

# 초음파 센서를 이용한 복부 담(痰)의 탄성도 측정 및 분석 시스템 개발

\*이균정, 김은근, 이용흠, 신태민  
연세대학교 의공학과

e-mail : fa1472@gmail.com, kimeg917@gmail.com, koaim@ymet.yonsei.ac.kr,  
tmshin@yonsei.ac.kr

Development of the elastic measurement and analysis system for diagnosis  
of the abdominal region dam using ultrasonic sensor

\*Qyoun-Jung Lee, Eun-Geun Kim, Yong-Heum Lee, Tae-Min Shin  
Department of Biomedical Engineering, Yonsei University

## Abstract

We have developed the elastic measurement system that diagnose the abdominal region, DAM. It cause the Chronic gastro-intestinal disease. For the purpose of detecting the disease, we use the ultrasonic sensor for the collecting response signal and CPLD for the minimum rining. This system has a digital TGC(time gain compensator). We were display the elastic signal to a graph on the LABVIEW.

## I. 서론

현대의학의 진단 영역에서 인체 내부를 비침습적인 방법으로 진단하는 영상 진단장치는 CT, MRI, 초음파 조영기 등이 있고, 이러한 장비들은 장기 내부의 형태학적 변화와 밀도의 차이를 음영(Gray scale)으로 나타내고, 영상을 재구성하여 태아 질병의 조기 진단과 자궁 압, 간 경화 등의 진단에 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 영상 장비를 이용하여 습득한 영상에 대한 전문의의 진단 결과가 정상 임에도 불구하고, 만성적 위장 장기 기능장애, 신경성 소화 불량, 배변 장애

등을 호소하는 경우가 있고, 처방 및 치료 효과 또한 미비한 실정이다.

한의학에서는 이러한 증상의 원인을 복부에 발생한 담이라고 정의하고 전문의가 복부 촉진 및 타진을 통해 진단하여 치료하고 있다[1]. 그러나 복진 및 타진은 비객관적이며, 주관적이다. 이를 보완하기 위해 초음파 센서와 CPLD를 사용하였으며, 탄성도를 측정하고, 복부 장기의 담을 객관적으로 측정하여 정량화 하고자 한다.

## II. 탄성도 측정 이론

초음파 센서를 이용하여 복부 장기에서 되돌아온 응답 신호의 변화를 분석하여 탄성도를 측정하여 복부 담 진단 시스템을 설계하였다.

초음파 센서를 이용한 탄성도 측정 방법은-인체로 주입된 초음파 신호는 조직의 경계면에서 밀도 차이에 따라 신호가 반사되어 돌아온다. 동시에 복부에 일정한 압력을 가하면 체내의 장기가 압력에 의해 변형을 일으킨다. 이때 압력을 일정한 크기로 증가 시키면서 초음파 응답 신호를 측정하면 응답 신호의 측정 시간에 변화가 나타난다.

$$\Delta e_{11} = \frac{(t_{1b} - t_{1a}) - (t_{2b} - t_{2a})}{t_{1b} - t_{1a}} \quad \text{식 1}$$

식 1은 일정 압력을 인가했을 때 응답 시간의 변화량을 나타낸다[2].  $t_{1a}$ 는 압력을 인가하기 전 가까운 영역에서 신호의 응답 시간,  $t_{1b}$ 는 압력 인가하기 전 먼 영역에서 응답시간,  $t_{2a}$ 는 압력 인가한 후 가까운 영역에서 신호의 응답 시간,  $t_{2b}$ 는 압력 인가한 후 먼 영역에서 신호의 응답 시간을 나타낸다. 따라서 변화량  $\Delta e_{11}$  는 압력 인가 전후의 변화량을 의미 한다.

따라서 변화량이 크다는 것은 탄성도가 높다는 것을 의미 하며, 작다는 것은 탄성도가 낮다는 것을 나타낸다.

### III. 측정기 설계

복부 담의 탄성도 측정 및 분석 시스템은 초음파 신호를 발생하는 송신부, 반사된 응답 신호를 수신하는 증폭부와 응답 신호의 감쇄를 보상하여 주는 TGC (Time gain compensator), 응답 신호를 분석하는 분석 장치로 구성 되었다[3].

초음파 신호 발생을 위한 송신부는 2Mhz의 공진 주파수를 가지는 초음파 센서에 임의 파형을 인가하여 인체로 전파될 초음파 신호를 발생시킨다. 이때 발생된 신호의 울림(ringing)은 응답신호의 해상도에 큰 영향을 미친다[3]. 따라서 CPLD를 이용하여 신호를 생성하여 실험을 통해 최적의 파형을 결정하고, 초음파 센서에 인가하여 울림이 최소화 하였다.

또한 인체로 주입된 초음파 신호는 조직의 고유반사 계수에 따라 반사되고, 감쇄되어 미약한 응답 신호로 돌아온다. 이러한 응답 신호를 수집하여 증폭하는 증폭부는 고속 OP-AMP(LMH6643)를 이용하여 10배 증폭하고, 동시에 저주파의 잡음을 제거하였다.

초음파 신호는 인체 내부에서  $e^{-at}$ 의 감쇄율로 감쇄 한다. TGC는 초음파가 인체 내부로 주입되어 돌아온 응답 신호를 시간에 따라 보상하여 준다. 이를 위해 가변 이득증폭기 AD603를 이용하였으며, CPLD와 DAC(AD9708)를 사용하여 응답 신호를 인체로의 주입 시간과 각조직에서의 고유 감쇄율에 따라 가변 이득값을 조절 가능하게 하였다.

증폭기와 TGC를 거친 응답 신호는 NI사의

14bit 100Mhz/s의 PCI5122 DAQ 모듈을 통해 디지털 값으로 변환된다. 이 데이터 값은 NI사의 Labview 프로그램을 이용하여 측정값을 그래픽 파형으로 나타내었다. 그림 1은 복부 담 측정 시스템의 구성도를 나타내고 있다.

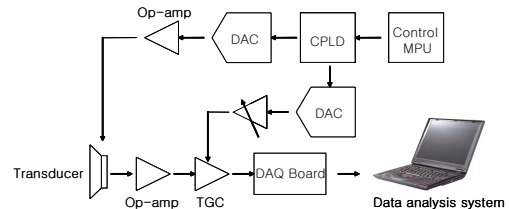


그림 1. 복부 담 진단 시스템 구성도

디지털 값으로 변화되어 수집된 응답 신호는 일정 압력에 따라 디스플레이 하였다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

만성 위장 장애 및 배변 장애의 원인으로 알려져 있는 복부 담은 전문의의 복진과 촉진을 통해 진단하여 치료 되고 있다. 이를 객관적으로 정량화하기 위해 초음파의 PULSE-ECHO 방법으로 체내에서 반사되어 돌아오는 응답 신호를 증폭하였고, TGC를 설계하여 감쇄를 보상하였다. 이러한 응답 신호의 데이터를 NI사의 DAQ 모듈을 이용하여 수집하였으며 Labview를 이용하여 그래프로 나타내었다.

향후 계획으로는 많은 응답 신호를 수집하여 전문의의 소견과 비교 분석하여 설계된 복부 담 진단 시스템의 신뢰성의 확보가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] 김규동저, 동의내과학, 여강출판사. pp.96-100, 1992.
- [2] Ophir J., Kallel F., Varghese T., Konofagou E.E., Alam S. K., Garra B., Krouskop T. and Righetti R. "Elastography, Optical and Acoustic Imaging of Acoustic Media" C.R. Acad. Sci. Paris, Tome 2, Serie IV, No 8, 1193-1212, 2001.
- [3] Petko D Dinev, William E Glenn, "Digitally controlled time-gain compensation for ultrasonic scanners.", Meas. Sci. Technol. 8, 1997.