

모션헤드셋의 동작분류기를 위한 사용자 머리동작 분석

신춘성^{1*}, 이영호²

¹한국전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터, ²목포대학교 컴퓨터공학과

Analysis of User Head Motion for Motion Classifier of Motion Headset

Choonsung Shin^{1*}, Youngho Lee²

¹Realistic Information Platform Research Center

²Department of Computer Engineering, Mokpo National University

요약 최근 다양한 형태의 착용형 컴퓨터가 연구되고 있다. 본 논문에서는 사용자가 음악을 들으며 사용할 수 있는 모션헤드셋의 동작분류기 제작을 위해 머리 움직임 정보의 특징을 분석한다. 모션헤드셋 프로토타입은 스마트폰과 블루투스 통신 방법을 이용하여 음악을 수신받으며, 가속도센서가 측정한 동작정보를 스마트폰으로 전송한다. 그리고 스마트폰에서는 모션 분류기를 통해 머리의 움직임을 분류한다. 실험을 위해 프로토타입을 제작하였다. 사용자 머리의 ‘위’, ‘아래’, ‘왼쪽’, 그리고 ‘오른쪽’ 머리 움직임을 베이지안 분류기를 이용하여 분류하였다. 그 결과 ‘위’와 ‘아래’의 머리 움직임의 경우 x, z축의 가속도 센서값이 큰 변화가 있었다. 추후에 사용성 평가를 통해 동작 분류기를 제작할 수 있는 적합한 변수를 찾아 낼 계획이다.

주제어 : 모션헤드셋, 착용형 컴퓨터, 동작 분류

Abstract Recently, various types of wearable computers have been studied. In this paper, we analyze the characteristics of head motion information for the operation of the motion classifier produced motion headset that the user can use while listening to music. The prototype receives music from smart phone over bluetooth communications, and transmits the motion information measured by the acceleration sensor to the smart phone. And the smartphone classifies the motion of the head through a motion classifier. we implemented a prototype for our experiment. The user's head motion “up”, “down”, “left” and “right” were classified using a Bayesian classifier. As a result, in case of the movement of the head “up” and “down”, there are a large changes in the x, z-axis values. In future we have a plan to perform a user study to find suitable variables for creating motion classifier.

Key Words : motion headset, wearable computer, motion classification

1. 서론

최근 다양한 형태의 착용형 컴퓨터가 연구되고 있기

나 상용화되고 있다[1,2]. 구글글래스, 홀로렌즈 등 스마트 안경을 비롯해서 스마트시계, 스마트 체중계 등 다양한 제품이 등장하고 있다. 또한 여러 벤처 회사에서 스마

본 연구는 미래창조과학부 및 범부처 Giga KOREA사업의 일환으로 수행하였음

교신저자 : 이영호(youngho@ce.mokpo.ac.kr)

접수일자 2016년 6월 7일

트 목걸이, 스마트 신발 등 다양한 제품을 개발하여 투자를 계획하고 있다. 이러한 다양한 착용형 컴퓨터들은 소비자에게 흥미롭게 다가가고 있으며, 향후 자가추적(self-tracking), 맥락인지(context awareness) 등의 기술과 접목되어 헬스케어 등의 분야에 활용될 것으로 기대된다.

일반적으로 이러한 착용형 컴퓨터는 입력장치, 처리장치, 그리고 출력장치로 구분된다. 입력장치는 키보드와 마우스형태의 장치부터 가속도센서, GPS, 지자기센서 등 다양한 센서로 구성된다. 출력장치는 시각출력장치인 모니터, 진동장치, 조명장치, 음향 등 다양한 방식이 사용 가능하다. 처리장치는 입력된 다양한 정보를 분석하여 의미 있는 정보를 찾아내고 이를 출력장치로 보내는 핵심 기능을 수행해야 한다. 실내에서 사용되는 착용형 컴퓨터의 경우 외부에 카메라, 초음파센서 등을 장착하여 사용자의 움직임을 파악할 수 있다. 하지만 실외의 경우 사용자 동작을 파악하기 위해서는 사용자 몸에 센서를 장착하여 분석하는 방법이 효율적이다.

착용형 컴퓨팅을 위한 동작인식 방법은 다양한 기술이 개발되고 있지만, 상용화 단계의 제품을 살펴보면 크게 핸드헬드형, 착용형, 거치형, 그리고 체중계형으로 나눌 수 있다. 손으로 들고 다니며 동작을 인식하는 제품으로는 스마트폰이나 3D 리모콘을 예를 들 수 있다. 착용형 제품은 스마트 안경, 스마트 시계 등이며, 거치형은 키넥트나 립모션과 같이 외부에서 사람의 동작을 파악할 수 있도록 거치하는 것이다. 체중계형은 발판 형태로 장치를 제작하여 사용자가 그 위에서 움직이면 동작을 인식할 수 있는 장치이다. 이 중 스마트 안경과 같이 사람의 머리에 착용하는 장치가 개발되고 있어 이를 위한 동작인식 방법 및 활용 방안이 연구될 필요가 있다.

본 논문에서는 사용자가 음악을 들으며 사용할 수 있는 모션헤드셋의 동작분류기 제작을 위해 머리 움직임 정보의 특징을 분석한다. 제작된 모션헤드셋 프로토타입은 스마트폰과 블루투스 통신 방법을 이용하여 음악을 수신받으며, 가속도센서가 측정된 동작정보를 스마트폰으로 전송한다. 그리고 스마트폰에서는 모션 분류기를 통해 머리의 움직임을 분류한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 동작인식을 위한 센서와 동작 분류에 대한 배경지식을 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 모션헤드셋 프로토타입에 대해 설명하며, 4장에서는 센서로부터 획득한 정보를 분

류하여 사용자의 머리 움직임을 파악하기 위한 실험결과를 설명한다. 마지막으로 5장에서 결론을 내린다.

2. 배경지식

사용자의 몸에 장착하여 동작을 분석하는 센서로는 가속도센서, 자이로센서, GPS, 그리고 카메라 등이 있다. 사람의 동작을 인식하기 위해 이러한 다양한 센서들을 사람의 몸에 부착할 수도 있으며, 사람이 들고 다닐 수 있는 조작기구에 부착하여 이용할 수도 있다. 또한 사람이 움직이는 외부공간에 카메라를 장착하여 동작을 인식할 수도 있다.

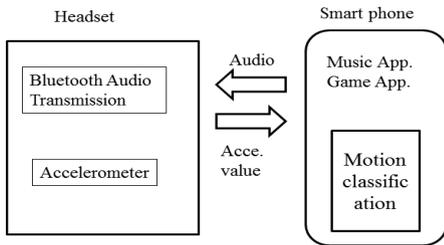
이러한 각종 센서를 이용하여 사람의 동작을 인식하기 위한 다양한 기술과 장비가 개발되어왔다[3,4,5]. 그 중 상용화 단계의 제품을 살펴보면 크게 핸드헬드형, 착용형, 거치형, 그리고 체중계형으로 나눌 수 있다. 핸드헬드형은 사용자의 손으로 들고 다니는 장치를 통해 동작을 인식하는 제품이다. 이러한 형태의 동작인식 장치는 스마트폰이나 3D 리모콘을 예를 들 수 있다.

착용형 제품으로는 스마트 안경, 스마트 시계 등이 있다 [6,8,9,10]. 스마트 시계의 경우 손동작을 분석하는 연구가 진행되고 있다. 거치형은 키넥트나 립모션과 같이 외부에서 사람의 동작을 파악할 수 있도록 거치하는 것이다. 키넥트는 0.4-3m 사이에 위치하는 사용자의 몸 전체 동작을 분석한다. 체중계형은 발판 형태로 장치를 제작하여 사용자가 그 위에서 움직이면 동작을 인식할 수 있는 장치이다. 이러한 장치로는 닌텐도의 위젯에서 사용하는 발판장치가 있다. 이 중 스마트 안경과 같이 사람의 머리에 착용하는 장치가 개발되고 있어 이를 위한 동작인식 방법 및 활용 방안이 연구될 필요가 있다.

3. 시스템 디자인 및 구현

3.1 시스템 디자인

설계된 모션헤드셋은 크게 헤드셋 부분과 스마트폰 부분으로 나뉜다. 헤드셋 부분은 블루투스 오디오 전송 및 수신 장치, 가속도센서와 자이로센서, 그리고 배터리로 이루어진다. 스마트폰 부분은 일반적인 블루투스 지원 스마트폰으로 블루투스 통신 연결을 통해 오디오 신호를 전송하고 가속도와 자이로센서 값을 수신 받는다.

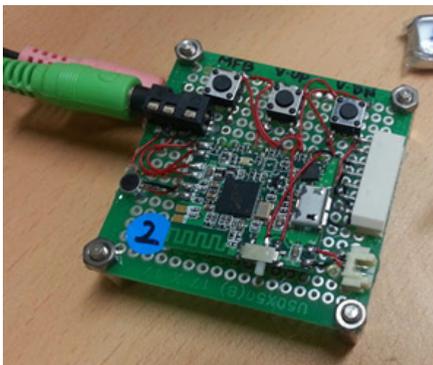


[Fig. 1] Design of motion headset system

그 다음 스마트폰으로 수신받은 값을 이용하여 사용자의 머리 움직임을 파악한다. 이를 위해 사용자의 머리 움직임을 수직적 움직임인 ‘위’와 ‘아래’, 그리고 수평적 움직임인 ‘좌’와 ‘우’를 정의한다. 수직적 움직임은 사용자가 음악의 리듬에 따라 움직일 때 발생할 수 있으며, 수평적 움직임은 사용자가 다음음악이나 그 전 음악으로 옮겨갈 때 사용될 수 있다. 이러한 머리 움직임을 검출하기 위해 가속도센서 값의 평균과 표준편차를 이용한 Naive Bayes 분류기를 사용한다 [11]. [Fig. 1]은 설계된 모션헤드셋을 설명하며, 스마트폰 부분에 동작분류기가 필요하다.

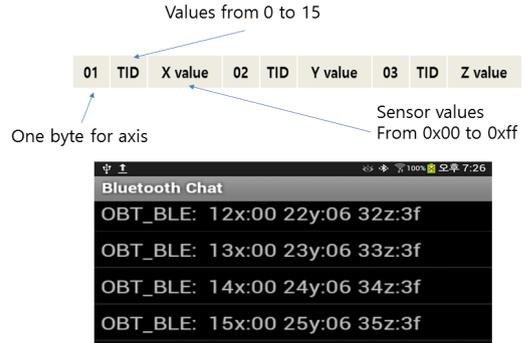
3.2 하드웨어 구현

모션 헤드셋 시제품을 제작하기 위해 다음과 같은 하드웨어를 개발하였다. [Fig. 2]와 같이 헤드셋 부분은 CSR8670과 MMA8452Q를 이용하였다[7]. CSR8670은 차세대 오디오 SoC 솔루션으로 무선연결 지원하고 플래쉬 메모리가 내장되어 있다. MMA8452Q는 6축 가속도센서이다. 전원은 배터리 혹은 아답터를 통해 공급할 수 있으며, 오디오 입력과 출력 포트와 볼륨을 조절할 수 있는 버튼을 설치하였다.



[Fig. 2] 블루투스 모션 헤드셋 구현 모습

모션 헤드셋 하드웨어 부분에서 스마트폰으로 송신하기 위해 [Fig. 3]과 같은 메시지 프로토콜을 구현하였다. Notify 메시지는 가속도값을 스마트폰으로 전송하기 위한 메시지이다. 이 메시지는 x, y, z 축의 가속도 값을 담고 있으며, 첫 바이트는 축을 의미하며, 각 축은 1바이트이다. 값의 범위는 -127에서 127 범위이다.



[Fig. 3] Data format of motion data

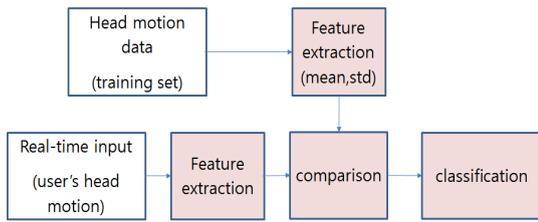
Control 메시지는 스마트폰에서 모션 헤드셋으로 전송되는 단방향 메시지이다. 이 메시지를 이용하여 사용자는 헤드셋의 가속도센서를 조작할 수 있다. LENGTH는 프레임의 크기이며, 현재 1로 설정되어 있다. TYPE은 가속도 센서를 켜거나 끌 수 있는 메시지이다. 현재 0x01은 켜기, 0xff는 끄기로 설정하였다.

[Fig. 3]의 아래 그림은 스마트폰으로 전송 받은 가속도 센서값을 보여준다. 수신 간격은 20msec이다.

3.3 모션 분류기 제작

모션 분류기는 입력된 가속도센서 값을 이용하여 사전에 모델링된 동작을 바탕으로 실시간 헤드모션의 종류를 분류하는 모듈이다. 먼저 실시간으로 헤드셋 부분로부터 가속도 센서의 값을 전송 받는다. 그리고 동작 분석을 위한 특징을 계산해 낸다. 이 값을 미리 학습된 동작의 특징값과 비교하여 동작을 분류해낸다. [Fig. 4]는 이 과정을 보여준다.

모션인식을 위해 다양한 인식 모델 제안 및 적용되고 있다. 전통적으로 머리 움직임으로부터의 제스처와 포즈를 계산하기 위한 연구들이 제안되었다[12][13]. 또한 3D 시스템과 상호작용하기 위한 제스처 인식 프레임워크가 제안되었다[14].



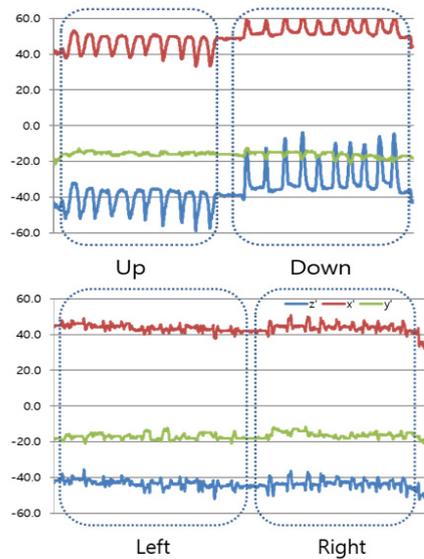
[Fig. 4] Procedure of motion classification

4. 실험결과

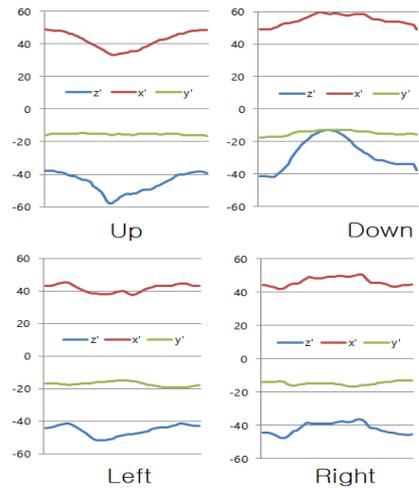
실험을 위해 제작된 모션헤드셋을 사용자의 오른쪽 머리에 부착하였다. 또한 사용자의 머리 동작을 ‘위’, ‘아래’, ‘좌’, ‘우’ 4개의 움직임으로 분류하였다. 이 4개의 움직임은 사용자가 일반적으로 음악을 감상할 때 취할 수 있는 동작이다. 시스템을 검증하기 위해 반복적으로 이 4개의 움직임에 대한 데이터를 수집하였다.

[Fig. 6]은 네가지 머리 움직임을 수집한 데이터이다. 위에서부터 빨간색은 x축, 두 번째 연두색은 y축, 마지막 파란색은 z축의 가속도 값이다. 그림에서 보이듯이 ‘위’와 ‘아래’의 머리 움직임은 x축과 z축의 가속도 값이 크게 변화하며, ‘왼쪽’과 ‘오른쪽’ 머리움직임의 가속도 값은 모든 축에서 작은 변화를 보이고 있다. 그러므로 ‘위’, ‘아래’ 머리 동작을 분류하기 위해서는 x축과 z축의 가속도 값이 y 축 가속도 값보다 중요하다. [Fig. 7]은 네가지 머리 움직임을 한번 수행하였을 때 결과이다. ‘위’의 경우 x축과 z 축의 가속도 값이 감소하였다가 증가하는 모습을 볼 수 있으며, ‘아래’의 경우 증가하였다가 감소하는 반대의 경향을 볼 수 있다. ‘왼쪽’과 ‘오른쪽’의 경우도 각 신호가 서로 반대방향으로 증감하는 것을 볼 수 있다.

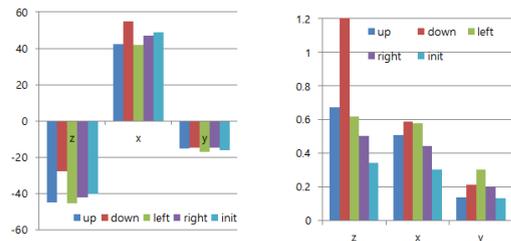
머리동작을 분류하기 위해서 가속도에 대한 특징에 대한 분석이 필요하다. [Fig. 7]과 같이 동작의 특징 분석을 위해 모션 가속도의 평균 변화량과 표준편차를 분석하였다. 사용자 얼굴의 움직임이 있을 때 가속도 z축, x축 및 y축에서 가속도의 변화가 있었고 표준편차에서도 변화가 발생하였다. 특히 ‘아래’ 동작은 z축에서 많은 변화가 있었으며, 다른 동작의 경우 z축과 x축 변화가 있었다. 즉 사용자가 얼굴을 상하로 움직였을 때의 움직임이 뚜렷하게 구별될 수 있음을 알 수 있다.



[Fig. 5] Acceleration values of four-types of head motion

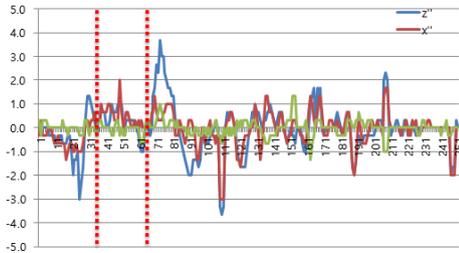


[Fig. 6] Acceleration values of four-types of head motions in one motion



[Fig. 7] Mean (left) and standard deviation (right) for head motion classification

머리 움직임을 실시간으로 인식하기 위해서 윈도우를 기반으로 정규화를 적용하였다. 먼저 노이즈를 줄이기 위해 연속된 3개의 가속도 값의 평균값을 취하는 이동평균 알고리즘을 적용하고, 순간 변화량을 얻기 위해 t시점에서의 가속도 값은 t-1과의 변화 값만을 이용하였다. [Fig. 8]은 3축의 가속도 값은 정규화 후 순수 변화한 특성 값만을 포함한다.



[Fig. 8] time variation of acceleration and window

그리고 현시점에서의 머리 움직임을 분류하기 위해 과거 1초간의 윈도우를 설정하고, 0.5초간 오버랩이 되도록 하였다. 이를 통해 매순간 주어지는 가속도 값에 대해 모션분류가 가능해진다. [Fig. 8]의 그래프의 점선은 1초간의 윈도우를 표시한다. 향후 인식 성능을 평가하기 위해 Naive Bayes 모델과 다른 모델에 대한 분석을 수행할 계획이다.

5. 결론

본 논문에서는 사용자가 음악을 들으며 사용할 수 있는 모션헤드셋 프로토타입을 제작하고, 머리 움직임 정보의 특징을 분석하였다. 제작된 모션헤드셋 프로토타입은 스마트폰과 블루투스 통신 방법을 이용하여 음악을 수신받으며, 가속도센서가 측정한 동작정보를 스마트폰으로 전송한다. 실험을 위해 프로토타입을 제작하였으며, 사용자 머리의 ‘위’, ‘아래’, ‘왼쪽’, 그리고 ‘오른쪽’ 머리 움직임을 베이지안 분류기를 이용하여 분류하였다. 그 결과 ‘위’와 ‘아래’의 머리 움직임의 경우 x, z축의 가속도 센서값이 큰 변화가 있었다.

추후에 사용성 평가를 통해 다수의 사람들에게 적용할 수 있는 동작 분류기를 제작할 수 있는 변수를 찾아 낼 계획이다. 또한 이러한 머리 동작 분석 모델을 참고하여 음악 감상에 적합한 간단한 인식 모델에 대한 성능을 검

증할 계획이다.

REFERENCES

- [1] 최아영, 황재인, “웨어러블 혼합현실 연구 및 산업 동향: HMD와 인터랙션 분야,” 한국정보과학회 정보과학회지 33(11), 2015.11, 19-26.
- [2] 이재열, “웨어러블 컴퓨팅 연구 (Wearable Computing) 최신 동향,” (사)한국CDE학회, 한국CAD/CAM학회지 17(1), 2011.4, 9-12.
- [3] 임창주, 김동한, 김연진. “동작인식기반 게임콘텐츠의 현황과 전망.” 전자공학회지 39.4 (2012): 18-26.
- [4] 김상기, et al. “3 차원 가속도 데이터를 이용한 HMM 기반의 동작인식.” 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 15.3 (2009): 216-220.
- [5] 양혜경, 용환승. “스마트 폰의 3 축 가속도 센서를 이용한 실시간 물리적 동작 인식 기법.” 멀티미디어학회논문지 17.4 (2014): 506-513.
- [6] 이호성, 이승룡. “스마트폰과 웨어러블 가속도 센서를 혼합 처리한 실시간 행위 및 자세인지 기법.” 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 41.8 (2014): 586-597.
- [7] CSR. <http://www.csr.com> (access date: 2016.6.1.)
- [8] Microsoft Hololens official website, <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us> (access date: 2016.6.1.)
- [9] MetaPro, <https://www.spaceglasses.com> (access date: 2016.6.1.)
- [10] Fitbit, <http://www.fitbit.com/> (access date: 2016.6.1.)
- [11] Han-Kyung Yun, Bok-Hee Song, Sul-Hee Lee, “Dynamic Characteristic Analysis of User’s Motions with Smartphone,” Journal of Convergence Information Technology (JCIT), Vol. 8, No. 4, 2013
- [12] Louis-Philippe Morency, Candace Sidner, Christopher Lee, and Trevor Darrell. 2005. Contextual recognition of head gestures. In Proceedings of the 7th international conference on Multimodal interfaces (ICMI '05). ACM, New York, NY, USA, 18-24.
- [13] Louis-Philippe Morency, Candace Sidner b, Christopher Lee, Trevor Darrell, Head gestures for perceptual interfaces: The role of context in improving recognition, Artificial Intelligence, Volume 171, Issues 8 -9, June 2007, Pages 568-585
- [14] Choonsung Shin, Jisoo Hong, Youngmin Kim, Sung-Hee Hong, Hoonjong Kang. Body Gesture Recognition Framework for 3D Interactive Systems, ACHI 2016.

신 춘 성(Choonsung Shin)



- 2004년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터 학부
- 2006년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과(공학석사)
- 2010년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과(공학박사)
- 2013년 1월 ~ 현재 : 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터 책임연구원

<관심분야>

가상현실, 증강현실, 인간과 컴퓨터 상호작용, 상황인지

이 영 호(Youngho Lee)



- 1999년 2월 : KAIST 수학과
- 2001년 8월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학석사)
- 2008년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학박사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 국립목포대학교 컴퓨터공학과 부교수

<관심분야>

가상현실, 증강현실, 맥락인지, 인간과 컴퓨터 상호작용