

시각장애인 부모의 육아 지원 위한 Vision AI 기반 스마트 침대

손유리¹, 이하연¹, 임상진¹, 김동은¹, 전현준², 김인수³

¹한국공학대학교 전자공학과, ²한국공학대학교 컴퓨터공학과, ³ECS텔레콤
 thsdbfl0258@naver.com, ihy020397@tukorea.ac.kr, sjin19@tukorea.ac.kr,
 gkssnfl002@naver.com, guswns7452@naver.com, diun81@daum.net

To support the childcare of blind parents Vision AI-powered smart bed

Yu-Ri Son¹, Ha-Yeon Lee¹, Sang-Jin Im¹, Dong-Eun Kim¹, Hyeon-Joon Jeon², In-Soo Kim³

¹Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea,

²Dept. of Computer Engineering, Tech University of Korea, ³ECS Telecom

요 약

본 논문은 시각장애인 부모의 육아 환경에서 영아의 수면 중 발생할 수 있는 위험 상황에 대한 즉각적인 조치와 수면 환경 케어를 위해 “시각장애인 부모의 육아 지원을 위한 Vision AI 기반 스마트 침대”를 제안한다. Vision AI 객체인식 기술과 센서를 활용하여 영아의 수면 상태를 실시간으로 모니터링하고 위험 상황을 판단한다. 침대에 설치된 액추에이터 및 모터를 제어하여 영아의 식후 역류 방지, 침대 스윙, 돌연사 방지를 위한 뒤집기 기능을 제공한다. 이러한 기능을 통해 영아의 위험을 완화시키고 부모의 육아 보조를 목표로 한다. 또한 기술 특성상 육아 외 실버 케어, 펫 케어 등 다른 다양한 분야에 적용되어 시장을 넓힐 것으로 기대된다.

1. 서론

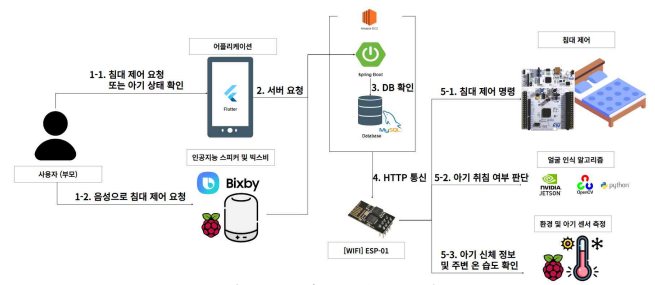
시각장애인 부모는 영아의 상태를 시각적으로 정확하게 확인할 수 없어서 소리에만 의존해야 하며, 수면 중 발생하는 위험에 신속하게 대처하기 어렵다. '2020년 장애인 실태 조사'에 따르면, 여성 시각장애인들이 가장 필요로 하는 서비스는 '양육 지원 서비스'라고 응답했다[1]. 장애로 인해 영아 양육 과정에서의 어려움이 존재하고, 지원이 절실한 상황임을 알 수 있다. 또한, 영아에게 위·식도 역류와 엎드려 자는 자세에 의해 발생하는 영유아 돌연사 증후군은 치명적이며 사망에 이르게 할 수 있어, 부모의 지속적인 모니터링과 즉각적인 대응이 필수적이다. 하지만, 시각장애인은 이와 같은 상황에 즉각적으로 대응하기 어려운 것이 현실이다[2][3]. 따라서 이와 같은 어려움을 해결하고자, 본 논문은 영아의 위험을 감지하고 빠르게 대처할 수 있는 'Vision AI 기반 스마트 침대'를 제안한다. 이 침대는 얼굴 인식 알고리즘으로 영아의 수면 상태를 감지하고, 위험 시 뒤집기와 역류 방지 기능으로 돌연사를 예방한다. 또한, 스윙 기능과 앱 연동으로 영아의 숙면을 돕고, 시각장애인 부모는 AI 스피커로 영아의 상태를 쉽게 관리할 수 있다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

(그림 1)은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화한 구성도이다. '사용자'는 침대 제어 및 영아 상태 확인 요청을 어플리케이션 또는 인공지능 스피커, 빅스비를 이용하여 처리가 가능하다. 모든 요청은 Spring Boot의 서버를 통해

처리되며, ESP-01 WIFI 모듈을 이용하여 S/W와 H/W간 통신이 가능하다. HTTP 통신을 통해 STM32 보드에는 기온기, 역류 방지 등의 침대 제어 명령을 요청하고, 켄스 나노에는 영아 취침 여부 판단이 가능하다. 마지막으로 라즈베리파이의 연결된 온도도, 체온 센서를 통해서 영아의 현재 상태 확인이 가능하다.



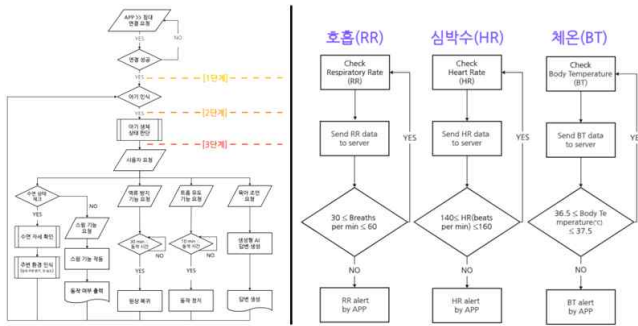
(그림 1) 시스템 구성도

2.2 서비스 동작 및 알고리즘

(그림 2) 전체 동작 알고리즘은 사용자 연결, 영아 인식, 사용자 요청에 따른 작업 수행으로 크게 3가지 단계로 분류할 수 있다. 1단계에서는 사용자와 침대 연결과 사용자 인식이 수행되고, 2단계에서는 내장된 카메라로 영아의 얼굴을 인식해 침대 위 영아의 유무를 판단한다. 3단계는 영아의 생체 정보를 수집한 정보를 기반으로 사용자는 특정 요청을 할 수 있으며, 수면 상태 체크, 스윙 여부, 식사 여부 판단, 육아 조언 요청과 같은 기능이 제공된다. 각 상황에 맞게 조치를 취한 후, 모든 단계에서 수행이 완료되었다고 판단이 되면 다시 영아 인식인 2단계로 돌아간다.

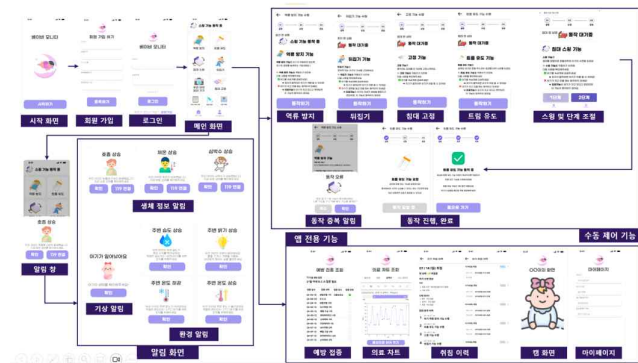
(그림 3) 생체 상태 판단 알고리즘은 영아의 체온, 호흡, 심박수를 측정한 값에 대하여 안정된 상태와 위험한 상태로 분류하여 각 상황에 맞게 동작하는 흐름을 나타낸다.

첫 번째로 분당 호흡수를 측정하고, 측정값이 30~60회이면 정상 상태로 판단한다. 두 번째로 분당 심박수를 측정하고, 측정값이 140~160회이면 정상 상태로 판단한다. 세 번째로 체온을 측정하고, 측정값이 36.5°C~37.5°C이면 정상 상태로 판단한다. 호흡, 심박수, 체온 모두 정상 수치에 벗어나면 보호자에게 즉시 알림을 보내 확인하도록 유도한다.



(그림2) 전체 동작 알고리즘 (그림3) 생체 상태 판단 알고리즘

2.3 모바일 흐름도



(그림 4) 어플리케이션 흐름도

(그림 4)는 모바일 흐름 과정을 도식화한 것이다. 메인화면에서 침대의 현재 동작 상태를 확인하고, 수동 제어 기능과 App 전용 기능을 사용한다. 수동 제어로 침대의 역류 방지, 트림 유도, 스윙, 뒤집기, 고정 기능을 동작시키며, 동작 안내는 설명, 요청, 완료 3단계로 진행된다. App 전용 기능으로 취침 이력, 의료 차트, 예방 접종 기록 조회와 카메라를 통한 실시간 침대 화면 모니터링이 가능하다. 또한 영아의 기상, 환경 및 생체 정보 이상 발생 시 알림을 띄워준다.

2.4 구현 결과



(그림5) 센서 박스

(그림6) 스윙 기능



(그림7) 역류 방지 기능

(그림8) 뒤집기 기능

(그림 5)는 센서 박스에 설치된 부품들의 종류와 위치를 나타낸다. 카메라를 통해 영아의 자세를 판단하고, 마이크를 통해 사용자의 음성 명령을 입력받는다. 체온 센서, 마이크로웨이브 센서를 통해 체온과 호흡, 심박수를 측정한다. 마지막으로 측면의 온습도 센서를 통해 침대 주변의 온도와 습도를 측정한다. (그림 6)을 보면 센서 박스 연결 부 밑에 모터가 설치되어 있다. 이를 이용해 영아의 수면 유도를 위한 스윙 동작을 할 수 있다. (그림 7)을 보면 침대의 양쪽 기둥 중에서 센서 박스가 설치된 기둥의 내부에 액추에이터가 설치되어 있다. 모바일 앱 또는 빅스비, 마이크를 통해 역류 방지 기능을 제공한다. (그림 8)은 돌연사 방지를 위한 뒤집기 기능을 보여준다. 액추에이터를 활용하여 매트리스의 좌우를 각각 들어 올릴 수 있고 이를 통해 뒤집기 기능을 제공한다.

3. 결론

본 논문에서 제시하는 제품의 Vision AI 기술 및 기능들은 시각장애인 부모를 대신하여 수면 중인 영아의 상태를 확인하고 올바르지 않은 자세로 수면 중 발생하는 돌연사의 위험으로부터 벗어나게 해준다. 또한, 해당 기술은 신체적 제약이 많은 고령자 및 환자가 있는 실버케어 분야에 접목시켜 환자를 케어할 수 있다. 실시간 모니터링 및 행동 패턴 기술은 펫 케어 분야에도 활용할 수 있다. 이외의 얼굴인식 기능 비접촉식 센서를 이용하여 차량 내 줄임 방지 기능, 수면 패턴 분석 분야에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 김성희. 보건복지부. 「2020장애인실태조사.2022. ‘여성장애인의 가장 필요한 서비스(1순위)’
- [2] 심규석. 연합뉴스. 분유 식도역류 영아 뇌손상. 2011.
- [3] 박설. 하이닥뉴스. 美 영아 사망원인 1위, ‘영아 돌연사 증후군’이란? 2020.