

# SVM 기반의 걸음 검출 분석기의 구현

안경호<sup>†</sup>, 김은태<sup>\*\*</sup>, 류욱재<sup>\*\*\*</sup>, 장윤석<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요 약

본 연구에서는 걸음 검출 알고리즘들의 걸음 검출률과 걸음 검출 결과를 상호 비교 분석할 수 있는 걸음 검출 분석기를 구현하였다. 걸음 검출 분석기는 3축 가속도 센서의 데이터를 SVM 연산을 통하여 연속적인 에너지값으로 변환하고 걸음 측정 장치들에 사용되고 있는 걸음 검출 알고리즘들을 적용하여 걸음 검출 결과를 동시에 비교할 수 있도록 함으로써 걸음 검출의 과정과 검출 형태, 그리고 정확성을 분석할 수 있게 하였다. 이를 위하여 걸음 검출 분석기는 에너지값을 에너지 파형 그래프로 나타내고, 걸음 검출 알고리즘을 에너지값에 적용하여, 걸음으로 검출된 Peak값들과 위치를 확인하고, 실제 걸음이 정상적으로 검출되지 않은 경우에는 원인을 시각적으로 분석할 수 있도록 하였다. 또한 걸음 검출 알고리즘마다 걸음 검출에 적용된 임계값을 그래프화하여 같이 표시함으로써, 걸음으로 인정되지 않는 경우에 사용된 임계값을 바로 확인하고, 이를 통하여 적절한 임계값을 구하는 수식의 조정에 필요한 요소들을 파악하는 데에 도움이 될 수 있도록 하였다. 본 연구에서 구현된 걸음 검출 분석기는 여러 걸음 검출 알고리즘을 수평적으로 비교, 분석함으로써 측정 장치에 가장 적합한 걸음 검출 알고리즘을 선택하거나, 기존의 걸음 검출 알고리즘의 성능 개선 방안을 파악하는 데에 효과적으로 활용할 수 있으므로 걸음 검출 알고리즘에 대한 연구, 또는 걸음 측정 장치의 설계에 폭넓게 활용될 수 있다.

## Implementation on SVM based Step Detection Analyzer

Kyung Ho An<sup>†</sup>, En Tae Kim<sup>\*\*</sup>, Uk Jae Ryu<sup>\*\*\*</sup>, Yun Seok Chang<sup>\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this study, we designed and implemented a step detection analyzer that can compare and analyze the step detection rates and results among the step detection algorithms. The step detection analyzer converts 3-axes accelerometer data into continuous energy stream through SVM operation, shows the horizontal comparison among the step detection results for each step detection algorithms, and can make elemental detection analyses. For these processes, the step detection analyzer presents the continuous energy stream as energy waveform, checks the peak values and time location of the detected steps with step detection algorithms, and gives visual interface to get some possible causes in cases of step detection miss. It can also give the threshold graph for each algorithm to check the threshold value on missed cases directly and can help to get more appropriate threshold values or other adjustable parameters in step detection algorithm. This step detection analyzer can be applied efficiently on performance enhancement of step detection algorithm, on deciding an appropriate algorithm for a specific step counter system in the various step counter filed operations.

**Key words:** SVM, Step Detection(걸음 검출), Step Detection Analyzer(걸음 검출 분석기)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 장윤석, 주소 : 경기도 포천시 호국로 1007 대진대학교 공과대학 컴퓨터공학과 (487-711), 전화 : 031) 539-1962, FAX : 031) 539-1960, E-mail : cosmos@daejin.ac.kr  
접수일 : 2013년 9월 1일, 수정일 : 2013년 9월 5일  
완료일 : 2013년 9월 9일

<sup>†</sup> 준회원, 대진대학교 컴퓨터공학과  
(E-mail : space-akh@nate.com)

<sup>\*\*</sup> 준회원, 대진대학교 컴퓨터공학과  
(E-mail : kimmans11@naver.com)

<sup>\*\*\*</sup> 준회원, 대진대학교 컴퓨터공학과  
(E-mail : skyroom74@gmail.com )

<sup>\*\*\*\*</sup> 정회원, 대진대학교 컴퓨터공학과

## 1. 서 론

건강에 관련된 IT 기기는 매우 다양하고, 특히 최근의 유비쿼터스 환경과 기술의 발달, 그리고 스마트폰을 위시한 각종 모바일 시스템의 발달로 인하여 최근에는 이를 응용한 각종 유비쿼터스 기기들이 등장하고 사용되고 있다. 이중에서도 각종 건강 관련 기기들의 발달이 두드러지고 있는데 이는 현대 의학 기술의 발달로 평균수명이 증가됨으로써 많은 사람들이 건강한 삶을 오랫동안 유지하기 위하여 건강관리에 대한 관심이 증대되고 있기 때문이다[1,2]. 많은 건강관리 방법 중에서도 걷기는 복잡한 도시 생활이나 바쁜 실생활에서도 쉽게 접근할 수 있고 각종 노인성 질환이나 성인병들을 예방하는 데에 효과가 큰 운동이다[3]. 또한 걷기는 운동량 측정이나 BMI(Body Mass Index)계산과 같이 건강상태를 측정하는데 많이 사용되는 데이터를 쉽게 제공할 수 있기도 한 운동이다[4]. 이러한 걷기 운동을 규칙적으로 실천하기 위해서는 걸음수나 걸음 운동량에 대한 측정이 필요한데 이는 GPS와 가속도계를 이용한 이동 위치 추정을 통하여 개략적인 측정이 가능하다[5]. 그러나 실제 생활에서 가장 많이 사용되는 기기는 걸음수를 측정하는 만보계(Step counter)로 IT 기술의 발전에 힘입어 매우 소형이고 경량의 디지털 만보계들이 속속 등장하고 있으며, 스마트폰과 같은 모바일 정보시스템과 연결되는 유비쿼터스 기기로도 발전되고 있다.

최근에는 이러한 만보계들이 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기술을 응용한 소형 가속도 센서를 이용하여 걷기 운동 상황에 맞는 운동량을 계산함으로써 신체 정보를 측정, 분석 관리하는 u-Healthcare 분야로의 연구 개발로 다양하게 진행되고 있다[6]. 그러나 가속도 센서를 이용하여 측정된 걸음수는 적용된 걸음 검출 알고리즘에 따라 걸음 검출률에 차이가 발생한다. 이는 만보계를 구성하는 시스템 하드웨어의 설계와도 관계가 있지만, 하드웨어가 결정되어 있을 경우 걸음 검출과 걸음수 측정의 정확성은 해당 시스템에 적용하는 걸음 검출 알고리즘의 구현 방식과 밀접한 관련이 있다. 특히 스마트폰과 같은 모바일 기기에서 많이 활용하고 있는 개인 항법 시스템에서는 걸음수와 보폭을 기준으로 이동한 거리를 계산하는 방법을 많이 사용하므로 해당 시스템에 가장 적합한 걸음 검출 알고리즘을 사용하여 보다

정확한 걸음을 검출하는 것이 매우 중요하다[7].

걸음 검출 알고리즘은 입력 데이터의 형태와 검출 방식에 따라서 여러 가지 알고리즘이 개발되어왔다. 그러나 하나의 걸음 검출 시스템을 설계, 구현할 때 해당 시스템에 가장 효율적인 걸음 측정 능력을 부여하기 위해서는 여러 걸음 검출 알고리즘들의 특성과 성능이 상호간에 수평적으로 비교될 수 있어야 한다. 이러한 비교가 가능하여야만 특정 하드웨어에 가장 적합한 걸음 검출 알고리즘을 적용하여야 할 것인지를 결정할 수 있고, 최적의 걸음 측정 성능을 제공할 수 있게 된다. 따라서 효율적인 걸음 측정 시스템의 설계를 위해서는 어떤 걸음 검출 알고리즘이 가장 적합한가를 시험하고 분석하는 방법론이 필요하게 된다.

본 연구에서는 3축 가속도 센서로 측정된 3축 가속도 데이터값을 SVM(Signal Vector Magnitude) 연산을 이용하여 에너지값으로 변환한 후 걸음을 검출하는 알고리즘들에 대한 걸음 검출 분석 결과를 그래프로 나타내는 걸음 검출 분석기를 설계, 구현하였다. SVM 기반의 걸음 검출 분석기는 에너지 파형 그래프 위에 각각의 걸음 검출 알고리즘에서 걸음으로 인정된 Peak값 위에 걸음 검출 알고리즘마다 다른 심볼로 표시하고, 걸음 검출에 관련된 요소와 정보들을 하나의 사용자 인터페이스에 수평적으로 표현함으로써 이를 통해 걸음 검출이 정상적으로 되었는지의 여부와, 정상적인 걸음 검출이 아닌 경우의 원인을 분석하여 걸음 검출 알고리즘에 적용되는 여러 요소들을 개선할 수 있도록 하였다.

## 2. 관련연구

걸음 검출의 정확성을 높이기 위해서는 주어진 시스템과 환경 변수에 적합한 걸음 검출 알고리즘의 개발이 필요하다. 따라서 기존에 개발된 많은 걸음수 측정기들은 그 특성과 목적에 따라서 여러 가지의 걸음 검출 알고리즘을 개발하여 적용시켜 왔다. 이 중에서 디지털 3축 가속도 센서를 사용하는 걸음수 측정기들은 많은 경우에 Peak 임계값을 기반으로 하는 걸음 검출 알고리즘들을 적용하고 있다.

Peak 임계값을 사용하는 걸음 검출 알고리즘들은 걸음의 형태나 동작에 대한 처리 방법에 따라서 Peak 임계값을 결정하는 여러 다양한 걸음 검출 요소들을

포함하고 있다. HA(Heuristic algorithm)에서는 센서의 움직임에 동반되는 노이즈의 영향을 적게 받고자 고정 임계값의 범위를 확대하였을 때 걸음 검출률이 낮아지는 문제점을 보완하고자 중간에 미 검출된 걸음을 찾는 기법이다. ATA(Adaptive threshold algorithm)는 다양한 동작이 연속적으로 발생되어 매우 불규칙한 패턴의 3축 값이 입력되더라도 입력값의 변화에 대응되는 임계값을 설정하여 걸음 검출률의 저하를 방지할 수 있다. ALPA(Adaptive locking period algorithm)은 걸음 속도에 따라 걸음 검출의 잠금 구간에 차이를 두어 속도 변화에 따른 임계값에 의하여 걸음 수를 검출하도록 한다[8].

이와는 달리 상황 모니터링에 의한 검출 알고리즘들은 센서의 위치, 상태 등에 대한 데이터를 포함하여 걸음을 검출할 수 있도록 한다. 활동 상태 분류 알고리즘 연구에서는 자세변화 및 활동 상태를 분류하고 모니터링 할 수 있는 모니터링 프로그램을 구현하여 걸음수 측정에 대한 요소들을 파악하였다[9]. 그리고 K-mean 알고리즘 관련 연구에서는 군집 분석 알고리즘으로 3축 가속도 센서의 착용 위치나 체형에 따른 기준점을 교정하여 정확한 자세 판단을 할 수 있도록 하고, 이를 이용하여 일상생활 중 활동 상태를 모니터링 할 수 있는 시스템을 구현하였다[10]. Moving average 알고리즘에서는 2축 가속도 데이터값에 SVM 연산을 적용하여 걸음을 검출할 때 노이즈의 영향을 덜 받을 수 있도록 하였고, 이를 이용하여 보행 검출 정확도를 분석하는 PC의 실시간 모니터링 시스템을 구현한 바 있다[11].

이들 기존 연구에서는 각 연구에서 제시한 걸음 검출 알고리즘의 정확성을 검증하기 위하여 각 걸음 검출 알고리즘에 대한 분석이나 모니터링을 수행할 수 있는 전용 분석 프로그램만을 구현하여 사용하였다. 따라서 각 걸음 검출 알고리즘들을 다른 걸음 검출 알고리즘들과 비교, 분석할 수 있는 방법론이나 연구가 상대적으로 부족하였다. 본 연구에서는 걸음 검출 알고리즘 중에서 SVM기반의 알고리즘들에 대하여 복수개의 걸음 검출 알고리즘을 하나의 분석 도구에서 처리, 분석함으로써 분석 횟수를 단축하고 각 걸음 검출 알고리즘의 걸음 검출 요소 및 정확성을 비교할 수 있는 걸음 검출 분석기를 구현하였다.

### 3. SVM 기반의 걸음 검출 알고리즘

#### 3.1 SVM 연산

디지털 방식의 3축 가속도 센서는 그림 1과 같이 x, y, z의 3가지 방향의 가속도 데이터를 생성한다. 이 데이터를 사용하여 걸음을 검출하려면 걸음에 의한 상,하축 운동 성분 외에도 걸음을 걷는 진행 방향에 대한 성분이나 회전에 의한 요소, 또는 비틀림에 의한 요소들이 각 축 방향에 대하여 모두 포함될 수밖에 없게 된다. 필요 없는 요소들을 배제하고 걸음에 영향을 주는 요소들만으로 걸음 검출을 수행하기 위해서는 각 축 성분에 대한 분석 연산이 필요하기 때문에 하므로 걸음 검출 알고리즘에서 걸음 검출에 필요한 여러 가지 연산들의 수행 횟수가 증가한다. 따라서 걸음 검출 알고리즘의 연산 횟수를 줄이고, 연산의 복잡도를 감소시키기 위해서는 각각의 3축 가속도 데이터값을 SVM 연산을 이용하여 하나의 에너지값으로 변환하여 처리하는 것이 효과적이다[12].

SVM 연산은 식(1)과 같이 수행되며 3축 가속도 센서의 흔들리는 방향이 x, y, z 어디를 향하든 같은 에너지값을 나타내므로 3축 가속도 데이터값에 포함되어있는 회전값은 무시된다. 따라서 걸음 검출을 수행할 경우에는 센서의 위치나 방향에 구애받지 않고 걸음을 측정할 수 있다. 그림 2는 그림 1에서 나타난 3개의 데이터값을 SVM 연산을 통해 1개의 에너지값으로 변환한 것으로 걸음 검출 알고리즘의 데이터 처리 과정을 보다 단순하게 만들 수 있다.

$$E_t = \sqrt{|x_t|^2 + |y_t|^2 + |z_t|^2} \quad (1)$$

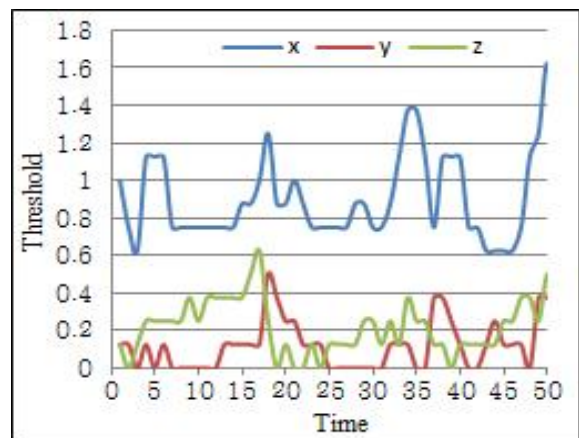


그림 1. 3축 가속도 데이터값

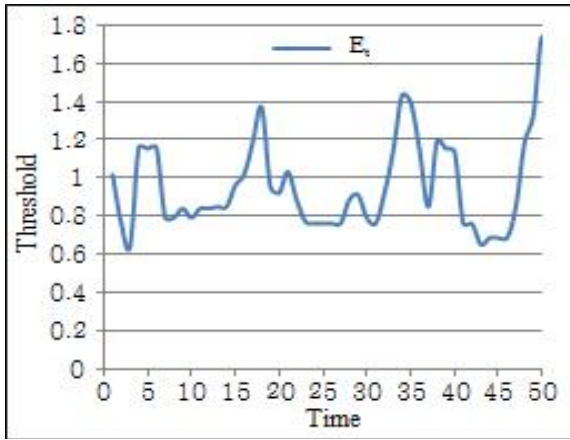


그림 2. SVM 연산 결과

3.2 걸음 검출 알고리즘의 적용

본 연구에서는 SVM 변환에 의한 에너지값을 사용하는 걸음 검출 알고리즘의 구현 예로서 고정 Peak 임계값 알고리즘과 가변 Peak 임계값 알고리즘의 2가지 알고리즘을 적용하여 걸음 검출 분석기를 구현하였다.

고정 Peak 임계값 알고리즘은 에너지값 파형에서 고정 Peak 임계값보다 큰 Peak값만 걸음으로 검출한다. 따라서 고정 Peak 임계값이 작을 경우 많은 걸음수가 검출되며, 반대로 클 경우에는 적은 걸음수가 검출되는 특성을 가지고 있다. 고정 Peak 임계값을 사용할 경우에는 가장 적절한 걸음 검출이 되기 위한 Peak 임계값이 설정이 되어야 하는데 이는 실질적인 실험에 의하여 도출된다. 표 1은 기존 연구에서 도출된 고정 Peak 임계값에 따른 걸음 정확도를 나타낸 것으로 본 연구에서는 이 중에서 걸음 검출률이 가장 높게 나온 1.125을 고정 Peak 임계값으로 사용하였다[13].

표 1. 고정 Peak 임계값에 따른 걸음 검출률 (%)

| 고정 Peak 임계값 | Slow Walking | Normal Walking | Jogging |
|-------------|--------------|----------------|---------|
| 1.050       | 112.90       | 109.38         | 108.81  |
| 1.075       | 105.00       | 102.21         | 103.55  |
| 1.100       | 101.90       | 100.81         | 102.12  |
| 1.125       | 99.55        | 99.76          | 101.50  |
| 1.150       | 96.00        | 98.6           | 101.14  |
| 1.175       | 91.62        | 97.43          | 100.69  |
| 1.200       | 85.43        | 95.38          | 100.26  |

가변 Peak 임계값 알고리즘은 고정 Peak 임계값 알고리즘을 개선하기 위해 제안된 알고리즘으로 현재 걸음으로 판단하고자 하는 Peak값 이전의 Peak값들 중 걸음으로 인정된 파형의 최고값과 최저값을 평균하여 가변 Peak 임계값을 구하여 걸음을 검출하는 알고리즘이다. 이는 에너지값의 변동이 불규칙하게 발생할 경우에도 Peak 임계값을 매번 적응적으로 변경할 수 있기 때문에 고정 Peak 임계값 알고리즘에 비하여 보다 정확한 걸음 검출을 수행할 수 있다. 가변 Peak 임계값은 걸음으로 인정된 파형의 최고값과 최저값에 대한 평균을 구하는 방법에 따라서 각각 산술평균, 제곱(기하)평균, 조화평균 연산을 통해 계산될 수 있다. 그러므로 가변 Peak 임계값 알고리즘은 3가지의 세부 알고리즘으로 구분되어 적용할 수 있다.

4. 걸음 검출 분석기

4.1 소프트웨어 설계

본 연구에서 설계, 구현하는 걸음 검출 분석기는 3축 가속도 센서를 포함하는 하드웨어가 생성한 3축 데이터로부터 걸음 검출 알고리즘이 도출한 걸음 검출 결과를 시각적으로 분석할 수 있는 프로그램이다. 이는 Microsoft Visual Studio 2008 (Visual C#)을 사용하여 구현되었으며, 3축 데이터를 파일을 입력받아서 여러 가지 걸음 검출 알고리즘에 동시에 적용하고, 각 걸음 검출 결과를 화면에 그래프 형태로 표시하여 걸음 검출 알고리즘들 간의 걸음 검출 결과에 대한 상호 비교 분석이 가능하도록 하여 주는 기능을 제공한다.



그림 3. 걸음 검출 분석기 블록다이어그램

걸음 검출 분석기는 3축 가속도 데이터값이 저장된 파일을 읽어 배열에 저장하고, 이를 SVM 연산을 이용하여 에너지값으로 변환한 후 에너지 파형 그래프를 출력한다. 에너지 파형은 걸음을 걸을 때마다 에너지값의 변화가 생기는 것을 보여주며, 이를 이용한 에너지값의 변화를 통해 걸음을 분석할 수 있다. 그림 3은 걸음 검출 분석기의 블록다이어그램을 나타내고 있다. 걸음 검출 분석기는 크게 데이터 처리 부분과 걸음 검출 알고리즘 부분, 그리고 사용자 인터페이스 부분으로 구성되어 있다.

#### 4.1.1 데이터 처리부

디지털 방식의 3축 가속도 센서의 출력은 x, y, z축에 대한 실수형 가속도값으로 생성된다. 앞 절에서 서술한 바와 같이 3축 가속도 센서의 값들은 SVM 연산을 통하여 에너지값으로 변환된 다음에 걸음 검출 알고리즘에 입력되므로 먼저 3축 가속도 센서의 데이터값들을 데이터 파일로 저장하고, 이를 후처리 방식으로 처리한다. 이 과정은 온라인 방식으로 실시간 처리도 가능하지만 본 연구에서는 사용자의 분석 결과 활용이 용이하도록 오프라인 방식으로 설계 구현하였다.

#### 4.1.2 검출 알고리즘부

걸음 검출 알고리즘부에는 SVM 기반의 에너지 파형 데이터를 입력으로 하는 걸음 검출 알고리즘들을 포함한다. 본 연구에서는 고정 Peak 임계값 알고리즘과 가변 Peak 임계값 알고리즘을 시험적으로 구현하였다. 고정 임계값 알고리즘에서는 임계값을 1.125을 적용하였으며 가변 임계값 알고리즘에서는 산술평균, 제곱평균 및 조화평균에 의하여 도출되는 3가지의 임계값을 적용하여 각각의 걸음 검출을 수행할 수 있도록 하여 총 4가지의 걸음 검출 결과를 도출할 수 있도록 한다.

4.1.3 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 걸음 검출기에서 분석한 결과들을 화면에 표시하여 주는 부분으로 분석할 데이터를 선택하고, 이를 에너지값으로 변환한 결과를 출력한다. 이와 동시에 에너지값들에 대하여 걸음 검출 알고리즘별로 에너지값에 대한 걸음 검출 결과를 표시하도록 되어 있다. 분석 결과 화면은 걸음 검출 알고리즘마다 분석한 총 걸음수를 상단에 표시하고, 에너지 파형에 걸음으로 검출된 위치를 표시하여 사용자가 결과 분석을 용이하게 할 수 있도록 하였다. 그림 4는 구현된 사용자 인터페이스에 변환된 연속적인 에너지값을 표시하고 있다.

#### 4.1.3 사용자 인터페이스

걸음 검출 분석기 사용자 인터페이스의 그래프 영역은 한 화면에 100개의 에너지값에 대한 에너지 파형을 출력한다. 여기서 X축은 시간을 Y축은 에너지값을 나타낸다. 에너지 파형의 전체 길이에 따라 X축 하단에 스크롤바가 생성되며, 이를 이용하여 에너지 파형의 처음부터 끝까지의 모든 분석 결과들을 이동하며 볼 수 있다. 또한 에너지 파형과 분석값들을

고정 1.125 101 산술 평균 101 제곱 평균 101 조화 평균 101

걸음 검출 분석기

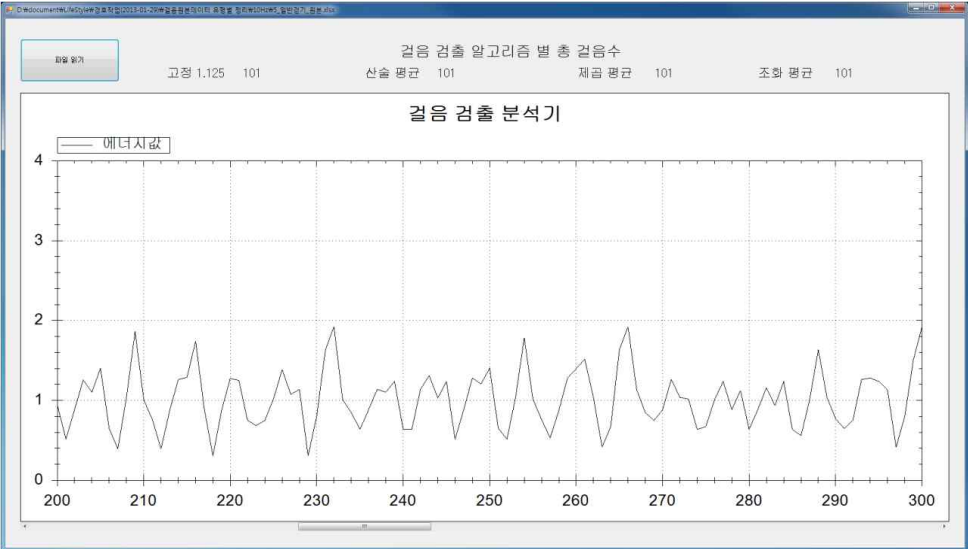


그림 4. 걸음 검출 분석기 사용자 인터페이스(에너지값의 표시)



표 2. 걸음 데이터 측정요소 및 조건

| Test parameter | Values  |
|----------------|---|
| 실험자 수          | 5 (Men)   |
| 키              | 168~183 (cm)  |
| 몸무게            | 45~81 Kg  |
| 샘플링 주파수        | 5~10Hz, 20Hz  |
| 걸음 횟수          | 100 (걸음)  |
| 걸음 모드          | 천천히 걷기(1.1 step/sec)<br>보통 걷기(2.4 steps/sec)<br>조깅(3.2 steps/sec) |
| 센서 민감도         | 2 G   |

세밀하게 확인하기 위한 그래프 영역의 확대, 축소도 가능하다.

그래프 영역에서는 각 걸음 검출 알고리즘마다 검출된 걸음을 표시하기 위하여 서로 다른 색상과 모양의 도형을 심볼로 지정하여 사용할 수 있다. 각 심볼은 걸음으로 검출된 Peak값 상단에 중첩되지 않도록 순차적으로 표시하였으며, 이를 이용하여 에너지 파형에서 걸음으로 검출된 위치를 확인할 수 있다. 사용자는 각 걸음 검출 알고리즘에서 검출한 Peak값의 에너지값 크기와 주기를 분석하여 걸음이 정상적으로 검출되었는지 확인할 수 있다. 또한 걸음 검출을 위해 각 걸음 검출 알고리즘에서 사용된 임계값들을 병행하여 출력함으로써, 걸음을 검출할 때 사용한 임계값의 변화도 분석할 수 있다. 이와 같이 걸음의 검출위치와 임계값을 확인할 수 있으므로, 사용자 인터

페이스를 통하여 각 걸음 검출 알고리즘과 임계값들 간의 관계 및 문제점들을 쉽게 분석할 수 있다.

4.2 구현 결과 및 분석 실험

걸음 검출 분석기의 적용된 걸음 검출 알고리즘의 검출률에 대한 비교, 분석을 위하여, 실험을 통하여 실제로 추출한 3축 센서 데이터를 사용하여 분석 시험을 수행하였다. 시험에 사용된 데이터는 표 2와 같은 조건에서 실험한 걸음 데이터로서 이중에서 전혀 다른 유형의 걸음에서 측정된 3축 가속도 데이터값 2가지를 시험 분석에 사용하였다.

그림 5, 6은 천천히 걷기와, 조깅에서의 3축 가속도 데이터값을 SVM연산을 이용하여 에너지값으로 변환한 뒤 걸음 검출 알고리즘을 적용한 화면이다. 천천히 걷기의 경우에는 에너지값의 변화가 비교적 작은 형태를 보이고 있기 때문에 Peak들이 상대적으로 작은 변동률을 가지고 있고, 조깅의 경우에는 상대적으로 큰 에너지값 변동 특성을 가지고 있다. 이 두 가지 경우에 대하여 고정 Park 임계값 알고리즘과, 산술, 제곱, 조화평균을 사용하는 가변 Peak 임계값 알고리즘이 모두 정상 동작되고, 걸음이 검출되는 에너지파형의 위치와 크기가 각 Peak에서 용이하게 구분되고 있다.

그림 7은 구현된 걸음 검출 분석기에서 여러 걸음 검출 알고리즘들을 적용한 결과를 보이고 있다. 본 걸음 검출 분석기에서 보이는 가장 기본적인 분석

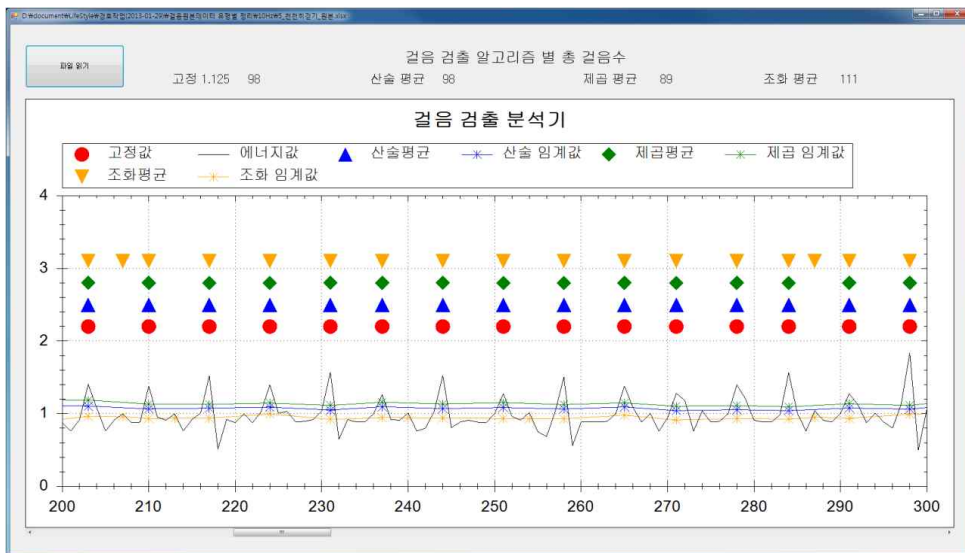


그림 5. 작은 에너지값 변동에서의 걸음 검출

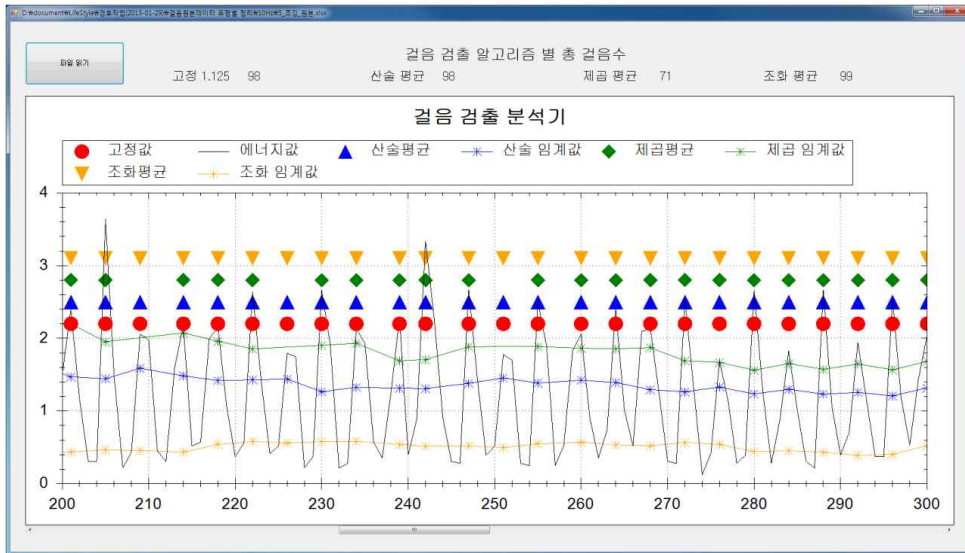


그림 6. 큰 에너지값 변동에서의 걸음 검출

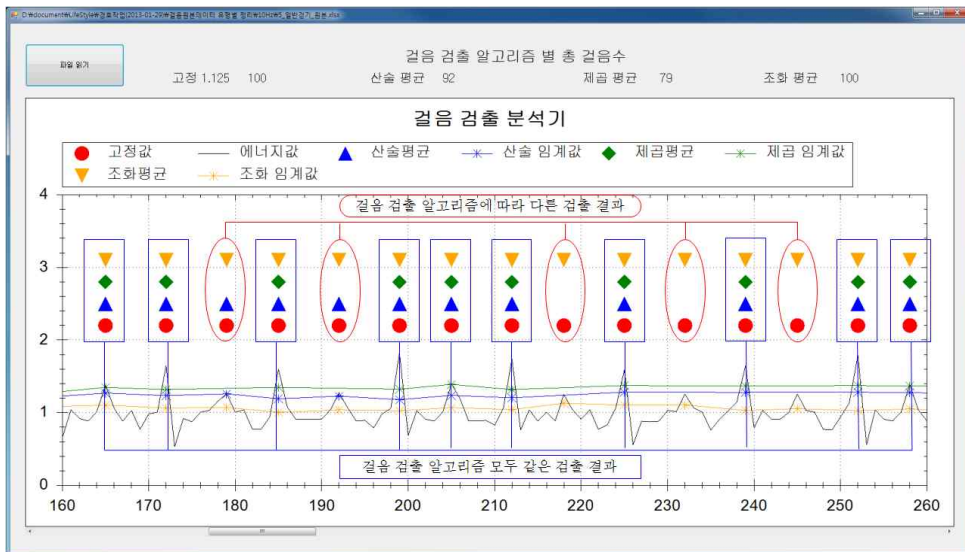


그림 7. 걸음 검출 알고리즘별 분석 결과

결과는 각 검출 알고리즘들의 걸음 검출 상황이다. 동일한 에너지 파형 그래프를 사용하였어도 걸음 검출 알고리즘에 따라서 공통적으로 검출하는 Peak들과 검출되지 않는 Peak들이 존재함을 알 수 있다. 그림 7에서 타원으로 둘러싸인 부분이 걸음 검출 알고리즘에 따라서 다른 검출 결과를 보여주는 부분이며, 사각형 부분은 걸음 검출 알고리즘들이 모두 같은 검출 결과를 나타낸 부분이다. 이 결과를 통하여 같은 에너지 파형 그래프 데이터에 대하여 각 알고리즘이 어느 데이터 부분에서 검출 능력에 차이가 있는지를 평가할 수 있다. 차이가 있을 경우에는, 해당

부분에서의 데이터 값과 적용된 임계값을 동시에 비교할 수 있다. 걸음 검출 알고리즘의 설계자는 이 결과를 바탕으로 하여 걸음 측정기에 사용된 하드웨어에 가장 적합한 알고리즘, 또는 임계값을 결정하거나, 알고리즘과 임계값에 적용할 여러 변수 값들을 결정하는 근거로 사용할 수 있게 된다.

### 5. 결론

MEMS 기술을 응용한 소형의 3축 가속도 센서를 이용하여 걸음을 검출하고 걸음수를 측정하는 장치

들은 설계된 하드웨어의 성능과 적용된 걸음 검출 알고리즘에 따라서 걸음 검출 정확도, 즉 검출률에 차이가 있다. 장치의 하드웨어가 결정되어 있을 경우, 정확도가 높은 장치를 개발하기 위해서는 설계된 하드웨어 장치에 가장 적합한 걸음 검출 알고리즘을 적용하여야 하는데, 이를 위해서는 다양한 알고리즘들을 적용하고 많은 실험을 통하여 각 검출 알고리즘들 간의 걸음 검출 정확도에 대한 비교 분석이 수행하여야 한다.

본 연구에서는 디지털 방식의 3축 가속도 센서를 이용한 걸음 측정 장치들에 적용되는 SVM 기반의 걸음 검출 알고리즘들에 대하여 검출 과정과 검출 요소들을 상호 비교할 수 있는 걸음 검출 분석기를 설계, 구현하였다. 이는 측정된 3축 가속도 데이터값을 SVM연산을 이용하여 에너지값으로 변환한 다음에, 걸음 측정 장치들에 사용되고 있는 걸음 검출 알고리즘들을 적용하여 걸음 검출 결과를 동시에 비교할 수 있도록 함으로써 걸음 검출의 과정과 검출 형태, 그리고 정확성을 분석할 수 있게 하였다. 이를 위하여 걸음 검출 분석기는 에너지값을 에너지 파형 그래프로 나타내고, 걸음 검출 알고리즘을 에너지값에 적용하여, 걸음으로 검출된 Peak값들과 위치를 확인하고, 실제 걸음이 정상적으로 검출되지 않은 경우에는 원인을 시각적으로 분석할 수 있도록 하였다. 또한 걸음 검출 알고리즘마다 걸음 검출에 적용된 임계값을 그래프화하여 같이 표시함으로써, 걸음으로 인정되지 않는 경우에 사용된 임계값을 바로 확인하고, 이를 통하여 적절한 임계값을 구하는 수식의 조정에 필요한 요소들을 파악하는 데에 도움이 될 수 있도록 하였다.

본 연구에서 구현된 걸음 검출 분석기는 여러 걸음 검출 알고리즘을 수평적으로 비교, 분석함으로써 측정 장치에 가장 적합한 걸음 검출 알고리즘을 선택하거나, 기존의 걸음 검출 알고리즘의 성능 개선 방안을 파악하는 데에 그 목적이 있다. 따라서 걸음 검출 알고리즘에 대한 연구, 또는 걸음 측정 장치의 설계에 본 걸음 검출 분석기를 활용할 경우, 보다 정확하고 효율적인 시스템을 설계할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 또한 향후에는 SVM을 적용하지 않는 걸음 검출 알고리즘들, 즉 상황 모니터링에 의한 검출 알고리즘들에 대한 비교 분석 능력도 부여할 예정이다.

## 참 고 문 헌

- [ 1 ] 통계청, [http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO\\_STTS\\_IdxMain.jsp?idx\\_cd=2758](http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO_STTS_IdxMain.jsp?idx_cd=2758). 2012.
- [ 2 ] 김완수, “고령화 시대 노인 운동의 중요성 및 방법,” 인문과학연구, 제33집, pp. 29-53, 2009.
- [ 3 ] 임희진, 김유식, 조형석, 김창희, 임희정, 정희성, 임지애, 윤병곤, 백일영, 서상훈, “규칙적인 걷기운동이 질환별 노인의 건강변인에 미치는 효과,” 생명과학회지, 제19권, 제12호, pp. 1750-1757, 2009.
- [ 4 ] 남윤영, 최유주, 조위덕, “이미지센서와 3축 가속도 센서를 이용한 인간 행동 인식,” 한국인터넷정보학회논문지, 제11권, 제1호, pp. 129-141, 2010
- [ 5 ] 염정남, 이금분, 박정진, 조범준, “GPS와 가속도계를 이용한 이동 물체의 위치 추정 시스템,” 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제4호, pp. 600-607, 2009.
- [ 6 ] 이은숙, 박만곤, “u-Healthcare 기반의 걸기운동 활동량 측정 시스템,” 한국멀티미디어학회 추계학술발표대회논문집, 제13권, 제2호, pp. 709-712, 2010.
- [ 7 ] Jeong Won Kim, Han Jin Jang, Dong-Hwan Hwang, and Chanisk Park, “A Step, Stride and Heading Determination for the Pedestrian Navigation System,” *Journal of Global Positioning Systems*, Vol. 3, No. 1-2, pp. 273-279, 2004
- [ 8 ] 김윤경, 김성목, 노형석, 조위덕, “3축 가속도 센서를 이용한 실시간 걸음 수 검출 알고리즘,” 인터넷정보학회논문지, 제12권, 제3호, pp. 17-26, 2011.
- [ 9 ] 정도운, 정완영, “3축 가속도 센서를 이용한 자세 및 활동 모니터링,” 센서학회지, 제16권, 제6호, pp. 467-474, 2007.
- [ 10 ] 노운홍, 예수영, 정도운, “3축 가속도를 이용한 활동상태 분류 시스템 구현 및 알고리즘 개발,” 전기전자재료학회논문지, 제24권, 제1호, pp. 81-88, 2011.
- [ 11 ] 이인호, 김정채, 정석명, 유선국, “가속도 센서를



이용한 걸음수 검출 및 실시간 모니터링 시스템,” CICS 정보 및 제어 학술대회 논문집, pp. 476-477, 2008

[12] 유향미, 서재원, 차은중, 배현덕, “3축 가속도 센서를 이용한 보행 횟수 검출 알고리즘과 활동 모니터링,” 한국콘텐츠학회논문지, 제5권, 제4호, pp. 253-260, 2008.

[13] 류욱재, 김은태, 안경호, 우성훈, 장윤석, “Bluetooth USN 기반의 Lifestyle 측정 시스템,” 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집, 제19권, 제2호, pp. 1231-1234, 2012.



**안 경 호**

2012년 대진대학교 컴퓨터공학과 (학사)

2012년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과(석사과정)

관심분야: 스마트 모바일 시스템, 마이크로 임베디드 시스템, u-Healthcare



**김 은 태**

2012년 대진대학교 컴퓨터공학과 (학사)

2012년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과(석사과정)

관심분야: 블루투스, 모션 인식, 스마트 모바일 시스템



**류 욱 재**

1999년 인천대학교 전자공학과 (학사)

2001년 서울과학기술대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

2007년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과(박사과정)

관심분야: 마이크로 임베디드 시스템, 스마트 모바일 시스템, WBAN, u-Healthcare



**장 윤 석**

1988년 서울대학교 물리학과(학사)

1990년 서울대학교 전자계산기공학과(공학석사)

1998년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1994년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과 교수  
2000년~2001년 University of Southern California, Dept. of EE-Systems

관심분야: 컴퓨터 시스템 설계, 마이크로 임베디드 시스템, 스마트 모바일 시스템