

# 비침습적 혈압 측정 시스템 구현에 관한 연구

노영아\* · 이종수\* · 김영길\*

\*아주대학교

## A Study on Implemetation of Non-invasive Blood Pressure

Young-ah Roh\* · Jong-su Lee\* · Young-kil Kim\*

\*Ajou University

Email : yaroh29@hanmail.net

### 요 약

혈압을 측정하는 방법에는 침습적(Invasive)인 방법과 비침습적(Non-invasive)인 방법이 있는데 침습적인 방법에 의한 혈압측정의 경우 정확한 값을 얻는 반면에 그 사용법이 복잡하고 환자에게 불편하므로 중환자의 경우를 제외한 경우 대부분 비침습적인 방법에 의해 혈압을 측정한다.

현재 전자 혈압계의 경우 대부분이 오실로메트릭(Oscillometric) 방법을 사용하여 기본적인 시스템을 구성하고 여기에 여러 가지 알고리즘을 부가적으로 적용하고 있다 .

본 연구에서 이러한 혈압 측정 시스템을 개발하기 위해 커프(Cuff)의 압력을 제어, 측정하고 측정된 데이터를 필터링하여 혈압을 측정할 수 있도록 알고리즘을 구성하였다. 통신방식으로는 개발된 시스템의 모든 기능이 개인용 컴퓨터(Personal Computer)와의 통신을 통해 이루어지도록 구성되어 있으며, 사용된 통신방식은 비동기 직렬 통신 방식(RS-232)인 패킷방식을 사용하였고 솔레노이드(Solenoid) 밸브를 이용한 자동 또는 급속 배기 방법을 이용하여 커프의 압력을 감압(Deflation)하였다.

혈압측정 알고리즘은 기본적인 오실로메트릭 방법과 최대 진폭 알고리즘(Maximum Amplitude Algorithm)을 사용하였다. 최대진폭 알고리즘에서는 측정된 오실레이션(Oscillation)중 최고의 진폭을 가지는 오실레이션 값은 오차의 원인이 되는 연령이나 체중, 팔의 두께에 따라 다양하게 나타난다. 본 연구에서는 오실레이션의 값에 획일적인 비율을 적용하지 않고 여러 가지 요인들에 대한 가변적인 특정 비율(Characteristic Ratio)반영하여 보다 정확한 최고혈압(Systolic Blood Pressure), 최저혈압(Diastolic Blood Pressure), 평균혈압(Mean Blood Pressure)의 값을 구하는 연구를 하였다. 최고진폭 알고리즘에서 가변적인 특성비율의 적용은 혈압값의 오차를 줄일 수 있을것으로 기대된다.

key word : SBP(Systolic Blood Pressure), DBP(Diastolic Blood Pressure)

MBP(Mean Blood Pressure), MAA(Maximum Amplitude Algorithm), Oscillometric  
CR(Characteristic Ratio)

### ABSTRACT

Invasive methode and Non-invasive methode are used in blood pressure measurement. The Invasive methode can get the correct measured blood pressure but, it has patient feels uncomfortable. So most of cases use Non-invasive methode. The Oscillometric method is commonly apply to modern electric sphygmomanometer and using various algorithm.

In this paper describe about a algorithm, it control and to determinate the cuff pressure, and filtering that data for measure the blood pressure. The communicating with personal computer can pressure deflation is by Solenoid valve and it uses RS-232 system in packet communication. The main using algorithm for blood pressure measurements are maximum amplitude algorithm and oscillometric algorithm. MAA(maximum amplitude algorithm) has various measured oscillation, it depend on patient's age, height, weight and arm circumference size. In this paper, I studied the various measured oscillation apply to characteristic ratio and can get the result of systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean blood pressure. It was not used same ratio to measuring oscillation. In the MAA(maximum amplitude algorithm), we hope for reduce the difference with the real blood pressure and the measured blood pressure, when it applied with various specific ratio.

## I. 서론

사람의 건강상태를 진단하는 기초적인 단계로써 혈압은 아주 중요한 요소이다. 현대에 와서 건강에 대한 현대인들의 관심이 높아지면서 병원에 가지 않아도 사용자가 혼자서 손쉽게 혈압을 측정할 수 있는 휴대용 혈압계가 널리 이용되고 있다. 또한 현대병으로 불리우는 고혈압의 경우에 예방적인 측면에서 혈압을 매일 측정하는 것이 중요한 방법으로 대두되고 있어서 혈압계의 중요성이 높아지고 있다. 본 논문에서는 전자 혈압계에서 가장 기본적으로 사용되고 있는 오실로메트릭 방법을 사용하여 시스템을 구현하였으며 이 시스템에 의해 측정된 동맥압의 값에 MAA를 적용하였다. 이 알고리즘에서는 동맥압의 값에 특정한 비율을 곱하여 혈압값을 얻게되는데 이 특정 비율의 가변적인 반영으로 보다 정확한 혈압값을 얻을 것으로 기대된다.

## II. 본론

### 1. 혈압계의 구성

혈압계의 전체적인 구성은 펌프(Pump)와 솔레노이드 밸브로 구성되어 있는 압력(Pneumatic)부분과 회로부분으로 구분할 수 있다. 2개의 솔레노이드 밸브는 배기 역할을 수행하게 된다. 공기 펌프는 챔버(chamber)가 연결되지 않은 상태이므로, 압력센서의 원활한 동작을 위하여 챔버의 역할을 할 수 있도록 튜빙 과정에서 루프형태로 호스를 연결하였다. 또한 이 시스템은 RS-232C 패킷방식을 사용하여 개인용 컴퓨터와의 통신을 통하여 제어하도록 되어있다. 그림1은 혈압계의 구성도이다.

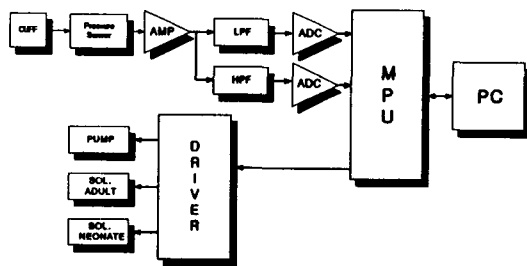
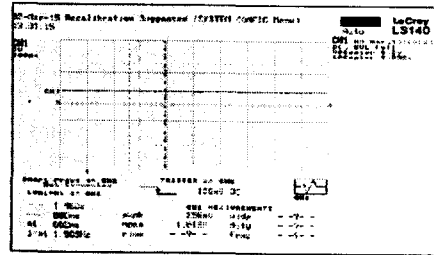


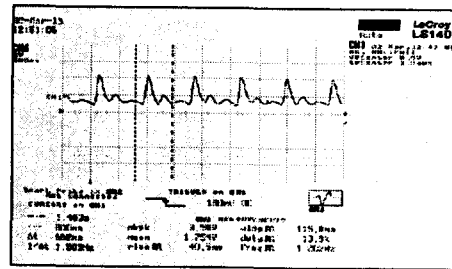
그림 1. 혈압계의 구성도

구현된 시스템에서는 차동 증폭기(OP-AMP)를 사용한 2차 Chebyshev 저역통과 여파기를 사용하여 커프 내부의 압력 값을 통과시킨다. 고역통과 여파기는 커프에서 감지되는 맥압(Pulsation)만을 추출하기 위한 것으로 증폭시 고주파 노이즈를 제거하도록 하였다. 증폭기 및 고역통과 여파기, 저역통과 여파기를 통과한 아날로그 신호는 아날로그 디지털 변환기(Analog to Digital

Convert : ADC)에 연결된다. 최종 아날로그 출력은 현재 커프 내부의 압력값을 나타내는 CH0와 커프에 전달된 오실레이션의 값을 나타내는 CH1으로 나뉜다. 그림2는 실험자의 좌측 팔에 연결한 후 오실로스코프로 측정된 파형이다.



(a)



(b)

그림 2. (a) 커프의 압력 파형(CH0)  
(b)커프에 전달된 동맥압 파형(CH1)

### 2. 혈압 측정 방법

혈압을 측정하는 비침습적인 방법으로는 현재 오실로메트릭 방법이 널리 사용되고 있다.

오실로메트릭 방법은 환자의 상완부에 커프를 감고 압력을 가함으로써 커프 내에서의 압력과 커프에 전달된 동맥압을 측정할 수 있는데 압력을 계속 가하면 커프에 전달되어진 동맥압은 감소하여 동맥압의 값이 나타나지 않는 맞물림(occlusion) 지점이 나타나게 된다. 그러다 압력을 감소하게 되면 동맥압의 진폭은 맞물림 지점을 지나 서서히 증가하다 최고치에 도달한 후 서서히 감소하게 된다. 이렇게 전달되어진 동맥압으로부터 혈압을 측정하는 방법을 오실로메트릭 방법이라 한다.

오실로메트릭 방법에 의하여 얻어진 커프내의 압력은 그림4와 같다. 이 파형에서 가장 큰 진폭을 가지는 지점이 평균 혈압(MBP)이다. 이것은 이미 실험적으로 증명된 사실이다.[1]

이 최고의 진폭 값에 적당한 비율을 취하여 최고혈압과 최저혈압을 찾아내는 방법을 MAA라고 한다. MAA를 사용하는 경우에 비율을 어떻게 잡

는가가 혈압 값의 정확성을 좌우하는 중요한 요인중 하나이다. 그러나 이 최고의 진폭을 가지는 오실레이션은 환자의 연령, 키, 체중, 팔의 두께에 따라 다양하게 나타나게 된다.

본 논문에서는 오실로메트릭 방법중 선형 감압 기술을 사용하여 압력을 뱀 후 얻어진 동맥압 중 최고진폭일 때의 오실레이션의 값 중 여러 가지 요인 중에서 나이에 따라 다르게 나타나는 오실레이션의 값을 세 가지로 분류하여 각각에 대하여 특성비율(characteristic ratio : CR)을 가변적으로 적용하여 혈압 값을 구했다.

$$SBP = MAP_{oscillation} \times CR_{SBP}$$

$$DBP = MAP_{oscillation} \times CR_{DBP}$$

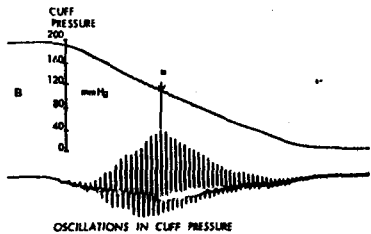


그림 4. 커프내의 오실레이션

### 3. 실험결과

오실로메트릭 방법에 의하여 구현된 혈압계는 그림 5와 같다.

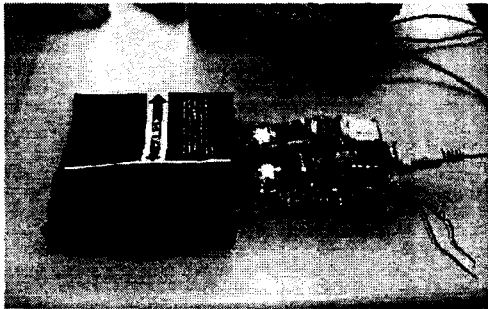


그림 5. 구현된 혈압계

이 혈압계에서 펌프를 이용해 커프 가압시 압력측정 결과를 나타낸 그림은 그림 6과 같다.

그림 7은 10bit ADC를 통과한 맥압의 파형을 나타낸 것이다.

이러한 실험을 통하여 얻어진 동맥압에 가변적인 특성비율을 적용하여 혈압 값을 얻어내었다. 혈압의 측정은 성인 남자를 나이에 따라 세 부류로 나누어 매일 아침 10시에 10분 간격으로 세

번 측정하여 그 평균값을 구하여 얻은 혈압 값이다. 그 값은 표 1과 같다.

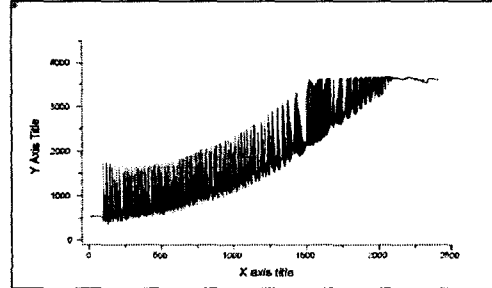


그림 6. 가압시 커프에서의 압력

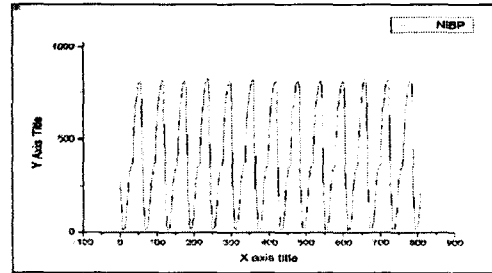


그림 7. cuff 오실레이션

연령	최고혈압 (mmHg)	최저혈압 (mmHg)
26(1명)	127	76
35(1명)	131	80
58(1명)	146	86

표1. 측정된 혈압값

### III. 결론

본 논문에서는 오실로메트릭 방법을 사용한 혈압계를 구현하였으며 혈압 값을 얻기 위한 알고리즘으로 나이에 따른 가변적인 특성비율을 적용한 MAA를 사용하였다. MAA를 사용하는데 있어서 최고진폭을 가지는 오실레이션은 나이 이외에 신장, 체중, 팔의 두께 등과 같은 여러 가지 요인에 의해 사람마다 다르게 나타난다.

본 연구에서는 여러 가지 요인 중 나이에 따라 다르게 나타나는 최고 진폭 오실레이션의 값에 따라 가변적인 특성비율을 찾아서 적용하였다. 이것은 확실적인 특성비율을 적용하여 혈압값을 얻

어내는 것보다는 혈압값의 오차를 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 이 실험의 정확성을 알아보기 위하여 침습적인 방법에 의한 혈압을 측정하여 본 혈압계와의 차이를 비교하는 것이 향후 과제로 생각된다. 또한 나이 이외의 여러 가지 요인에 대한 특성비율도 적용함으로써 더욱더 오차를 줄인 혈압값을 얻어내는 일도 남은 과제라 생각한다.

### 참고문헌

- [1] Maynard Romsey, " Blood Pressure Monitoring : Automatic Oscillometric Devices ", Journal of Clinical Monitoring, vol.7, Number 1,1991
- [2] P. D. Baker etc, " Theoretical Analysis of Non-invasive Oscillometric Maximum Amplitude Algorithm for Estimation Mean Blood Pressure", Med. Biol. Eng. Comput, vol.35, pp.271-278, 1997
- [3] DRZEWIECKI. G, HOOD. R, "Theory of the Oscillometric Maximum and the Systolic and Diastolic Detection Ratio", Biomed. Eng, vol.22 pp.88-96, 1994
- [4] JCTB Moreaes, M Cerulli, PSNG, " Development of a New Oscillometric Blood Pressure Measurement System", Computer in Cardiology, vol.26, pp.467-470, 1999
- [5] L. A. Geddes, ME. PHD, "Handbook of Blood Pressure Measurement ", Humana Press Inc. , pp. 88-93, 1991