



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0021216
(43) 공개일자 2017년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08B 21/04 (2006.01) G08B 21/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G08B 21/0453 (2013.01)
G08B 21/0205 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0104266
(22) 출원일자 2016년08월17일
심사청구일자 2016년08월17일
(30) 우선권주장
1020150115272 2015년08월17일 대한민국(KR)
기술이전 회망 : 기술양도

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
김관호
서울특별시 동작구 사당로16아길 43, 713호 (사당동, 진흥아파트)
전유미
인천광역시 계양구 안남로572번길 17, 102동 221호 (효성동, 중앙하이츠아파트)
김재곤
인천광역시 연수구 송도과학로27번길 70, 106동 802호 (송도동, 롯데캐슬)
(74) 대리인
특허법인충정

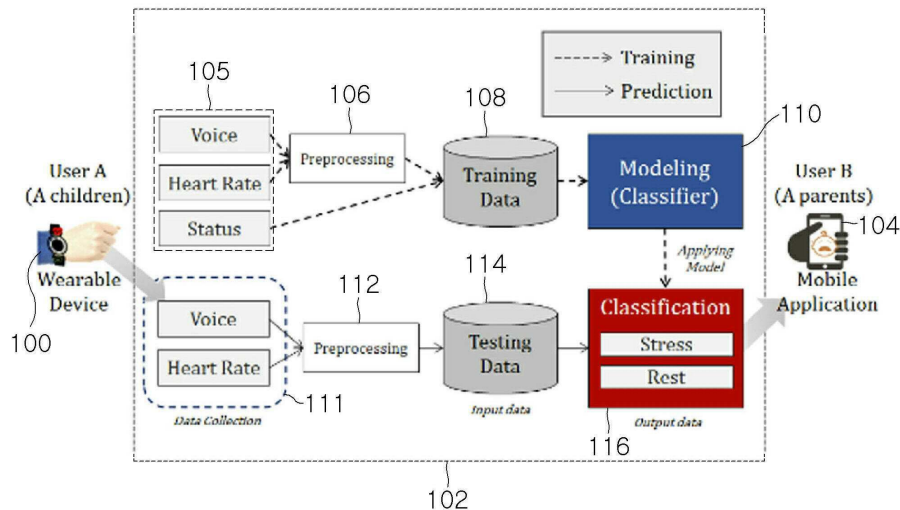
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 영유아 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템은, 관심 대상인 영유아의 신체에 착용되어 영유아의 생체 정보를 수집하기 위한 웨어러블 디바이스; 및 상기 생체 정보에 기반하여 상기 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 모니터링 서버를 포함하여, 영유아뿐만 아니라 나아가 장애인 혹은 노인과 같은 전달 능력이 부족한 지속적인 모니터링이 필요한 대상의 신체 상태 정보를 구축력이 최소화된 웨어러블 디바이스를 통해 획득하고 이를 무선 네트워크를 통해 미리 등록되어 있는 보호자의 단말에 표시하여 영유아의 상태를 실시간으로 확인할 수 있어 영유아의 안전을 도모할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G08B 21/0211 (2013.01)

G08B 21/0277 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711023705

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원

연구과제명 사회적 빅데이터를 이용한 멀티모달 컨텍스트 기반의 무질의 정보검색 및 추천모델 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인천대학교

연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

관심 대상인 영유아의 신체에 착용되어 영유아의 생체 정보를 수집하기 위한 웨어러블 디바이스; 및
상기 생체 정보에 기반하여 상기 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 모니터링 서버를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 웨어러블 디바이스는 상기 영유아의 손목에 착용가능한 스마트 밴드를 포함하고,

상기 스마트 밴드는, 상기 영유아의 음성을 센싱하는 음성 센서와 영유아의 심장 박동수를 센싱하는 심박 센서를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 모니터링 서버는,

복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 기계 학습부; 및

상기 스마트 밴드로부터 수신된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 분류부를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 기계 학습부는,

복수의 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 전처리된 음성 및 심박수로부터 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하는 제1 전처리부;

상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터 및 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터에 따른 스트레스 상태를 나타내는 클래스 벡터를 학습 입력 벡터로서 저장하기 위한, 학습 데이터베이스; 및

상기 학습 데이터베이스에 저장된 학습 입력 벡터에 기반하여 영유아의 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 모델링부를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 분류부는,

상기 스마트 밴드로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수를 수신하기 위한 데이터 수신부;

상기 데이터 수신부에서 출력되는 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 전처리된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고, 상기 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 실험 입력 벡터로서 출력하는 제2 전처리부;

상기 실험 입력 벡터를 저장하기 위한, 실험 데이터베이스; 및

상기 실험 데이터베이스에 저장된 관심 대상인 영유아의 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 포함하는 상기 실험 입력 벡터에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별하고, 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 분류기를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 기계 학습부는,

의사결정 트리(decision tree) 학습법에 따라 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 스트레스 상태에 관한 정보는 상기 스트레스 상태를 구분하는 이진 클래스를 포함하고, 상기 이진 클래스는,

영유아가 울고 있을 때 심박수가 높은 상태('Stress(0)'), 영유아가 울지 않을 때 심박수가 낮은 상태('Rest(1)'), 영유아의 심박이 낮은 상태이나 영유아가 울고 있는 상태로서 상기 관심 대상의 영유아는 울고 있지 않으나 옆의 영유아의 울음 소리가 섞인 상태('Rest(1)'), 및 영유아의 심박이 높은 상태이나 영유아가 울지 않은 상태('Rest(1)')를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템.

청구항 8

(a) 관심 대상인 영유아의 신체에 착용된 웨어러블 디바이스로부터 상기 영유아의 생체 정보를 수신하는 단계; 및

(b) 상기 생체 정보에 기반하여 상기 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 단계를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 웨어러블 디바이스는 상기 영유아의 손목에 착용가능한 스마트 밴드를 포함하고,

상기 스마트 밴드는, 상기 영유아의 음성을 센싱하는 음성 센서와 영유아의 심장 박동수를 센싱하는 심박 센서를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 단계 (a) 이전에,

(c) 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 단계 (b)는, 상기 스마트 밴드로부터 수신된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 단계를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 단계 (c)는,

(c-1) 복수의 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 상기 전처리된 음성 및 심박수로부터 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하는 단계;

(c-2) 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터 및 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터에 따른 스트레스 상태를 나타내는 클래스 벡터를 학습 입력 벡터로서 학습 데이터베이스에 저장하는 단계; 및

(c-3) 상기 학습 데이터베이스에 저장된 학습 입력 벡터에 기반하여 영유아의 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 단계 (b)는,

(b-1) 상기 스마트 밴드로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수를 수신하는 단계;

(b-2) 상기 수신된 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 상기 전처리된 음성 및 심박수로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고, 상기 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 실험 입력 벡터로서 출력하는 단계;

(b-3) 상기 실험 입력 벡터를 실험 데이터베이스에 저장하는 단계; 및

(b-4) 상기 실험 데이터베이스에 저장된 관심 대상인 영유아의 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 포함하는 상기 실험 입력 벡터에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별하고, 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 단계를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 단계 (c)는 의사결정 트리(decision tree) 학습법에 따라 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 스트레스 상태에 관한 정보는 상기 스트레스 상태를 구분하는 이진 클래스를 포함하고, 상기 이진 클래스는,

영유아가 울고 있을 때 심박수가 높은 상태('Stress(0)'), 영유아가 울지 않을 때 심박수가 낮은 상태('Rest(1)'), 영유아의 심박이 낮은 상태이나 영유아가 울고 있는 상태로서 상기 관심 대상의 영유아는 울고 있지 않으나 옆의 영유아의 울음 소리가 섞인 상태('Rest(1)'), 및 영유아의 심박이 높은 상태이나 영유아가 울지 않은 상태('Rest(1)')를 포함하는, 영유아 모니터링 서비스 제공 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 영유아의 신체 일부에 착용되어 구속력을 최소화하면서 영유아의 흥미를 유발하는 생체 정보 감지 센드를 통해 해당 영유아의 현재 신체 상태에 따른 스트레스와 관련된 정보를 무선 네트워크를 통해 미리 등록되어 있는 보호자에게 실시간으로 안내하기 위한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 영아 및 유아를 키우는 보호자들은 항상 영유아를 주위에서 모니터링할 필요가 있다. 인지 능력 및 표현 능력이 부족한 무방비 상태의 영유아에게 갑작스런 위급 상황이 발생할 때 즉각적인 도움 지원이 필요하기 때문이다.

[0003] 최근 들어 유치원이나 어린이집과 같은 영유아 기관에서는 CCTV 설치가 의무화되고 있으나, CCTV 만으로는 모니터링이 불가능한 사각지대가 존재할 뿐만 아니라, 이로 인해 오해의 소지를 불러일으킬 수도 있고, 이를 악용해 보호자들이 보육교사를 감시하는 등의 인권침해 논란이 끊이지 않고 있으며, 실제로 이러한 CCTV는 무방비 상태의 영유아에 대한 지속적인 모니터링이 어렵고, 악의적인 제삼자에 의해 충분히 조작이 가능하므로 스스로 자신의 상황을 전달 불가능한 영유아들에게는 자동으로 신체 상태를 판단하여 이상 징후를 항상 감시하여 보호자에게 전달 가능한 모니터링 시스템의 개발이 시급하다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0004] (비특허문헌 0001) [1] Lee, K. -S., Park, J.-A., and Shin, Y.-J., "An investigation into mothers' experience and perception of child abuse at day care centers and need for counseling," The Korean journal of woman psychology, Vol. 20, No. 3, pp. 301-327, 2015.
- (비특허문헌 0002) [2] F. T. Sun, C. Kuo, H. T. Cheng, S. Buthpitiya, P. Collins and M. Griss, "Activity-Aware Mental Stress Detection Using Physiological Sensors," In Mobile Computing, Applications, and Services, pp. 282-301, Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- (비특허문헌 0003) [3] D. Liu, and M. Ulrich, "Listen to Your Heart: Stress Prediction Using Consumer Heart Rate Sensors," Stanford. 2014.
- (비특허문헌 0004) [4] H. Kurniawan, A. Maslov, and M. Pechenizkiy, "Stress detection from speech and galvanic skin response signals," in Proc. of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), Porto, Portugal, 2013, pp. 209-214.
- (비특허문헌 0005) [5] P. Melillo, M. Bracale, and L. Pecchia, "Nonlinear Heart Rate Variability features for real-life stress detection. Case study: Students under stress due to university examination," Biomed. Eng. Online, vol. 10, no. 1, p. 96, Nov. 7, 2011.
- (비특허문헌 0006) [6] Plewa, L, "iStress: Stress Classification from Heart Rate Variability ", CSC, p.520 Spring, 2015.
- (비특허문헌 0007) [7] C. McKay, "Jaudio: Towards a standardized extensible audio music feature extraction system." Course Paper. McGill University, Canada, 2005.
- (비특허문헌 0008) [8] D. McEnnis, C. McKay, I. Fujinaga, and P. Depalle: "jAudio: A feature extraction library," Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval, pp. 600-603, 2005.
- (비특허문헌 0009) [9] L. Minkyu, K. Donghyun, K. Kwang-Ho, and K. Ji-Hwan, "깊은 신경망을 이용한 오디오 이벤트 분류", ISSN 2005-8063, pp. 27-33, 2015.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 영유아뿐만 아니라 나아가 장애인 혹은 노인과 같은 전달 능력이 부족한 지속적인 모니터링이 필요한 대상의 신체 상태 정보를 웨어러블 디바이스를 통해 획득한 후 획득된 신체 상태 정보에 기반하여 영유아의 스트레스 상태를 식별하여 이를 무선 네트워크를 통해 미리 등록되어 있는 보호자의 단말에 표시하여 영유아의 안전을 도모하기 위한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 영유아뿐만 아니라 나아가 장애인 혹은 노인과 같은 전달 능력이 부족한 지속적인 모니터링이 필요한 대상의 신체 상태 정보를 웨어러블 디바이스를 통해 획득한 후 획득된 신체 상

태 정보에 기반하여 영유아의 스트레스 상태를 식별하여 이를 무선 네트워크를 통해 미리 등록되어 있는 보호자의 단말에 표시하여 영유아의 안전을 도모하기 위한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템은,
- [0008] 관심 대상인 영유아의 신체에 착용되어 영유아의 생체 정보를 수집하기 위한 웨어러블 디바이스; 및
- [0009] 상기 생체 정보에 기반하여 상기 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 모니터링 서버를 포함한다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에 있어서,
- [0011] 상기 웨어러블 디바이스는 상기 영유아의 손목에 착용가능한 스마트 밴드를 포함하고,
- [0012] 상기 스마트 밴드는, 상기 영유아의 음성을 센싱하는 음성 센서와 영유아의 심장 박동수를 센싱하는 심박 센서를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에 있어서, 상기 모니터링 서버는,
- [0014] 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 기계 학습부; 및
- [0015] 상기 스마트 밴드로부터 수신된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 분류부를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에 있어서,
- [0017] 상기 기계 학습부는,
- [0018] 복수의 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 전처리된 음성 및 심박수로부터 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하는 제1 전처리부;
- [0019] 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터 및 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터에 따른 스트레스 상태를 나타내는 클래스 벡터를 학습 입력 벡터로서 저장하기 위한, 학습 데이터베이스; 및
- [0020] 상기 학습 데이터베이스에 저장된 학습 입력 벡터에 기반하여 영유아의 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 모델링부를 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에 있어서, 상기 분류부는,
- [0022] 상기 스마트 밴드로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수를 수신하기 위한 데이터 수신부;
- [0023] 상기 데이터 수신부에서 출력되는 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 전처리된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고, 상기 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 실험 입력 벡터로서 출력하는 제2 전처리부;
- [0024] 상기 실험 입력 벡터를 저장하기 위한, 실험 데이터베이스; 및
- [0025] 상기 실험 데이터베이스에 저장된 관심 대상인 영유아의 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 포함하는 상기 실험 입력 벡터에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별하고, 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 분류기를 포함할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에 있어서, 상기 기계 학습부는, 의사결정 트리(decision tree) 학습법에 따라 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에 있어서, 상기 스트레스 상태에 관한 정보는 상기 스트레스 상태를 구분하는 이진 클래스를 포함하고, 상기 이진 클래스는,

- [0028] 영유아가 울고 있을 때 심박수가 높은 상태('Stress(0)'), 영유아가 울지 않을 때 심박수가 낮은 상태('Rest(1)'), 영유아의 심박이 낮은 상태이나 영유아가 울고 있는 상태로서 상기 관심 대상의 영유아는 울고 있지 않으나 옆의 영유아의 울음 소리가 섞인 상태('Rest(1)'), 및 영유아의 심박이 높은 상태이나 영유아가 울지 않은 상태('Rest(1)')를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법은,
- [0030] (a) 관심 대상인 영유아의 신체에 착용된 웨어러블 디바이스로부터 상기 영유아의 생체 정보를 수신하는 단계; 및
- [0031] (b) 상기 생체 정보에 기반하여 상기 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 단계를 포함한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법에 있어서, 상기 웨어러블 디바이스는 상기 영유아의 손목에 착용가능한 스마트 밴드를 포함하고,
- [0033] 상기 스마트 밴드는, 상기 영유아의 음성을 센싱하는 음성 센서와 영유아의 심장 박동수를 센싱하는 심박 센서를 포함할 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법은, 상기 단계 (a) 이전에, (c) 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 더 포함하고,
- [0035] 상기 단계 (b)는, 상기 스마트 밴드로부터 수신된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법에 있어서, 상기 단계 (c)는,
- [0037] (c-1) 복수의 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 상기 전처리된 음성 및 심박수로부터 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하는 단계;
- [0038] (c-2) 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터 및 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터에 따른 스트레스 상태를 나타내는 클래스 벡터를 학습 입력 벡터로서 학습 데이터베이스에 저장하는 단계; 및
- [0039] (c-3) 상기 학습 데이터베이스에 저장된 학습 입력 벡터에 기반하여 영유아의 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법에 있어서, 상기 단계 (b)는,
- [0041] (b-1) 상기 스마트 밴드로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수를 수신하는 단계;
- [0042] (b-2) 상기 수신된 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 상기 전처리된 음성 및 심박수로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고, 상기 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 실험 입력 벡터로서 출력하는 단계;
- [0043] (b-3) 상기 실험 입력 벡터를 실험 데이터베이스에 저장하는 단계; 및
- [0044] (b-4) 상기 실험 데이터베이스에 저장된 관심 대상인 영유아의 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 포함하는 상기 실험 입력 벡터에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별하고, 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0045] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법에 있어서, 상기 단계 (c)는 의사결정 트리(decision tree) 학습법에 따라 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0046] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법에 있어서, 상기 스트레스 상태에 관한 정보는 상기 스트레스 상태를 구분하는 이진 클래스를 포함하고, 상기 이진 클래스는,

[0047] 영유아가 울고 있을 때 심박수가 높은 상태('Stress(0)'), 영유아가 울지 않을 때 심박수가 낮은 상태('Rest(1)'), 영유아의 심박이 낮은 상태이나 영유아가 울고 있는 상태로서 상기 관심 대상의 영유아는 울고 있지 않으나 옆의 영유아의 울음 소리가 섞인 상태('Rest(1)'), 및 영유아의 심박이 높은 상태이나 영유아가 울지 않은 상태('Rest(1)')를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0048] 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템에 의하면, 영유아뿐만 아니라 나아가 장애인 혹은 노인과 같은 전달 능력이 부족한 지속적인 모니터링이 필요한 대상의 신체 상태 정보를 구속력이 최소화된 웨어러블 디바이스를 통해 획득하고 이를 무선 네트워크를 통해 미리 등록되어 있는 보호자의 단말에 표시하여 영유아의 안전을 도모하는 효과가 있다.

[0049] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템에 의하면, 영유아로부터 자동으로 검출되는 신체 상태에 따라 위급 상황을 빠르게 감지하여 이를 보호자에게 실시간으로 알려줄 수 있으므로 신속한 대처가 가능할뿐만 아니라, 영유아의 흥미를 유발하는 밴드 형태의 생체 신호 감지 센서만을 사용하기 때문에 무선 네트워크 환경에서 다수의 영유아에게 적용 가능한 효과가 있다.

[0050] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템에 의하면, 보호자 입장에서 영유아들이 가정 밖에서의 생활 스트레스 정도를 확인할 수 있어 영유아의 유치원이나 어린이집과 같은 생활에 대한 궁금증을 해소 가능할뿐만 아니라, 다른 업무 중에도 실시간으로 영유아의 상황변화에 기민하게 대처할 수 있어 안전사고 및 영유아의 정서상의 치명적인 위험을 현저하게 낮출 수 있는 효과가 있다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템에 의하면, 영유아의 구속력을 최소화 하면서 신체 일부에 착용되어 영유아의 흥미를 유발하는 생체 정보 감지 밴드를 통해 해당 영유아의 현재 신체 상태에 따른 스트레스와 관련된 정보를 무선 네트워크를 통해 미리 등록되어 있는 보호자에게 실시간으로 안내 함으로써 공간적 시간적 제약 없이 원격지에서 영유아의 모니터링 상태를 단말기를 통해 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 교육 기관 내에서 영유아들의 학습 모습 또는 노는 모습을 CCTV를 통해 모니터링함에 있어 발생하는 사 각 지대의 한계를 극복할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템의 블록도.

도 2는 도 1에 도시된 예시적인 스마트 밴드를 도시한 도면.

도 3은 입력 벡터 형성 과정을 도시한 도면.

도 4는 스트레스 상태를 구분하는 이진 클래스를 설명하기 위한 도면.

도 5는 의사결정 트리의 구조를 도시한 도면.

도 6은 분류기들의 정확성을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법의 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다.

[0054] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

[0055] 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다.

[0056] 또한, "제1", "제2", "일면", "타면" 등의 용어는, 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0057] 이하, 본 발명을 설명함에 있어, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한

설명은 생략한다.

- [0058] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0059] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템의 블록도이다.
- [0060] 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템은, 관심 대상인 영유아의 신체에 착용되어 영유아의 생체 정보를 수집하기 위한 스마트 밴드(100), 및 상기 생체 정보에 기반하여 상기 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 영유아의 보호자의 단말기(104)로 전송하는 모니터링 서버(102)를 포함한다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에서, 도 2에 도시된 바와 같이 상기 영유아의 손목에 착용가능한 스마트 밴드(100)는 상기 영유아의 음성을 센싱하는 음성 센서(200)와 영유아의 심장 박동수를 센싱하는 심박 센서(202)를 포함한다.
- [0062] 상기 모니터링 서버(102)는, 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 기계 학습부(105, 106, 108, 110), 및 상기 스마트 밴드(100)로부터 수신된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는 분류부(111, 112, 114, 116)를 포함한다.
- [0063] 상기 기계 학습부(105, 106, 108, 110)는, 복수의 영유아의 음성 및 심박수(105)를 전처리하고, 전처리된 음성 및 심박수로부터 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하는 제1 전처리부(106), 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터 및 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터에 따른 스트레스 상태를 나타내는 클래스 벡터를 학습 입력 벡터로서 저장하기 위한, 학습 데이터베이스(108), 및 상기 학습 데이터베이스(108)에 저장된 학습 입력 벡터에 기반하여 영유아의 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 모델링부(110)를 포함한다.
- [0064] 상기 분류부(111, 112, 114, 116)는, 상기 스마트 밴드(100)로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수를 수신하기 위한 데이터 수신부(111), 상기 데이터 수신부(111)에서 출력되는 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 전처리된 상기 관심 대상인 영유아의 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고, 상기 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 실험 입력 벡터로서 출력하는 제2 전처리부(112), 상기 실험 입력 벡터를 저장하기 위한 실험 데이터베이스(114), 및 상기 실험 데이터베이스(114)에 저장된 관심 대상인 영유아의 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 포함하는 상기 실험 입력 벡터에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별하고, 식별된 스트레스 상태에 관한 정보를 상기 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기로 전송하는, 분류기(116)를 포함한다.
- [0065] 상기와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템의 동작을 하기에 설명하기로 한다.
- [0066] 상기 스마트 밴드(100)는 영유아의 신체 일부에 착용되어 구속력을 최소화하면서 영유아의 흥미를 유발하는 생체 정보 감지 밴드로서, 영유아의 개인 정보와 영유아의 보호자 정보가 저장되어 있는 저장부(미도시), 네트워크를 통해 데이터를 송신하는 통신부(미도시) 및 사용자의 생체 신호 예컨대, 음성 및 심박수를 센싱하는 생체 신호 센서(200, 202)를 포함하여, 측정된 생체 신호를 모니터링 서버(102)에 제공한다.
- [0067] 상기 모니터링 서버(102)는, 상기 스마트 밴드(100)로부터 생체 정보 데이터를 수신하여 기설정된 알고리즘을 통해 생체 정보 데이터를 분석하여 영유아의 스트레스 정도를 식별하고 식별된 스트레스 상태를 미리 등록되어 있는 보호자의 단말기(104)에 전송하여 영유아의 상태를 실시간으로 안내한다.
- [0068] 하기에 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템의 동작을 더 상세하게 설명하기로 한다.
- [0069] 우선, 기계 학습부(106, 108, 110)는, 스트레스 식별 모델을 형성하기 위하여, 복수의 영유아의 음성 및 심박수(105)에 기반하여 학습 데이터를 형성하고, 형성된 학습 데이터에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여, 스트레스 식별 모델을 형성한다. 이에 대한 상세한 설명은 나중에 하기로 한다.
- [0070] 다음, 분류부(111, 112, 114, 116)는, 스마트 밴드(100)로부터 수신된 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 식별된 스트레스

상태에 관한 정보를 미리 등록되어 있는 관심 대상인 영유아의 보호자의 단말기(104)로 전송한다.

[0071] 이를 상세히 설명하면, 데이터 수신부(111)는, 관심 대상인 User A인 영유아가 착용한 웨어러블 디바이스인 스마트 밴드(100)로부터 음성과 심박 두 가지의 생체 데이터를 수집한다.

[0072] 제2 전처리부(112)는 수집된 생체 데이터로부터 입력 데이터(Input data)를 형성하여 실험 데이터베이스(114)에 저장하고, 저장된 입력 데이터를 실험 데이터(Testing data)로 이용한다.

[0073] 분류기(116)는 실험 데이터에 상기 학습 데이터(Training data)를 통해 만들어진 스트레스 식별 모델을 적용하여 영유아의 스트레스 상태를 식별한 후 결과 값인 출력 데이터(Output data)를 생성한다. 마지막으로 출력 데이터는 User B인 영유아 부모의 단말기(104)에 설치된 모바일 애플리케이션으로 전송된다.

[0074] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 시스템에서 사용하기 위하여 개발된 스마트 밴드의 프로토타입을 보여준다. 스마트 밴드는 영유아 맞춤형 밴드로서 영유아의 손목의 크기에 맞게 제작되었다. 스마트 밴드에는 음성 센서(200)와 심박 센서(202)가 내장되어 있다. 두 가지의 센서를 통하여 수집된 생체 데이터는 전처리 과정을 거친 후, 실험 입력 벡터를 형성하며 이는 나중에 구체적으로 서술한다. 실험 입력 벡터는 실험 데이터베이스(114)에 저장되고, 분류기(116)에 의해 실험 데이터로서 활용된다.

[0075] 분류기(116)는 실험 입력 벡터에 학습 데이터(Training Data)를 통해 만들어진 스트레스 식별 모델을 적용하여 'Stress' 혹은 'Rest'로 영유아의 스트레스 상태의 결과를 출력한다. 마지막으로 출력된 결과는 영유아의 보호자의 단말기(104)에 설치된 모바일 애플리케이션을 통해 실시간으로 확인이 가능하다.

[0077] 데이터 표현 및 전처리

[0078] 상기 스트레스 상태 식별 모델의 입력 벡터는 모델 입력 벡터($\overline{V}_i$)로 지칭되며, 음성 특징 벡터($\overline{X}_{ji}$)와 심박 특징 벡터($\overline{Y}_i$), 그리고 출력 클래스 벡터($\overline{C}_i$)를 모두 합하여 생성된다. 입력 벡터는 수학적 1로 표현되며 수학적 2 내지 수학적 4는 입력 벡터를 구성하는 요소를 각각 나타낸다.

수학적 1

$$\begin{aligned}\overline{V}_i &= \{\overline{x_{1i}}, \overline{x_{2i}}, \dots, \overline{x_{ji}}, \overline{y_i}, \overline{c_i}\}, \\ &= \{v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{Mi}, v_{(M+1)i}, v_{(M+2)i}\} \\ (i &= 1, 2, \dots, N), (j = 1, 2, \dots, M)\end{aligned}$$

[0079]

수학적 2

$$\begin{aligned}\overline{X}_{ji} &= \{x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ji}\}, \\ (i &= 1, 2, \dots, N), (j = 1, 2, \dots, M)\end{aligned}$$

[0080]

수학식 3

$$\overline{Y}_i = \{y_i\}, (i = 1, 2, \dots, N)$$

수학식 4

$$\overline{C}_i = \begin{cases} 0, & \text{if } Class = 'stress' \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \\ (i = 1, 2, \dots, N)$$

수학식 1에서 $\overline{V}_i$ 의 속성들 $\overline{x}_{1i}, \overline{x}_{ji}, \overline{y}_i, \overline{C}_i$ 는 각각 $v_{1i}, v_{Mi}, v_{(M+1)i}, v_{(M+2)i}$ 로 표현할 수 있다.

도 3은 입력 벡터를 생성하는 과정을 도식화하였으며 실험 데이터는 총 N개의 입력 벡터로 구성되어 있다.

음성 특징 벡터($\overline{X}_{ji}$)는 전처리부에 포함된 소리 특징 추출기를 사용하여 일련의 과정을 거쳐 추출된다. 소리 특징 추출기는 입력 데이터인 소리로 출력데이터인 소리의 특징 값 M개를 추출하는 소프트웨어이다.

이때, 소리의 특징 값이란 소리가 가지는 특징들을 푸리에 변환(Fourier transform)을 통해 수치화시킨 값이다. 소리가 입력되면 다운 샘플링(Down Sampling)과 윈도우잉(Windowing)의 전처리 과정을 거친다.

다운 샘플링은 출력 데이터를 추출하는 시간을 줄이기 위해 사용되며 윈도우잉(Windowing)은 소리의 특징이 불연속적으로 급격히 변하는 것을 막기 위해 사용된다. 마지막으로 소리 특징 값의 정규화를 거쳐 음성 특징 벡터가 추출된다.

심박 특징 벡터($\overline{Y}_i$)는 한 개의 심박수 값(y_i)으로 구성되며 전처리 과정으로 정규화를 거쳐 생성한다.

음성 특징 벡터($\overline{X}_{ji}$)와 심박 특징 벡터($\overline{Y}_i$)는 'Stress(0)' 또는 'Rest(1)' 두 가지로 구분되는 출력 클래스 벡터($\overline{C}_i$)와 함께 최종적으로 하나의 입력 벡터($\overline{V}_i$)를 형성한다.

스트레스 상태를 구분하는 이진(Binary) 클래스는 도 4와 같이 구성된다. 제1 사분면(400)은 영유아가 울고 있을 때 심박수가 높은 상태로써 'Stress(0)'로 구분하고 제3 사분면(404)은 영유아가 울지 않을 때 심박수가 낮은 상태로써 'Rest(1)'로 구분할 수 있다.

또한 본 발명의 일 실시예에서는 이상적인 상황 외의 예외적인 상황을 고려하여 제2 사분면(402)과 제4 사분면(406)으로 나타내었다. 제4 사분면(406)은 영유아의 심박이 낮은 상태이나 영유아가 울고 있는 상태로써 User A

의 영유아는 실제로 울고 있지 않으나 옆의 영유아의 울음 소리가 섞인 상황을 가정한다. 제2 사분면(402)은 심박이 높은 상태이나 영유아가 울지 않는 상황으로써 User A의 영유아가 뛰기 등의 활동으로 인하여 심박이 높아진 상태를 가정한다. 따라서 제2 사분면(402)과 제4 사분면(406)을 제3 사분면(404)과 함께 'Rest(1)'로 구분하였다.

[0093] **분류 모델들**

[0094] 본 발명의 일 실시예에서는 영유아의 스트레스 상태를 식별하기 위하여 대표적인 기계 학습 분류 모델인 의사결정 트리(Decision Tree), SVM(Support Vector Machine), 나이브 베이즈(Naive Bayes)를 사용하였다. 다음은 세 가지 분류기의 구조를 서술한다.

[0096] **의사결정 트리(Decision Tree)**

[0097] 의사결정 트리(Decision Tree)는 데이터가 순수하게 분류되는 방향으로 가지를 전개하는 트리 모델이다. 도 5는 의사결정 트리(Decision Tree)의 구조를 간략하게 보여준다.

[0098] 도 5에서, v_A 를 v_B 의 상위노드라 하며, 이는 입력 벡터의 속성 v_A 를 기준으로 데이터를 분류하였을 때 'Stress' 클래스와 'Rest' 클래스 속 데이터의 다양성이 감소되어 데이터 집합의 혼잡도가 낮다는 것을 의미한다.

[0099] 여기서 데이터 집합의 혼잡도를 엔트로피라 하며 $E(v)$ 로 표기하고 수학식 5와 같이 계산한다. 수학식

5의 p_i 는 입력벡터의 속성 v 의 전체 데이터 집합에서 i 번째 클래스 값이 차지하는 비율을 의미한다.

수학식 5

$$E(v) = - \sum_{i=0}^k p_i \log_2(p_i),$$

$$(k = 0, 1)$$

[0100]

[0101] 본 모델에서 사용되는 의사결정 트리(Decision Tree)는 데이터를 순수하게 분류하는 수치의 기준으로써 정보 이득(Information Gain)을 사용하고 $Gain$ 으로 표기한다. 트리는 정보 이득이 높은 순서에 따라 입력벡터의 속성 v 을 선택하여 가지를 전개하며 정보 이득은 수학식 6과 같이 계산한다.

수학식 6

$$Gain(v_B) = E(v_A) - E(v_B)$$

[0102]

[0103] $Gain(v_B)$ 는 속성 v_B 의 정보 이득으로써 v_B 의 상위노드인 v_A 노드의 엔트로피

$E(v_A)$ 의 합에서 v_B 의 엔트로피 $E(v_B)$ 를 뺀 값과 같다. 의사결정 나무는 더 이상 분류할 데이터가 없을 때 가지의 전개를 중단한다.

[0105] SVM(Support Vector Machine)

[0106] SVM(Support Vector Machine)은 벡터 공간에서 클래스 간의 마진(Margin)을 최대화하는 판별 경계를 찾는 분류

기로서 두 개의 클래스를 직선으로 분리한다. 입력 벡터($\overline{V_i}$)는 직선(y_i)을 기준으로 어느 쪽에 위치하느냐에 따라 영유아의 상태를 'Stress'인지 'Rest'인지 구분하는 출력 클래스($\overline{C_i}$)를 결정한다. 이는 수학식 7과 같이 표현한다.

수학식 7

$$y_i(w^T \cdot \overline{V_i} + b) - 1 + \xi_i \geq 0, \\ (i = 1, 2, \dots, N)$$

[0107]

[0108] w 는 직선 y_i 에 수직인 법선 벡터이며 b 는 스칼라 상수, ξ_i 는 직선 y_i 에 여유를 둔 슬랙 변수를 의미한다.

[0110] 나이브 베이즈(Naive Bayes)

[0111] 나이브 베이즈(Naive Bayes)는 데이터가 주어졌을 때, 조건부 확률 모델을 수립한 후 분류기를 생성한다. 입력

벡터($\overline{V_i}$)는 클래스($\overline{C_i}$)에 속할 확률 $P(\overline{C_i})$ 를 계산한 후 비교하여 그 중 가장 높은 확률을 갖는 클래스로 분류된다. 수학식 8은 입력벡터 ($\overline{V_i}$)가 클래스($\overline{C_i}$)에 속할 확률을 나타낸다.

$$P(\overline{V_i} | \overline{C_i}) \text{는 클래스 } (\overline{C_i}) \text{에서 입력 벡터의 속성 } v \text{가 나타날 확률이며}$$

$$P(\overline{V_i}) \text{는 모든 클래스가 동일한 값을 가지므로 생략 가능하다.}$$

[0112]

수학식 8

$$P(\overline{C}_i) = \frac{P(\overline{C}_i) \cdot P(\overline{V}_i | \overline{C}_i)}{P(\overline{V}_i)},$$

$$(i = 1, 2, \dots, N)$$

[0113]

[0114] 본 발명에서는 수치(Numeric) 데이터를 사용하므로 정규분포를 이용하여 주어진 클래스 값들의 확률 분포를 수학식 9와 같이 계산한다.

수학식 9

$$P(v = v | c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_c^2}} e^{\frac{-(v - \mu_c)^2}{2\sigma_c^2}}$$

[0115]

μ_c 는 클래스 $\overline{C}_i$ 와 연관된 v 의 평균이며 σ_c^2 는 클래스 $\overline{C}_i$ 와 연관된 v 의 분산이다.

[0116]

따라서 'Stress' 상태인 클래스 $\overline{C}_i=0$ 에서의 사후확률과 'Rest' 상태인 클래스

[0117]

$\overline{C}_i=1$ 에서의 사후확률을 비교하여 더 큰 값을 갖는 클래스로 입력 벡터를 구분하며 수학식 10과 같이 표현한다.

수학식 10

$$\hat{y} = \operatorname{argmax}_{k \in 0,1} \left(p(\overline{C}_i) \prod_{i=1}^N p(v | \overline{C}_i) \right)$$

$$(i = 1, 2, \dots, N)$$

[0118]

[0120] 실험 및 실험결과

[0121] 실험 환경

[0122] 본 발명에서 제안한 영유아 스트레스 상태식별 모델 수립을 위하여 실험 데이터로 두 가지의 데이터셋을 구성하였다. 표 1은 두 가지의 데이터셋을 설명한다.

표 1

Dataset	Descriptions of Features Used
Dataset A	Sound Features
Dataset B	Sound Features and Heart Rate Feature

[0123]

[0124] 데이터셋 A는 음성(voice) 데이터에서 추출된 소리 특징 값으로만 구성된다. 반면 데이터셋 B는 음성 데이터와 함께 보조적인 생체 데이터로 심박수(Heart Rate) 데이터를 사용하여 심박 특징 값을 포함한 데이터셋을 구성하였다.

[0125] 음성 데이터는 인터넷에서 수집하여 스트레스(Stress) 상태를 표현하는 데이터로 울음소리를, 스트레스가 아닌 상태(Rest 상태)를 표현하는 데이터로 웃음소리, 대화소리, 비명소리 등을 구성하였다.

[0126] 심박 데이터는 수집된 음성 데이터를 들은 영유아 전문가의 견해에 따라 직접 심박수를 입력하여 형성하였다.

[0127] 본 발명에서는 데이터셋 A를 사용했을 때의 결과와 데이터셋 B를 사용했을 때의 결과를 토대로 모델의 성능을 비교하고 심박 데이터의 역할을 확인하였다.

[0128] 또한 제안된 모델의 성능을 평가하기 위한 지표로써 정확도(Accuracy)를 사용하였다. 본 발명에서 정확도는 전체 데이터의 개수에서 스트레스를 올바르게 분류한 데이터 개수의 비율을 의미한다.

[0129] 학습 데이터(Training Data)와 실험 데이터(Testing Data)의 비율은 9:1로 10-folds 교차 검증을 실시하여 모든 데이터가 실험에 쓰일 수 있도록 하였다.

[0131] 실험 결과

[0132] 표 2는 본 발명에서 제안한 영유아 스트레스 상태 식별 모델의 실험 결과를 보여준다. 세 가지의 분류 모델 중 의사결정 트리(Decision Tree)는 88.54%의 정확도로 가장 높은 성능을 보였다. 그 뒤로 SVM이 76.27%의 정확도를 나타냈으며 나이브 베이즈(Naive Bayes)는 45.5%로 현저히 낮은 결과를 보였다.

표 2

Classifiers	Accuracy (%)	
	Dataset A(%)	Dataset B(%)
Decision Tree	74.7	88.54
SVM	62.48	76.27
Naive Bayes	45.44	45.5

[0133]

[0134] 데이터셋 A와 데이터셋 B를 비교하였을 때는 음성 데이터와 함께 심박 데이터를 사용한 데이터셋 B가 높은 정확도를 보였다. 나이브 베이즈(Naive Bayes)를 제외한 두 모델 의사결정 트리(Decision Tree)와 SVM은 10% 이상의 정확도 차이를 보였다(도 6 참고).

- [0135] 이는 심박이 보조적인 데이터로써 모델 성능 향상에 큰 역할을 하였고 음성 데이터와 심박 데이터를 함께 활용하였을 때 영유아의 스트레스를 식별할 수 있을 것이라는 가정을 확인할 수 있었다.
- [0136] 본 발명에서는 생체 데이터를 활용하여 영유아 스트레스 상태를 식별하는 모델을 사용하였다. 제안된 모델은 의사결정 트리(Decision Tree), SVM, 나이브 베이즈(Naive Bayes) 세 가지의 분류기를 이용하여 영유아의 상태를 'Stress'와 'Rest'로 구분하였다. 또한 스마트 밴드를 통해 생체 데이터를 수집하고 식별된 영유아의 스트레스 상태를 모바일 애플리케이션으로 전송하는 하나의 프레임워크를 구축하였다.
- [0137] 실험 결과 생체 데이터로써 음성과 심박을 모두 사용한 데이터셋 B의 의사결정 트리 기반 분류기에서 정확도 88.54%의 최대 성능을 보였다. 이는 데이터셋 A의 의사결정 트리(Decision Tree) 기반 분류기와 비교했을 때 약 14%의 성능 향상을 보였으며 데이터셋 B 안에서 SVM기반 분류기와 비교했을 때 약 12%의 성능 향상을 보였다.
- [0138] 이러한 모델의 높은 분류 성능은 음성과 심박 두 가지의 생체 데이터를 활용한 영유아 스트레스 식별 모델이 실제 상황에 적용 가능함을 보여준다. 또한, 심박 데이터가 보조적인 데이터로써 음성 데이터가 가지는 문제점을 절충하여 더욱 정교한 모델을 수립하였다는 점에서 의의를 갖고 있다. 이는 실시간적인 영유아의 스트레스 상태 식별로 응용되어 영유아의 위험 상황을 즉각적으로 인지하고 문제를 사전 방지하는 것에 도움이 될 것으로 기대된다.
- [0139] 한편, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 영유아 모니터링 서비스 제공 방법의 흐름도이다.
- [0140] 도 1 및 도 7을 참조하면, 단계 S700에서, 모델링부(106, 108, 110)는, 복수의 영유아의 음성 및 심박수(105)에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 상태 식별 모델을 형성한다.
- [0141] 단계 S702에서, 데이터 수신부(111)는, 관심 대상인 영유아의 손목에 착용된 스마트 밴드(100)로부터 상기 영유아의 생체 정보를 수집하고, 제2 전처리부(112)가 상기 생체 정보로부터 입력 데이터를 형성하여 실험 데이터베이스(114)에 저장한다.
- [0142] 단계 S704에서, 분류기(116)는, 상기 입력 데이터에 스트레스 상태 식별 모델을 적용하여 영유아의 스트레스 상태를 식별하고, 단계 S706에서, 식별된 영유아의 스트레스 상태에 관한 정보를 영유아의 보호자인 부모의 단말기(104)로 전송한다.
- [0143] 상기 스트레스 상태에 관한 정보는 상기 스트레스 상태를 구분하는 이진 클래스를 포함하고, 상기 이진 클래스는, 영유아가 울고 있을 때 심박수가 높은 상태('Stress(0)'), 영유아가 울지 않을 때 심박수가 낮은 상태('Rest(1)'), 영유아의 심박이 낮은 상태이나 영유아가 울고 있는 상태로서 상기 관심 대상의 영유아는 울고 있지 않으나 옆의 영유아의 울음 소리가 섞인 상태('Rest(1)'), 및 영유아의 심박이 높은 상태이나 영유아가 울지 않은 상태('Rest(1)')를 포함한다.
- [0144] 한편, 상기 단계 S700은, 제1 전처리부(106)가, 복수의 영유아의 음성 및 심박수(105)를 전처리하고, 상기 전처리된 음성 및 심박수로부터 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고, 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터 및 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터에 따른 스트레스 상태를 나타내는 클래스 벡터를 학습 입력 벡터로서 형성하고 형성된 학습 입력 벡터를 학습 데이터베이스(108)에 저장하는 단계, 및 모델링부(110)가 상기 학습 데이터베이스(108)에 저장된 학습 입력 벡터에 기반하여 영유아의 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0145] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 단계 S700에서는, 의사결정 트리(decision tree) 학습법에 따라 복수의 영유아의 음성 및 심박수에 기반하여 스트레스 상태 식별을 학습하여 스트레스 식별 모델을 형성한다.
- [0146] 또한, 상기 단계 S702는, 데이터 수신부(111)가 상기 스마트 밴드(100)로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 및 심박수를 수신하는 단계, 상기 제2 전처리부(112)가, 상기 수신된 영유아의 음성 및 심박수를 전처리하고, 상기 전처리된 음성 및 심박수로부터 상기 관심 대상인 영유아의 음성 특징 및 심박 특징을 추출하며, 상기 추출된 음성 특징 및 심박 특징으로부터 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 형성하고 상기 음성 특징 벡터와 상기 심박 특징 벡터로부터 실험 입력 벡터를 형성하여 상기 실험 입력 벡터를 실험 데이터베이스(114)에 저장하는 단계, 및 분류기(116)가, 상기 실험 데이터베이스(114)에 저장된 관심 대상인 영유아의 음성 특징 벡터 및 심박 특징 벡터를 포함하는 상기 실험 입력 벡터에 상기 스트레스 식별 모델을 적용하여 상기 관심 대상인 영유아의 스트레스 상태를 식별하는 단계를 포함한다.
- [0147] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세하게 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한

것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.

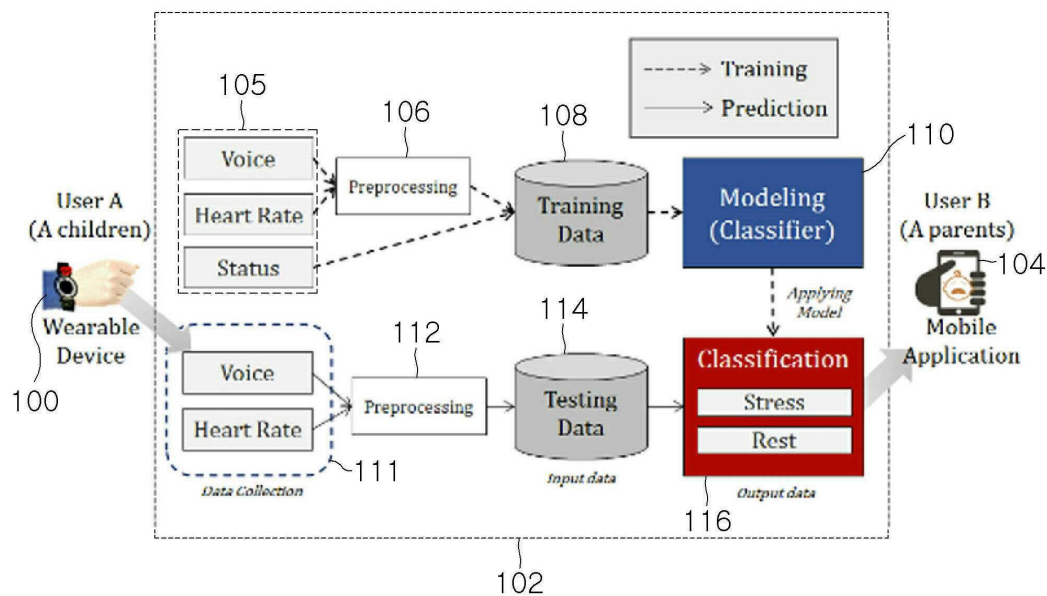
[0148] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로, 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

[0149] 100 : 스마트 밴드 102 : 모니터링 서버
104 : 단말기 105 : 음성 및 심박수
106 : 제1 전처리부 108 : 학습 데이터베이스
110 : 모델링부 111 : 데이터 수신부
112 : 제2 전처리부 114 : 실험 데이터베이스
116 : 분류기 200 : 음성 센서
202 : 심박 센서

도면

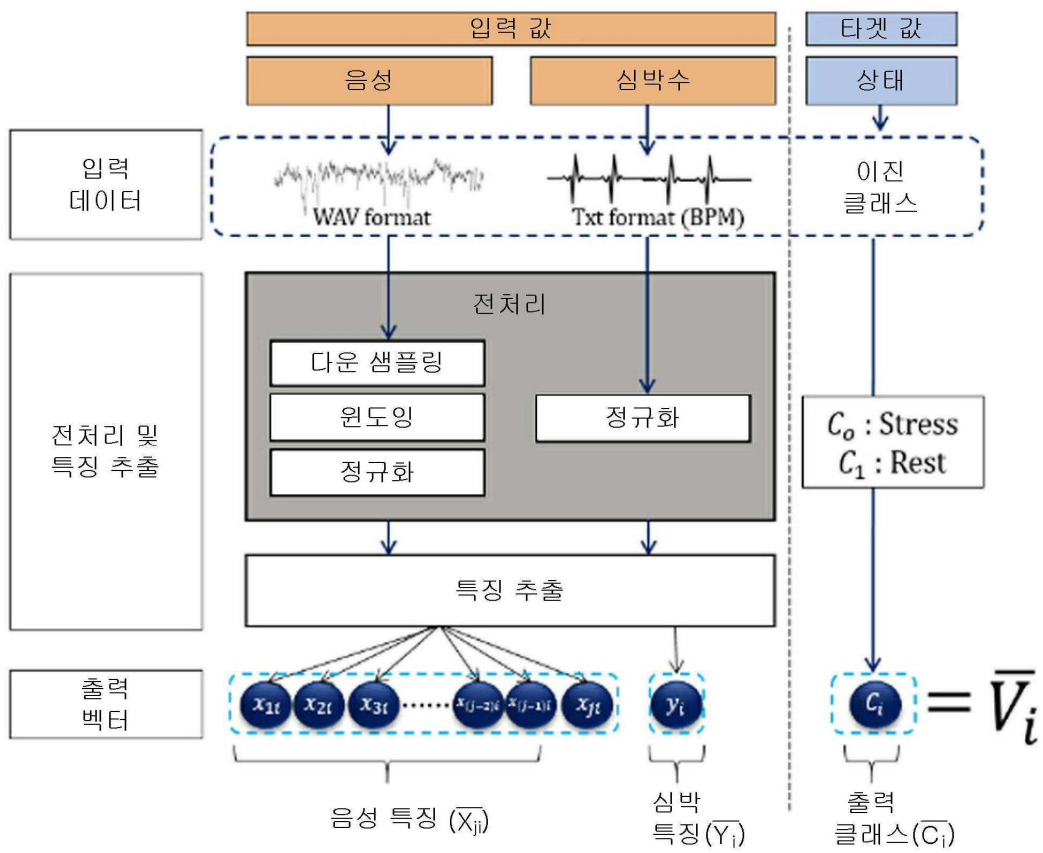
도면1



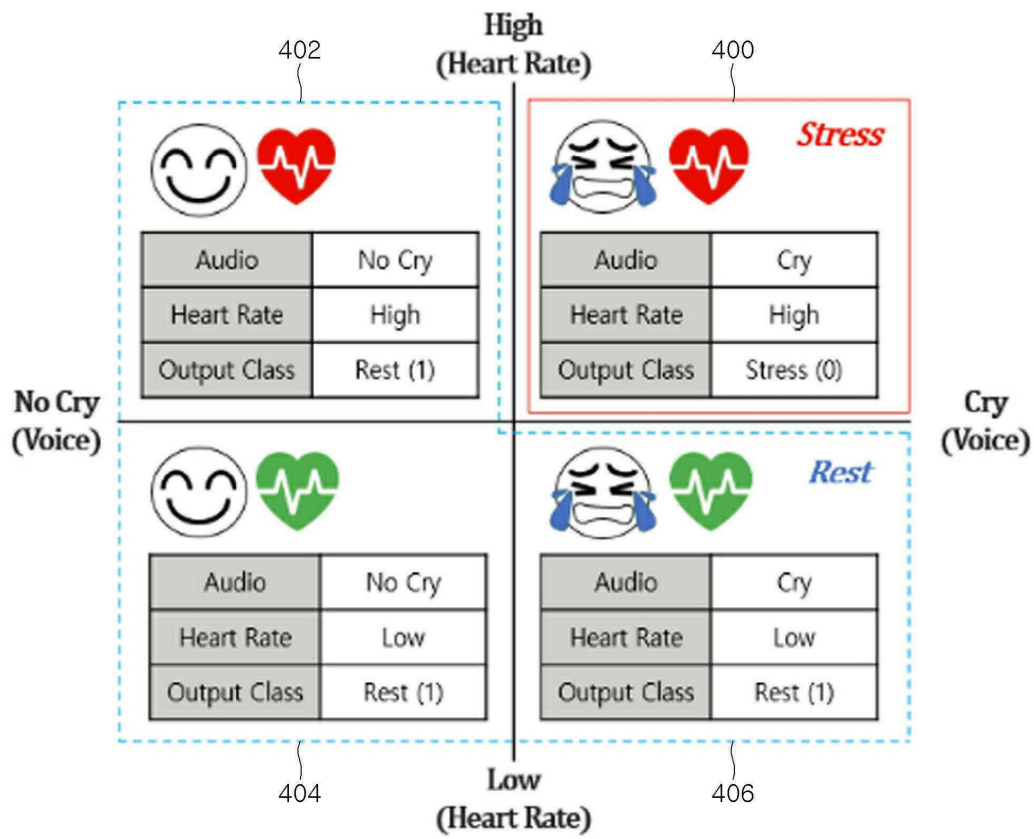
도면2



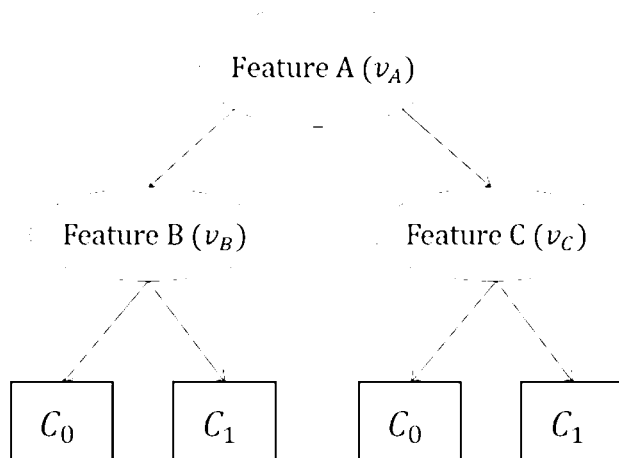
도면3



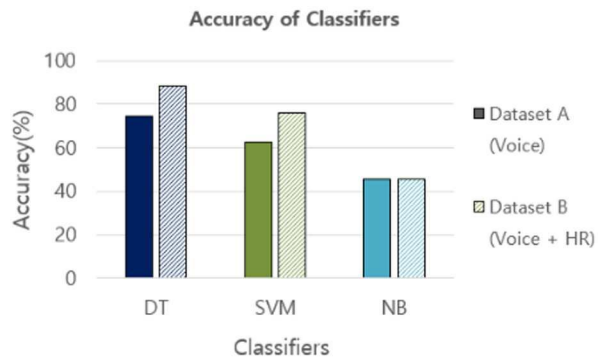
도면4



도면5



도면6



도면7

