

유-헬스 앱 개발을 위한 센서 추상화: 정확도 향상을 위한 필터링 및 요약

Sensor Abstraction for U-health Application Development: Filtering and Summarization for Accuracy Enhancement

오삼권* · 임은총

호서대학교 컴퓨터정보공학부

Sam Kweon Oh* · Eun Chong Lim

School of Computer and Information Engineering, Hoseo University, Chungcheongnam-do 31499, Korea

[요 약]

최근 혈압, 체온 및 혈당 같은 개인 건강 정보를 알려주는 센서-기반의 유-헬스 앱에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 센서들을 통해 얻어진 정보는 그 정확성에 문제가 있을 수 있으므로 가공되지 않은 상태로 사용하기 어려운 경우가 많다. 본 논문은 스마트폰과 연동하는 생체 센서들을 통해 얻어진 측정값들의 정확성을 향상시키기 위한 센서 추상화 계층을 제안한다. 이 계층은 연결된 센서의 종류를 인식하고 읽어온 센서 값들을 ISO/IEEE 11073 신체 건강 표준에 따라 변환하며, 필요한 경우 측정값들 중에서 이상치(outlier)를 제거하는 필터링(filtering) 기법과 구해진 값들을 보다 적합한 형태로 변환해주는 요약(summarization) 기법을 적용한다. 제안된 센서 추상화 계층의 평가를 위해 안드로이드 기반의 개발보드를 사용한다. 체온 센서와 심박 센서를 통해 얻어진 값들에 대해 필터링 및 요약 기법을 적용한 경우의 결과가 그렇지 않은 경우에 비해 향상된 정확성을 보인다.

[Abstract]

Recently, researches on sensor-based U-health applications that provide personal health information such as blood pressure, body temperature, and glucose, have actively been studied. The health information obtained via sensors, however, may have accuracy problems so that they can not be used unprocessed. This paper proposes a sensor abstraction layer for enhancing the accuracy of sensor readings from biomedical sensors that interact with smart phones. This layer recognizes sensor types and converts sensor readings into a form as specified in ISO/IEEE 11073 Personal Health Standard. When necessary, not only a filtering method that eliminates outlier values from sensor readings but also a summarization method that transforms them into more suitable forms, can also be applied. An android-based development board is used for the evaluation of proposed sensor abstraction layer. The results obtained by applying filtering and summarization show improved accuracy over unprocessed sensor readings of the body temperature and heartbeat sensors.

Key word : U-Health, Sensor Abstraction, Filtering, Summarization.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.5.446>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 18 August 2015; Revised 22 September 2015
Accepted (Publication) 8 October 2015 (30 October 2015)

*Corresponding Author; Sam Kweon Oh

Tel: +82-41-540-5711

E-mail: ohsk@hoseo.edu

I. 서론

급속한 인구 고령화와 독거 세대의 증가로 인해 이들을 위한 복지비용이 급격히 증가하고 있다. 특히 의료서비스의 패러다임이 치료에서 예방 및 관리로 변화되면서 사회적 약자 계층을 위한 양질의 의료서비스 요구가 지속적으로 증대되고 있다[1]. 이런 문제의 해결을 위해 신체 상태를 지속적으로 모니터링 할 수 있는 - 스마트 기기 및 웨어러블(wearable) 기기 같은 IT 기술을 활용하여 개인의 건강관리 같은 의료서비스를 최소의 비용으로 제공할 수 있는 - 유-헬스(U-health) 연구가 활발하게 이루어지고 있다[2]. 현재 사용자의 편의성을 높인 다양한 유-헬스용 개인 건강기기가 개발되고 있으며[3], 많은 의료기관에서 의료 데이터에 대한 통합 기반을 확충함으로써 유-헬스 서비스를 제공하기 위한 프레임워크를 구축하고 있다.

다양한 개인건강기기(personal health devices)의 개발은 유-헬스 분야 성장 및 기기 정확성 향상 등을 가져다주는 반면, 제조사 고유의 통신 인터페이스, 프로토콜, 메시지 형식 등을 사용함으로써 인한 상호호환성 문제가 유발될 수 있다. 이 문제의 해결을 위해 개인건강기기와 관리 시스템 간의 통신 프로토콜 및 메시지 형식을 정의한 ISO/IEEE 11073 신체 건강 표준이 만들어졌다[4]. 그러나 중소기업의 표준화에 대한 인식 부족과 재정적 어려움으로 인해 대부분의 센서 기기들은 ISO/IEEE 11073 표준을 고려하여 설계되지 않고 있다[5]. 또한 센싱 데이터의 표현 형식과 센싱 주기도 기기마다 다르므로 응용프로그램을 개발할 때 센서 마다 다른 프로그램 코드를 통해 데이터를 추출해야 하는 문제가 발생한다. 본 논문은 이처럼 표준화되지 않은 개인건강기기의 센서들과 안드로이드 기반 스마트폰의 연동을 위한 센서 추상화 계층을 제안한다. 센서 추상화 계층은 스마트폰과 연동하는 생체 센서의 종류를 인식하고 이 센서들을 통해 얻어진 측정값들을 ISO/IEEE 11073 개인 건강 표준에 따라 변환하며, 필요한 경우, 측정값들 중에서 이상치(outlier)를 찾아 제거하는 필터링(filtering) 기법과 구해진 값들을 적합한 형태로 변환하여 데이터의 정확성을 향상시켜주는 요약(summarization) 기법을 적용한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 제안 내용과 밀접한 연관이 있는 연구들을 소개한다. 3장에서는 센서 추상화 계층과 필터링 및 요약의 위해 사용된 기법들을 설명한다. 4장에서는 필터링 및 요약 기법을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우를 비교하여 설명한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

센서와 응용프로그램 간에 표준화된 인터페이스를 제공하려는 다양한 연구들이 수행되고 있다. 많은 센서와 통신 모듈이 부착된 노드들을 통해 환경 정보를 수집하는 유비쿼터스(ubiquitous) 센서 네트워크의 경우, 응용프로그램 개발의 편

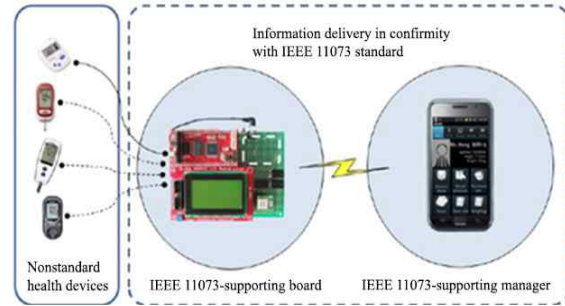


그림 1. ISO/IEEE 11073 지원 보드를 이용한 정보 전달
Fig. 1. Information delivery using ISO/IEEE 11073 - supporting board.

의를 위해 센서 추상화를 지원하는 운영체제를 제시하고 있다 [6]. 제안된 센서 운영체제는 하드웨어 추상화 계층을 통해 리눅스와 유사한 API(application programming interface)를 제공하며, 센서 제작자들에게 표준화된 인터페이스에 적합한 장치 드라이버를 작성하게 함으로써 응용프로그램 개발자가 센서의 종류에 관계없이 동일한 방식으로 값을 읽어 올 수 있도록 한다.

스마트폰을 활용한 유-헬스 시스템에도 표준화되지 않은 개인 의료기기들을 위해 ISO/IEEE 11073 표준 메시지 전송을 지원하는 기법들이 연구되었다. 그림 1에서 보는 바와 같이 J. Nam 외 다수[7]는 ISO/IEEE 11073 표준 메시지 전송을 지원하는 확장 모듈과 다양한 비표준 개인 의료기기와 스마트폰 간에 ISO/IEEE 11073 표준을 기반으로 하는 통신이 가능하도록 하는 중계기를 소개한다. 중계기는 개인 의료기기에서 전달된 데이터 스트림을 ASN.1[8] 데이터 구조로 변환하고 블루투스 통신을 사용하여 변환된 메시지를 스마트폰으로 전달한다.

일반적으로 통신 모듈을 탑재하지 않은 개인 의료기기들은 외부에서 환자의 상태를 지속적으로 모니터링 하는 것이 불가능하다. 이를 개선하기 위한 방법으로, J. Pak과 K. Park[9]은 맥박산소 측정기(pulse oximetry)의 센서로부터 얻어진 데이터를 ISO/IEEE 11073 표준 메시지로 변환하여 서버로 전송하는 장치를 소개한다. 또한 D. Lee 외 다수[10]는 통신 기능이 추가된 개인 의료기기들로부터 전송 받은 메시지들을 서버로 저장하고 스마트폰을 통해 이들을 모니터링하는 서버 기반의 서비스 운용 기술을 확장하여 다수의 사용자를 대상으로 의료 데이터 센터를 구축하여 스마트폰을 통해 개인화된 의료 서비스를 이용할 수 있는 시스템을 제안하고 있다.

III. 센서 추상화 계층 구조

개인 건강기기를 활용한 안드로이드 기반 앱 개발의 편의성을 위해 표준화된 인터페이스와 센싱 데이터를 제공하는 센서 추상화 계층은 그림 2에서 보는 것과 같다.

Application program
Filtering & summarization
Message transformation
Monitoring

그림 2. 센서 추상화 계층

Fig. 2. Sensor abstraction layer.

3-1. 모니터링과 메시지 변환

스마트폰 같은 본체에 연결되는 의료 센서 기기들은 USB 같은 인터페이스를 통한 수동적 연결을 통해 동작하는 비표준 센서 기기들과 표준화된 프로토콜에 의거하여 서로 정보를 주고받는 방식으로 동작하는 - 컴퓨팅 기능이 탑재된 - 스마트 센서 기기들로 구분될 수 있다. 모니터링 계층은 이러한 기기들이 연결을 요청하는지를 주기적으로 검사하고 이로 인한 오버헤드를 줄이기 위해 기기 접속을 위한 전용 포트를 할당하여 할당된 전용 포트만을 주기적으로 검사하는 방식을 사용한다.

ISO/IEEE 11073 표준[4]은 스마트 폰이나 PC처럼 스마트 센서 기기와 연동하여 개인 건강 정보를 제공받는 시스템을 매니저(manager), 정보를 제공하는 스마트 센서 기기 같은 시스템을 에이전트(agent)로 정의한다[11]. 에이전트와 매니저의 연동을 위한 연결 절차는 일반적으로 다음과 같다.

- (1) 에이전트가 연결을 요청한다.
- (2) 매니저는 이를 승인하며 에이전트의 구성정보(configuration)를 보내줄 것을 요청한다.
- (3) 이를 받은 에이전트는 매니저에게 자신의 구성정보를 전송한다. 이 구성 정보를 사용할 것을 동의하면, 매니저는 이 사실을 에이전트에게 통보한다. 만약 매니저가 설치 프로그램을 통해 구성정보를 미리 적재했거나 미리 알고 있는 경우에는 매니저는 이를 통보한다. 이 경우 에이전트는 구성 정보를 전송할 필요가 없다.
- (4) 기타 필요한 절차를 모두 마치면, 매니저는 에이전트로부터 수집된 개인 건강 정보를 받을 수 있는 상태가 된다.

매니저가 스마트 센서 기기를 통해 받은 개인 건강 정보를 전달받는 방식은 크게 에이전트-선시도(agent-initiated) 방식과 매니저-선시도(manager-initiated) 방식으로 구분할 수 있다. 전자는 에이전트가 센서를 통해 얻은 건강 정보를 매니저에게 먼저 전송하고 매니저가 이에 대한 확인(confirm) 메시지를 에이전트에게 보내는 방법이고, 후자는 매니저가 에이전트에게 건강 정보를 먼저 요청하고 에이전트가 이에 대해 응답하는 방법이다.

스마트 센서 기기들은 ISO/IEEE 11073 표준에 정해진 메시지 형식과 프로토콜에 따라 정보를 주고받으며 작업을 수행하므로 기기를 인식하거나 기기로부터 받은 정보의 처리를 위

해 별도의 작업을 필요로 하지 않는다. 그러나 비표준 센서 기기들은 제조사가 단지 메시지 프레임 형태의 정보만 제공하고 ISO/IEEE 11073 표준에 정해진 메시지 형식과 프로토콜을 따르지 않기 때문에 이 기기들의 종류를 인식하고 이들을 통해 얻어진 정보들을 표준에 따라 변환하여 매니저 측의 응용프로그램으로 전달할 필요가 있다.

모니터링 계층은 이런 비표준 기기들의 인식을 위해 기기 식별 번호, 메시지 구조와 같은 특징 정보를 센서 인식 테이블(sensor identification table)이라 부르는 장소에 등록하여 사용한다. 비표준 기기가 연결되면, 해당 장치 파일을 열어 전달되는 메시지를 읽어오고 그 내용을 센서 인식 테이블에 등록된 정보와 비교하여 기기를 식별한다.

비표준 기기로부터 전달되는 건강 정보는 제조사와 센서의 특성에 따라 스마트 기기와는 다른 메시지 형식을 가지므로 수집된 정보를 표준 메시지 형식으로 변환하여 응용프로그램으로 전달할 필요가 있다. 바로 메시지 변환 계층에서 이 작업을 수행한다. 스마트 기기와 다르게 비표준 기기들은 연산 능력이 없는 수동적 기기이므로 매니저-선시도 방식을 사용할 수 없다. 따라서 변환은 표준화 기기의 에이전트-선시도 방식을 사용하며 이 방식에서 사용하는 이벤트 리포트(event report) 형식에 맞춰 변환된다. 표준은 이벤트 리포트를 받은 후 매니저가 에이전트로 이에 대한 확인 메시지를 보내도록 정의하고 있다. 그러나 비표준 기기들은 이를 받을 능력이 없으므로 무시된다.

그림 3은 ISO/IEEE 11073 표준에서 사용하는 메시지의 형식을 나타낸다. invoke-id는 고유번호로서 메시지의 순서를 나타낸다. 메시지는 종류에 따라 그 내용이 달라지는데, choice는 메시지의 종류, choice-length는 메시지의 크기를 나타낸다. obj-handle은 메시지의 시스템, 구성, 측정값, 측정 시간 등의 여러 객체 유형 중 어떤 유형인지를 나타낸다. 이 값이 0이면 절차 및 시스템 정보를 나타내는 MDS (medical device system) 객체를 의미한다. event-time은 이벤트 발생 시각으로서 센서 측정값들의 측정 시각을 의미한다. event-type은 이벤트 유형, values는 이벤트 유형에 따른 값들을 의미한다.

그림 4는 비표준 심박동 센서 기기를 통해 얻어진 개인 건강 정보의 변환 결과를 이벤트 리포트 형식으로 보여준다.

굵은 활자체로 표시한 용어들을 중심으로 형식을 설명하면, CHOICE는 16진수 0x0101로서 'Event Report Argument Simple' 메시지를 의미한다. 이벤트 유형(event_type)은 MDC_NOTI_SCAN_REPORT_FIXED로 설정되어 있다. obs-val-data.length는 측정값의 길이, Basic-Nu-Observed-value는 측정된 분당 심박 수로서, 현재 각각 6과 121 bpm (분

invoke-id	choice	choice-length	obj-handle	event-time	event-Type	values	...
-----------	--------	---------------	------------	------------	------------	--------	-----

그림 3. ISO/IEEE 메시지 형식

Fig. 3. ISO/IEEE message format.

0xE7 0x00	APDU CHOICE Type (PrstApu)
0x00 0x38	CHOICE.length = 56
0x00 0x36	OCTET STRING.length = 54
0x00 0x04	invoke-id = 4
0x01 0x01	CHOICE(Remote Operation Invoke Event Report)
0x00 0x30	CHOICE.length = 48
0x00 0x00	obj-handle = 0 (MDS object)
0x00 0x00 0x00 0x00	event-time = 0
0x0D 0x1D	event-type = MDC_NOTI_SCAN_REPORT_FIXED
...	
...	
...	
0x00 0x06	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.value[0]. obs-val-data.length = 6
0x00 0x79	Basic-Nu-Observed-Value = 121 bpm
0x00 0x00 0xE2 0x90	Relative-Time-Stamp = 7.25 s
0xSS 0xSS	...
0xSS 0xSS	...

그림 4. 측정값의 이벤트 리포트 형식으로의 변환
 Fig. 4. Transformation of measured values into an Event Report form.

당 beats/min)이다.

3-2. 필터링 및 요약

일반적으로 기기를 통해 수집된 값들은 부정확한 측정값들을 가질 수 있다. 따라서 측정값들을 가공하지 않고 그대로 사용하기 어려운 경우가 많다. 시간에 따른 측정값은 대개 오차 범위 내에 있지만 오차 범위를 벗어나는 값들이 측정될 수 있고 또한 센싱 주기에 있어서도 차이가 발생할 수 있다. 스마트 폰과 같은 휴대기기에서는 센싱 주기가 짧은 센서에서 입력된 값들을 파일로 저장하거나 네트워크를 통해 서버로 전송할 경우 배터리 소모량이 급격히 증가할 수 있다. 따라서 응용프로그램의 성격에 따라 센싱 주기와 데이터 정확도를 조절할 필요가 있다.

필터링(filtering) 기법은 측정값 중에서 이상치(outlier)를 찾아 제거하는 역할을 한다. 시간 연속성을 갖는 센서로부터 수집된 값 같은 경우는 전체 데이터를 대상으로 이상치 검출 기법을 적용할 수 없으므로 작은 크기의 윈도우(window)를 만들고 그 윈도우 내에서 이상치를 찾아야 한다. 또한 이상치의 제거 범위를 특정 시점으로 제한 할 것인지 아니면 윈도우 구간 내의 모든 데이터(subsequence)로 할 것인지를 고려해야 한다 [12].

본 논문에서 제안하는 필터링 방식은 구현의 단순성을 위해 특정 시점의 데이터 값이 이상치 인지 여부를 확인하여 데이터 파일에 추가 여부를 결정하는 방식을 사용한다. 필터링 모듈은 센서의 특수성을 고려하여 고정역치(static threshold) 기반과 동적역치 (dynamic threshold)기반 기법을 지원한다. 예를 들어, 체온 센서의 경우는 최솟값과 최댓값을 사전에 지정할 수 있고 값의 변화도 크지 않으므로 고정역치 기법을 사용한다. 심박 수 센서의 경우는 최솟값과 최댓값의 차이가 클 뿐만 아니라 상황에 따라 변화도 심하므로 동적역치 기법을 사용한다.

고정역치 방식에서는 센서 특성에 따라 사전에 최솟값 및

최댓값 또는 변위의 범위를 지정하고 측정값이 역치 범위를 벗어난 경우 이를 데이터 파일에 저장하지 않는다. 동적 역치 방식에서는 수식 (1)과 같이 크기가 n인 윈도우에서 측정된 센서 값들의 변위 평균을 구한 후, 새로 측정된 값이 지정 범위 내에 있으면 이를 데이터 파일에 저장한다.

$$V_i - \frac{\sum_{i=2}^n |V_i - V_{i-1}|}{n-1} \leq V_{i+1} \leq V_i + \frac{\sum_{i=2}^n |V_i - V_{i-1}|}{n-1} \quad (1)$$

요약(summarization) 기법은 특정 주기 동안 측정된 데이터 파일에서 어떤 값을 사용자에게 전달할 것인가를 결정하기 위해 사용되며 다음과 같은 기법들을 적용한다. 먼저 간단한 방법으로 필터링한 데이터에 대한 추가 작업 없이 가장 최근의 측정값을 선택하거나 가장 빈도수가 높은 값을 선택하는 방식이 있다. 다음으로는 윈도우 기반 틀을 사용하여 매 주기마다 센싱된 RV(real-time value) 값을 합산하고 평균을 구해 한 개의 요약 값을 생성하는 방식이 있다. RV를 요약하는 방법은 수식 (2)와 같다. 예를 들어, 센서가 50Hz로 동작한다고 가정하면 (t=50), 매 주기마다 측정 값 V_i 를 합산하고 그 결과를 센싱 주기로 나누어 평균값을 구한다[13].

$$RV = \frac{1}{t} \left(\int_0^t |V_i| dt \right) \quad (2)$$

마지막으로 지수 평활 이동 평균 (exponentially smoothed moving average)[14]을 사용하여 요약 정보를 추출한다. 이 기법은 수식 (3)에서 보는 것처럼 가장 최근 값에 대해 많은 가중치를 부여하고 옛 값에 대해 적은 가중치를 부여하여 요약된 센싱 값을 도출한다. 수식의 n은 윈도우 크기를 의미한다.

$$ESMA_i = V_i \times \frac{2}{n+1} + RV_{i-1} \times \left(1 - \frac{2}{n+1} \right) \quad (3)$$

여기서 소개하고 있는 필터링과 요약 기법은 필요에 따라 선택적으로 적용할 수 있다. 예를 들어, 이상치에 대한 고려가 필요하지 않거나 최소-최댓값을 지정할 필요가 없는 - 예를 들어 무게 측정을 위한 무게(weight scale) 센서 같은 - 경우에는 필터링 기법을 적용하지 않아도 될 수 있다. 그러나 심박 센서 같은 경우는 필터링과 요약 기법을 모두 적용할 때 측정값들의 정확도를 향상시킬 수 있다.

IV. 구현 및 성능 평가

센서 추상화 계층의 구현을 위해 사용한 안드로이드 기반 개발보드의 사양은 표 1과 같다.

그림 5는 체온 센서를 사용하여 1초에 한 번씩 데이터를 추

표 1. 개발 보드 사양

Table 1. Development board specification.

	Specifications
Model	HBE-SM7-S4412
CPU	Samsung Exynos 4412 1.7GHz
Memory	2GB LP-DDR2 880MHz
GPU	ARM Mali 400MP 440MHz
LCD	7 inch 800X1280
Storage	eMMC 16GB
Network	802.11b/g/n Wireless LAN
Sensors	- Body temperature: Hanback Z-TN9 - Pulsation: Hanback SPO2 - LAXTHA Ubpulse 360

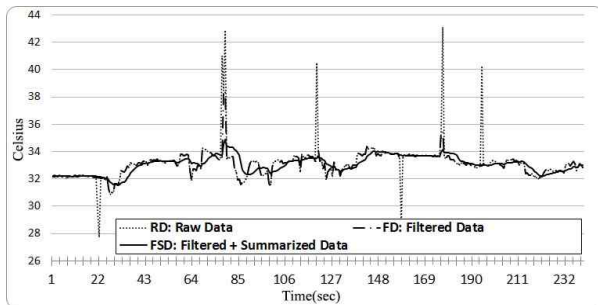


그림 5. 체온 센서 실험 결과

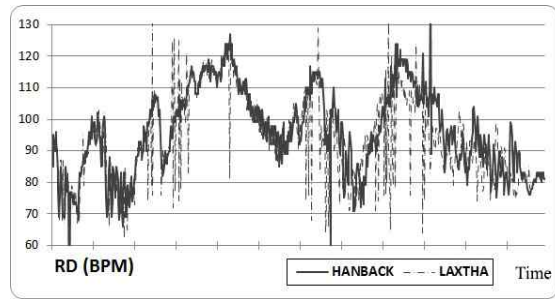
Fig. 5. Experimental results of a temperature sensor.

출한 결과를 보여준다. RD는 체온 센서로부터 측정된 값을 가공하지 않는 상태로 응용프로그램으로 전달했을 때의 결과를 보여준다. FD와 FSD는 각각 추상화 계층에서 필터링 기법만 적용한 결과와 필터링과 요약 기법을 함께 적용한 경우의 결과이다.

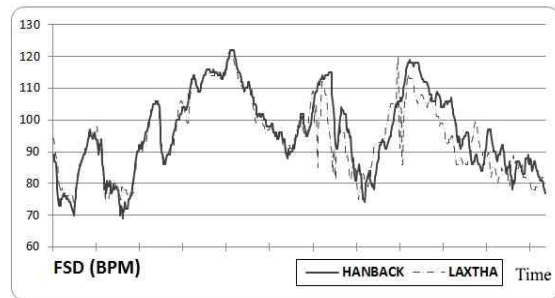
RD는 사용자의 ‘빨리 걷기’ 같이 체온을 변화시키는 사건의 발생 시 값의 변화가 심해지거나 특별한 이유 없이 오류 값이 발생하는 것을 보여준다. FD는 이상치를 제거하였음에도 불구하고 시간 흐름에 따라 측정값에 급격한 변화가 있음을 보여준다. 필터링과 요약 기법을 모두 적용하여 얻은 결과인 FSD는 실제 체온의 변화와 가장 유사한 결과를 보여주고 있다.

그림 6은 서로 다른 회사에서 제작된 두 개의 심박 센서를 동시에 측정된 결과 값을 비교한 결과이다.

그림 6의 (a)는 두 센서(HANBACK과 LAXTHA)로부터 얻어진 RD 측정값들에 대한 비교이다. 동일한 상황임에도 두 센서에서 측정된 값들의 오차가 커서 동일 상황에 대한 측정 결과임을 알기 어렵다. 그러나 필터링 및 요약 기법을 적용한 결과인 그림6의 (b)를 보면 두 센서로부터 수집된 값들의 오차가 줄어 두 그래프가 거의 비슷한 형태를 보인다. 이 결과는 다양



(a)



(b)

그림 6. RD 그래프와 FSD 적용 그래프의 비교

Fig. 6. Comparison of RD-applied and FSD-applied graphs.

한 센서들을 사용해야 하는 환경에서도 측정 결과의 정확성 향상을 위해 필터링 및 요약 기법이 유용할 수 있음을 보여준다.

V. 결 론

스마트폰과 생체 센서들의 급속한 발달은 환자들의 상태를 실시간으로 모니터링하고 그 상태 정보를 축적하며 그 정보를 유사 질환을 가진 다른 환자들의 치료에 이용할 수 있게 함으로써, 그 활용 범위를 넓혀주고 있다. 소규모 센서 제조사들은 표준화된 인터페이스와 메시지 형식을 제공하기 보다는 업체 고유의 특성에 따라 제품을 생산하므로 응용프로그램 개발자들은 이런 제조사들이 공급하는 센서들에 대해 각각의 특성을 파악하고 문제를 해결해야 하는 부담을 안게 된다. 센서 추상화 계층은 이런 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시한다.

센서 추상화 계층은 센서 연결 및 동작 상태를 모니터링하고 받은 데이터를 분석하여 메시지를 추출하여 이들을 표준에 정의된 이벤트 리포트 형식으로 변환한다. 따라서 응용프로그램들은 비 표준화된 센서 기기들로부터 얻어진 데이터들을 별도로 처리하는 수고 없이 표준화된 이벤트 리포트의 형식으로 전달된 데이터만을 받아서 처리하면 된다. 또한 필요시 필터링과 요약 알고리즘을 선택하여 적용함으로써 데이터의 정확성을 향상시킬 수 있다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 호서대학교의 재원으로 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임(2014-0407).

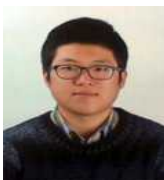
참고 문헌

- [1] T. G. Lee, "Smart healthcare and health-medical information system enforcement strategies," *The Journal Korean Institute of Information Technology*, Vol. 11, No. 1, pp.41-48, Jan. 2013.
- [2] J. T. Park, S. M. Cheon, and S. J. Ko, "Trend on IOT-board healthcare service and platform," *Information and Communications Magazine*, Vol. 31, No. 12, pp.25-30, Dec. 2014
- [3] W. S. Ahn, and J. T. Kim, "Blood glucose measurement principles of non-invasive blood glucose meter: focused on the detection methods of blood glucose," *Journal of Biomedical Engineering Research*, Vol. 33, No. 3, pp. 114-127, Sep. 2012.
- [4] ISO/IEEE 11073-20601TM - Health informatics personal health device communication part 20601: application profile optimized exchange protocol [Internet]. Available: www.wikipedia.org/wiki/ISO/IEEE_11073.
- [5] H. N. Park, S. H. Kim, and D. S. Yoo, "Present status and analysis for IEEE 11073 personal health device specializations," *The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 37, No. 6, pp.469-475, Jun. 2012.
- [6] S. B. Eun, S. S. So, and B. H. Kim, "A sensor node operation system supporting sensor abstractions for Ease development of USN applications," *Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 36, No. 5, pp.371-379, Oct. 2009.
- [7] J. C. Nam, W. K. Seo, J. S. Bae, and Y. Z. Cho, "Design and development of personal healthcare system based on IEEE 11073/HL7 standards using smartphone," *The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 36, No. 12, pp.1556-1564, Dec. 2011.
- [8] H. H. Do, J. M. In, and S. K. Lee, "Implementation of ASN.1 converter for applying ISO/IEEE 11073 MDER," *Korean Institute of Information Technology*, Vol. 10, No. 4, pp. 19-30, Apr. 2012.
- [9] J. G. Pak, and K. H. Park, "Advanced pulse oximetry system for remote monitoring and management," *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Vol. 2012, No. 6, pp.1-8, Jun. 2012.
- [10] D. K. Lee, G. H. Bang, S. J. Han, and D. J. Choi, "A design of U-health system on smart phone using ISO/IEEE 11073 PHD standard," in *Proceedings of the 2nd World Congress on Computing and Information Technology (WCIT)*, KualaLumpur: Malaysia, pp.133-138, March, 2014.
- [11] K. M. Kim, "Implementation of ISO/IEEE 11073-10404 monitoring system based on u-health service", *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 18, No. 6, pp.625-632, Dec. 2014.
- [12] M. Gupta, J. Gao, C. C. Aggarwal, and J. Han, "Outlier detection for temporal data: a survey," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 25, No. 1, pp.1-20, Sep. 2014.
- [13] D. Curone, G. M. Bertolotti, A. Cristiani, E. L. Secco, and G. Magenes, "A real-time and self-calibrating algorithm based on triaxial accelerometer signals for the detection of human posture and activity," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 14, No. 4, pp. 1098-1105, July. 2010.
- [14] I. B. Jung, and K. H. Kim, "A study of PPG wave and pulse measurement on radial artery using digital potentiometer and exponentially weighted moving average filter," *The Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 63, No. 7, pp. 962-967, Jul. 2014



오 삼 권 (Sam Kweon Oh)

1980년 2월 ~ 1984년 7월 : 삼성전자 통신연구소(연구원)
 1986년 12월 : University of South Florida (컴퓨터과학석사)
 1994년 5월 : Queen's University (컴퓨터과학박사)
 1995년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 컴퓨터정보공학부 교수
 ※ 관심분야 : Embedded Systems, Internet of Things



임 은 총 (Eun Chong Lim)

2013년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 컴퓨터정보공학부 학사과정
 ※ 관심분야 : Embedded Systems