의 사용자의 행동 패턴을 분석하는 시스템을 구현한다. 본 시스템을 구현하기 위하여 생체신호 데이터는 표준 HL7 메타모델기반의 XML 문서로 저장을 하여 의료정보를 공유를 할 수 있으며, 또한 생체신호에서 분석한 정보와 GPS 정보를 일반적인 정형적인 데이터를 저장하는 데이터베이스에 저장을 한다.

Ⅱ. 관 련 연 구

1. HL7(Health Level7)

환자 정보, 의료 영상 및 심전도와 호흡 등 여러 의료 데이터를 컴퓨터, PDA, 스마트폰 뿐만 아니라 병원에서 병원으로, 환자에게서 병원으로 등 여러 경로를 통하여 의료 정보를 전송할 필요가 있다. 현재 많은 의료 기기 들이 장비에 종속적으로 정보를 제공하고 있으며 상호간에 정보를 제공할 수 없는 이러한 의료정보를 문제없이 전송하기 위해서는 표준화된 형식과 방법이 필요하다. 이러한 다양한 보건의료정보시스템간 정보의 교환을 위한 미국국립표준연구소(ANSI)가 인증한 표준 HL7이 널리 쓰이고 있다[3]. 목적은 임상 환자 치료와 관리, 헬스케어 서비스들의 전달과 평가를 도와주는 데이터의 교환, 관리 그리고 집약을 위한 표준을 제공하는 것이다. 1987년 시작된 이래로 많은 모임과 연구토론으로 현재는 v3.0 까지 개발이 완료되었다. 특히 HL7은 의료와 관련된 정보를 송수신하는하는 여러 시스템간의 정보 교환을 XML 기반의 메시지 포맷 중심으로 표준화가 되면서 운영체제에 독립적으로 컴퓨터 응용프로그램들 사이의 자료 교환할 수 있다.

그림 1은 HL7 aECG문서에서 루트인 AnnotatedECG 엘리먼트와 하위 노드를 보여 준다. id엘리먼트의 root 속성값은 HL7 aECG문서를 식별할 수 있는 유일 값을 나타내며 effectiveTime 엘리먼트는 전체 심전도를 측정한 시작 시간과 종료시간을 나타낸다.

그림 2는 HL7 aECG문서에서 sequenceSet의 구조를 나타낸다. scale 엘리먼트는 심전도 파형의 volt의 단위를 나타낸다. digits 엘리먼트는 심전도 데이터의 값을 숫자로 표현한다.

```
<AnnotatedECG type="Observation" classCode="OBS"
xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 /HL7/aECG/2003-
12/schema/PORT_MT020001.xsd" xmlns:voc="urn:hl7-
org:v3/voc" xmlns="urn:hl7-org:v3"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
    <id root="ADB8E58B-1B4F-4F42-B9CE-AD3DDF55E57F"/>
    <code displayName="Electrocardiogram"
        codeSystemName="CPT-4"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.12" code="93000"/>
    <text/>
  - <effectiveTime>
        <low inclusive="true" value="20040115102010.000"/>
        <high inclusive="false" value="20040115102020.000"/>
    </effectiveTime>
    <confidentialityCode/>
  + <componentOf>
  + <location>
  + <component>
</AnnotatedECG>
```

그림 1 AnnotatedECG 구조 예

```
:component>
 - <sequenceSet>
    + <component>
    - <component>
       - <sequence>
            <code codeSystemName="MDC"
               codeSystem="2.16.840.1.113883.6.24"
               code="MDC_ECG_LEAD_II"/>
          - <value xsi:type="SLIST_PQ">
               <origin value="0.000" unit="uV"/>
               <scale value="2.500" unit="uV"/>
               <digits>-23 -19 -26 -26 -32 -35 -26 -
                  16 -16 -19 -16 -13 -10 -13 -23 -
                  26 -13 -13 -16 -16 -13 -10 -16 -
                  13</digits>
            </value>
         </sequence>
      </component>
    + <component>
   </sequenceSet>
:/component>
```

그림 2 sequenceSet 구조 예

그림 3은 엘리먼트 Annotation 엘리먼트는 심전도에서 추출한 간격을 표현 할 수 있다. 예를 들면 Annotation 엘리먼트의 하위 엘리먼트인 code의 “MDC_ECG_WAVE”는 wave를 나타내고 “MDC_ECG_ECG_TIME_PD_QT”는 QT 간격 등 시간 간격을 나타낸다. 예를 들면, “MDC_ECG_WAVE_RWAVE”는 R 파형을 나타낸다.

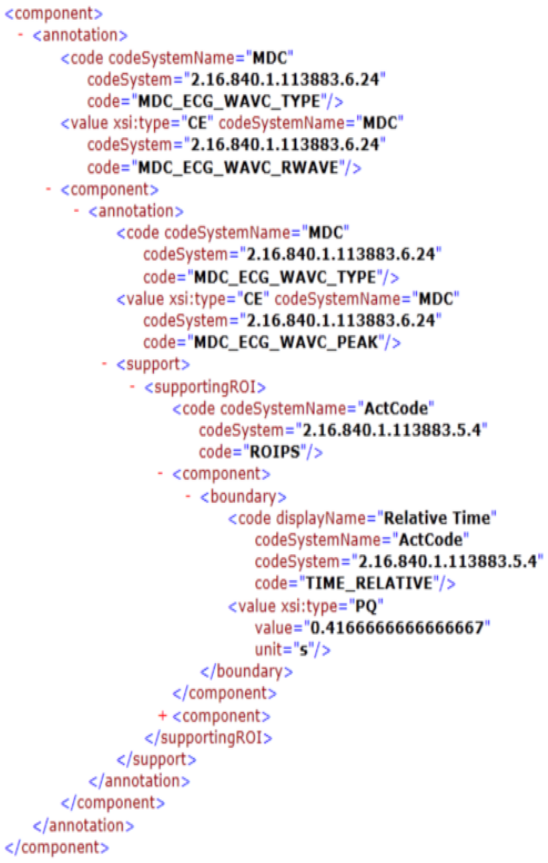

그림 3 annotation 구조 예

III. 디지털 의류 시스템

유비쿼터스 시대에서는 언제 어디서나 가능한 생체신호 측정 및 처리 기술, 정보전송 기술, 이를 이용한 다양한 부가 서비스 제공 기술이 향후 반드시 필요하리라 평가되고 있다. 디지털 의류(모자, 양말, 벨트, 밴드, 신발 등을 포함)는 시간과 장소에 구애받지 않고 인간의 생체정보를 습득, 전송하는데 매우 용이하며 즉, 의류에 다양한 센서들을 부착하여 다양한 생체신호를 얻을 수 있다.(예, 심전도, 호흡, 체온, 피부저항, 혈압, 운동량 등). 특별히 본 연구팀이 개발한 디지털의류는 데이터를 전송할 수 있는 디지털실를 이를 이용해 생체신호와 GPS 데이터를 측정할 수 있다.

디지털 의류 시스템은 바이오센서, 하드웨어, 소프트웨어로 구성되어진다[4]. 바이오센서는 정확성과 신뢰성 있는 생체신호를 측정하기 위하여 시스템의 가장 중요한 요소이며, 디지털 실은 바이오센서와 전송 모듈을 디지털 의류에 재봉을 하여 연결하는 역할을 하여 불필요한 선의 제거로 인하여 사용자가 의류를 착용 시 일반적인 의류를 입는 착용감을 가지게 된다[5]. 또한, 디지털 신호 전송을 위한 하드웨어 기술은 여러 개의 신호를 통합하여 유선과 무선으로 전송하는 통합된 전송 모듈이 필요하다. 마지막으로 디지털 의류를 통한 헬스케어 서비스를 제공하는 소프트웨어 기술도 중요하다. 소프트웨어는 전체 디지털 의류 시스템을 개발하기 위한 프레임워크, 데이터 전송을 위한 프로토콜, 전송된 데이터를 처리하기 위한 프레임워크, 데이터를 저장하기 위한 저장소, 저장된 데이터를 분석하기 위한 시스템과 서비스를 위한 컨텍츠로 개발되어야 한다.

그림4와 같이 본 논문에서 제안하는 디지털 의류 시스템을 4단계의 과정으로 이루어져 있다. 첫째, 바이오센서로부터 사용자가 휴식, 걸을 때, 달릴 때, 운동 할 때 등으로부터 생체신호를 측정하고 단말기에 저장한다. 예를 들면 안드로이드폰 혹은 패드에 측정하고 저장한다. 둘째, 단말기에 저장되어 있는 생체신호를 서버로 전송한다. 예를 들면, 심전도, 호흡 데이터 등을 안드로이드폰에서 서버로 전송한다. 셋째, 전송된 생체신호 데이터를 저장하고 분석하고 분석된 결과 값을 다시 단말기로 전송한다. 예를 들면, 심전도 데이터로 소모된 칼로리 값을 계산하여 단말기로 전송한다. 넷째, 서버로부터 받은 결과 값을 단말기의 유저 인터페이스(UI)를 통하여 사용자의 건강 관련 정보를 보여준다. 현재 심전도, 호흡과 가속도로부터 데이터를 받아서 보여주는 시스템을 개발하고 있다.

1. 생체신호, 가속도 데이터와 GPS신호 전송

단말기로 전송된 생체신호, 가속도 데이터와 단말기에서 수신된 GPS신호를 서버로 전송을 한다. 하지만 실시간으로 생체신호와 가속도 데이터를 전송을 위한 통신 프로토콜의 설계에는 한계가 있다. 왜냐하면 250Hz의 생체신호와 가속도 데이터를 실시간으로 전송을 하기 위해서는 1초에 250번의 통신을 해야 하기 때문에 현실적으로는 불가능하다. 이러한 이유로 서버에 데이터 통신을 위해 단말기에서 필터링된 값을 지속적으로 전송하는 방식과 이벤트가 발생 시에 서버에 전송하는 방식으로 통신 프로토콜을 설계를 한다.

일반적으로 단말기와 웹서버와의 통신 방식은 크게 두 가지로 구분이 된다. 통신 방식은 HTTP 통신과 Socket 통신으로 가장 큰 차이점은 접속(Connection)을 유지하는지의 여부이다. Socket 통신을 사용하기 위해서는 접속 상태를 지속적으로 유지해야 하며, 연결이 끊어졌을 때는 다시 서버에 접속을 해야 한다. 또한 데이터 통신을 하기 위해서 Server와 Client의 데이터 타입이 같아야 한다. 이러한 이유로 단말기에서 데이터 통신을 하기 위해서 HTTP 통신을 사용하고자 한다. HTTP 통신은 요청/응답 형태로 이루어진 프로토콜이고 접속을 유지하지 않고 통신이 필요할 때 통신을 하고 접속을 끊는 방식으로 생체신호, 가속도 데이터와 GPS신호를 전송하기에는 적합한 방식

그림 4 디지털 의류 시스템 프로세서

이다. 하지만 HTTP 통신은 요청/응답 형태로 이루어졌기 때문에 짧은 시간에 연속적으로 데이터를 전송하기에는 부적절한 방식이다. 그래서 단말기는 수신 받은 생체신호와 가속도 데이터를 이용하여 필터링 된 값, 즉 심전도 데이터에서 추출한 HRV 값, 가속도 데이터에서 추출한 걸음수와 단말기에서 수신한 GPS신호를 주기적으로 전송을 한다.

2. 생체신호 데이터 수집 및 분석

단말기로 생체신호를 저장하기 위하여 일반적인 데이터베이스를 사용하는 것은 한계가 있다. 데이터베이스는 여러 종류의 데이터를 저장하여 필요한 정보를 쿼리를 사용하여 데이터를 추출하는 구조를 가지고 있다. 하지만 생체신호는 기본적으로 하나의 데이터를 저장하여 이 데이터를 분석하여 결과 값을 도출하는 형식을 가지고 있다. 예를 들면, 250Hz의 심전도 데이터는 10분간 측정하였을 시에 약 150,000의 데이터를 가지고 있다. 이러한 데이터를 데이터베이스에 저장하여 사용하기는 부적절하다. 따라서 생체신호를 표준 HL7 메타모델기반의 XML로 표현함으로써 의료정보를 서로 다른 어플리케이션에서 사용이 가능한 장점을 가진다.

하지만 HL7 문서로 표현을 할 수 있는 정보는 제한적이다. 예를 들면, 심전도로 표현한 HL7은 리드 12까지의 심전도 데이터와 심전도의 P,Q,R,S,T의 피크를 표현을 할 수 있다. 이러한 표현으로는 칼로리 소모량, 자율신경계 평가와 같은 값 등은 표현할 수가 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 HL7과 데이터베이스를 혼합하여 사용을 하여야 한다. HL7에는 생체신호 데이터와 각 피크 값을 저장하여 다른 의료정보 시스템에 데이터를 전송할 때 사용이 가능하며 그림5와 같은 데이터 구조를 이용하여 데이터베이스에 생체신호 데이터를 분석하여 추출한 데이터를 저장을 한다.

기존의 연구에서는 일정 시간동안 심전도 센서를 몸에 부착하여 생체신호를 측정하여 신호를 분석을 하여 사용자의 건강상태를 파악을 하는 연구가 대부분으로 외부에서 24시간 생체신호를 분석을 하는데는 한계가 있다. 그러나 본 논문에서는 디지털 의류를 착용을 하여 실외에서도 24시간 생체신호를 측정을 하여 사용자의 위치에 따른 건강상태를 파악을 한다.

24시간 측정된 심전도의 R파형과 GPS를 이용하여 사용자의 시간별 스트레스 상태, 운동량, 운동 강도, 맥박을 분석을 한다. 그림 6의 심전도 테이블 데이터를 이용하여 SDNN(Standard Deviation of N-N Interval)을 시간별로 분석을 하여 사용자의 현재의 스트레스 상태, 맥박, 운동량을 분석할 수 있다. 예를 들면 오후 2-3시에 스트레스를 다른 시간 대에 비하여 스트레스가 많이 받는 상태이므로 조절할 필요가 있다는 진단을 할 수 있다. GPS와 맥박을 분석하여 언제 어디에서 운동을 하는지, 유산도 운동 시간, 무산도 운동 시간, 휴식 상태, 칼로리 소모량을 파악하여 전체적인 건강 상태를 파악할 수 있다.

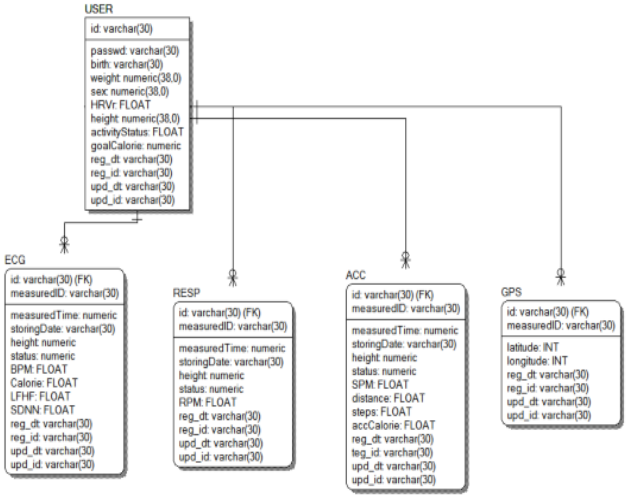

그림 5 데이터베이스 구조

	id	filename	measuredID	hertz	measuredTime	storingDate	status	BPM	Calorie	LFHF	SDNN
1	pys@wellness.com	2013.11.07.13.56.14-1510-240-ecg-0	2013.11.07.13.56.44	240	1510	2013.11.07	0	102	150	0.555447714233151	112.27486326923
2	pys@wellness.com	2013.11.07.13.56.14-1510-240-ecg-1	2013.11.07.13.56.44	240	1510	2013.11.07	0	72	52	0.555447714233151	112.27486326923
3	pys@wellness.com	2013.11.07.13.56.14-1510-240-ecg-2	2013.11.07.13.56.44	240	1510	2013.11.07	0	86	73	0.555447714233151	112.27486326923
4	hciz	2013.08.26.18.45.56-1153-240-ecg-0	2012.08.15.14.44.19	240	1153	2012.08.15	1	70	25	2.39867693237934	82.1813850295196
5	hci	2013.08.26.18.45.56-1153-240-ecg-0	2012.08.15.14.44.19	240	1153	2012.08.15	1	112	145	2.39867693237934	82.1813850295196
6	pys5143	2013.08.26.18.45.56-1153-240-ecg-0	2012.08.15.14.44.19	240	1153	2012.08.15	1	80.9261227078071	38	2.39867693237934	82.1813850295196

그림 6 심전도 테이블 데이터

Ⅳ. 디지털 의류 시스템 어플리케이션

본 논문은 디지털 의류의 생체신호와 GPS를 이용하여 사용자의 행동 패턴을 분석하는 시스템으로 본 논문의 시스템은 디지털 의류, 단말기와 서버로 구성되어 있다.

디지털 의류는 생체신호와 GPS를 측정을 하며, 이 신호들은 디지털 의류에 장착된 통신 모듈을 통하여 단말기로 전송이 된다. 이 전송된 신호들은 단말기에서 신호를 분석하여 최소한의 정보를 사용자에게 보여준다. 예를 들면 심전도 신호에서 분석한 맥박과 호흡 신호에서 분석한 분당 호흡수를 보여준다. 또한, 디지털 의류에서 전송받은 심전도 신호에서 분석한 맥박 신호와 GPS의 위도와 경도 데이터는 실시간으로 서버에 전송을 한다. 그리고 250Hz의 생체신호 raw Data는 실시간으로 전송하기에는 어려움이 있으므로, 신호를 모아서 한꺼번에 서버로 데이터를 전송을 한다.

1. 스마트폰 어플리케이션

그림7과 같이 디지털 의류와의 무선 통신은 블루투스를 이용하여 안드로이드폰 기반의 앱(APP)을 개발하였다.

안드로이드폰 앱은 폰 화면을 꺼놓았거나 다른 앱을 실행을 시켜도 지속적으로 디지털 의류로부터 신호를 받기 위해 서비스로 개발을 하여 폰이 켜 놓으면 정지를 하기 전에는 계속적으로 신호를 받을 수 있게 개발하였다. 그림5와 같이 심전도 데이터를 분석하여 실시간으로 맥박을 보여주며, 20분마다 심전도, 가속도, GPS를 서버로 자동적으로 전송을 한다.

Ⅴ. 결 론

디지털 의류 시스템은 헬스케어 시대의 웨어러블 컴퓨팅 장비에 새로운 패러다임을 제공하는 매우 큰 잠재력을 가지고 있다. 특히 바이오센서의 발전과 디지털 실의 개발로 인하여 웰니스 의류 시스템에 획기적인 발전을 이루게 되었다. 그러나 현재까지 디지털 의류에 대한 연구나 개발은 꾸준히 진행이 되고 있지만, 이 디지털 의류에서 측정한 생체신호에 대한 체계적인 분석은 이루어지고 있지 않고 있다. 그래서 본 논문은 심전도와 GPS신호를 측정 및 저장하여 분석할 수 있는 시스템을 구현을 하였다. 현재 심전도와 GPS신호만을 분석 할

그림 7 안드로이드폰 앱 화면

수 있지만 추후에는 다양한 신호 즉, 혈압, 뇌파, 가속도 등을 저장하고 분석할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

- References -

[1] F. Axisa, P.M. Schmitt, C. gehin, G. Delhomme, E. McAdams and A. Dittmar, “Flexible technologies and smart clothing for citizen medicine, home healthcare, and disease prevention”, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 9, no. 3, pp. 325-336, 2005. 9

[2] T. Lee, G. Chung, "A Life Cycle Design for Wearable Computing", The 7th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT 2010), 2010. 9

[3] D. B. Brown, F. badilini, “HL7 Implementation Gudie”, Regulated Clinical Research Information Management Technical Committee, 2005.

[4] H. Kim, T. Kim, M. Joo, S. Yi, C. Yoo, K. Lee, J.Kim and G. Chung, “Design of a Calorie Tracker Utilizing Heart Rate Variability Obtained by a Nanofiber Technique-based Wellness Wear System”, Applied Mathematics

and Information Science. Special Issue, vol. 5, no. 2, pp. 70-73, 2011.
[5] G. Chung, J. An, D. Lee and C. Hwang, “A Study on the Digital Yarn for the High Speed Data Communication”, The 2nd International Conference on Clothing and Textiles, pp. 207-210, 2006.

저 자 소 개

주 문 일(학생회원)

2007년 인제대학교 정보컴퓨터공학부 학사 졸업.
2012년 인제대학교 전산학과 석사 졸업.
2012-현재 인제대학교 컴퓨터공학과 박사 과정.

<주관심분야 : 인간컴퓨터상호작용, u-Healthcare>

정 기 수(정회원)

1988년 경희대학교 섬유공학 학사 졸업.
1991년 경희대학교 섬유공학 석사 졸업.
2000년 독일 Stuttgart 공정공학 박사 졸업.
2001-현재 한국생산기술연구원 책임연구원
<주관심분야 : IT융합, 스마트섬유, 디지털의류>

김 희 철(정회원)

1989년 서강대학교 수학과 학사 졸업.
1991년 서강대학교 컴퓨터과학과 석사 졸업.
2001년 스웨덴 스톡홀름대학교 수치해석/컴퓨터과학과 박사 졸업.
2002-현재 인제대학교 컴퓨터공학부 교수
<주관심분야 : 인간컴퓨터상호작용, u-Healthcare, e-Learning>