

A Mobile Stress Management System utilizing Variable Voice Information According to the Wearing Area

Byeongsoo Kang*, Ky Vannroath**, Hyun-syug Kang***

Abstract

Recently, as stress has become a major threat to people's health, there is a growing interest in wearable stress management services for stress relief. In this paper, we developed a wearable device(Care-on) capable of extracting changeable human voice information at each site and a Healthcare App(S-Manager) that enables stress management in real time using the wearable device. It collects and analyzes variable real-time voice information for each part of the person's body. And It also provides the ability to monitor stress conditions in a mobile environment and provide feedback on the analysis results in step by step in the mobile environment. We tested the developed wearable devices and app in a mobile environment and analyzed the results to confirm their usefulness.

▶Keyword: Wearable device, Healthcare, Mobile Stress Management System

I. Introduction

현대인의 스트레스는 만병의 근원이어서 이를 줄이고자 하는 노력을 많이 기울인다. 하지만 스트레스의 근본적인 원인 제거는 상당히 힘들며 그 치료 방법 또한 사람들 마다 달라진다. 따라서 스트레스 관리는 개개인의 특성에 맞게 지속적으로 관리하는 것이 필요하다. 전통적인 스트레스 측정 방법은 설문을 통한 자가 진단 방법과 병원에 내원하여 혈압, 혈당, 심전도, 뇌파측정 등의 다양한 검사를 통한 진단 방법을 활용하였다. 그러나 이러한 방법들은 주관적이고, 정성적이기 때문에 정확도가 낮으며 관리에 시간과 비용이 증가한다. 그래서 최근에는 스트레스를 관리하고 그 정도를 줄일 수 있게 ICT 기반의 다양한 웨어러블 스트레스 관리 시스템들이 개발되고 있다[1, 2]. 특히, 모바일 환경에서 개개인의 스트레스를 측정하여 건강관리 및 라이프 스타일 개선 등에 활용하는 셀프 헬스케어 비중이 점점 늘어나고 있다.

모바일 환경에서 스트레스 정도를 측정할 수 있는 다양한 지표로는 심박수, 호흡수, 자세, 체온, 활동량 등이 있다. 이들은 특정 기능의 센서를 통해 측정 가능하고 여러 가지 복잡한

알고리즘을 활용하여 분석되며 사용자의 스트레스 상태를 모니터링할 수 있게 한다. 하지만 대부분의 장치들은 자동 측정의 경우 특정 위치에 반드시 착용을 해야만 제대로 된 스트레스 관리가 가능하고 수동으로 측정하는 경우에는 사용자가 직접 스트레스의 상태를 확인하기 위해 버튼을 누르는 등 직접적으로 작동시켜야 한다. 이러한 과정에서 또 다른 스트레스를 유발할 수 있어 정확한 스트레스 측정에 방해가 될 수 있다. 반면, 음성 정보는 사용자의 특별한 행동 없이 적절한 노이즈 제거 알고리즘만 활용하면 언제 어디에서나 얻을 수 있으며, 음성 특징을 추출하는 형태에 따라 다양한 활용이 가능하다[3, 4].

한편, 지금까지 스트레스를 감지한 후 통계 처리를 통한 상황별 피드백 전달이 한 번에 그침으로써 스트레스가 점점 증가될 때를 고려한 상황별 다양한 피드백 전달 방법이 전무한 상태이다.

본 논문에서는 이들을 극복하기 위해 착용 위치별 가변적인 음성 정보를 처리하여 사용자의 스트레스 정도를 측정할 수 있게 하는 장치(Care-on)를 개발하고 이를 활용한 실시간 스트레스 관리가 가능한 헬스케어 앱(S-Manager)을 개발하였다.

• First Author: Byeongsoo Kang, Corresponding Author: Hyun-syug Kang
*Byeongsoo Kang (shoo99@gmail.com), Dept. of Computer Science, GyeongSang National University
**Ky Vannroath (vannroath.ky@gmail.com), Dept. of Computer Science, GyeongSang National University
***Hyun-Syug Kang (hskang@gnu.ac.kr), Dept. of Computer Science, GyeongSang National University
• Received: 2017. 05. 28, Revised: 2017. 06. 05, Accepted: 2017. 06. 19.

논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련 연구 제품들을 알아본다. 3장에서는 가변적 음성 정보 측정 웨어러블 장치 Care-On을 소개한다. 4장에서는 스트레스 관리 모바일 헬스케어 앱 S-Manager의 구조와 세부적인 기능에 대하여 설명한다. 5장에서는 구현된 결과에 대하여 분석한다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 논한다.

II. Related works

최근 여러 유형의 스트레스 관리 시스템들이 개발되어 사용되고 있다. 대부분은 모바일 환경에서 스트레스 관리를 지원해주는 웨어러블 장치 및 모바일 응용 시스템들로 스타트업을 위주로 다양하게 출시되고 있다[5-9]. 이들은 스트레스 정도를 인지하기 위해서 호흡 및 심장 박동, 체온, 피부 색깔 변화, 전화 목소리 등의 생체 신호를 측정하여 분석하는 기술을 이용한다.

스파이어(Spire)[5]는 벨트나 브래지어에 클립 형태로 장착하여, 호흡을 할 때 흉곽이 변하는 정도를 측정하여, 스트레스를 받고 있음을 알려주는 시스템이다. 핏 스트레스 매니저(Pip stress manager)[6]는 피부 표면의 전기 신호 변화를 통해 개인의 스트레스 반응을 측정 후 분석하여 패턴을 찾을 수 있게 지원한다. 레스칼름(Rescalm)[7]은 트레이닝을 실시간으로 모니터링하여 트레이닝 중의 호흡 점수 및 주파수를 분석해 교감신경과 부교감 신경의 변화 정보를 실시간으로 제공한다. 웰비(wellbe)[8]는 팔찌처럼 손목에 착용하는 형태로, 스마트폰의 앱과 연동해 사용되며, 심장의 여유 심박수(resting heart rate)와 심장 박동수가 변화하는 정도(Heart rate variability)를 측정하여 특정 알고리즘을 이용해 개인 정보를 기반으로 해 스트레스를 수치화한다. 이들은 웨어러블 장치를 측정 가능한 특정 신체 부위에 반드시 착용을 해야만 제대로 된 스트레스 관리가 가능하나 수동으로 측정을 지원하는 경우에는 사용자가 직접 스트레스의 상태를 확인하기 위해 버튼을 누르는 등의 추가적인 행동을 요구하기 때문에 실시간으로 스트레스를 감지하는 측면에서는 불편하다.

이를 극복하기 위해 최근에 음성 인식 기술을 이용한 스트레스 관리에 대한 연구가 관심을 끌고 있다. 특히, 전화 통화 음성을 통해 감정 상태를 분석해 주는 음성 감정 분석 앱으로 밀리(Mili)[9]가 개발되었다. 밀리는 전화 통화가 끝나면 통화 시 사용자의 음성 톤, 음색, 빠르기 등을 분석해 통화자의 감정 상태를 알려준다. 밀리는 개개인마다 다른 전화 통화 음성을 빅데이터로 비교 분석해 통화자의 감정 상태가 어떤지 시각적으로 알려 준다. 이러한 밀리의 음성 인식을 통한 감정 상태 측정은 매우 편리한 스트레스 관리 시스템의 기반으로 사용할 수 있다. 하지만 밀리가 사용한 전화 통화만으로 감정 상태를 측정하는 것은 전화 통화 순간의 감정 상태를 측정해 스트레스 관리를 지원하는 것으로 이는 정상시의 스트레스 관리를 위해서는 활

용도가 떨어진다. 또한, 통화자의 통화 환경 및 통화 상대자의 상태에 따라 다르게 반응함으로써 측정 결과의 정확도가 떨어지는 경향이 있다.

본 연구에서는 이를 극복하기 위해 착용 부위별로 좀 더 정확하게 음성 정보를 측정할 수 있는 가변적 음성 정보 인식 장치(Care-on)를 개발하고 이를 기반으로 음성의 높낮이 신호를 통해 스트레스 정도를 인식 한 후 모바일 환경에서 실시간으로 단계적인 경고 신호를 피드백하는 앱(S-Manager)을 구현하였다.

III. Wearable Device that Measures voice information for wearing area

우리는 우선 착용 부위별로 음성 정보 측정이 가능한 웨어러블 디바이스(Care-On)를 몸에 부착 가능한 형태로 제작하였는데, 모바일 기기(안드로이드)와 무선 통신(Bluetooth, Wi-Fi Direct)을 이용해, 음성 데이터를 전송하고, 모바일 기기에서 음성 데이터를 비교하여 스트레스 상태를 인식 한 후, 스트레스 정도를 단계별로 피드백 하도록 제작하였다.

1. Architecture of Care-on

우리는 Care-On의 제작을 위해 착용 부위별 위치를 인지할 수 있는 관성 센서와 고감도의 음성을 인식하는 마이크를 활용하여 노이즈를 최소화 시켰으며 블루투스 통신 방식을 이용하여 무선으로 인식된 음성의 높낮이를 모바일 기기로 전송하게 하였다. 사용된 세부 사양은 아두이노 보드와 음성 인식 및 무선 송신 모듈로 구성하였다.([표 1] 참조)

Table 1. Parts used in the development of voice measuring devices

Part Name	Specifications
Arduino UNO R3	-Microcontroller ATmega328 -Flash Memory 32KB, SRAM 2KB, EEPROM 1KB
Mic module	- CZN-15E Microphone module - S/N ratio: More than 60dB
Bluetooth module	-BC417 Bluetooth to Serial [Arduino] -Mainstream CSR chip
MPU-6050	- 6-axis measuring sensor - IMU ACCEL/GYRO 3-AXIS I2C 24QFN
CK012	- CK012 Shock / Angle / Tilt Sensor Module

Care-On은 착용 부위별로 음성 정보를 쉽고 정확하게 얻을 수 있게 입과 장치 간의 위치 정보를 활용 가능하게 제작하였으며, 사용자의 음성 주파수를 인식하여 설정된 임계치 이상의 음성(dB)을 탐지하는데 사용된다. 입과 장치 간의 위치정보는 코리올리 힘의 측정을 통한 각속도 및 각도의 변화를 측정하여

기술기를 알려주는 MPU-6050 자이로 및 가속도 센서를 활용하였다. 또한 모바일 폰으로부터 스트레스 상태에 따라 단계별로 피드백을 전달받아 다양한 진동 패턴을 제공하여 스트레스의 경중을 경고한다. 구성도는 <그림 1>과 같다.

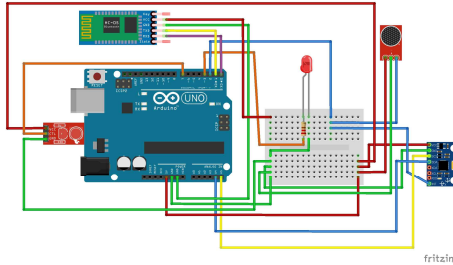


Fig. 1. Configuration diagram of voice information measurement device

2. Recognition of voice information by wearing area

우리가 개발한 웨어러블 장치(Care-On)는 목걸이, 브로치, 밴드 형태로 만들어져 각 착용 부위마다 음성 정보가 측정 가능하다. 하지만 입과의 거리 차이 및 움직임 정도에 따라 측정 위치별 음성 정보 측정값이 달라진다.

보통 입과의 거리가 멀어질수록 음성 인식이 약하며 노이즈가 증가된다. 이를 위해 입을 기준으로 3단계로 음성 정보 인식을 다르게 하는 방법을 설계하였다. <그림 2>에서 위치1의 경우 입과의 평균 거리가 20cm 이내이고, 위치2의 경우 입과의 평균 거리가 50cm 이내, 위치 3의 경우 100cm 이내이다.

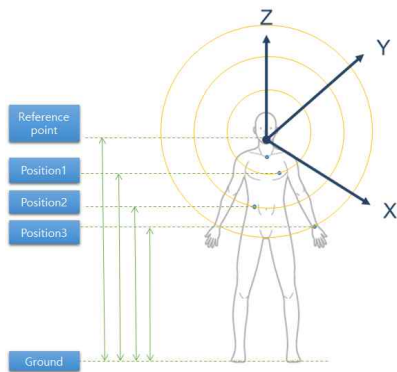


Fig. 2. Difference in recognition of voice information by wearing area

우리가 일반적으로 10cm 거리에서 측정되는 보통 음성의 음압 레벨은 20Hz ~ 20KHz의 주파수를 기준으로 65 ~ 80dB을 기록한다. 마이크의 특성상 거리에 따른 음압 레벨의 차이와 함께 중·고음 대역보다 저음 대역에서 조금 더 차이가 나는 현상을 볼 수 있어 적절한 보정값이 필요하다. [10]의 연구 결과에 따라 무지향성 특성을 가지며 20Hz ~ 20KHz의 주파수를 가지는 마이크의 경우 [표 2]와 같은 위치별 보정값이 필요하다.

Table 2. Compensation value by position

	position1	position2	position3
Reference point distance	20cm	50cm	100cm
Calibrated sound pressure level(dB)	+6dB	+11dB	+15dB

웨어러블 장치는 스펙트럼 단위로 구간을 2단계로 나누어서 사용자의 평상시 목소리 높낮이와 소리를 크게 냈을 때의 목소리 높낮이 값을 설정하여 최고값을 넘는 위험 구간을 설정하였다. 사용자 음성의 구간별 데시벨 측정 결과 분석 과정은 <그림 3>과 같다. 스트레스 구간의 범위는 평상시 목소리의 최고값 $ev(max(v))$ 과 소리를 크게 냈을 때의 값 $av(v)$ 을 기준으로 75% 이상의 소리 구간은 고강도 스트레스 구간은 그 이하의 저강도의 스트레스 구간으로 정의한다.

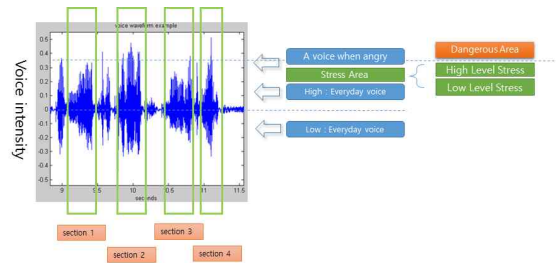


Fig. 3. Analysis process of decibel measurement result by interval of user voice

3. Noise minimization method

음성 측정 장치로부터 제공받은 음성 신호의 노이즈를 최소화 하기 위해 신호대잡음비(Signal-to-Noise Ratio, SNR) 처리를 통한 스펙트럼 차감법(Spectral subtraction, SS)을 활용하였다. 스펙트럼 차감법[11, 12]은 입력된 음성 신호를 구간별로 세분화시켜 그 진폭의 스펙트럼을 추정하는 방법 중의 하나이며, 잡음이 중첩된 입력 음성 신호의 스펙트럼으로부터 잡음 신호의 스펙트럼을 차감하면서 입력받은 음성 신호의 스펙트럼을 추정할 수 있다. 음성 신호를 $s(t)$, 잡음을 $n(t)$ 이라 하면, 관측된 신호 $y(t)$ 은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$y(t) = s(t) + n(t) \dots\dots\dots (1)$$

음성 신호를 시간 축 상에서 짧은 구간으로 세분화하여, 시간축에 통과시켜 단구간 푸리에 변환(Fourier transform)을 실시함으로써 입력 신호의 단구간 전력 스펙트럼 $|Y(k)|^2$ 를 구한다. 여기에서, 음성 신호 $s(t)$ 와 잡음 $n(t)$ 은 서로 상관이 없다고 가정하며, 또한 잡음이 정상적이라고 가정한다. 스펙트럼 차감 방법에서는 식(2)에 의하여 목적 신호의 단구간 스펙트럼의 추정값 $|\hat{S}(k)|^2$ 를 구한다[13, 14].

$$|\hat{S}(k)|^2 = |Y(k)|^2 - E[|N(k)|^2] \dots\dots\dots(2)$$

이것에 입력 신호의 위상을 부가하여 역 푸리에 변환을 수행함으로써 구하고자 하는 목적 신호를 회복한다. 역 푸리에 변환은 관측된 신호 함수 $f(t)$ 와 그 푸리에 변환 $F(\omega)$ 는 항상 일대일 대응으로 이루어져서 역변환(inverse transform)을 시켰을 때 푸리에 변환 $F(\omega)$ 에 유일하게 유도되는 함수 $f(t)$ 이다. <그림 4>는 스펙트럼 차감법의 블록도를 나타낸다. 스펙트럼 차감 방법에서는 목적 신호의 단구간 진폭 스펙트럼을 추정할 때 잡음을 정상으로 가정하여, 잡음의 평균 진폭 스펙트럼을 사용하였다.

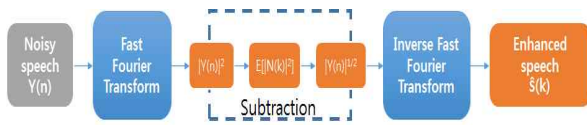


Fig. 4. Block diagram of spectrum subtraction method

IV. Stress Management Mobile Healthcare App

스트레스 관리 모바일 헬스케어 앱(S-Manager)은 Care-On으로부터 전송되는 음성 정보의 특징을 추출하여 DB화 하며, 이를 기준과 비교하여 스트레스 상태를 예측 한 후, 적절한 상태의 피드백을 제공해 스트레스를 관리하는 앱이다.

1. Configure of Mobile Healthcare App

스트레스 관리 모바일 헬스케어 앱(S-Manager)은 크게 음성 측정기, 실시간 모니터링기, 기록 및 통계 처리기, 스트레스 관리기, 음성 정보 DB로 구성된다. 제안하는 앱의 구성은 <그림 5>와 같다.

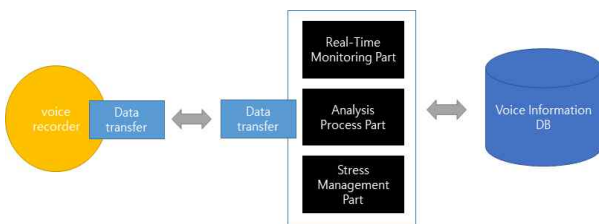


Fig. 5. Structure of stress management mobile healthcare app

여기서 음성 측정기는 음성의 높낮이를 측정하여 데이터를 전송하고 음성 정보 DB와 비교해 스트레스의 상태에 따라 진동의 형태로 경고를 한다.

2. Stress calculation and step-by-step feedback

사용자의 평상시 목소리의 최고값 이상이 인지되었을 경우에 스트레스 구간을 2단계로 나누어서 점검하며, 이 정보를 바

탕으로 Care-On는 3가지 형태의 진동 모드로 작동한다. 결국 피드백 절차는 <그림 6>의 3단계로 나누어 진행된다. 먼저 스트레스가 저장도 구간에 진입했다면 1차 피드백으로 Care-On은 진동모드 1번을 사용자에게 경고하고, 스트레스가 고강도 구간에 진입했다면 1차 피드백으로 Care-On은 진동모드 2번을 사용자에게 경고한다. 또한, 위험 구간에 진입했다면 1차 피드백으로 Care-On은 진동모드 3을 사용자에게 경고한다. 그 후 사용자가 설정된 시간 이상으로 고강도 스트레스 상태가 지속될 경우에는 2차 피드백으로 스마트폰과 연동된 벨소리를 호출한다. 마지막으로 설정된 시간 이상 전화벨이 울렸을 경우에는 3차 피드백으로 지정된 제 3자에게 메시지를 전송한다.

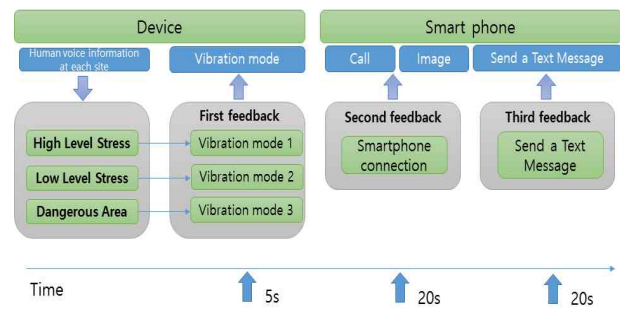


Fig. 6. Stress Status and Feedback Procedures

3. Interface of Mobile Healthcare App

처리된 스트레스 정보를 모바일 환경에서 쉽게 활용할 수 있도록 모바일 앱의 인터페이스를 개발하였다. 모바일 앱의 인터페이스는 크게 4가지 부분으로 이루어진다. 개인 정보 설정 부분, 스트레스 단계별 피드백 관리 부분, 스트레스 통계 요약 및 차트 제시부분이다(<그림 7> 참고)



Fig. 7. Functional configuration of mobile healthcare app

- ① 개인 정보 설정 : 평상시 목소리 데시벨을 측정하고, 화났을 때 목소리 데시벨을 측정한다.
- ② 단계별 피드백 관리 : 스트레스 경고를 위한 단계별 진동 및 1차 피드백, 경고 메시지 및 이미지를 통한 스트레스 해소 2차 피드백, 제 3자와의 통화를 통한 스트레스 해소 3차 피드백을 제공한다.
- ③ 스트레스 관리 : 스트레스 관리를 위한 다양한 콘텐츠를 사용자에게 제공한다.
- ④ 스트레스 통계 및 차트 제시 : 일, 주, 월 별 스트레스 지수 및 화를 낸 횟수를 제공하고 그래프로 표시하여 사용자에게 제공한다.

V. Implementation and analysis of results

Care-On과 S-Manager를 구현하여 이들을 연동하여 각 부위별로 결과를 분석하였다.

1. Implementation and data processing of Care-On

Care-On을 구현하여 잡음이 나지 않는 조용한 환경에서 테스트를 진행하였다. 장치로부터 수집된 음성 데이터를 활용하여 음성 데이터는 착용 부위별 음성 정보 인식의 정확도와 스트레스 인식의 정확도를 평가하였다. 30대의 남자 5명, 여자 5명의 사용자가 직접 10초 이상, 네 개의 구간으로 나누고 10회 반복으로 (1)평상시 목소리, (2)화났을 때 목소리, (3)화를 낸 후 평상시로 돌아갔을 때의 목소리에 대해 직접 연기를 통해 음성 정보를 총 3,600개로 구축하였다.

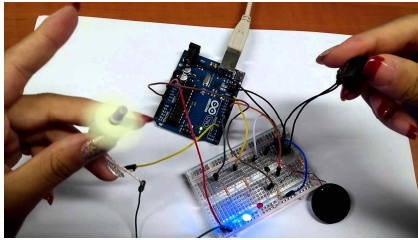


Fig. 8. Care-On Implementation Result

Table 3. Voice measurements by location

		position 1	position 2	position 3
Normal voice	section 1	61	54	48
	section 2	62	60	51
	section 3	64	51	50
	section 4	63	57	56
Angry voice	section 1	68	65	60
	section 2	78	69	60
	section 3	79	72	58
	section 4	74	67	60
Normal voice after angry	section 1	75	71	55
	section 2	70	63	50
	section 3	76	61	61
	section 4	70	67	51

개발된 Care-on을 통해 스펙트럼 차감법에 의해 노이즈가 제거된 음성 신호는 위치에 따른 음역 레벨의 보정값을 바탕으로 입력된 음성 데이터를 4구간으로 나누어 각 구간의 평균값을 기준으로 개인별 음역 레벨에 따라 스트레스 측정이 이루어 졌다.

2. Implementation of S-Manager and using the result graph

모바일 스트레스 관리 앱(S-Manager)은 Care-on을 착용할 위치별로 개인화된 스트레스 지수를 이용하여 실시간 스트레스 관리를 지원하며 시각화를 통하여 개인별 스트레스 관리를 지원한다. <그림 9>는 개발된 모바일 스트레스 관리 앱이며 착용 위치별로 음역 레벨을 얻는 과정이다. 또한, 실시간으로 스트레스 저강도 구간과 고강도 구간을 구분하여 표시한다.



Fig. 9. Recognition of voice information by location

<그림 10>은 실시간으로 스트레스 지수를 그래프로 표시해주며 이를 바탕으로 하루, 일주일, 한 달 동안의 스트레스 지수 변화 정도를 판단하여 보여 준다. 사용자들은 하루 동안의 스트레스 측정 시간을 먼저 정의하고 실시간으로 측정되는 스트레스의 강도 여부를 통한 적절한 피드백을 받으며 이러한 정보들은 모바일 앱을 통해 확인할 수 있다.

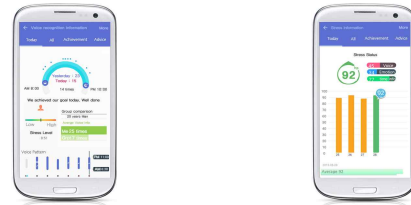


Fig. 10. Real-time stress status and statistics

3. Result of stress measurement

<그림 11>은 스트레스 관리 앱을 통하여 7일 동안 오전, 오후로 나누어서 위치 2를 기준으로 스트레스 감지 횟수 및 피드백 정도를 측정된 결과를 보여 준다. 7일 동안 스트레스 횟수가 감소하는 경향을 보이고 있으며 2차, 3차 피드백의 정도 또한 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 처음 스트레스 상태 인지 후 단계별 적절한 피드백을 통해 사용자 스스로 스트레스를 제어하게 제공해 주어 전체적으로 스트레스 감소 효과를 보인다.

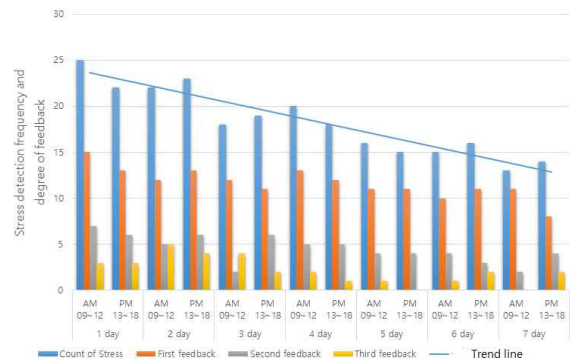


Fig. 11. Stress detection frequency and degree of feedback

VI. Conclusion and future work

본 논문은 웨어러블 음성 측정 장치(Care-On)를 개발하고,

이를 이용해 스마트폰에서 음성 정보 기반으로 스트레스를 관리하는 앱(S-Manager)을 제안하였다. 개발한 Care-On은 다양한 착용 부위를 고려한 음성 정보 인식으로 그 정확도를 높였으며 기존의 스트레스 인식 기법보다 더 좋은 성능을 보이는 것을 입증하였다. 제안한 S-Manager는 착용 부위별 음성 정보를 5초 단위로 나눠서 평상시와 화났을 때의 평균값을 정규화하여 기준을 정하고 단계별 피드백 시스템을 통해 실시간으로 스트레스 관리를 지원함으로써 유용성을 확인하였다.

향후 음성 정보와 다른 생체 정보를 결합하여 스트레스 인식의 정확도를 높이는 연구가 필요하다. 나아가 확보된 음성 정보 데이터를 바탕으로 비정상 상태를 지능적으로 인식할 수 있도록 기계 지능 기술(예, HTM[15, 16])을 활용한 개인 맞춤형 스트레스 관리 시스템으로 발전시키는 연구가 더 필요하다.

REFERENCES

- [1] Jinyoung Choi, Yusang Ko, Seungchul Lee, Changu Kang, Wooseok Choi, "Healthcare 3.0: The Age of Healthy Life," SERI, CEO Information, No. 831, Nov. 2011.
- [2] Seung-Hun Park, Dae-Geun Jang. "IT Convergence Trends in Wellness." Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 31, No. 3, pp. 61-72, March 2013.
- [3] G. Zhou, J.H.L. Hansen, J.F.Kaiser, "Nonlinear feature based classification of speech under stress," IEEE Trans. Speech and Audio Process, Vol. 9, No. 3, pp. 201-216, Mar 2001.
- [4] Jungin Kim, Chulhong Kwon, "Measuring Correlation between Mental Fatigues and Speech Features," The Korean Association of Speech Sciences, Phonetics and Speech Sciences, Vol. 6, No. 2, pp. 3-8, Jun 2014.
- [5] Spire, <http://www.spire.io>
- [6] Pip stress manager, <https://thepip.com>
- [7] Rescalm, <http://rescalm.co.kr>
- [8] wellbe, <https://www.indiegogo.com/projects/the-wellbe>
- [9] Mili, <http://develrock.co.kr>
- [10] Byung-Chul Jeoung, Yoon-Sik Choe, "A Study on the Compensating System for the Acoustic Characteristics Caused by the Variation of Distance from Sound Source to Microphone," The Journal of the Acoustical Society of Korea Vol. 31, No. 3 pp. 197-204, March. 2012.
- [11] S. F. Boll, "Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction," IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Processing, Vol. 27, No. 2, pp. 113-120, Apr 1979.
- [12] Marc Karam, Hasan F. Khazaal, Heshmat Aglan, Clifton Cole, "Noise Removal in Speech Processing Using Spectral Subtraction," Journal of Signal and Information Processing, Vol.5 No.2, May 2014.
- [13] Jae-Seung Choi, "Improvement of Signal-to-Noise Ratio for Speech under Noisy Environment," J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng., Vol. 17, No. 7, pp. 1571-1576, July 2013.
- [14] A. A. M. Abushariah, T. S. Gunawan, O. O. Khalifa and M. A. M. Abushariah, "English digits speech recognition system based on Hidden Markov Models", 2010 International Conference on Computer and Communication Engineering, pp. 1-5, May 2010.
- [15] Jeff Hawkins and Dileep George, "Hierarchical Temporal Memory," Numenta Inc., March. 2007.
Http://www.numenta.com/Numenta-HTM_Concepts.pdf
- [16] HTM Community, <https://numenta.org/>

Authors



Byeongsoo Kang received a B.S. and M.S. degrees in Computer Science from GyeongSang National University in 2004, 2006. He is currently a Ph.D. Courses in the Department of Computer Science, GyeongSang National University.

He is interested in Bioinformatics, Big Data Analytics Platforms, Health Care System.



Ky Vannroath received B.S degree in Information Technology from University of Cambodia in 2012. He is currently a M.S Courses in the Department of Computer Science, GyeongSang National University.

He is interested in Database, HTM based Artificial intelligence, Health Care System.



Hyun-Syug Kang received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Seoul National Univ. in 1983 and 1989, respectively. During 1981-1985, he stayed in ETRI. And also during 1985-1993, he stayed in Chonbuk National Univ. He has been a professor at Gyeongsang National Univ. since 1994. And also he is at the Research Institute of Natural Science in GNU. His research interests are in multimedia, embedded database, and intelligence system.