

영유아 질식사 방지 시스템의 설계 및 구현

서미연, 임한중, 전병국
강릉원주대학교, 정보기술공학과
e-mail: {pappy101, ihj31415}@nate.com, jeonbk@gwnu.ac.kr

Design and Implementation of an Infant Asphyxia Prevention System

Miyeon Seo, Hanjong Lim, Byungkook Jeon
Dept. of IT, Gangneung-WonJu Nat'l University

요 약

일반적으로 출생 후 1세 전후의 영유아들은 신체의 발달이 온전치 않아 수면중 질식사하는 영유아 돌연사증후군(SIDS)에 이를 수 있어, 보호자의 세심한 관심이 필요하다. 더욱이 보호자가 있더라도 오히려 더 높은 질식에 의한 사망률이 늘어나고 있다.

이를 위해서, 본 논문에서는 수면시 발생할 수 있는 질식사 방지를 위한 하드웨어 장치와 이와 연계된 스마트폰 앱(App) 시스템을 설계하고 구현한다. 제안된 시스템으로써 하드웨어 장치는 초음파 거리 센서(sensor)를 이용하여 실시간으로 뒤집힘 여부의 정보를 수집하여 무선 통신을 통해 스마트폰 앱(App)에 전달한다. 또한 스마트폰 앱 시스템은 수집된 정보를 분석 판단하여, 비정상적인 상태의 영유아에 대해 긴급 경보와 긴급 전화를 자동 호출한다. 따라서 여러 위험에 노출되어 있는 영유아들의 수면중에 뒤척이다 엎드려 자는 경우, 호흡기를 막거나 가슴압박으로 인한 질식사를 미연에 방지한다.

향후, 본 논문에서 제안된 시스템은 졸음방지나 낙상방지시스템 같은 유비쿼터스 헬스케어(ubiquitous healthcare) 환경 구현에도 적용될 수 있다.

1. 서론

최근 영유아의 사망률이 높아짐에 따라 태아보험, 아동보험이 증가하고 있다. 생후 1세 전후의 영유아들은 신체의 발달이 완전하지 않아 뒤척임이나 거동 불편으로 인해 사망에 이를 수 있어 보호자의 세심한 관심이 필요하다. 영유아가 엎드려 수면을 취하면 똑바로 누워 자는 경우보다 영아돌연사증후군(SIDS)의 확률이 3배 이상 높다[1,2,3,4]. 따라서 똑바로 누워 수면을 취하거나, 부모와 같은 침대를 쓰지 않을 경우 영아돌연사증후군은 50%이상 감소가 가능하다[1-9]. 질식사 방지를 위한 기존의 기술들은 주로 뒤집기방지 쿠션이나 무선 디지털 영아 감시자와 같은 제품들이 있으나, 단순한 용품이 아닌 기술적으로 질식사를 미연에 방지할 필요가 있다[10,11,12].

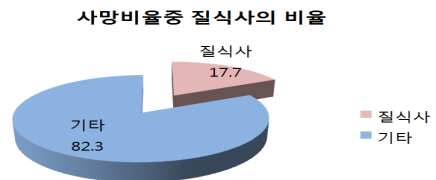
따라서 본 논문에서는 수면시 발생할 수 있는 영아돌연사증후군을 방지하기 위한 하드웨어 장치와 이와 연계된 스마트폰 앱 시스템을 설계하고 구현한다. 제안된 시스템은 하드웨어 장치는 초음파 거리 센서를 이용하여 실시간으로 뒤집힘 여부를 정보를 수집하여 무선통신을 통해 스마트폰 앱(App)에 전달한다. 또한 안드로이드(Android) 플랫폼을 기반으로 한 스마트폰 앱 시스템은 수집된 정보를 분석 판단하여 긴급 조치를 취하는 시스템으로 구성된다[13].

그러므로 본 논문에서 제안된 시스템은 여러 위험에 노출되어 있는 영유아들의 수면 중에 뒤척이다 엎드려 자는

경우, 호흡기를 막거나 가슴압박으로 인한 질식사를 미연에 방지한다. 또한, 스마트폰 애플리케이션을 이용하기 때문에 누구나 쉽게 접하고 사용할 수 있으며 안전사고의 발생을 미연에 방지할 수 있다. 제안된 시스템은 향후에 졸음방지나 낙상방지시스템 같은 유비쿼터스 헬스케어(ubiquitous healthcare) 환경 구현에도 적용될 수 있다.

2. 연구배경

보편적으로 영유아의 수면시간은 하루 24시간 중 영아의 경우 하루 18~20시간으로서, 유아의 경우 12~14시간으로 평균 15.5시간이다. 24시간을 기준으로 평균 67%의 시간을 수면시간으로 보낸다[4].



(그림 1) 영유아 사망 원인에 따른 비율

그중 통계청에서 발표한 (그림 1)과 같이 영유아 사망 비율 중 질식사는 17.7%를 차지하고, 또 질식사중 기도

폐쇄에 의한 질식사 35%로 높은 사망률로 나타났다[2,3]. 한편으로, 보호자의 유무에 따라 보호자가 함께 있을 경우일지라도 80%로 더 높은 사망률을 보였다[5-9]. 그 이유는 순간적 부주의 혹은 관심 소홀에 의한 영향이 크다는 것이다. (그림 2)의 통계청의 사망 원인 통계에 따르면 2010년 기준 영아돌연사증후군은 영아 사망 원인 3위이며(1위는 임신기간이나 태아 발육과 관련된 장애, 2위는 심장병 등 선천성 기형), 2010년 총 92명의 영아가 돌연사했다. 이는 1000명당 0.2명꼴이며 미국은 1.3명이다[3].



(그림 2) 영아돌연사증후군 추이

이 같은 영아돌연사증후군을 방지하기 위한 여러 종류의 육아제품들이 출시되어 있다[10,11,12]. 그중에서 (그림 3)과 같은 뒤집기방지 쿠션은 아이가 잘 때 처음의 자세를 유지하고 잘 수 있도록 해주는 제품이다[10]. 그러나 자세를 유지하도록 해주는 용도로 사용되는 만큼 아이가 앞으로 자게 되는 경우 빠르게 누울 수 없게 되고, 그로인해 질식사의 위험이 있다. 실제로 2010년 미국 식품의약품안전청에서 뒤집기방지 쿠션의 사용에 주의할 것을 당부하였다. 미국 식품의약품안전청과 소비자제품안전위원회의 발표에 의하면 지난 13년간 미국에서 뒤집기방지 쿠션으로 인해 12건의 질식사가 있었다고 한다[2,3,10].



(그림 3) 뒤집기 방지 쿠션



(그림 4) 베이비 모니터

아울러 IT 기술이 접목된 (그림 4)와 같은 베이비모니터 제품은 아이의 근처에 카메라를 설치하여 카메라로부터 영상을 받아 무선 디지털 모니터를 통해서 보여준다. 또한 아이의 움직임이 인식되면 모니터에서 소리가 나면서 화면이 켜지고, 내장된 온도센서를 통해서 방안의 온도도 확인할 수 있다[8]. 최근에는 IP기반 카메라 장치가 CCTV를 대신한 대체품으로 각광을 받고 있다[12]. 이 장

치는 유무선 인터넷을 이용하여 영상을 스마트폰을 통하여 실내를 관찰할 수 있으므로, 언제 어디서나 IP 기반 카메라가 설치된 곳에 관찰 대상을 감시하며 볼 수 있다.

3. 영유아 질식사 방지 시스템 설계

조그마한 부주의에 의한 부지불식간 질식사를 방지하기 위한 능동적인 시스템이 필요하다. 그러므로 본 논문에서 제안된 영유아 질식사 방지 시스템은 영유아의 움직임을 감지하기 위한 초음파 센서와 블루투스 기반 무선통신장치가 통합된 하드웨어와 센서의 값을 스마트폰으로 표현하는 소프트웨어로 구성된다. 영유아 질식사 방지 시스템은 영유아의 움직임을 초음파 센서를 이용하여 거리를 측정하여 영유아 앞에 장애물 유무를 실시간 단위로 측정하여, 스마트폰 앱에서 긴급 상황시 능동적으로 대처한다.

3.1 영유아 질식사 방지 센싱 하드웨어

본 시스템의 하드웨어 구성을 위해 적합한 센서는 압력센서(loadcell)로 사용할 수 있으나, 압력센서는 반응에 민감하여 스쳐 단계 되어 인식되는 경우가 있어 오탐율이 높아지는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 하드웨어는 초음파 거리 센서를 사용하기로 한다. 초음파 거리 센서는 영유아의 앞의 일정거리를 인식하게 함으로써 더욱 정확성을 살리고, 나아가 인식범위를 넓게 사용함으로써 다른 방향으로도 활용이 가능하기 때문이다.

본 하드웨어 장치 구성은 컨버터가 포함된 초음파 거리 센서로서 아날로그 신호(analog signal)를 TTL 디지털 신호(digital signal)로 변환시켜 준다. 변환된 TTL 신호는 시리얼(serial) 모드로서 RS232C를 이용하여 RS232C 규격의 신호로 재변환을 한다. TTL 신호를 RS232C 시리얼 모드로 변환하는 이유는 시스템 장치에서 사용된 블루투스 모듈이 RS232C 규격을 받아들이기 때문이다. 변환된 신호는 31ms의 실시간 속도로 3byte의 크기 데이터를 연속적으로 무선 수신 단말기에 전송한다.

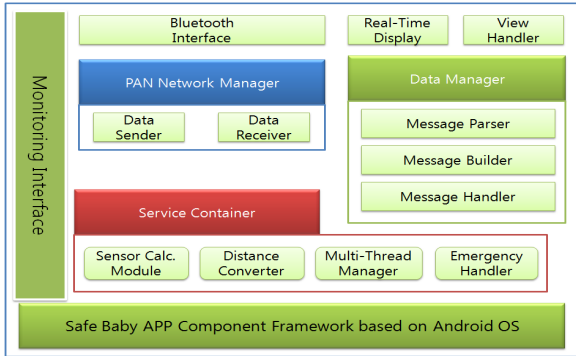
3.2 영유아 질식사 방지 앱 프레임워크(architecture)

3.1절에서 설계된 하드웨어로부터 전송된 데이터를 스마트폰에서 받아서 데이터를 출력하는 앱 프레임워크는 (그림 5)와 같은 구조의 블록 다이어그램으로 구성된다. 제시된 (그림 5)의 앱 구조는 세 개의 레이어와 시스템 감시를 위한 한 개의 인터페이스로 구성되어 있다. 각각의 레이어별 컴포넌트가 수행하는 상세 기능은 다음과 같다.

- (1) PAN(personal area network) Network Manager
 - Bluetooth Interface : 안드로이드 API가 제공하는 블루투스 모듈을 이용하여 초음파 센서와 통신을 설정. 장치간의 상호 인식을 위한 UUID 세팅처리. 송신단과 수신단간의 Handshaking에 의한 네트워크 페어링 처리
 - Data Sender : 블루투스 인터페이스 객체를 이용

하여 거리 데이터 패킷에 대한 수신 Ack.를 하드웨어 장치에 전송.

- Data Receiver : 블루투스 인터페이스 객체를 이용하여 거리데이터 패킷을 수신하고, 이후 데이터 처리를 위해서 Data Manager 컴포넌트에 넘김.



(그림 5) 안드로이드 OS 기반 영유아 질식사 방지 앱 프레임워크

(2) Data Manager

- Message Parser : TTA 표준에서 제시한 패킷 포맷을 본 시스템이 필요로 하는 요소로 파싱 가능하도록 하는 패킷 파서 구현, 최종 샘플링 데이터는 원천 데이터 형식 유지.
- Message Builder : 파서로부터 추출된 원천 데이터 스트림을 거리계산 알고리즘을 통해 변환처리. 디스플레이의 거리 값에 해당하는 정수로 변환.
- Message Handler : 움직임측정 장치가 3byte의 데이터를 31ms의 속도로 보냄으로써, 스트림으로 들어오는 시그널 처리가 가능하도록 Data Manager로 하여금 백그라운드 Job 처리 스레드 실행.
- View Handler : Activity Control을 사용하여 사용자를 위해 보여지는 여러 화면을 액티비티(Activity) 단위로 처리하고, 각 액티비티간의 메시지 정보 처리 및 공유로 인한 뷰(View) 화면 전환 처리.

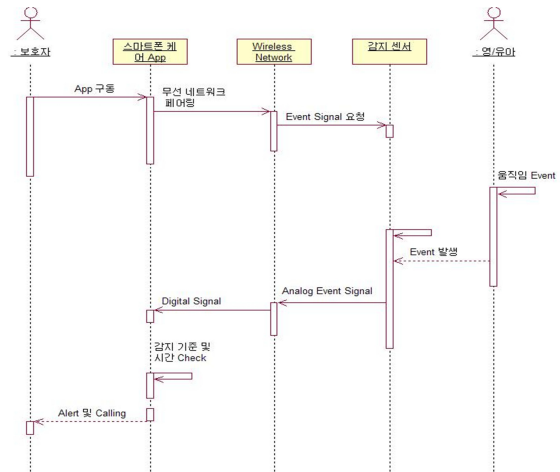
(3) Service Container

- Sensor Calc. Module : 패킷 스트림에서 파싱된 거리 측정값을 16진수의 값으로 변환 처리하는 알고리즘 모듈
- Distance Converter : Sensor Calc. 모듈의 결과로 산출된 거리 변환 값을 화면에 보여주기 위한 변환 및 처리 모듈
- Multi Thread Manager : 실시간 정보 처리를 위한 뷰 화면 제어 스레드, 연산 처리 스레드, 백그라운드 이미지 생성 스레드, 실시간 디스플레이 스레드, 네트워크 스레드 등 실행 보장과 동기화 지원.
- Emergency Handler : 거리 측정치가 일정거리 이하를 일정시간 이상 유지할 경우, 경보음 출력 및 긴급 호출.

(4) Monitoring Interface

앱 프레임워크에 대한 제반 사항을 감시 지원하고, 모듈 및 컴포넌트 간의 인터페이스를 제공.

본 논문에서 제안된 영유아 질식사방지 시스템에 대한 상호작용 원리는 (그림 6)의 시퀀스 다이어그램(sequence diagram)으로 표현되다. 따라서 사용자는 영유아 질식사방지 장치를 영유아에게 착용시킨 후, 스마트폰으로부터 실시간으로 영유아가 뒤척임에 따라 앞의 장애물 유무를 판별함으로써 질식사를 방지한다.



(그림 6) 영유아 질식사방지 시스템 시퀀스 다이어그램

4. 시스템 구현

본 논문에서 제안된 하드웨어와 스마트폰 앱 프레임워크 설계의 구현 결과는 다음과 같다.



(그림 7) 프로토타입 시스템

먼저 구성된 센싱 하드웨어는 (그림 7)과 같은 프로토타입(prototype)으로 구성되었다. 영유아의 질식사 방지를 위한 초음파 거리 센서 모듈(그림 7의 1)을 구비하고 센서의 값을 3바이트씩 31ms의 속도로 측정한다. 3바이트 구성은 상위 1바이트, 하위 1바이트, 나머지 1바이트는 체크섬(checksum)으로 사용되었다. 이러한 측정치는 TTL 신호로서 RS232C 시리얼 변환 모듈(그림 7의 2)을 통해 시리얼 통신 변환을 수행한다. 끝으로 센싱 측정값을 무선으로 전송하는 블루투스 모듈 SD1000(그림 7의 3)과 페어링(pairing)하여 연결한다.

두 번째로 스마트폰 앱은 안드로이드 버전 2.3 진저브레

드(Ginger-bread) 플랫폼 기반의 삼성 갤럭시 스마트폰에 구동되는 앱을 (그림 8)처럼 구현하였다. 무선 통신 모듈로부터 페어링된 결과(그림 8의 a) 수신된 센서의 측정값은 내부 연산 알고리즘을 통해 애플리케이션에서 해석하고 연산하여 실거리가 도출된다. 따라서 받아들인 센서의 값을 일정거리보다 높은 값(본 논문의 실험상 기준 거리를 10cm로 설정)이 들어올 때는 영유아가 안전하다는 메시지를 전달한다(그림 8의 b). 반면에 도출된 센서의 거리값이 10cm 이하가 약 5초 단위로 들어오게 되면 영유아가 뒤척인다는 메시지를 스마트폰 사용자에게 안내한다(그림 8의 c). 끝으로 거리가 약 15초 이상 유지되면 긴급경보음이 울리면서 긴급 전화를 자동 호출하도록 하여 보호자로 하여금 확인할 수 있도록 하였다(그림 8의 d).



(그림 8) 앱 실행화면

5. 결론

2003년 조사된 보고서에 따르면 아기 침대에서 혼자 자는 아기들의 질식사 비율은 10만 명당 1명 미만(0.63명)인데 비해 부모와 같은 침대에서 자는 아기들의 경우는 10만 명당 25.5명 꼴로 나타나, 어른용 침대에서 부모와 함께 잠자는 경우 질식사하는 위험도가 40배나 되었다[8,9]. 또한 1996년부터 2002년 사이에 영국에서 실시된 조사에서도 아기 돌연사의 절반 이상이 아기가 부모와 한 침대에서 자던 중 발생한 것으로 밝혀졌다. 어른 침대에 아기를 재우는 관행이 최근 수년간 부쩍 늘고 있으며, 또한 보호자가 지근거리에 있음에도 불구하고 아기들의 질식사 비율도 높아지고 있다.

본 논문에서 제안된 영유아 질식사 방지 시스템은 수면시 발생할 수 있는 영아돌연사증후군을 방지하기 위한 하드웨어 장치와 이와 연계된 스마트폰 앱 시스템을 설계하고 구현하였다. 제안된 시스템의 하드웨어 장치는 초음파 거리 센서를 이용하여 실시간으로 뒤집힘 여부 정보를 수집하여 블루투스 무선 통신을 통해 스마트폰 앱에 전달한다. 또한 스마트폰 앱 시스템은 안드로이드 플랫폼을 기반으로 하여 수집된 정보를 분석 판단하여 긴급 조치를 취하는 시스템으로 구성된다. 하드웨어 설치 위치는 영유아의 겹옷 혹은 이불에 국한되어 있는 것이 아니라, 베개나 침대와 같이 하드웨어 위치를 바꾸어 유동적으로도 사용이 가능하다.

그러므로 본 논문에서 제안된 시스템은 스마트폰 앱을 사용하기 때문에 시간에 관계없이 항시적으로 누구나 쉽게 접하고 사용할 수 있으며, 실질적인 영유아 수면 질식사 발생률을 감소시킬 수 있다. 아울러 본 시스템은 향후에 졸음방지나 낙상방지시스템 같은 유비쿼터스 헬스케어(ubiquitous healthcare) 환경으로 확장 구현될 수 있다.

참고문헌

- [1] McKenna JJ, et al. Infant-parent co-sleeping in an evolutionary perspective: Implications for understanding infant sleep development and the sudden infant death syndrome. *Sleep*, pp 263-282, 1993.
- [2] NICHD, *Pediatrics*, 1991.
- [3] 통계청, <http://kostat.go.kr/>
- [4] 강영희, "생명과학 대사전", 2008.
- [5] Byard RW, Beal S, Bourne AJ. Potentially dangerous sleeping environments and accidental asphyxia in infancy and early childhood. *Arch Dis Child*, pp 497-500, 1994.
- [6] Carroll-Pankhurst C, Mortimer EA Jr. Sudden infant death syndrome, bedsharing, parental weight, and age at death. *Pediatrics*, pp 530-536, 2001.
- [7] 연합뉴스, "영유아 질식사 80% 부모 곁에서 발생", 2002.4.30
- [8] N. J. Scheers, George W. Rutherford, and James S. Kemp, "Where Should Infants Sleep? A Comparison of Risk for Suffocation of Infants Sleeping in Cribs, Adult Beds, and Other Sleeping Locations," *Pediatrics*, Vol. 112 No. 4 Oct. 2003, pp. 883-889.
- [9] HealthDay News, "Let Sleeping Babies Lie in Their Cribs," October 6, 2003
- [10] 매일경제, "유아용 수면 포지셔너, 아이들 질식사 위험", 2010.10.04
- [11] 두용 엔지니어링, DY-5000, <http://www.babymonitor.co.kr/>
- [12] 슈어아이, Sure-EYE IP카메라, <http://www.checkai.com/>
- [13] Android Devel., <http://developer.android.com/>