

흉부음 데이터를 이용한 천식 질환 판별*

문인섭(조선이공대), 최형기(전북대),
이철희(전북대), 박기영(전주공업대), 김종교(전북대)

<차 례>

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1. 서 론 | 3. 실험 및 결과 |
| 2. 흉부음 데이터 | 3.1. 기관지 천식 데이터의 분석 |
| 2.1. 흉부음과 흉부질환 | 3.2. 실험 결과 |
| 2.2. 흉부음 데이터 수집 | 4. 결 론 |

<Abstract>

Classification of Asthma Disease Using Thoracic Data

**In-Seob Moon, Hyoung-Ki Choi, Chul-Hee Lee,
Ki-Young Park, Chong-Kyo Kim**

In this paper, we make a study of classification normal from abnormal - normal, asthma through analysis of thoracic sound to take use thoracic sound detection system. Thoracic sound detection system has a function to store thoracic sound and analyze the data. The wave shape of thoracic sound is similar to noise and is systematically generated by inhalation and exhalation breathing, therefore, in this paper, to classify asthma sound in thoracic sound, we could discriminate between normal and abnormal case using level crossing rate(LCR) and spectrogram energy rate.

* Keywords: Thoracic sound, Asthma, LCR, Spectrogramenergy

* 본 연구는 2003년도 전북대학교 학술연구비의 지원으로 수행되었음.

1. 서 론

기관지 천식은 소아기에 있어서 만성 질환 중 수위를 차지하며, 일상생활에 지장을 가져올 수 있다. 임상적으로 잦은 기침과 천명, 호흡곤란의 호전 악화가 반복되는 질환으로 최근 사회의 공업화와 더불어 생활 환경의 변화에 따라서 전 세계적으로 증가 추세에 있는 것으로 보고되고 있으며[1], 원인적으로는 집 먼지, 집진드기와 동물의 상피 및 분비물 등이 주된 흡입성 알레르겐으로 알려져 있고, 천식의 악화 및 유발에는 상기도 감염 및 갑작스런 기후변화 등의 외적요인과 아토피, 면역질환 그리고 가족력의 동반 등이 관계될 수 있다.

이러한 기관지 천식을 판별하는데 일차적으로 이용되는 것은 청진이다. 청진은 신체 내에서 생성된 소리를 듣는 행위로서, 기관지의 능력상태를 평가하고 정상과 호흡음을 사정하는 중요한 방법이다. 청진은 청진기의 보조 하에 이루어질 수 있다. 기본적인 청진기는 소리를 과장시키지는 않지만 예외의 소리(extraneous noise)가 들리도록 도와준다[2]. 현재까지 인간의 신체 내부에서 나오는 소리, 즉 생체음은 청진기를 통해서 청각으로 들을 수 있었다. 그러나 청진기를 사용할 때 가청주파수 대역의 한계로 들리지 않는 미세한 소리가 있다. 또한 생체음은 같은 환자, 같은 환경이라도 듣는 사람에 따라 다르게 들릴 수 있기 때문에 질환 진단에 오진이 자주 발생하기도 한다[3]. 이러한 단점을 고려하여 본 논문에서는 자체 제작된 흉부음 검출 시스템을 이용하여 흉부음 데이터 수집 및 분석을 통한 기관지 천식의 유무를 판별하기 위한 연구를 수행하였다.

2. 흉부음 데이터

2.1. 흉부음과 흉부질환

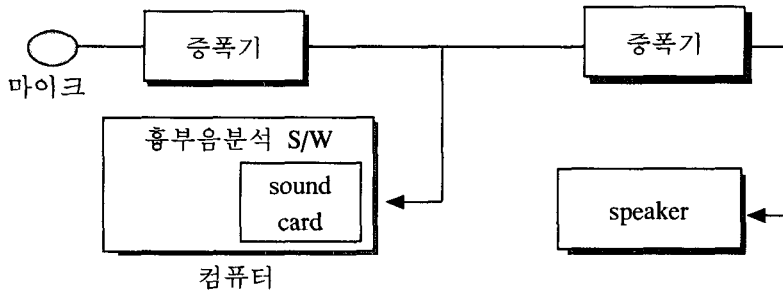
흉부음(thoracic sound)은 정상 폐에서 폐포에 공기가 이동하면서 나는 low pitch sound로서 주로 숨을 들이마시는 경우에 들리게 되는 폐포 호흡음과, high pitch sound의 기관지 호흡음으로 분류할 수 있다[4]. 이때 흉부 질환을 가진 환자는 이 호흡음에 잡음이 더해진 경우가 된다.

흉부 질환을 갖는 생체음에는 천명음(wheeze), 수포음(rale), 통음(rhonchi)의 세 가지를 들 수 있다. 이 중 천명음은 호흡시 발생하는 음악적인 휘파람 소리로, 이 천명음이 발생하는 것은 기도의 어느 부위에 기류가 막혀서 나는 소리이다. 천명음은 호흡곤란과 연관되어 나타나며, 대부분 천식 환자의 상태가 악화될 때 천명음이 나타나며, 천식(asthma)은 재발성 천명음의 가장 흔한 원인이다. 수포음은 비교적 작은 기관지 또는 폐포에서 발생하는 바삭바삭하는 음(crackling sound)을 나

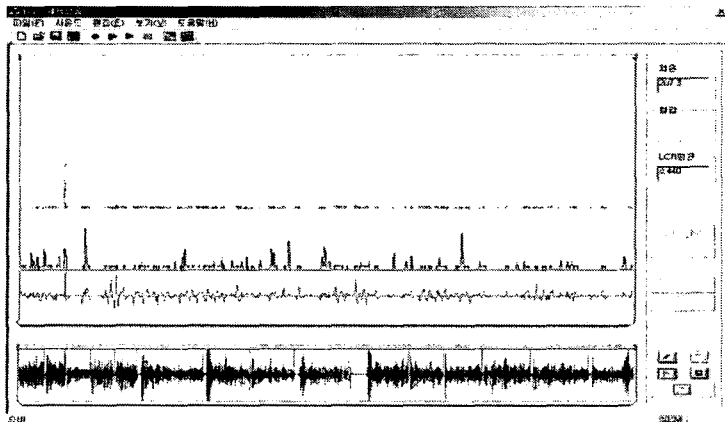
타낸다. 이런 음이 발생하는 경우는 폐렴(pneumonia)인 경우이다. 통음은 연속적으로 들리는 악음으로서 코고는 소리(snoring sound) 또는 덜컹덜컹거리는 소리(rattling sound)로 표현되며, 이는 기관지염(bronchitis)의 존재를 시사한다[5].

2.2. 흉부음 데이터 수집

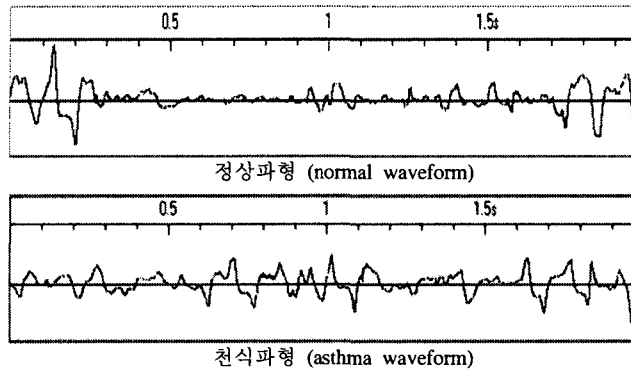
흉부음 데이터 수집은 <그림 1>의 구조를 갖는 흉부음 검출 시스템과 <그림 2>의 Visual C++로 제작된 흉부음 분석 소프트웨어를 이용하여 데이터를 수집하였다. 마이크로부터 입력된 흉부음은 그림 1과 같이 증폭기를 거친 후, 컴퓨터에 부착된 사운드 카드를 통하여 16bit, 11KHz로 녹음되었다. 흉부음 수집 대상은 6~10세 어린이로서, 천식으로 인하여 병원을 내원하여 천식 진단을 확정 받은 환자 5명과 정상인 환자 5명을 대상으로 소아과 전문의의 청진을 통하여 수집하였다. 수집된 정상인과 천식환자의 흉부음 예를 <그림 3>에 나타내었다.



<그림 1> 흉부음 검출 시스템



<그림 2> 흉부음 분석 소프트웨어

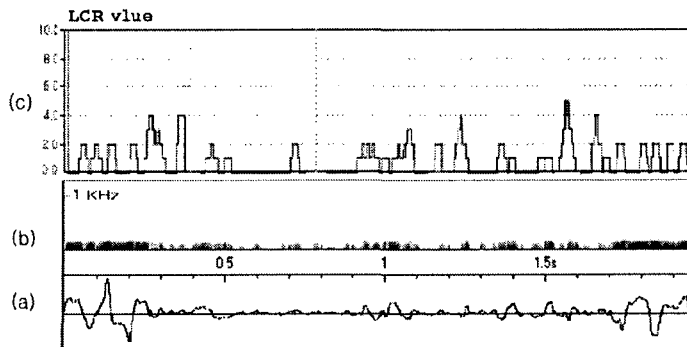


<그림 3> 흉부음 파형

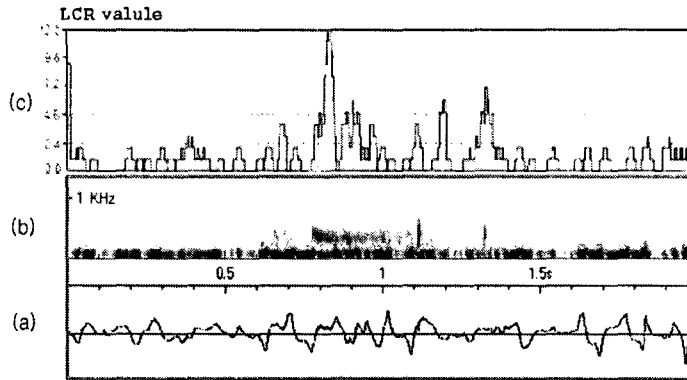
3. 실험 및 결과

3.1. 기관지 천식 데이터의 분석

흉부음에 첨가된 비정상적인 음을 보면 연속음과 비연속 음으로 나눌 수 있다. 연속 부수적 흉부음은 기도가 폐쇄되었을 때 폐쇄된 부위로 빠른 기류가 통과할 때 기도벽이 진동함으로써 주로 발생된다. 이때에 발생하는 소리가 만약 고음조라면 “wheeze”라고 부르고 저음조라면 “rhonci”라고 부른다. 그러나 “rhonchus”나 “rhonchi”라는 용어를 없애고 이러한 음을 저음조 “wheeze”라고 부르는데, 급성 기관지 경련이 있는 천식환자의 wheeze의 가장 높은 음조는 500Hz 정도이다[2][6].

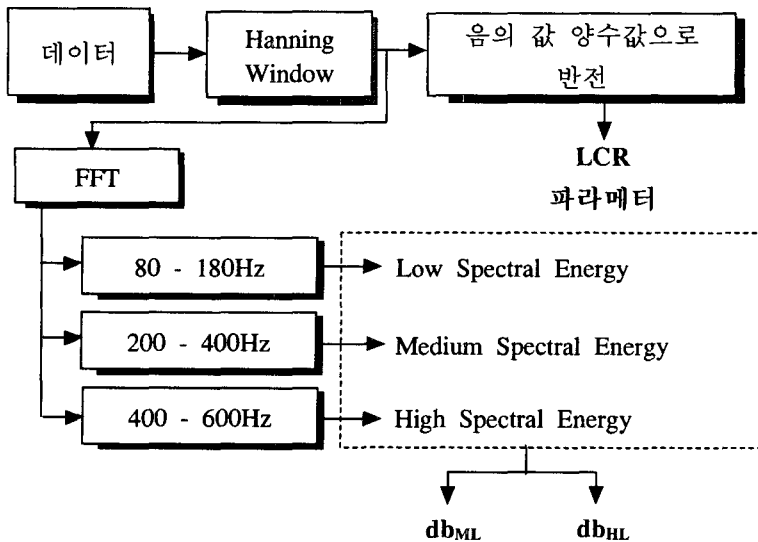


<그림 4> 정상 흉부음 파형(a), 스펙트로그램(b), 레벨 교차율(c)



<그림 5> 천식 파형(a), 스펙트로그램(b), 레벨 교차율(c)

<그림 4>는 정상인 흉부음의 파형, 스펙트로그램, 레벨 교차율을 나타내었다. <그림 4>의 정상 흉부음 파형의 스펙트로그램 분포는 100Hz이하에서 집중되어 있고 100Hz이상에서는 스펙트로그램 에너지가 미약한 것을 알 수 있으며, 레벨 교차율(level crossing rate) 또한 천식환자의 wheeze부분의 <그림 5>에 비해 낮은 값을 보이고 있음을 알 수 있다.



<그림 6> 데이터 분석 흐름도

<그림 5>에 천식환자로부터 검출된 파형, 스펙트로그램, 레벨 교차율을 나타내었으며, <그림 5>를 보면 천식환자의 wheeze 부분에서(<그림 5>의 0.5sec~1.2sec사

이) 스펙트로그램의 분포가 0~약 600Hz 사이에서 띠의 형태를 나타내고 있으며, 레벨 교차율이 증가됨을 알 수 있다.

천식 데이터의 분석을 위하여 <그림 6>과 같은 과정을 수행하였다. 윈도우는 Hanning window를 이용하였으며, 윈도우 크기는 300샘플로 정하였다. 그리고 주파수 분석은 1024 point FFT를 이용하였다.

레벨 교차율(LCR)은 문턱값(threshold)을 설정하여 각 프레임당 설정된 문턱값을 기준으로 신호의 파형이 교차하는 횟수를 의미하는 것으로 식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$L(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=m-N+1}^m \left(\frac{|\text{sgn}[x(n) - L_{th}] - \text{sgn}[x(n-1) - L_{th}]|}{2} \right) w(m-n) \quad (1)$$

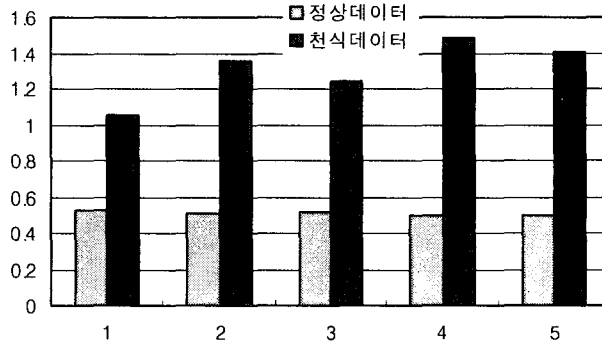
여기서,

$$\text{sgn}[x(n)] = \begin{cases} 1 & x(n) \geq 0 \\ -1 & x(n) < 0 \end{cases}$$

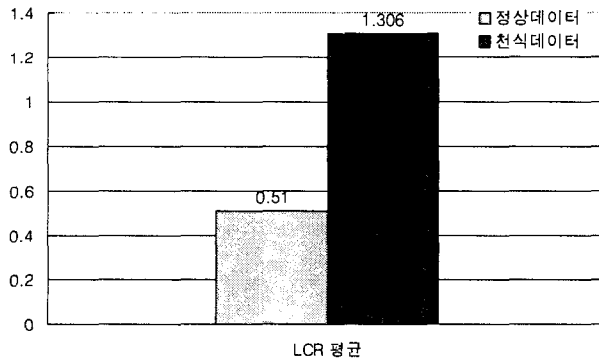
천식 파형의 wheeze 부분의 스펙트로그램 파형이 천식의 심한 정도에 따라 200~400Hz 그리고 400~약 600Hz 주파수 대역에서, 같은 천식 증상을 보이는 파형 일지라도 서로 다르게 분포되는 것을 관찰 할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 천식 파형의 스펙트로그램 분석을 위해서 주파수 대역을 3단계로 나누었다. 우선 기본적으로 흉부음이 갖고 있는 80~180Hz 대역의 주파수 에너지를 Low spectral energy로 설정하였으며, 200~400Hz 대역의 주파수 에너지를 Medium spectral energy로 설정하였다. 그리고 400~600Hz 대역의 주파수 에너지를 High spectral energy로 설정하였다. 이렇게 설정된 각각의 에너지를 이용하여 식 (2)와 같이 db_{ML} 과 db_{HL} 파라미터를 추출하였다.

$$\begin{aligned} db_{ML} &= \frac{\text{Medium Spectral Energy}}{\text{Low Spectral Energy}} \\ db_{HL} &= \frac{\text{High Spectral Energy}}{\text{Low Spectral Energy}} \end{aligned} \quad (2)$$

3.2 실험 결과



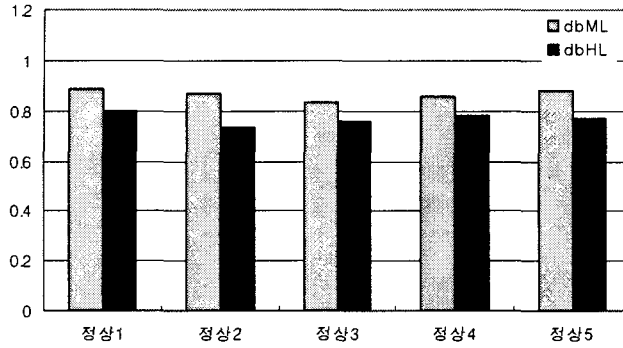
<그림 7> 정상과 천식 데이터의 LCR 비교



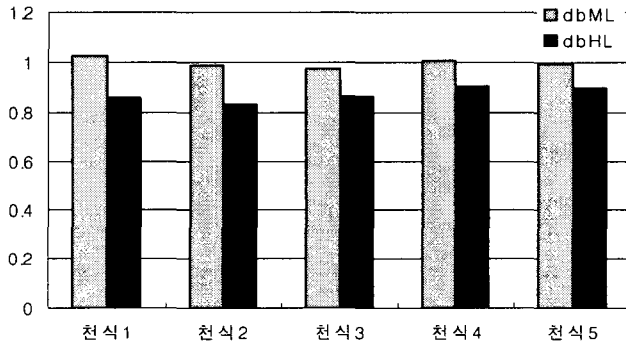
<그림 8> 정상과 천식 데이터의 LCR 평균값 비교

<그림 7>과 <그림 8>은 정상과 천식의 흉부음 데이터를 식 (1)을 이용하여 구한 LCR값을 비교한 그래프이다. 천식 파형의 wheeze 부분에서 LCR 값의 증가로 인하여 정상 흉부음 데이터의 LCR 값에 비해 천식음의 LCR 값이 높게 나타나는 것을 관찰할 수 있었다.

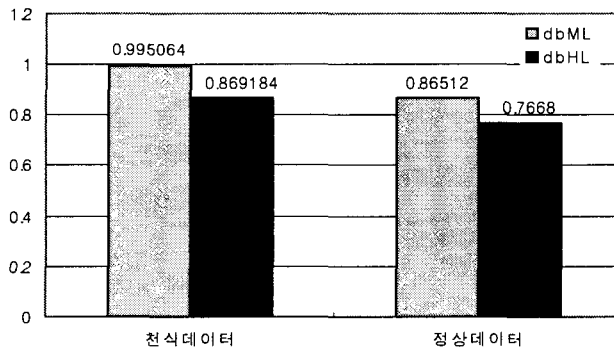
<그림 9>와 <그림 10>에 정상 흉부음 데이터의 db_{ML} 과 db_{HL} 값을 나타내었으며, <그림 11>에서 볼 수 있듯이 정상 흉부음 데이터와 천식 데이터의 db_{ML} 과 db_{HL} 값의 평균치는 $0.13(db_{ML})$, $0.1(db_{HL})$ 이상의 차이를 보였다.



<그림 9> 정상 흉부음 데이터의 db_{ML}과 db_{HL} 값



<그림 10> 천식 데이터의 db_{ML}과 db_{HL} 값



<그림 11> 정상과 천식 데이터의 db_{ML}과 db_{HL} 비교

4. 결 론

본 논문에서는 정상 흉부음 데이터와 천식 데이터의 분석을 통한 기관지 천식의 유무를 판별하기 위한 연구를 수행하였다. 정상과 천식을 구분하기 위해 시간 영역에서 LCR 값, 주파수 영역에서 db_{ML} 과 db_{HL} 파라미터를 이용하였다. 그 결과로 정상 흉부음 데이터에 비해 천식 데이터의 LCR 평균값이 0.8이상 높은 값을 갖는 것을 알 수 있었으며, db_{ML} 과 db_{HL} 는 각각 0.13, 0.1 이상의 차이를 보여 천식 질환을 뚜렷이 구분할 수 있다. 향후 더 많은 질환을 구분할 수 있도록 연구를 수행할 예정이며, 이번 연구를 통하여 제작한 흉부음 검출 시스템은 의료진이나 환자가 직접 사용할 수도 있고 서로에게 흉부음을 들려주고 파형을 보여줌으로써 좋은 진료 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 녹음과 저장 기능으로 흉부음 데이터베이스를 구축하여 의료 연구에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 이선희, “소아기관지 천식의 임상 역학적 고찰”, 석사학위, 한양대학교, 1988.
- [2] 최정신, 폐음, 현문사, 1994.
- [3] 임선희, 박기영 et al., “주성분 분석을 이용한 최적 흉부음 데이터 검출”, *대한전자공학회 하계논문집*, 26권, 1호, pp.2152-2155, 2003.
- [4] 신영기, *임상진단학*, 계축문화사, 1993.
- [5] M. H. Beers, R. Berkow, *The Merck Manual of diagnosis and therapy*, Merck Research Laboratories Division of Merck & Co. INC Whitehouse Station, NJ, 2000, 5.
- [6] 임재중, 이영주, 전영주, “기관 호흡음 검출 시스템을 이용한 정상인과 폐기능 질환자의 분류”, *전기학회논문지*, 49권, 4호, pp.220-224, 2000.

접수일자: 2004년 2월 17일

게재결정: 2004년 3월 15일

▶ 문인섭(In-Seob Moon)

주소: 광주광역시 동구 서석동 290

소속: 조선이공대학 정보통신과

전화: 062) 230-8336

FAX: 062) 230-8451

E-mail: mis@mail.chosun-c.ac.kr

▶ 최형기(Hyoung-Ki Choi)

주소: 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

소속: 전북대학교 전자공학과 음성처리연구실

전화: 063) 272-1177

FAX: 063) 276-0928

E-mail: sspchoi@chollian.com

▶ 이철희(Chul-Hee Lee)

주소: 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

소속: 전북대학교 전자공학과 음성처리연구실

전화: 063) 272-1177

FAX: 063) 276-0928

E-mail: chlee@ssplab.chonbuk.ac.kr

▶ 박기영(Ki-Young Park)

주소: 전주시 완산구 효자동 2가 1070번지

소속: 전주공업대학 정보통신과

전화: 063) 220-3852

FAX: 063) 220-3859

E-mail: kypark@jtc.ac.kr

▶ 김종교(Chong-Kyo Kim)

주소: 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

소속: 전북대학교 전자정보공학부

전화: 063) 272-2402

FAX: 063) 276-0928

E-mail: cckim@moak.chonbuk.ac.kr