

가속도 센서를 이용한 아기 수면자세 감지 및 안전 밴드에 관한 연구

윤지민*, 임채영*, 김경호**

A Study of Baby Sleeping Positions Sensing and Safety Band Using an Accelerometer

Ji-Min Yoon*, Chae-Young Lim*, Kyung-Ho Kim**

요약

본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 영유아기의 아기들의 수면 자세 모니터링을 할 수 있는 장치를 제작하였다. 수면 모니터링에 관한 기존에 시행한 연구는 실제 수면실에 카메라를 설치하여 수면하는 동안 카메라로 수면자세를 계속 녹화하여 수면 자세를 모니터링을 하는 방법과 압력센서를 사용하여 수면 자세를 모니터링 하는 연구가 있다. 이러한 연구는 수면 시 비교적 정확한 수면자세를 확인 할 수 있다는 장점이 있지만, 공간 및 장소 제약과 센서나 카메라의 설치, 고가의 비용 등의 단점을 가지고 있다. 또한 영유아기의 아기들에게 사용에 있어서는 불편할 뿐 아니라 적용하기에도 어려움이 많다. 이번에 제안하는 방법은 3축 가속도 센서를 이용하여 X축, Y축, Z축의 값을 출력 받아 수면 자세의 파악 및 엎드려 있는 수면 자세에 대하여 부저를 이용하여 경고음을 나타내주는 방법이다. 이 방법은 3축 가속도 센서를 사용하여 데이터를 측정하고 Bluetooth를 이용하여 무선 전송함으로써 수면자세를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 또한 이렇게 수집된 데이터를 바탕으로 영유아기 아기들이 엎드린 자세로 수면시 발생 할 수 있는 질식 등에 안전하게 대처할 수 있다.

Abstract

In this paper, it introduced the device that was fabricated for monitoring sleeping positions of infants with 3-axis accelerometer. Sleep monitoring studies has been usually conducted two ways. To monitor sleeping posture by installing a camera and then recording of sleep in the sleeping room continuously is the first one. The other one is monitoring pressure sensor's results data for sleeping. Those two ways' benefits are that are able to get relatively accurate sleeping posture data but, there are many disadvantages like constraints of spaces and places, the installation of sensors or cameras, and high cost. In addition, it has a lot of problems that difficult to solve. For babies, it's not easy to apply, as well as uncomfortable. The proposed method uses a 3-axis accelerometer's X

• 제1저자 : 윤지민 교신저자 : 김경호

• 투고일 : 2010. 03. 31, 심사일 : 2010. 04. 06, 게재확정일 : 2010. 05. 06.

* 단국대학교 전자전기공학과 ** 단국대학교 전자전기공학과 교수

※ 이 논문은 2010년 한국컴퓨터정보학회 제41차 동계학술대회에서 발표 및 우수논문상을 수상한 (“가속도 센서를 이용한 아기 안전 밴드에 관한 연구”)을 확장한 것임.

※ 이 연구는 단국대학교 대학원 연구 보조 장학금의 지원으로 이루어진 것임.

axis, Y axis, Z axis position output values in order to recognize the bad ground sleeping position that use of the buzzer alarm. This method uses a 3-axis acceleration sensor to measure the data and transmit sleeping posture using Bluetooth wireless in real time monitoring. The data is helpful for prevention safety hazard such as choked themselves when they slept back side on.

▶ Keyword : 수면자세(Sleeping Position), 안전밴드(Safety Band), 가속도 센서(Acceleration sensor), 블루투스(Bluetooth), 마이크로컨트롤러(ATmega128)

1. 서론

신생아들의 평균수면시간은 16시간30분이며, 2살이 되면 12시간 반으로 줄어든다. 또한 성인이 되면 개개인의 차가 있지만, 평균 8시간의 수면을 취한다. 이렇듯 신생아의 경우 하루의 반 이상을, 성인의 경우 하루의 3분의 1정도의 수면을 취한다[1]. 이렇게 영유아기의 아기들은 하루의 반 이상을 수면에 소비하는데 이 때 수면자세로 인해 머리 모양이 기형적으로 발달 한다든지, 호흡곤란으로 사망에 이르는 등 여러 가지 문제가 생길 수 있다. 성인과 아기 모두 깨어 있을 때는 의식적으로 자세를 바로 잡을 수 있다. 몸을 마음대로 가누지 못하는 신생아의 경우에도 울음 등의 의사표현으로 보호자를 통하여 자세를 바로 잡을 수 있다. 하지만 잠들어 있을 때는 성인과 아기 모두 스스로 자세를 바로 잡을 수 없다[2].

본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 영유아기 아기들의 수면자세를 실시간으로 모니터링 한 후 얻어낸 데이터를 바탕으로 엷드린 자세 등 위험한 자세로 수면 시 경고음을 울려 보호자가 적절한 행동을 취할 수 있도록 도와주는 시스템을 제작하였다.

II. 관련 연구

수면 모니터링에 관한 연구를 살펴보면 첫 번째로 압력센서를 이용하여 수면 모니터링을 하는 방법이 있다. 이 방법은 매트리스 아래에 압력센서를 설치하여 수면자세를 모니터링 하는 방법이다. 이 방법은 사람의 몸무게를 이용하여 그에 따른 압력을 이용하기 때문에 실제 매트리스 위에서 사람의 움직임을 정확하게 측정 할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 센서의 수가 소량이 아닌 대량으로 부착 되어야 정확한 데이터를 얻어낼 수 있으며, 센서의 수를 소량으로 했을 경우에는 정확한 수면 자세를 알아내기가 어렵다. 또한 이러한 시스템은 영유아기의 아기에게 적용시키기는 어렵다는 단점이 있다. 그림 1은 실제 국내에서 연구한 수면제어 및 원격모니터링 시스템을 나타낸 것이다. 시스템의 구성은 수면상태 감지부, 센

싱 데이터 검출 및 송수신부, 수면상태 제어 및 모니터링부로 이루어져 있다. 이 시스템의 동작은 수면상태 감지부의 각 센서의 출력 값을 센싱 데이터 검출 및 송수신부에서 입력 받아 수면상태 제어 및 모니터링부와 통신을 하는 시스템이다.[3]

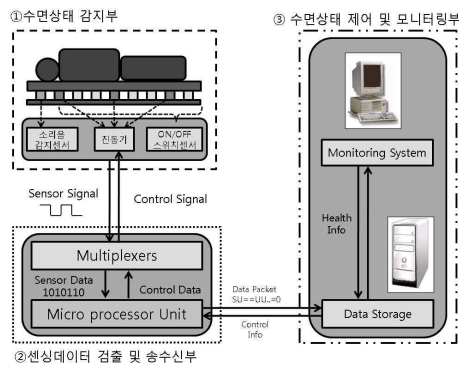


그림 1. 수면제어 및 원격모니터링 시스템 구성
Fig 1. Sleep Control and Remote Monitoring System

수면상태 감지부에 있어서는 기존의 건강매트 아래 부분에 센서 층을 달아 수면자세를 측정하게 구성되어 있다. 이때 센서의 수는 많은 양을 요구한다.

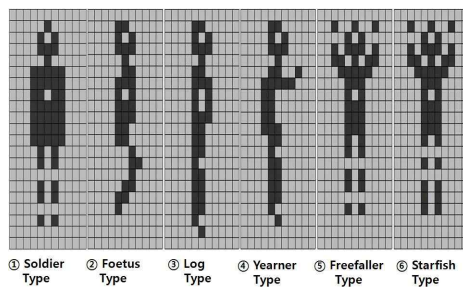


그림 2 수면자세 패턴 정보
Fig 2. Pattern of sleep posture

수면자세 패턴 정보는 대표적 6가지 타입으로 ① Soldier Type ② Foetus Type ③ Log Type ④ Yearner Type ⑤ Freefaller Type ⑥ Starfish Type 으로 나뉜다.[3] 이 정

보는 비교적 정확한 데이터가 출력되는 것을 볼 수 있지만, ⑤ Freelfaller Type(엎드려 있는 자세)과 ⑥ Starfish Type(누워 있는 자세)을 비교 하였을 때, 누워있는지 엎드려 있는지의 여부를 알 수 없다. 이러한 시스템을 아기에게 적용시켰을 때 누워있는지, 엎드려 있는지의 여부를 정확히 파악하지 못하게 되면 아기에게 호흡곤란이나 질식 등 불의의 사고가 일어 날 수 있기 때문에 아기에게 적용하기는 어렵다. 두 번째로 카메라를 사용하여 녹화하는 방법이 있다. 카메라를 이용 하는 방법은 수면다원검사에서 사용되고 있는 방법이다. 수면다원검사는 신체에 여러 가지 센서를 부착하고 수면을 하며, 카메라로 녹화하는 방법이다.[4] 이 방법은 공간의 제약과, 높은 비용이 들며, 수면자세 외에 여러 가지를 측정할 수 있는 방법으로, 아기들에게 적용시키기에는 비효율적인 방법이다. 본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 아기가 수면 시 움직임을 센서의 X, Y, Z축의 출력 값을 이용하여 수면자세를 체크하고 엎드린 수면 자세일 경우 경고를 울려 아기들에게 일어 날 수 있는 불의의 사고를 방지하고자 하는 시스템을 구현하였다.

III. 본 론

1. 시스템 구성 및 측정원리

1.1 수면자세 감지 및 안전밴드 시스템 구성도

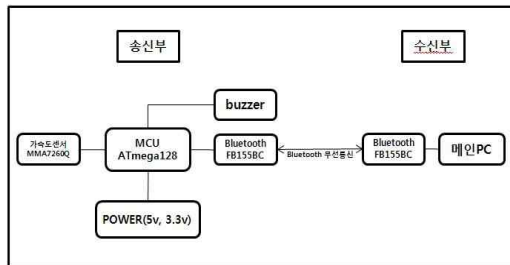


그림 3. 수면자세 감지 및 안전밴드 시스템 구성도
Fig 3. Sleep position detection, and safety band System Diagram

수면자세 감지 및 안전밴드 시스템의 구성은 그림 3에 전체적인 구성도로 표현하였다. 제안된 시스템의 회로는 3축 가속도 센서에서 데이터를 받아 MCU에서 ADC(Analog Digital Converter)를 이용하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한 후 Bluetooth를 이용하여 실시간으로 메인 PC로 전송한다. 또한 좋지 않은 수면 자세 시에 부저를 통하여 경고를

을 나타내는 시스템이다.

이번에 사용된 가속도 센서는 Freescale 사의 MMA7260Q 칩이 내장된 AM-3AXIS VER.2를 사용하였고, MCU는 Atmel 사의 ATmega128을 사용하였으며, Bluetooth 는 Firmtech 사의 FB155BC모델을 사용하였다. 먼저 가속도 센서는 초소형의 센서이며, 3.3V 전원만 인가해주면 별도의 추가 회로 없이 센서를 동작시킬 수 있다는 장점이 있다[5]. MCU는 자체에 ADC기능이 있어 가속도 센서에서 출력된 아날로그 신호를 디지털 신호로 바로 변환 할 수 있다는 장점이 있다[6]. Bluetooth 는 하드웨어적으로 연결을 하고 3.3V의 전원만 인가해 주면 별도의 소프트웨어나 드라이버, 응용소프트웨어의 설치가 필요 없이 사용할 수 있다는 장점이 있다[7]. 실험 키트는 9V의 입력전원을 받아 5V, 3.3V 전원을 공급하기 위한 레귤레이터를 각각 설치하였고, MCU와 3축 가속도 센서, Bluetooth를 사용하여 실험 키트와 데이터를 수신 받기 위하여 블루투스 수신기를 제작하였다.

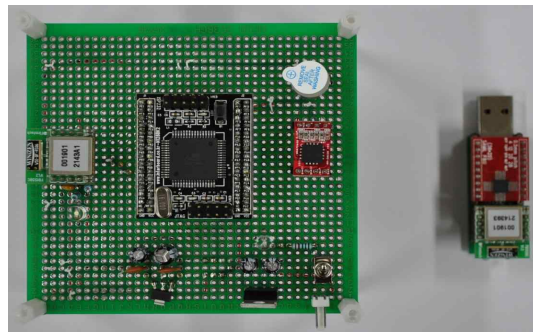


그림 4. 제작된 시스템의 송신 및 수신부
Fig 4. Designed system, transmit and receiver

실제로 제작된 실험키트는 그림 4에 나타내었다. 좌측부분은 수면자세를 측정하기 위한 밴드부분의 구성이며, 우측 부분은 출력된 데이터를 Bluetooth를 이용하여 수신하기위한 부분이다.

1.2 측정원리

아기 안전 밴드 시스템의 기본적인 측정 원리는 3축 가속도 센서의 사용으로 3축 가속도 센서의 기본적인 동작 원리는 중력 가속도의 신호를 X,Y,Z축으로 분리하여 각각의 축에서 아날로그 신호를 취득함으로써 X,Y,Z축 방향의 가속도를 각각 나타낼 수 있다. 이러한 가속도 센서의 이용으로 움직임의 데이터를 얻어낼 수 있으며 이것을 이용하여 수면 자세를 알아낼 수 있다. 그림 5는 3축 가속도 센서의 구조와 동작방향을 나타낸 것이다.

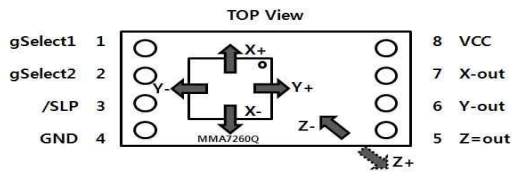


그림 5. 3축 가속도 센서의 구조와 동작방향
Fig 5. 3-axis Accelerometer, the direction of the structure and behavior

이렇게 얻어진 아날로그 신호는 MCU 자체의 기능인 ADC(Analog Digital Converter)를 이용하여 디지털신호로 변환 후 Bluetooth를 이용해 실시간으로 무선 전송하여 메인 PC로 결과를 전송한다. 그림 6은 이번에 사용된 Bluetooth의 외부 모형 및 구성도이다.



그림 6. Bluetooth 외부모형 및 구성도
Fig 6. Bluetooth External models and Block Diagram

2. 3축 가속도 센서를 이용한 자세별 변화 실험 및 데이터 분석

2.1 실험 방법

실제로 제작된 디바이스를 허리부분에 고정한 뒤 위쪽을 향한 상태로 누워있는 상태를 정자세로 가정하고 정자세로 누워 있을 경우의 데이터를 기본으로 하여, 정자세에서 좌측 및 우측으로 돌아누웠을 경우, 엎드려 누웠을 경우, 수면 후에 깨어나 아기 스스로 일어나서 움직일 때의 경우를 가정하여 데이터를 측정 하였다.

2.2 각 상태에서의 센서 출력 그래프

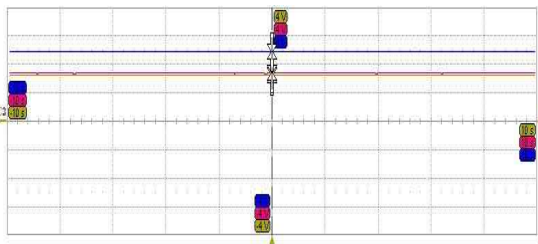


그림 7. 정 자세의 센서 값
Fig 7. Sensor values of normal position

그림 7은 실험의 기준이 되는 값으로 상체가 위를 향하여

있을 때를 정자세로 하여 측정한 데이터이다. 센서의 출력 값은 일정한 값을 나타낸다.

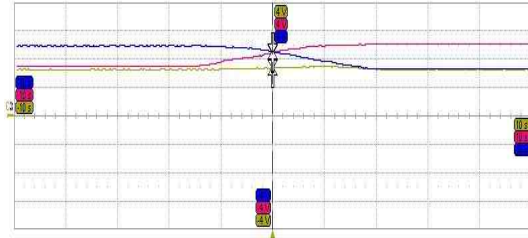


그림 8. 정 자세에서 우측으로 누웠을 때의 변화 값
Fig 8. Sensor values of right position

그림 8은 우측으로 누웠을 경우 센서의 출력 값을 나타낸다. 이 경우 Y축은 그래프가 상승하며, Z축은 그래프가 하강하는 것을 알 수 있다.

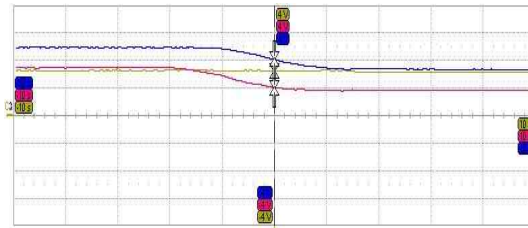


그림 9. 정 자세에서 좌측으로 누웠을 때의 변화 값
Fig 9. Sensor values of left position

그림 9는 좌측으로 누웠을 경우 센서의 출력 값을 나타낸다. 이 경우 Y축과 Z축 모두 그래프가 하강하는 것을 알 수 있다.

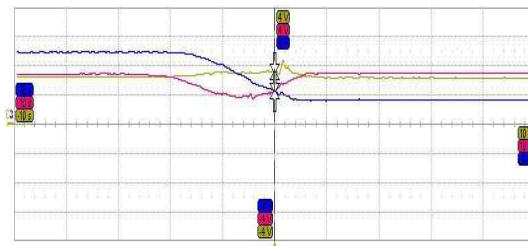


그림 10. 정 자세에서 엎드렸을 때의 변화 값
Fig 10. Sensor values of prostrate position

그림 10은 엎드렸을 경우 센서의 출력 값을 나타낸다. 이

경우 Y축은 그래프가 하강 후 상승하며, Z축은 그래프가 하강하는 것을 알 수 있다.

2.3 자세별 센서 출력 전압

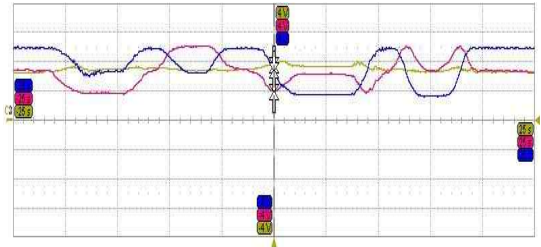


그림 11. 정 자세에서 불규칙하게 움직일 때의 변화 값
Fig 11. Sensor values of irregular move

그림 11은 불규칙하게 움직일 경우 센서의 출력 값을 나타낸다. 이 경우 X축의 그래프가 미세하게 움직이지만 거의 일정한 값이라 해도 무방하며, Y축, Z축의 그래프는 불규칙하게 나타나는 것을 알 수 있다.

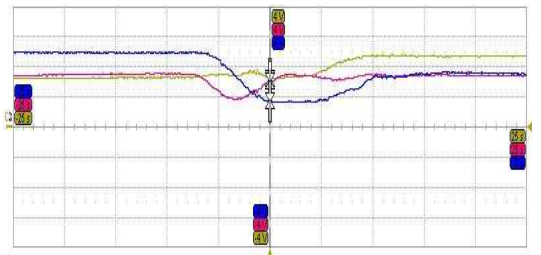


그림 12. 정 자세에서 일어났을 때의 변화 값
Fig 12. Sensor values of stand up

그림 12는 일어났을 경우 센서의 출력 값을 나타낸다. 이 경우 X축과 Z축의 그래프에서 변화량이 크게 나타나며, Y축의 그래프는 잠시 하강하다가 처음 상태를 유지함을 알 수 있다.

표 1. 센서 출력 전압
Table 1. Sensor output voltage

	자세별	X축	Y축	Z축
1차	정자세	1.5779V	1.6651V	2.4775V
	우측	1.6017V	2.4979V	1.6357V
	좌측	1.5852V	0.9023V	1.6137V
	앞드림	1.5923V	1.6743V	0.8248V
	일어남	2.3697V	1.6782V	1.6307V
2차	정자세	1.5727V	1.6881V	2.4798V
	우측	1.6022V	2.4958V	1.6384V
	좌측	1.5926V	0.8923V	1.6116V
	앞드림	1.6018V	1.6778V	0.8400V
	일어남	2.3643V	1.6882V	1.6287V
3차	정자세	1.5763V	1.6984V	2.4818V
	우측	1.6144V	2.4973V	1.6422V
	좌측	1.5758V	0.8930V	1.6186V
	앞드림	1.5996V	1.6751V	0.8295V
	일어남	2.3752V	1.6842V	1.6311V
4차	정자세	1.5809V	1.6836V	2.4825V
	우측	1.6258V	2.4980V	1.6404V
	좌측	1.5967V	0.9083V	1.6321V
	앞드림	1.5942V	1.6666V	0.8378V
	일어남	2.3809V	1.6789V	1.6376V
5차	정자세	1.5696V	1.6797V	2.4700V
	우측	1.6257V	2.4972V	1.6406V
	좌측	1.5969V	0.8977V	1.6341V
	앞드림	1.5916V	1.6758V	0.8327V
	일어남	2.3829V	1.6786V	1.6379V
평균	정자세	1.5755V	1.6830V	2.4783V
	우측	1.6140V	2.4972V	1.6395V
	좌측	1.5894V	0.8987V	1.6220V
	앞드림	1.5969V	1.6739V	0.8330V
	일어남	2.3746V	1.6816V	1.6332V

표 1에서 각 자세별, 센서의 X, Y, Z 축에서 출력되는 전압을 수치로 나타내었다. 총 5회의 실험결과와 평균 전압 값을 나타내었다. 6가지 실험 자세에서 불규칙한 움직임 경우를 제외 하고 나머지 5가지 실험의 출력전압을 수치로 나타내었다. 불규칙한 경우의 출력전압 값을 제외하고 5가지 실험의 출력 값만 나타낸 이유는 불규칙의 경우 출력전압 값은 정확한 값을 알아낼 수 없기 때문이다.

2.4 실험 데이터 분석

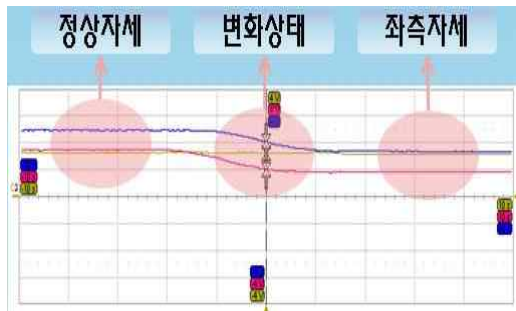


그림 13. 좌측으로 누웠을 경우 데이터
Fig 13. Sensor values of left position

그림 13은 정 자세에서 좌측으로 누웠을 경우의 데이터를 분석한 것이다. 좌측에서부터 첫 번째 원 안의 데이터는 정 자세로 누워 있을 경우의 데이터이며 중간 원 안의 데이터는 정 자세에서 좌측으로 눕는 시점의 데이터를 나타낸 것이다. 마지막 세 번째 원 안의 데이터는 정 자세에서 좌측으로 눕기가 완료된 상태의 데이터를 나타낸 것이다. 이렇듯 정 자세를 기준으로 하여 움직임이 완료되는 시점을 시작으로 데이터가 일정한 값을 보일 때를 감지하여 아기의 수면 자세를 측정 할 수 있다. 또한 6개의 실험데이터에서 마지막의 실험을 제외한 5개의 실험에서 공통적으로 X축의 데이터가 거의 일정한 값을 보였으며, Y축과 Z축에서의 변화가 크게 일어나는 것을 알 수 있었다. 이러한 이유는 X, Y축은 평면상의 가속도를 나타내기 때문에 누워있는 상태에서 측정을 하게 될 경우 한 쪽 방향의 축만 이용을 하게 되고 이번 실험에서 이용한 축이 Y축이기 때문에 X축에서는 거의 변화가 일어나지 않고 Y축에서만 변화가 일어나게 되었다. 이러한 이유로 마지막 실험은 좌우로 움직임이 아닌 평면상의 수직의 움직임이기 때문에 X축의 변화가 일어났으며, Z축은 수직상의 가속도를 나타내기 때문에 모든 실험에서 계속적으로 변화가 일어나게 되었다. 그래프와 표 1을 대조하여 각 자세별 그래프와 센서 출력전압을 살펴보게 되면, 어떠한 경우에 어떤 자세인지의 여부를 파악 할 수 있다.

3. Bluetooth를 이용한 데이터 전송

3.1 Bluetooth의 특징 및 데이터 전송 원리

Bluetooth는 한마디로 근거리(Shot Range), 저전력(Low Power), 저가(Low Cost) 무선 인터페이스라고 할 수 있다. 사용하는 주파수 대역은 2.4GHz의 ISM(Industrial Scientific Medical) 밴드이다.[7]

이번에 사용한 Bluetooth는 FBI55BC란 모듈로 기존의 유선 RS232 케이블 방식을 무선으로 대체하여 사용할 수 있도록 만들어진 것으로, Bluetooth PDA, Bluetooth USB dongle 등과 연결하여 사용이 가능하다.[6]

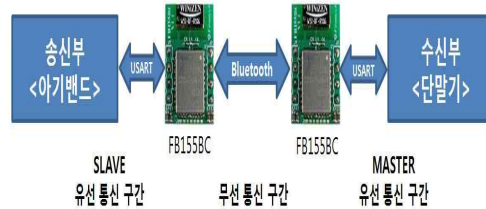


그림 14. Bluetooth 데이터 전송
Fig 14. Data Transfer of Bluetooth

그림 14는 Bluetooth 데이터 전송에 관한 그림을 간략하게 나타낸 것이다. 통신을 하기 위해서는 각각의 Bluetooth를 Master 와 Slave로 설정을 해주어야 한다. 디바이스와 Bluetooth간 통신은 USART 통신을 하며, Bluetooth 간 통신은 무선 통신을 하게 된다.

3.2 실제 데이터 전송

실험으로 측정된 센서 출력 값을 Bluetooth를 통해 실시간으로 데이터를 전송한다. 그림 15에서 위쪽의 사진은 측정된 센서 데이터를 Bluetooth를 이용하여 PC로 전송하는 사진이며, 아래쪽의 사진은 PC로 전송된 데이터를 그래프로 출력한 실제 사진이다. 앞쪽의 그래프는 센서 출력 값 중 실제 X축의 값을 그래프 화 한 것이다. 이렇게 센서의 데이터를 실시간으로 전송하여 아기의 수면 자세를 측정 할 수 있다.

3.3 Bluetooth 통신 에러시 대처방법

Bluetooth 통신 중 문제가 생겨 통신이 불가할 경우, 또는 Bluetooth 통신 도달거리를 초과하였을 경우 정상적인 통신이 이루어지지 않을 경우 이러한 사실을 모르는 때에는 아기가 위험한 상황이라도 보호자가 판단하지 못해 예기치 못한 사고가 발생할 수 있다. 이러한 경우 밴드 자체, 또는 보호자가 사용하는 단말기에서 경고음을 발생시켜 통신이 원활하지 못하다는 것을 인식 할 수 있도록 하여 해결 가능하다.

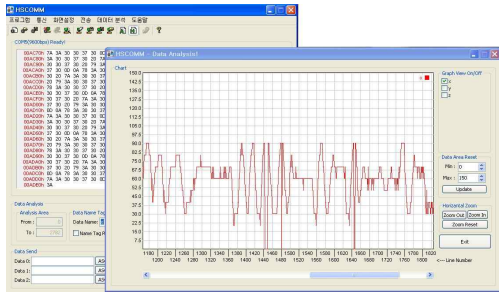
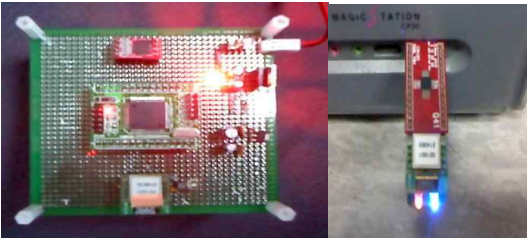


그림 15. Bluetooth 전송사진
Fig 15. Bluetooth transfer photos

IV. 결 론

본 논문에서는 가속도 센서를 이용하여 영유아기 아기들의 수면 자세를 실시간으로 모니터링 하며, 올바르게 않은 수면 자세 시에 경고를 나타내는 시스템을 설계 및 제작 하였다. 실제로 데이터를 측정한 결과 수면 자세에 대한 데이터는 Y축과 Z축의 데이터 값이 변화량이 크고, X축은 미미한 변화량이 측정되었다. 이로써 누워 있을 경우에 평면상 가속도의 한 축의 센서 출력 값과 수직방향 가속도의 센서 값으로 어떤 수면 자세를 취하고 있는지 알 수 있다. 이러한 수면 모니터링으로 좋지 않은 수면 자세 시에 부저 등을 이용하여 보호자에게 경고를 울리게 하여 올바른 수면자세를 유도 할 수 있다.

추후 과제로 실험 키트를 소형화 하고 밴드 형식으로 만들어 기저귀의 밴드 부분에 부착하여 수면 자세를 측정 하고, 움직임 감지하여 수면 시 질식사의 위험에서 벗어날 수 있으며, 여의치 않게 아기를 재워놓고 잠시 자리를 떠나 있어야 할 때, 또는 아기가 잠에서 깨어 움직일 경우 센서가 이를 감지해 부모에게 전달하여 영유아기의 사고로부터 보호 할 수 있을 것이다. 또한 추후에 체온계를 부착하여 체온에 민감한 아기가 고열로 인한 불의의 사고에 대하여 예방이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] 피터 하우리, 셸리 린드, “*잠이 보약이다*,” 동도원, 24쪽, 2005.
- [2] 아마다 슈오리, “*병은 잠든 사이에 고친다*,” 아지랑이, 143쪽, 2009.
- [3] 김동호, 정창원, 주수중, “u-헬스케어기반의 수면제어 및 원격모니터링 시스템,” 한국 인터넷 정보학회, 8권 1호, 33-45쪽, 2007년 2월.
- [4] 코모키 수면 클리닉, <http://www.komokis.com>
- [5] 뉴테크놀로지컴패니, <http://www.NewTC.co.kr>
- [6] 송봉길, “*AVR ATmega128 마이크로컨트롤러*,” 성안당, 2006.
- [7] 펄테크(Firmtech), <http://www.firmtech.co.kr>
- [8] 김영길외 1, “Bluetooth를 이용한 u-ID센서네트워크 구성에서의 데이터전송,” 한국해양정보통신학회논문지, 제 9권, 제 2호, 242-246쪽, 2005년 4월.
- [9] Zhicheng Qiu, “acceleration sensor Based Vibration Control for Flexible Robot by Using PPF Algorithm,” Control and Automation, 2007. ICCA 2007. IEEE International Conference. p.p1335 - 1339, May 30 2007-June 1 2007.
- [10] Haifeng Tian, and Jianping Zhao, and Yanfeng Dong, “The Monitoring System for Operation Condition of Pumping Wells Based on ARM and the acceleration sensor,” Information Engineering, 2009. p.p 95 - 98 ICIE '09. WASE International Conference on Vol. 1, 10-11 July 2009.
- [11] 구윤서, “*무자각적 수면상태 감지 시스템 개발에 관한 연구*,” 단국대학교, 2007.
- [12] 조원식, “*가속도 센서 기반 낙상 측정기 연구*,” 단국대학교 대학원, 2009.
- [13] 조신희 외5, “가속도 센서를 이용한 환자 동작신호 분석에 관한 연구,” 춘계의공학회, 7-9쪽, 2009년 5월.
- [14] 유재원 외5, “3축가속도계 기반의 실시간 걷기와 달리기 구분,” 춘계의공학회, 79-81쪽, 2009년 5월.
- [15] 유주연 외5, “기울기 센서를 이용한 체위변화 인식 시스템 구현,” 춘계의공학회, 223-225쪽, 2009년 5월.
- [16] 김윤진, 권혁태, “*유비쿼터스 개론*,” 문운당, 2006.

저자 소개



윤 지 민

2009 : 단국대학교 전자공학사
2009 - 현재 : 단국대학교 전자전기공학
석사 과정.
관심분야 : U-Health



임 채 영

2009 : 단국대학교 전자공학사
2009 - 현재 : 단국대학교 전자전기공학
석사 과정.
관심분야 : U-Health



김 경 호

1999 : 日本 慶應義塾大學 理工學研
究科 工學博士
2006 - 현재 : 단국대학교 전자공학과
교수
관심분야 : 생체계측, 제어, U-Health