

## 거북목 자세를 예방하기 위한 목 건강 경고 알고리즘

이재은<sup>1</sup>, 김종남<sup>1</sup>, 최홍석<sup>1</sup>, 김영봉<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 컴퓨터·인공지능공학부

### A neck healthy warning algorithm for identifying text neck posture prevention

Jae-Eun Lee<sup>1</sup>, Jong-Nam Kim<sup>1</sup>, Hong-Seok Choi<sup>1</sup>, Young-Bong Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Computer Engineering and AI, Pukyong National University

**요약** 몇 년 전 코로나가 발병하면서 화상 회의, 전자 문서 작업이 많아지게 되었고 이 때문에 현대인들의 하루 일과 중에서 컴퓨터 작업을 하는 비중이 증가하고 있다. 하지만 오랜 시간 동안 잘못된 자세로 컴퓨터 작업을 하는 사람들이 많아지게 되면서 시력 저하, 거북목증후군 환자들이 늘고 있다. 최근까지도 자세 교정을 위한 연구들이 많이 발표되고 있지만 대부분은 사용자가 장비를 착용하여 자세 교정을 해야 하므로 사용자가 불편함을 겪을 수 있다는 한계가 있다. 본 논문에서는 초음파 센서 장치를 이용하여 컴퓨터 모니터와 사람 사이의 최소 거리 접근을 방지하기 위한 자세 교정 센서 시스템을 제안한다. 그리고 이때 최소 거리 시 울리는 경고 알람 중 오류 알람을 최소화하는 알고리즘도 함께 제안한다. 이는 초음파 센서 장치를 이용하기 때문에 몸에 기기를 부착하지 않고도 자세 교정을 할 수 있으며 사용자의 불편함을 해소할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 실험 결과에서 거리 측정 시 발생한 잡음을 제거하여 오류 알람을 줄임으로써 정확도를 높일 수 있음을 보였다.

• 주제어 : 거리, 오류 알람, 자세 교정, 거북목, 초음파 센서

**Abstract** With the outbreak of COVID-19 a few years ago, video conferencing and electronic document work have increased, and for this reason, the proportion of computer work among modern people's daily routines is increasing. However, as more and more people work on computers in the wrong posture for a long time, the number of patients with poor eyesight and text neck is increasing. Until recently, many studies have been published to correct posture, but most of them have limitations that users may experience discomfort because they have to correct posture by wearing equipment. A posture correction sensor algorithm is proposed to prevent access to the minimum distance between a computer monitor and a person using an ultrasonic sensor device. At this time, an algorithm for minimizing false alarms among warning alarms that sound at the minimum distance is also proposed. Because the ultrasonic sensor device is used, posture correction can be performed without attaching a device to the body, and the user can relieve discomfort. In addition, experimental results showed that accuracy can be improved by reducing false alarms by removing more than half of the noise generated during distance measurement.

• Key Words : Distance, False alarm, Posture correction, Text neck, Ultrasonic sensor

Received 13 September 2022, Revised 27 September 2022, Accepted 29 September 2022

\* Corresponding Author Young-Bong Kim, Division of Computer Engineering and AI, Pukyong National University, 45, Yongso-ro, Nam-gu, Busan, Korea. ybkim@pknu.ac.kr

## I. 서론

최근 코로나로 인해 인터넷 강의, 전자문서 작업, 화상 회의가 많아지게 되면서 하루 동안 컴퓨터 모니터 앞에서 작업을 하는 인구가 증가하고 있다. 사람들은 컴퓨터 모니터에 집중하게 되면 자연스럽게 구부정한 자세를 취하게 된다. 이렇게 오랜 시간 동안 잘못된 자세로 작업하는 사람들이 많아지게 되면서 시력 저하와 거북목증후군을 호소하는 사람들이 늘고 있다. 한국 건강보험심사평가원에 따르면 특히 거북목증후군 진료환자 수가 2017년 205만 633명에서 2021년 238만 7,401명으로 약 16.4% 증가한 것으로 나타났다. 거북목증후군은 머리가 앞으로 나온 자세를 오랫동안 취하면서 목이 일자로 바뀌는 증상을 뜻한다[1]. 이는 근육 피로, 편두통 그리고 어깨 통증을 유발하고 목, 머리에 비정상적 스트레스를 유발하여 통증과 기능장애를 발생시킬 수 있으며, 목뼈와 등뼈의 구조를 변형시켜서 폐 기능의 변화를 야기할 수 있다[2-3]. 만약 오랜 시간 동안 거북목증후군을 방치하게 되면 목 디스크, 척추 변형까지 발생시킬 수 있기 때문에 거북목증후군을 예방하기 위해서는 바른 자세를 유지하는 것이 중요하다. 컴퓨터 모니터 앞에서의 바른 자세는 어깨와 가슴을 바르게 펴고 모니터를 눈높이까지 올려 맞추며 컴퓨터 모니터로부터 40cm 이상 거리를 유지하는 것이다[4].

바른 자세가 유지되고 있는지를 관찰하는 방법으로써, 영상 검출(image detection) 후 척추와 얼굴의 각도를 계산하여 자세를 분류하는 연구, 전도성 섬유 기반 전기용량성 압력 센서를 이용한 자세 교정 방식, 압력 센서를 이용한 스마트 의자, 센서로 사람의 뼈대 정보를 얻은 뒤 기계학습을 이용하여 거북목을 관찰하는 방법 등의 연구들이 제안되었다[5-8]. 웨어러블 장비를 이용한 방법으로써 웨어러블 디바이스와 3D 모션 카메라로 거북목 자세를 관찰하는 연구, 웨어러블 디바이스로 몸통의 기울기와 머리 회전을 관찰하는 intell.TieSens 시스템이 발표되었다[9-10]. 그리고 센서가 장착된 의복으로 나쁜 자세를 확인하는 연구, IMU 장치를 목과 귀에 각각 부착한 뒤 목이 기울어진 각도 정보를 이용하여 기계학습(machine learning)으로 자세를 분류하는 연구, 센서가 내장되어있는 스마트 벨트(smart belt)를 착용하여 등이 굽은 정도를 관찰하는 방

법 등의 연구들이 발표되었다[11-13]. 종래의 논문들에서 제안한 방법들은 대부분 기기를 몸에 부착하여 자세를 관찰하게 되는데, 이는 사용자에게 불편함을 줄 수 있으며 일을 하는 데 방해 요소가 될 수 있다.

본 논문에서는 초음파 센서 장치를 이용하여 컴퓨터 모니터와 사람 간의 최소 거리 접근 방지를 위한 자세 교정 센서 시스템 구현 및 최소 거리 시 울리는 경고 알람 중 오류 알람이 최소화된 알고리즘을 제안하고자 한다. 본 연구에서 사용한 초음파 센서를 사용할 때 발생하는 잡음들을 제거하여 정확도를 높였으며, 몸에 기기를 부착하지 않고 측정하기 때문에 위에서 기술한 사용자의 불편함을 해소하면서 바른 자세를 유도할 수 있게 된다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 관련 연구에서 종래의 자세 교정을 위한 연구를 소개한다. 제안 방법에서는 본 논문에서 제안하는 자세 교정 알고리즘에 대하여 기술하고, 실험 결과 및 고찰에서는 제안한 알고리즘의 실험 결과를 확인하고 분석한다. 마지막으로 결론에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

사람들이 컴퓨터 모니터 앞에서 장시간 일을 하게 되면 자연스럽게 등이 굽어지면서 목이 앞으로 가게 되는 자세를 취하게 되는데 이에 따라 거북목 증상이 발생하게 된다. 이러한 자세는 시력 저하, 디스크 등 다양한 질환들을 유발하기 때문에 이를 예방하고자 종래에 여러 가지 방법들이 제안되어왔다. Lawanont et al.은 영상 검출을 이용하여 사용자의 목 자세를 검토하는 시스템을 제안하였다[5]. 카메라로 촬영한 영상으로부터 사용자의 목과 얼굴의 각도를 계산한 뒤, 해당 각도와 각도 유지 시간을 측정하여 건강 측도를 분류하였다. 하지만 측면에서 촬영된 영상만으로 자세를 검토하기 때문에 목과 얼굴이 잘 보일 수 있도록 촬영해야 한다. 그리고 사람마다 목과 두상의 형상이 다르기 때문에 이에 대한 보완이 필요하다. Kim et al.은 전도성 섬유 기반 전기용량성 압력 센서를 이용한 실시간 앉은 자세 교정 방식을 제안하였다[6]. 이는 자세 교정 방식에서 BLE(Bluetooth Low Energy) 근거리 무선통신으로 스마트폰 앱에 센서값을 전송하여 앉은 자세를 검토하는 연구이다. 하지만 자세 교정 방식은 사용자의 몸통이 기운 정도를 확인할 수 있지만 거북목을 확인하기는 어렵다. 이와 유사하게 섬유 기반 압

력 센서로 앉은 자세를 교정하는 스마트 의자(smart chair)가 제안되었다[7]. 하지만 스마트 의자로도 사용자가 거북목 자세를 하고 있는지를 확인할 수가 없다. Tokas는 microsoft사의 Kinect sensor를 이용하여 3D 뼈대 좌표 값을 검출한 뒤 기계학습에 적용하여 거북목을 판단하는 방법을 발표하였다[8]. 하지만 Kinect sensor로 촬영하기 위해서는 넓은 공간이 필요하다. 또한 실험 결과에서 k-최근접 이웃(K-Nearest Neighbors), 랜덤포레스트(Random forest), 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine; SVM) 등 여러 가지 기계학습을 적용하여 비교하였지만 92.85%로써 매우 높은 정확도를 얻지는 못하였다. 최근에는 웨어러블 장치를 이용한 자세 교정 시스템 연구들이 발표되고 있다. Lee et al.은 목 자세 모니터링을 위한 웨어러블 센서 시스템을 제안하였다[9](그림 1 (a)). 목에 센서 장치를 부착한 뒤 목의 각도를 측정하여 실시간으로 센서 측정값을 휴대폰 어플에 전송하고 저장한다. 목 자세를 판단하는 파라미터들 중 하나인 두개척추각(CVA)은 웨어러블 장비로 측정할 수 없기 때문에 경추굴절각(CFA)로 추정해야 한다. 하지만 이 과정에서 오차가 발생할 수 있으며 이에 따라 정확도가 떨어지게 된다. Dobrea and Dobrea는 ‘Intell.TieSens’ 라는 웨어러블 장치를 제안하였다[10]. 이는 넥타이 형태의 웨어러블 장치로써 자이로스코프(gyroscope)와 가속도계(accelerometer) 센서가 부착되어서 몸이 기울어지는 각도를 확인할 수 있다. 그리고 넥타이 형태인 ‘Intell.TieSens’ 를 착용하고 있으면 장소 제한 없이 실시간으로 자세 측정이 가능하다. Bootsman et al.은 센서가 부착된 의복을 입고 자세 교정을 할 수 있는 ‘BackUp’ 시스템을 발표하였다[11]. 의복 내 센서로 등 자세를 측정 및 판단하여 휴대폰 어플로 결과를 전송하고 사용자에게 결과를 전달하는 방식이다. Han et al.은 거북목 방지를 위한 장치 및 자세 분석 방법을 제안하였다[12]. 자기계-자석(magnetometer-magnet) 쌍을 경추(vertebra)와 이주(gragus)에 먼저 부착한 뒤, 둘의 각도를 측정한다. 측정된 값을 기계학습(machine learning) 알고리즘 중 회귀 (regression) 알고리즘을 이용하여 두개척추각(Cranio-vertebral angle; CVA)을 추정하고, 분류(classification) 알고리즘을 이용하여 거북목의 위험 정도를 분류한다. Tili et al.은 스마트 벨트(smart belt)를 착용하여 몸통의 기울어진 정도(trunk flexion)과 어깨가 굽은 정도(shoulder bent)를 센서로

확인하는 시스템을 제안하였다[13](그림 1 (b)).

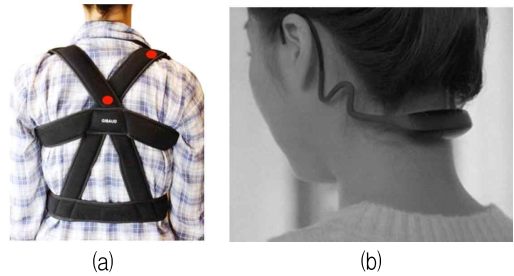


Fig. 1. Wearable devices (a) Measuring neck posture (b) Smart belt

측정된 센서 값은 클라우드 데이터베이스(cloud data base)와 휴대폰 어플로 각각 전송되어 저장 및 자세를 검토하게 된다. 하지만 사용자가 목 주변에 부착하는 장치, 상체 전체를 감싸는 벨트 등 웨어러블 장비를 착용해 야만 자세를 측정하고 교정할 수 있기 때문에 사용자가 사용하는 데 불편함을 줄 수 있다는 한계가 있다.

### III. 제안 방법

컴퓨터를 장시간 동안 사용하게 되면 자세가 흐트러지면서 얼굴과 컴퓨터 모니터와의 거리가 가까워지게 되는데, 이는 시력 저하, 거북목증후군 등 여러 가지 질환들을 야기하게 된다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 초음파 센서 장치를 통해 얼굴과 컴퓨터 모니터와의 거리를 측정하여 일정 거리 보다 가까울 때 경고 알람을 울려서 자세 교정이 필요함을 알린다. 이를 통해 거리 측정 시 초음파 센서에서 발생하는 잡음들을 동시에 제거하여 오류 알람을 줄임으로써 정확도를 높이고 사용자가 웨어러블 디바이스를 착용할 필요 없이 좀 더 편리하게 자세를 교정할 수 있게 하는 방법이다. 초음파 센서를 이용한 거리는 그림 2에서 보는 바와 같이 트리거(trigger)에서 초음파 신호를 보내고 물체(object)에 부딪힌 뒤 돌아온 신호를 에코(echo)에서 받아서 시간 차를 측정하여 거리를 계산하게 된다. 이때 초음파 센서는 40kHz의 초음파를 발산한다. 초음파 속도는 온도에 영향을 받게 되는데 수식은 아래와 같다[14].

$$SD = \left( 331.3 \sqrt{1 + \frac{CD}{273.15}} \right) [m/s], \quad (1)$$

여기서 SD는 초음파 속도, CD는 대기 섭씨온도이며, 대기의 온도가 15°C이면 초음파의 신호는 식 (1)에 의해 약 340m/s이다. 대기 온도가 15°C일 때 초음파 센서를 이용하여 거리를 측정하는 수식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} DT &= SD \times TM \\ &= 340[m/s] \times TM \\ &= \left( \frac{3.4 \times 10^4}{2} \right) [cm/s] \times TM, \quad (2) \\ &= \left( \frac{1.7 \times 10^4}{10^6} \right) [cm/\mu s] \times TM \\ &= 0.017[cm/\mu s] \times TM \end{aligned}$$

여기서 DT는 거리, TM은 시간이다. 식 (2)에서 보는 바와 같이, 초음파 센서를 이용한 거리 측정 결과는 발신된 주파수가 물체에 부딪힌 뒤 다시 수신되는 거리인 왕복 거리이기 때문에 초음파 속도 값을 편도 값으로 변환한다. 그리고 아두이노(Arduino)에서 사용하는 속도 단위가 마이크로초(microsecond)이기 때문에 단위를 변환해야 하며, 거리 단위가 cm일 경우에는 위의 식 (2)와 같이 단위를 변환하여 거리를 산출한다.

본 논문에서는 위의 초음파 센서를 이용한 얼굴과 모니터 간의 거리 측정 및 오류 알람을 최소화하는 알고리즘을 제안한다. 오류 알람 최소화하는 알고리즘에서는 센서 자료들 사이에 섞여 있는 잡음들을 제거하여 정확도를 높인다. 먼저 초음파 센서와 아두이노를 이용하여 사람 얼굴과 컴퓨터 모니터와의 거리를 식 (2)를 이용하여 측정한 뒤, 엑셀 파일에 측정된 거리를 저장한다. 그다음으로 엑셀 파일에 저장된 자료를 불러서 오류 알람을 제거한다. 이후 알고리즘 절차는 그림 3과 같다. 오류 알람을 제거하는 첫 번째 순서는  $i$  번째 자료가 실험 전에 설정한 얼굴과 모니터 간의 거리 임계값  $Thr.1$  보다 작지 않다면 마지막 자료인지 확인하고, 맞는다면 실험을 종료하고 아니면  $i+1$  번째 값을 확인한다. 만약 자료가 임계값  $Thr.1$  보다 작다면 다시 한번 더 확인한 뒤, 작으면  $\alpha+1$ 을 계산하고 아니면  $\beta+1$ 을 계산한다. 그다음으로 만약  $\alpha$ 가 얼굴과 모니터 간의 짧은 거리 허용 시간(초)인 임계값

$Thr.2$ 와 일치한다면 얼굴과 모니터의 거리가 짧다는 경고 알람을 울린 뒤,  $\alpha=0, \beta=0$ 로 설정하고  $i+1$  번째 자료를 확인한다.

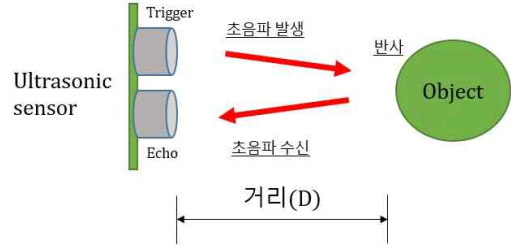


Fig. 2. Principle of ultrasonic sensor

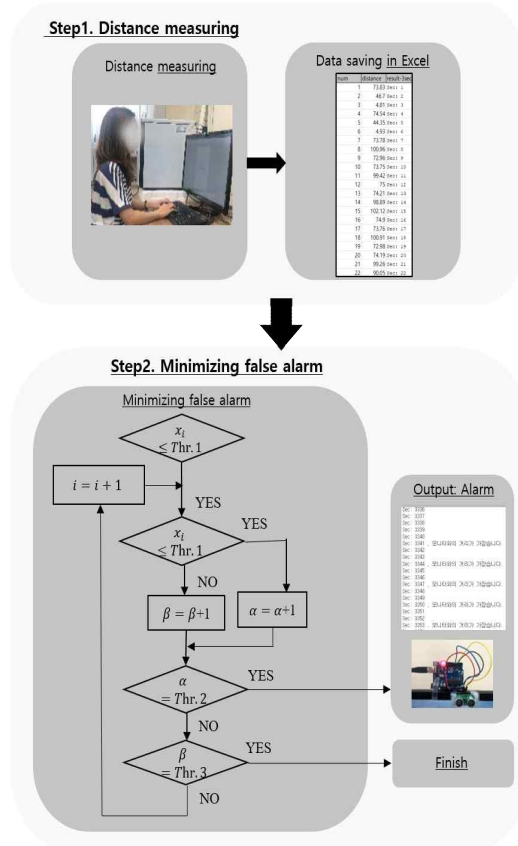


Fig. 3. Flow chart of the proposed algorithm

그렇지 않으면  $\beta$ 는 자료 내 잡음 허용 개수인 임계값  $Thr.3$ 과 일치하는지 확인한 뒤, 일치하면  $\alpha=0, \beta=0$ 로 설정하고 역시  $i+1$  번째 자료를 읽는다. 반면  $\beta$ 가 임계값  $Thr.3$ 와 일치하지 않는다면 반복문 안에서  $i+1$  번째 자료를 검토한다.

#### IV. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 세 명의 성인 남, 여를 피험자로 선정하여 1시간 동안 컴퓨터 작업을 하도록 하였다. 이때 실험에 사용한 초음파 센서와 아두이노는 그림 4와 같다. 그리고 거리를 측정하기 위하여 그림 5와 같이 모니터 위의 중앙에 초음파 센서와 아두이노를 부착하여 실험하였다. 센서의 계측 각도 범위는 30도이며, 센서의 초점은 얼굴에 맞추었다. 그리고 센서와 얼굴과의 거리는 그림 6 (a)와 같이 50cm로 두었으며, 거리 임계값  $Thr.1$ 은 40cm로 설정하였다. 즉, 그림 6 (b), (c)와 같이 얼굴과 모니터 간의 거리가 40cm보다 가깝고, 최소 거리의 지속 시간이 허용 시간 임계값인  $Thr.2$  보다 길면 경고 알람을 보내도록 하였다. 실험은 Window 10 Pro, Intel® Core™ i7010700k, CPU@3.80GHz, 그리고 python 3.6 환경에서 수행되었다.

아두이노 통합개발환경(Arduino IDE) 프로그램에서 초음파 센서와 아두이노를 이용하여 3명의 피험자 얼굴과 모니터 간의 거리를 각각 측정한 뒤 엑셀 파일에 저장하였으며, 결과는 그림 7과 같다. 자료에서 관심 있는 영역은 임계값  $Thr.1$  인 40cm 근방이기 때문에 그림 7과 같이 y축 범위는 100cm까지 표현하였다. 그림 7에서 보는 바와 같이, 40cm 아래에 선 그래프가 그려진 것을 통하여 3명 모두 1시간 동안 얼굴과 모니터 간의 거리가 40cm보다 가까운 자세가 여러 번 있었음을 알 수 있었다. 좀 더 자세하게 분석하기 위하여 그림 8과 같이 세 사람의 전체 결과 중 일부 시간 동안의 거리 측정 결과를 각각 나타내었다. 그리고 정상 알람은 실선, 오류 알람은 점선으로 표현하였으며, 이때 짧은 거리의 허용 시간  $Thr.2$ 는 3초일 때의 결과이다. 그림 8에서 보는 바와 같이, 오류 알람이 세 사람의 자료에서 모두 여러 번 발생한 것을 확인할 수 있었다. 특히 그림 8 (b)의 첫 번째 오류 알람을 보면 40cm보다 작은 구간이 앞에서 2번 발생했다. 하지만 두 번의 가까운 거리 발생 사이에 잠음을 포함하여 실제로 모니터로부터 얼굴의 거리가 멀어졌음에도 불구하고 오류 알람이 울린 것을 알 수 있었다.

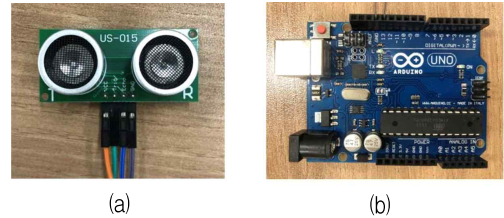


Fig. 4. (a) Ultrasonic sensor (b) Arduino

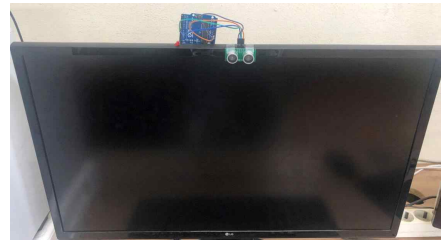
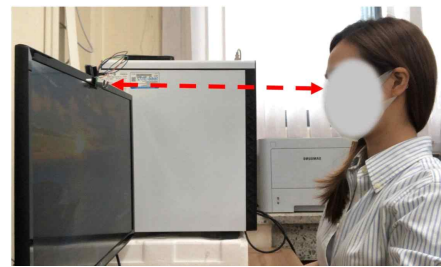
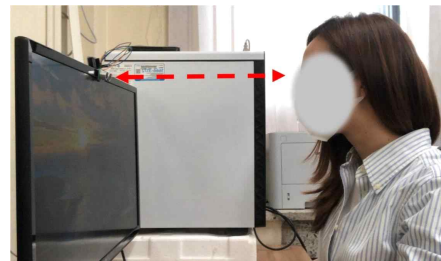


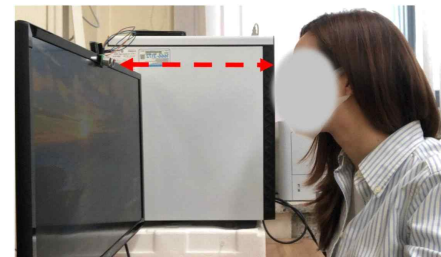
Fig. 5. Experiment environment



(a)

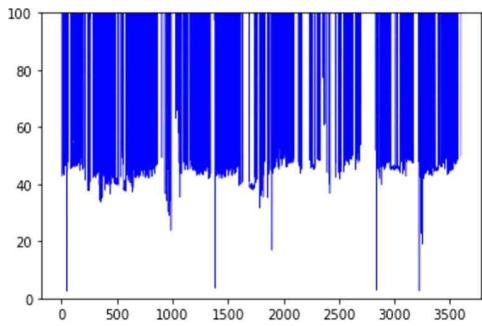


(b)

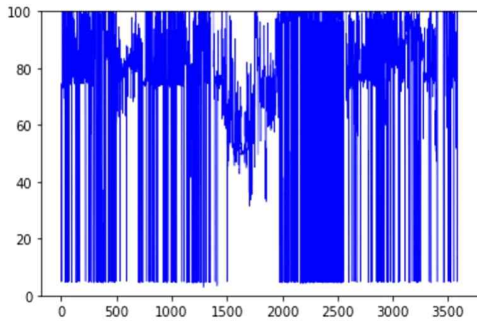


(c)

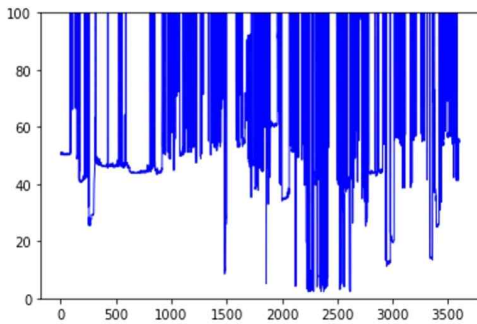
Fig. 6. Distance changes in 3 steps from upright to poor posture: (a) Upright posture. (b) Poor posture phase-1. (c) Poor posture-2



(a)



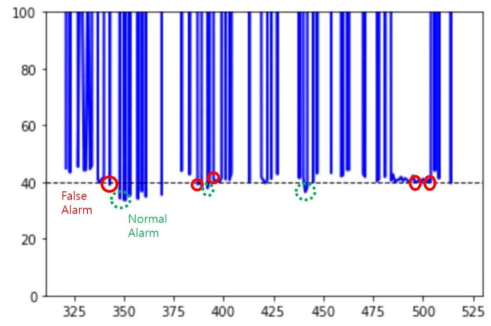
(b)



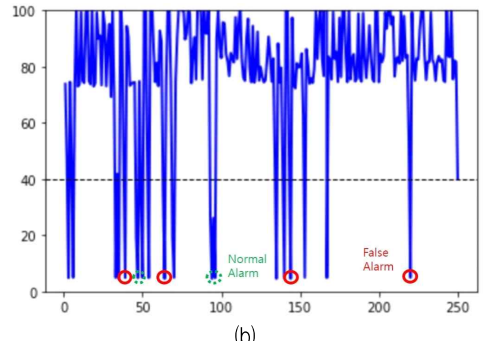
(c)

Fig. 7. Raw sensor data for each three people: (a) Subject #1. (b) Subject #2. (c) Subject #3.

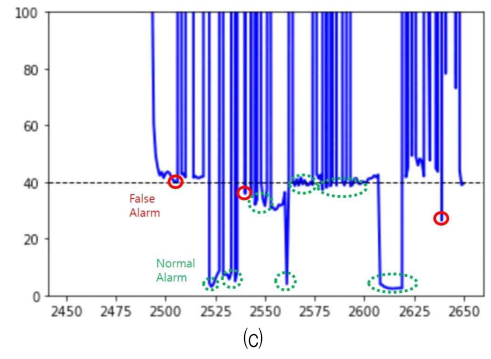
거리를 측정된 원자료에 대해 python으로 오류 알람을 최소화하는 알고리즘을 적용하였다.  $Thr:2$ 가 각각 3, 5, 7, 10초일 때 실험하였으며, 실험 결과는 표 1과 같다. 표 1에서 보듯이, 세 명 모두 전체적으로 오류 알람 적용 후의 개수가 적용하기 전의 개수보다 크게 줄어든 것을 알 수 있었다. 특히 2번 피험자의 결과에서 그 차이가 뚜렷하게 나타났으며, 3~10초 모두 절반 혹은 그 이상으로 오류 알람이 줄어든 것을 확인할 수 있었다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 8. Raw sensor data for each three people in some areas ( $Thr:2 = 3$  sec.): (a) Subject #1. (b) Subject #2. (c) Subject

Table 1. The number of alarm with and without removing noise in 3, 5, 7, and 10 seconds, respectively. (sec.: seconds; Sub.: subject)

		Sub. #1	Sub. #2	Sub. #3
3 sec.	Before	47	168	161
	After	32	86	144
5 sec.	Before	28	101	96
	After	15	26	77
7 sec.	Before	20	72	69
	After	10	8	49
10 sec.	Before	14	50	48
	After	6	3	33

## V. 결론

본 논문에서는 초음파 센서 장치를 이용하여 컴퓨터 모니터와 사람 간의 최소 거리 접근을 방지하기 위한 자세 교정 시스템 구현과 최소 거리 발생 시 울리는 알람 중 오류 알람을 최소화하는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문의 제안 방법은 초음파 센서 장치를 이용하여 사람이 착용할 필요 없이 컴퓨터 모니터 앞에서 자세 교정을 할 수 있었으며, 거리 측정 시 발생한 잡음을 제거함으로써 오류 알람을 최소화하여 정확도를 향상할 수 있었다. 추후 연구에서는 본 연구에서 거리 측정 시 발생했던 잡음을 줄이기 위한 방법으로 센서를 사람의 얼굴과 가슴에 각각 초점을 두고 결과를 비교할 예정이다. 또한 독서할 때 자세를 교정할 수 있는 시스템도 함께 연구하고자 한다.

## ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2021년) 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

[1] C. Jang, "Effects of Posture Correction Training on Pulmonary Function with Turtle Neck Syndrome," *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, Vol. 9, No. 1, pp. 183-192, 2021.

[2] B. Shaghayeghfard, A. Ahmadi, N. Maroufi, J. Sarrafzadeh, "Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions," *European spine journal*, Vol. 25, No. 11, pp. 3577-3582, 2016.

[3] C. Jang, "The effects of breathing exercise on forward head posture," *Daegu University Graduate School*, Vol.91, 2010.

[4] <https://www.amc.seoul.kr/asan/healthinfo/disease/diseaseDetail.do?contentId=31866>.

[5] W. Lawanont, M. Inoue, P. Mongkolnam, and C. Nukoolkit, "Neck posture monitoring system based on image detection and smartphone sensors using the prolonged usage classification concept," *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 13, No. 10, pp.1501-1510, 2018.

[6] H. Kim, H. Park, and J. Oh, "Implementation of Real-time Sedentary Posture Correction Cushion Using Capacitive Pressure Sensor Based on Conductive Textile," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 27, No. 2, pp. 153-161, 2022.

[7] D. Bibbo, M. Carli, S. Conforto, and Battisti, F, "A sitting posture monitoring instrument to assess different levels of cognitive engagement," *Sensors*, Vol. 19, No. 3, pp. 455, 2019.

[8] P. Tokas, "Machine learning based text neck syndrome detection using Microsoft Kinect sensor," *Materials Today: Proceedings*, 2021.

[9] J. Lee, and Y. Chee, "The Estimation of Craniovertebral Angle using Wearable Sensor for Monitoring of Neck Posture in Real-Time," *Journal of Biomedical Engineering Research*, Vol. 39, No. 6, pp. 278-283, 2018.

[10] D. M. Dobrea, and M. C. Dobrea, "A warning wearable system used to identify poor body postures," In *2018 Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO)*, Riga, Latvia, pp. 55-60, 2018.

[11] R., Bootsman, P. Markopoulos, Q. Qi, Q. Wang, and A. A. Timmermans, "Wearable technology for posture monitoring at the workplace," *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 132, pp. 99-111, 2019.

[12] H. Han, H. Jang, and S. W. Yoon, "Novel wearable monitoring system of forward head posture assisted by magnet-magnetometer pair and machine learning," *IEEE Sensors Journal*, Vol. 20, No. 7, pp. 3838-3848, 2019.

[13] F. Tlili, R. Haddad, R. Bouallegue, and R. Shubair, "Design and architecture of smart belt for real time posture monitoring," *Internet of Things*, Vol. 17, pp. 100472, 2022.

[14] G. Park, C., Lee, S. H., Park, C. S., Kim, D. W., Kim, W. T., and Jeon, G. R. Study on the Development of Sensors for Distance Measure Using Ultrasonic. *Journal of Sensor Science and Technology*, Vol. 23, No. 1, pp. 46-50, 2014.

## 저자소개

이 재 은 (Jae-Eun Lee)



2013년 2월 : 부산대학교 통계학과  
졸업(이학사)  
2015년 2월 : 부산대학교 통계학과  
졸업(이학석사)  
2020년 2월 : 부경대학교 통계학과  
졸업(이학박사)  
2022년 9월~현재 : 부경대학교

산학협력단 연구교수

관심분야 : 머신러닝, 영상처리, 하이퍼파라미터 최적화

김 종 남 (Jong-Nam Kim)



1997년 2월 : 광주과학기술원  
정보통신공학과 졸업(공학석사)  
2001년 8월 : 광주과학기술원  
기전공학과 졸업(공학박사)  
2001년 8월~2004년 2월 : KBS  
연구원  
2004년 3월~현재 : 부경대학교

컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 머신러닝, 영상처리, 컴퓨터비전 등

최 홍 석 (Hong-Seok Choi)



2011년 2월 : 부경대학교  
컴퓨터공학과 졸업(공학석사)  
2014년 2월 : 부경대학교  
IT융합응용공학 박사 수료  
2019년 5월 - 2021년 10월 :  
그린컴퓨터 아카데미 java강사  
2022년 4월~현재 : 부경대학교  
영상처리 연구소 연구원

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전 등

김 영 봉 (Young-Bong Kim)



1987년 2월 : 서울대학교 계산  
통계학과 졸업(이학사)  
1989년 2월 : 한국과학기술원  
전산학과 졸업(공학석사)  
1994년 8월 : 한국과학기술원  
전산학과 졸업(공학박사)  
1995~현재 : 부경대학교

컴퓨터인공지능공학부 교수

관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 3D 프린터, VR/AR