

손목형 혈압계의 센서부 개선에 대한 연구

Improvement of a sensor unit for wrist blood pressure monitor

*구상준, 권종원, 박용만, Odgerel Ayuznara, 김희식
Sangjun Koo, Jongwon Kwon, Yongman Park, Odgerel Ayuznara, Hiesik Kim

Abstract - As the society changes more to the aging society in future, many healthcare product are developed and distributed more on the market. The digital wrist band type blood pressure device for home use are popular already in the market. It is useful for checking blood pressure level at home and control of hypertension. Especially, It is very essential home device to check the health condition of blood circulation disease. Nowadays many product types are available. But the measurement accuracy of blood pressure is not enough compared to the mechanical type. It needs to be upgraded to assure the precise health data enough to use in the hospital. The structure, feature and output signal of capacitor type pressure sensors are analyzed. An improved design fo capacitor sensor is suggested. It shows more precise health data after use on a wrist band type health unit. They can be applied for remote u-health medical service.

Key Words : healthcare, ubiquitous, blood pressure monitor, pressure sensor.

1 장. 서론

고령화 사회가 진행됨에 따라서 사람들은 의료에 더욱 많은 관심을 가지게 되었다. 오랫동안 건강한 삶을 유지하기 위해서는 많은 관심과 꾸준한 노력이 필요하다. 운동이나 규칙적인 삶을 유지하는 것도 중요하지만 자신의 몸이 이상인 있는지 주기적으로 검진을 받는 것도 이에 못지않게 중요하다. 하지만 바쁜 일상 속에서 정기적으로 병원을 가는 것조차 쉽지 않은 경우가 많다. 병원에 가지 않고서도 쉽게 몸의 건강상태를 확인해볼 수 있게 하려는 사람들의 관심은 각종 healthcare 제품들의 출시로 이어지게 되었다.

4대 성인병 중에 하나인 고혈압은 자각 증상이 휴양에 의해 용의하게 진정되므로 치료를 게을리 하기 쉽다. 주기적인 관리 및 관찰과 적절한 치료 없이 몇 년간 방치하게 되면, 동맥경화와 고혈압이 서로 상충, 심장병과 뇌졸중의 유인이 된다. 또 신장과 눈에 있는 실핏줄에 동맥경화가 진행되어 신장병과 안저출혈을 일으키기도 한다.

손목형 혈압계는 바쁜 생활 속에서 건강관리가 소홀할 수 있는 현대인과 나이가 많은 분들을 위한 제품이다. 이동성에 초점을 맞추어 개발되었기 때문에 집뿐만 아니라 어디든지 들고 다닐 수가 있다. 특히 작은 가방에도 휴대가 가능하기 때문에 혈압에 관련된 질병을 가지고 있는 사람인 경우 주기적으로 자신의 혈압을 확인하여 더 큰 병으로 전환을 막을 수 있을 뿐만 아니라 건강한 사람 또한 관련 질병을 예방할 수 있게 해준다.

이미 시중에 다양한 종류의 손목형 혈압계가 나와 있지만 아직까지는 고정형 혈압계보다 정확도가 떨어지는 것이 사실이다. 소형화된 손목형 혈압계보다 고정형 혈압계가 정확도가 높은 것은 당연한 말이지만 실제 혈압에 비해서 오차가 크다면 혈압계로서의 주 기능을 잃어버린 것과 다름이 없다. 본 논문에서는 기존의 손목형 혈압계의 내부 구조 및 측정방법인 오실로메트릭법과 현재 가장 많이 사용하고 있는 정전용량식 압력센서에 대해서 알아보고 좀 더 정확한 데이터를 얻기 위한 센서부에 관련한 연구를 수행하였다.

2 장. 본론

2.1 정전용량식 압력센서

손목형 혈압계에 들어가는 정전용량식 압력센서는 Capacitor 와 동일한 구조를 하고 있다. 구조는 다음과 같다.

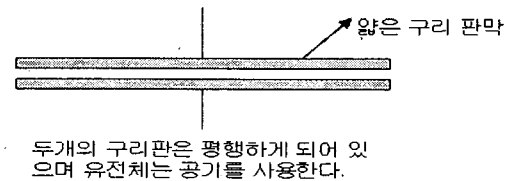


그림 1 손목형 혈압계의 정전용량식 압력 센서의 구조

저자 소개

- * 구상준 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- 권종원 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- 박용만 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- Odgerel : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 博士課程
- 김희식 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 教授

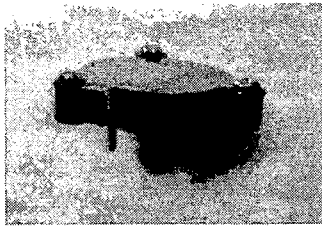


그림 2 실제 사용되는 압력 센서

위는 실제 혈압기 내에 사용되고 있는 압력센서의 사진이다. 이러한 압력 센서는 일정한 전압이 걸려 있더라도 두 판의 거리가 가까워지면 정전용량이 증가하는 원리에 기초를 두고 있다. 정전용량식 압력센서는 소형화가 가능하고 미세한 차이를 전압의 차이로 알아낼 수 있다. 혈압계에 필요한 압력은 20~300mmHg 정도인데 위의 압력이 두 판을 움직이게 할 때 유전체를 공기로 넣어야 두 판을 움직이게 할 수 있다. 위의 센서는 두 판의 간격이 0.4mm, 위판의 두께는 0.5mm, 아래 판의 두께는 약 0.1mm 정도이다. 밑의 판을 최대한 얇게 하여 작은 압력의 변화에도 움직일 수 있게 설계되어 있다.

2.2 손목형 혈압계의 구조 및 동작 원리

손목형 혈압계는 제어부와 센서부, 압력 제어부 세 부분으로 나눌 수 있다. 제어부는 MCU를 포함하여 입력되는 데이터 연산 및 신호를 처리하게 해주고 센서부는 압력센서부분, 압력 제어부는 밸브, 펌프, 커프를 포함하고 실제로 데이터를 입력받기 위해 동작하는 부분이다. 각 부분의 사진은 아래와 같다. 센서부는 위에 사진이 있으므로 생략한다.

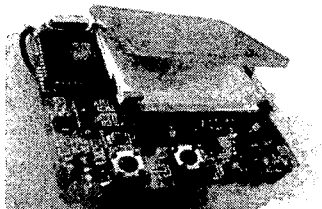


그림 3 손목형 혈압계의 제어부

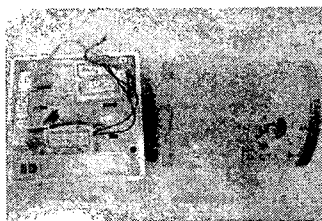


그림 4 손목형 혈압계의 압력 제어부

제어부는 압력 제어부에 동작 여부를 관리하고 센서부에서 들어온 신호를 계산, LCD에 혈압 수치를 출력해준다. 실험에 사용된 혈압계의 MCU는 ATMEL사의 AT89S52칩이다. 8비트 컨트롤러로서 현재 산업 현장이나 학교 교육용 또는 로봇이나 모터 제어에 많이 사용되는 칩이다.

압력 제어부는 에어 펌프, 솔레노이드 밸브, 커프, 파이프 등으로 구성 되어 있다.

2.3 손목형 혈압계의 기본적인 동작 원리

스위치가 온 상태가 될 때 제어부에 속해 있는 MCU에서

에어 펌프로 커프에 공기를 주입할 수 있게 신호를 주게 된다. 동시에 압력 센서에 전압이 걸리게 된다. 커프에 압력이 증가하게 되면서 압력센서에 전압이 증가하게 되고 일정 전압에 도달하면 압력을 증가하는 것을 멈추고 밸브를 통해서 서서히 공기를 빼내면서 혈압을 측정하게 된다. 공압과 전압과의 산술식은 이미 제어부에 프로그래밍 되어 있으며 최고혈압과 최저치 사이에 혈관벽 운동이 크게 발생하는 특성을 고려하고 압력센서의 전압값이 크게 변하는 순간을 체크하여 정밀하게 혈압을 측정하게 된다.

2.4 오실로메트릭법

오실로메트릭법은 비침습적 방법으로 혈압을 측정하는 것으로 커프에 공기압을 가하였다가 천천히 공기압을 뺄 때 동맥혈관 위의 커프에 생기는 압진동의 크기를 압센서에 의해 감지, 기록하여 혈압을 측정하는 방법이다. 이 방법은 코르트코프음으로 잘 잡히지 않는 저혈압에서도 혈압을 측정할 수 있는데 이는 동맥혈관의 맥박이 존재하고 있는 이상 진동은 있기 때문이다. 아래 그림은 외부의 잡음이나 진동 또는 전자제품에 의한 간섭이 전혀 없는 상태에서의 각각의 파형을 그래프로 옮겨놓은 것이다.

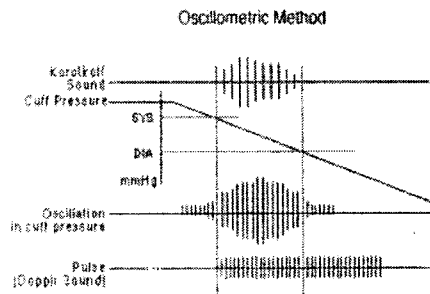


그림 5 오실로메트릭법을 이용하여 혈압을 측정할 때의 그래프

오실로메트릭법에는 최고혈압과 최저혈압을 어떻게 정하는냐에 따라 두 가지로 나눌 수 있다. 커프에 공기압을 딱 채우면 해당 동맥혈관에는 혈액의 흐름이 없어진다. 그러다가 커프의 공기압을 조금씩 줄여나가면 어느 선에서 최초로 생긴 공간 속으로 혈액이 지나갈 때 맥박이 뛰며 진동이 발생한다. 더욱 커프의 압력을 줄여주면 혈관은 더 넓어지며 통과하는 혈액의 양은 더욱 많아지고 진동도 더 커진다. 그러다가 최대의 진동 폭을 기록하며 커프의 압력이 더욱 빠짐으로 진동은 점점 줄어들다가 결국은 소진하게 된다. 진동 폭이 빠르게 높아지는 지점을 최고혈압으로 간주하고 진동 폭이 빠르게 낮아지는 부분을 최저혈압으로 간주한다. 오실로메트릭법은 이러한 커프압의 진동을 직접 측정하여 혈압을 측정하는 방법이다.

2.5 센서부 개선

현재 시중에 나와 있는 모든 손목형 혈압계는 오실로메트릭법을 사용하여 측정하게 된다. 입력신호를 받아서 크게 신호가 증가하고 감소하는 부분을 통하여 혈압 값을 계산하는데 결국 큰 입력 값을 받으면 후에 신호를 받을 때 좀 더 정확한 데이터를 산출해낼 수 있다. 커프에 공기를 좀 더 많이 주입하는 방법과 압력센서부에 추가적인 공기주입을 하는 방

법 등도 있는 이는 혈압측정 시에 손목에 통증을 증가시킬 수 있고 압력센서부에 추가적인 공기주입은 단순히 값을 더하는 것밖에 되지 않는다. 더하기가 아닌 배수의 개념에서 입력신호를 크게 받으려면 압력센서부에 좀 더 큰 전압을 걸어주는 것이 가장 좋은 방법이다.

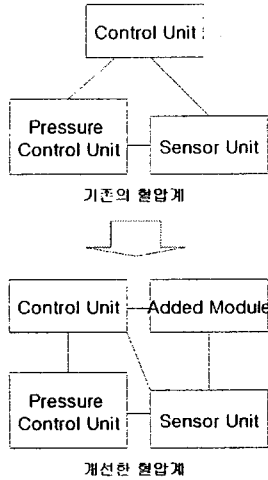


그림 6 Added Module을 통해 개선한 혈압계 구조

위의 Added Module은 Capacitor와 증폭회로 등을 이용하여 입력신호를 증폭시킨 부분이다. Capacitor와 NOR Gate를 이용한 증폭회로와 Capacitor와 opamp를 이용한 증폭회로를 이용한 혈압계들을 비교한 것이다. 더해서 고정형 혈압계에서 측정된 값도 같이 표에 실었다. 아래 표는 각 혈압계 당 하루 1회 총 10회를 측정해서 평균을 낸 값이다. 정상인의 혈압이 최고혈압/최저혈압 = 120/80 이라고 했을 때 고정형 혈압계가 가장 정확한 값을 보내고 있고 나머지 두 혈압계는 최고혈압에서는 ±5의 근사치를 보이고 있으며 최저 혈압에서는 ±10정도의 근사치를 보이고 있다.

(단위 mmHg)

	Capacitor + NOR gate 증폭회로	Capacitor + opamp 증폭회로	고정형
최고혈압 평균	126.3	115.4	121.6
최저혈압 평균	73.3	71.3	76.3

표 1. 10회 측정하여 평균을 낸 각각 혈압계의 최고/최저 혈압

3 장. 결론

Capacitor와 NOR gate, opamp 증폭회로 등을 이용하면 고정형 혈압계에 상당히 비슷한 값을 얻을 수 있었다. 하지만 시중에 나오는 손목형 혈압계는 손목시계처럼 차고 다니기에는 여전히 크기가 큰 편이다. 현재 손목시계에 초소형 압력센서를 이용한 혈압계를 결합한 제품이 나오는 것으로 알고 있지만 가격과 안정성에서 소비자를 만족시켜주지 못하고 있다. 또한 본 논문에서처럼 신호를 증폭시켜 보다 정확한 수치를 받는 것도 좋은 방법이지만 본질적으로 압력센서 자체에 대한 연구가 더욱 필요하다.

현재 이러한 손목형 혈압계를 유비쿼터스의 개념과 접목시키려는 연구도 이루어지고 있다. 데이터를 단순히 혈압계 내부 메모리에 저장하는 것이 아니라 병원이나 집 등에 무선통

신을 이용하여 데이터를 보내 관리할 수 있는 환자관리시스템을 구축하는 것이다. 결국 손목형 혈압계에서 측정되는 혈압값의 신뢰성을 더욱 높일 수 없다면 이러한 환자관리시스템이 연동되었을 때 잘못 발생한 위급상황 때문에 혼란에 빠질 수밖에 없다. 즉 초소형 압력 센서의 개발과 유비쿼터스 개념의 환자관리시스템의 연구가 동시에 이루어질 때 보다 성과 높은 연구결과를 만들어 낼 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Moraes. J.C.T.B, Cerulli. M, Ng. P.S, "Development of a new oscillometric blood pressure measurement system", Computers in Cardiology 1999, pp. 467-470, September 1999
- [2] 강성철, "오실로메트릭법을 적용한 홈헬스케어용 비침습적 혈압측정법의 구현", 한국해양정보통신학회 종합학술대회, 10호, 제1권, pp. 689-692, 2006. 춘계
- [3] Ravariu. F, Ravariu. C, Nedelcu. O, "The modeling of a sensor for the human blood pressure", Semiconductor Conference, 2002. CAS 2002 Proceedings. International, Vol 1, pp. 67-70, October 2002