

소아 천식 진단을 위한 소아 울음소리 분석 요소 검출

박선애*, 김봉현*, 이세환*, 가민경*, 조동욱**, 김승연*

*한밭대학교 컴퓨터공학과

**충북과학대학 정보통신학과

e-mail:annie011@nate.com

Extraction of Baby Crying Analysis Element for Baby Asthma Diagnosis

Sun-Ae Park*, Bong-Hyun Kim*, Se-Hwan Lee*, Min-Kyoung Ka*,
Dong-Uk Cho**, Seung-Youn Kim*

*Dept of Computer Engineering, Hanbat National University

**Dept of Information & Communication Science, Chungbuk Provincial
University of Science & Technology

요 약

최근 들어 환경 오염과 식습관의 변화로 인해 알레르기성 질환이 널리 유발되고 있다. 특히 평생 건강의 시초라 할 수 있는 소아 시기에 알레르기로 인한 천식, 비염 및 아토피 등의 증세는 소아 뿐만 아니라 부모까지도 위험 요소로 크게 자리잡고 있는 실정이다. 따라서 본 논문은 소아기에 가장 흔하게 발생하는 질환인 소아 천식을 예방하려는 목적으로 연구를 행하였다. 의사 표현 능력이 부족한 소아에게서 울음소리는 소아의 유일한 자기 표현 방법이다. 본 논문에서는 천식을 앓고 있는 소아의 울음소리를 분석하였으며 정상 소아의 울음소리를 동일한 환경 설정으로 분석하여 이를 비교, 분석하여 천식 질환 소아와 정상 소아간의 상관성을 입증하고자 한다.

1. 서론

최근 들어 환경오염과 인스턴트식품, 패스트푸드 음식 등의 대중화로 인해 알레르기성 질환을 앓고 있는 아이들과 감기로 고생하는 아이들이 늘어나고 있는 실정이다. 특히, 천식은 알레르기성 질환의 하나로 항원(알레르기 유발물질)에 대한 과민성 면역반응으로 인해 신체장애를 유발하는 질환이다. 조사결과에 따르면 1~4세의 소아 천식 유병률은 23.7%에 달하고 있으며 남아의 유병률이 25.3%로 여아의 21.9%보다 약간 높게 나타났다. 이는 전체 연령대별 평균 천식 유병률 4.2%의 6배에 달하는 높은 비율로 소아 천식 환자가 급증하고 있는 상태이다. 또한 5~9세 소아의 유병률 역시 10.9%로 소아 천식이 어린이 건강을 심각하게 위협하고 있는 것으로 나타났다[1].

따라서 본 논문에서는 평생 건강을 해칠 수 있는 소아 천식을 의사 표현 능력이 부족한 소아 때부터 조기에 진단할 수 있는 기법을 제시하고자 한다. 이를 위해 소아의 울음소리를 음성학적 요소들을 통해 분석하여 정상 소아와의 비교, 분석을 통해 조기 진단을 행할 수 있는 음성 분석 요소들을 검출하고자 한다.

2. 소아 천식

2.1 소아 천식의 개요

소아 천식은 기본적인 부분에서는 성인 천식과 동일하다. 천식은 부모로부터 직접적으로 유전된 것이라기보다는 과민, 즉 알레르기 체질이 유전된 것이라고 해야 할 것이다. 소아 천식은 대부분이 아토피를 앓은 병력이 있는 경우가 많고, 알레르기나 가족력이 있는 경우가 흔하다. 천식은 유전적인 요인과 다양한 환경적인 원인에 의한 질환이다.

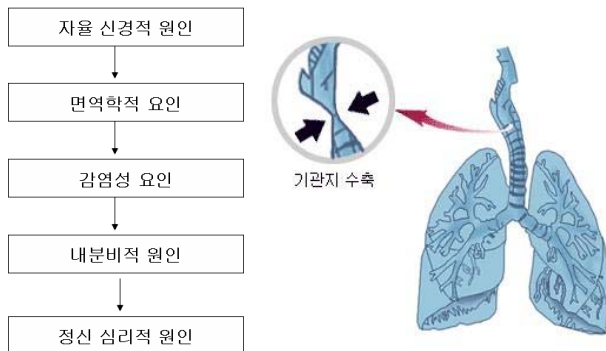
소아 알레르기성 질환을 유발시키는 과민반응 항원으로는 먼지, 집먼지진드기, 바퀴벌레, 곰팡이, 동물의 털, 배설물, 꽃가루, 찬 공기, 격렬한 운동, 담배연기, 향수, 페인트, 가스, 감기, 스트레스 등이 있다. 이러한 항원으로 인해 음식물 알레르기 및 태열을 시작으로 전형적인 아토피 피부염, 천식, 알레르기성 비염, 알레르기 결막염 등과 동반되거나 동시에 혹은 시간차를 두고 발생하게 된다. 그리고 이런 현상을 Allergic march 라고 한다[2].

2.2 소아 천식의 원인과 증상

(1) 소아 천식의 원인

소아 천식의 원인 중 대부분을 차지하는 것은 알레르기요, 체질적, 유전적으로 타고나거나 알레르기성 비염이나 아토피성 피부염 등 다른 알레르기 질환과 함께 나타나는 경우가 대부분이다.

소아 천식의 약 80~90%는 4~5세 전의 첫 증상이 나타날 정도로 소아에게 나타나기 쉬운 질환이다. 따라서 이를 초기에 진단하는 것이 중요하다. 한의학에서는 체질적으로 폐(호흡기)의 기능이 약한 아이가 천식을 앓는 경우가 많다고 보고 있다.



(그림 1) 소아 천식의 원인

(2) 소아 천식의 증상

소아 천식도 그 기본적인 병리적 특징은 성인의 경우와 마찬가지로 기관지 평활근의 수축, 기관지 점막의 부종, 그리고 점액의 과잉 분비에 의한 기관지강의 폐색 등으로 볼 수 있다. 소아 특히 유아의 경우에는 기도가 아직 충분히 발달해 있지 않아 성인에 비해 보다 막히기 쉬운 점도 염두에 두어야 할 부분이다. 또한 소아 천식을 일으키는 원인으로서는 알레르기 반응이 중심이 되는데 그 이외에도 바이러스 감염과 담배연기, 자동차의 배기가스, 정신적인 요인 등 여러 가지를 들 수 있다.

천식의 증상으로서 기침, 천명 그리고 호흡곤란이 나타나는데, 기침은 유아에게서는 가래를 동반 하는 경우가 많고, 조금 큰 어린이에게서는 마른기침이 많은 편입니다.

천식 증상의 대표적인 것으로 천명(쌩쌩거리는 소리, 그르렁대는 소리)과 기침이 빈발하여 호흡곤란을 일으키기도 한다. 성인과 같이 발작성 호흡곤란과 심한 천명을 초래하는 기관지 천식과, 삼출성 체질의 갓난아기가 기관지염에 걸려 기침과 천명 때문에 호흡곤란을 수반하게 되는 천식성 기관지염의 두 가지가 있는데, 이 양자를 총칭하여 소아 천식이라고 한다. 그러나 후자가 압도적으로 많고, 본래의 기관지 천식으로 이행하는 것은 10% 전후에 해당한다[3].

천명은 반복적이고 지속적으로 나타나는 경우가 많고 호흡곤란은 노작성 호흡의 형태를 띠는데, 내쉬는 숨이 길어지고, 쇄골상부나 늑골강이 호흡에 따라 함몰되고, 어깨

를 들썩이며, 심해지면 말하기도 곤란하게 되며, 수족이 차가워지고 청색증(치아노제)을 나타내며, 누워서 잠을 들 수 없고, 앉아서 호흡(기좌호흡) 하게 되는 것까지 여러 종류가 있다.

3. 울음소리 분석 환경 및 요소

본 논문에서는 폐와 기관지를 올려나오는 소아의 울음소리를 음성학적 요소별로 분석하면 정상 소아와 차이가 발생할 것이라는 예측을 전제로 연구를 진행하였다. 이를 위해 연구에 필요한 실험 대상자들을 정상 소아군과 소아 천식군으로 분류하여 동일한 조건과 형태로 울음소리를 녹음하여 비교, 분석을 행하였다. 동일 실험에 대한 환경은 잡음이 가급적 없는 공간에서 실험 대상자의 입과 마이크를 20cm로 유지한 후 울음소리를 5초 정도 3회간 반복 녹음하여 분석하였다. 이와 같은 실험 환경속에서 녹취한 울음소리를 비교, 분석하여 소아 천식 질환자와 정상 소아간의 상관관계를 판단할 수 있었다. 결국 이러한 사실에 입각하여 소아 천식 질환을 진단하기 위한 한의학적 청진 자료의 기반 기술을 구현할 수 있었다.

총 실험 대상은 소아 천식 질환자와 정상 소아로 분류하여 행하였으며 소아 천식 질환자의 표본은 현재 소아 천식 질환을 앓고 있으며 충청지역의 C 대학병원과 대전지역의 S 종합병원에서 치료를 받고 있는 소아 환자들을 대상으로 구성하였고, 정상 소아의 표본은 주변에서 배가고프거나 졸려서 우는 아이들을 대상으로 행하였다. 아래 <표 1>에 소아 천식 질환자 및 정상 소아에 대한 임상 데이터를 나타내었다.

<표 1> 실험 대상자에 대한 임상 데이터

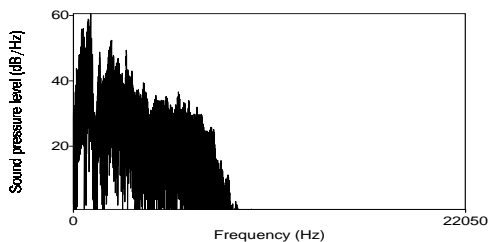
구분	병증	나이	성별
A	소아천식	생후6개월	남
B	소아천식	생후12개월	남
C	소아천식	생후14개월	남
D	소아천식	생후17개월	여
1	정상	4살	여
2	정상	5살	남
3	정상	6살	남
4	정상	생후12개월	남

4. 실험 및 고찰

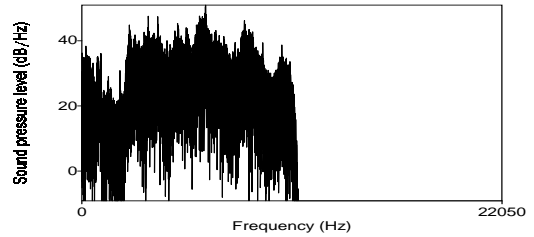
울음소리에 대한 수집을 위해 음성 데이터 수집 장치로는 삼성 Voice Yepp BR-1640을 사용하였고, 울음소리 분석을 위해 사용한 프로그램은 음성 분석 및 음성 변형 전문 프로그램인 Praat 4.2.07(made by Boersma and David weenink)을 사용하였다. Praat는 간단한 음성 분석에서 복잡하고 전문적인 음성 처리까지 가능하다[4]. 본 연구에서는 Praat를 이용하여 울음소리를 스펙트럼, 스펙트로그

램 및 Ltas로 분석하였다. 실험에서 사용된 첫째 분석 요소인 스펙트럼(Spectrum)은 정현파로 이루어진 신호의 주파수 성분을 간단하게 표현하는 것이다. 사람의 지문이 다르듯이 음성의 지문도 달라지게 된다. 지정된 한 시간 점에 대해서는 스펙트럼(Spectrum)이라고 한다. 둘째로 스펙트로그램(Spectrogram)은 성도의 모양 변화를 연속적으로 볼 수 있는 분석 방식이다. 스펙트로그램 분석은 일반적인 음성 분석 프로그램에서 보듯이 이미 지정된 메뉴방식으로 되어있지 않고 사용자가 원하는 형태로 분석구간과 분석방식을 지정할 수 있기 때문에 거의 모든 종류의 분석을 해 볼 수 있는 장점이 있다. 시간 간격(Time step)은 시간 축에서 해당 음성을 얼마의 간격으로 분석하여 나타내는가를 보여주고, 주파수 간격(Frequency step)은 주파수 축의 분석단계를 지정한다. 각 분석구간의 창 모양(Window shape)은 연속된 신호를 단절된 신호로 처리하여 Fast Fourier Transform(FFT)을 하기 위한 것으로 분석 결과에는 약간의 차이가 있지만, 청각적으로 중요한 차이는 없기 때문에 어떤 방식을 사용해도 좋다. 마지막으로 Ltas는 장기간 평균 스펙트럼(Long term average spectrum)을 나타내는데 이것을 이용하면 진폭 값을 데시벨(dB)로 나타내어준다. 각각의 주파수 값에 대해 1대 1로 진폭 값을 나타내어주는 것은 To Ltas(1to1)이다[4][5].

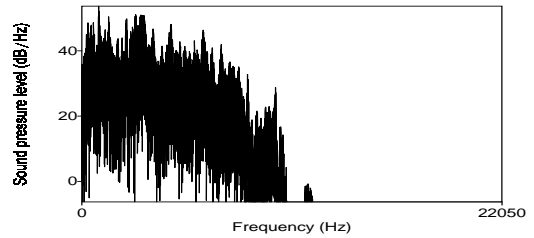
(그림 2)에서 (그림 4)는 소아 천식 질환자의 스펙트럼 분석 요소에 의한 결과 파형이며 (그림 5)와 (그림 6)은 정상 소아의 스펙트럼 분석 요소에 의한 결과 파형이다. 결과 파형에서 알 수 있듯이 소아 천식 질환자가 정상 소아보다 진폭이 간결하고 끝으로 갈수록 파형이 감소하는 것을 볼 수 있다. 또한 (그림 7)과 (그림 8)은 소아 천식 질환자의 스펙트로그램 분석 요소에 의한 결과 파형이며 (그림 9)와 (그림 10)은 정상 소아의 스펙트로그램 결과 파형이다. 스펙트로그램에서는 소아 천식 질환자의 경우 시간당 Hz의 변화가 불규칙적이지만 정상인의 경우 규칙적인 모양을 확인할 수 있었다. 마지막으로 (그림 11)과 (그림 12)는 소아 천식 질환자의 Ltas 분석 결과이며 (그림 13)과 (그림 14)는 정상 소아의 Ltas 분석 결과로 질환자의 경우에는 내려가는 계단식(직각삼각형)으로의 변화를 알 수 있었고, 정상인의 경우 전체적으로 주파수가 높아지더라도 큰 변화가 없는 규칙적인(직사각형 모양)것을 확인할 수 있었다.



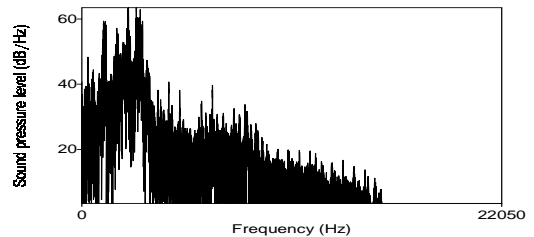
(그림 2) 질환자 A의 스펙트럼 파형



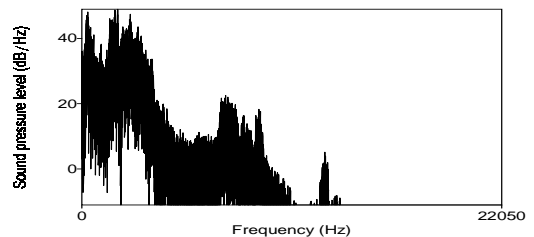
(그림 3) 질환자 B의 스펙트럼 파형



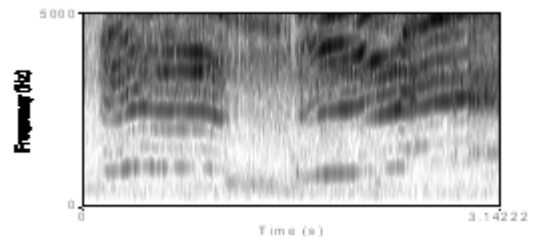
(그림 4) 질환자 C의 스펙트럼 파형



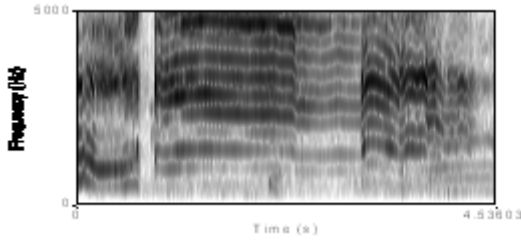
(그림 5) 정상소아 1의 스펙트럼 파형



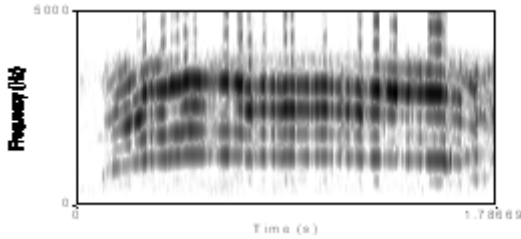
(그림 6) 정상소아 3의 스펙트럼 파형



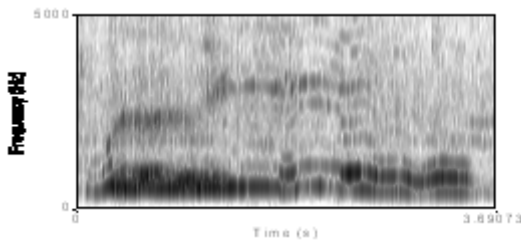
(그림 7) 질환자 B의 스펙트로그램 파형



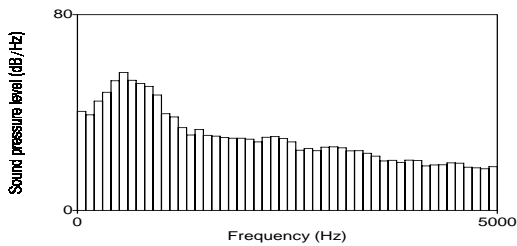
(그림 8) 질환자 D의 스펙트로그램 파형



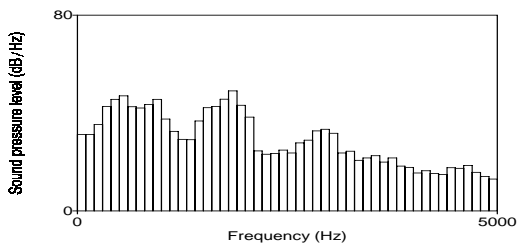
(그림 9) 정상소아 2의 스펙트로그램 파형



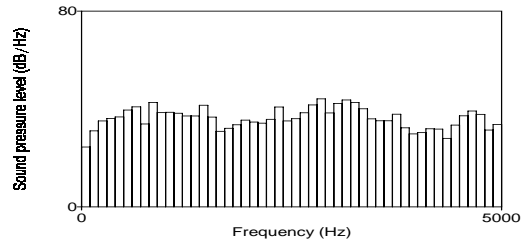
(그림 10) 정상소아 4의 스펙트로그램 파형



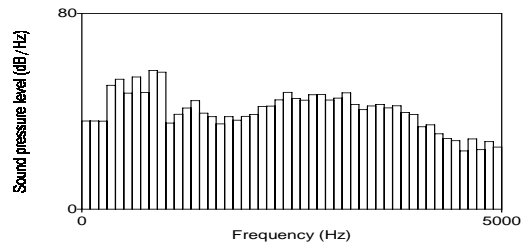
(그림 11) 질환자 C의 Ltas 파형



(그림 12) 질환자 D의 Ltas 파형



(그림 13) 정상소아 1의 Ltas 파형



(그림 14) 정상소아 3의 Ltas 파형

5. 결론

환경 및 주변 여건의 변화속에서 소아 천식은 발병율이 점차 높아지고 있는 실정이다. 그러나 소아 천식은 예방하는 방법이나 초기에 치료하기 쉬운 질환이다. 따라서 본 논문에서는 소아의 울음소리를 통해 소아 천식에 대한 질환 여부를 조기에 진단하기 위한 기법을 제시하였다.

이를 위해 실험 대상자를 소아 천식 질환군과 정상 소아군으로 분류하여 동일한 환경 설정속에서 울음소리를 녹취하였다. 이를 음성분석학적 요소인 스펙트럼, 스펙트로그램 및 Ltas를 이용하여 분석하였으며 두 집단간의 상관관계를 비교, 분석하여 소아 천식 질환 여부를 판단하기 위한 기반 자료를 구축하였다.

향후 다른 음성분석 요소들을 추가하여 보다 많은 임상 데이터를 바탕으로 실험을 행하고 이를 기반으로 출력 변수에 대한 설계, 의학적 매핑화 및 재현성을 입증할 수 있는 데이터베이스를 구축한다면 소아 천식 질환 진단을 위한 정량적이며 객관적이고 시각화된 결과 출력이 가능한 시스템 구축이 가능하리라 여겨진다.

참고문헌

- [1] <http://blog.naver.com/hojupark1?Redirect=Log&logNo=50012086061>
- [2] 윤혜선, 임상 소아천식, 소화출판사, 2002.
- [3] 김남선, 코알레르기 동의보감, 중앙생활사, 2000.
- [4] 양병곤, 프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제, 만수출판사, 2003.
- [5] McClellan, Schafer, Yoder, Signal Processing First, Prentice Hall, 2007.