

# 소아 망진을 위한 얼굴 특징 추출 및 영아 산통 진단을 위한 울음소리 분석

조 동 옥<sup>†</sup> · 김 봉 현<sup>††</sup>

## 요 약

의사 표현 능력이 떨어지는 소아들은 질병 발생시 이를 효과적으로 자신의 불편함을 표현할 방법이 없다. 따라서 임상의들은 소아 환자의 부모들로부터 문진(inquiring)을 통해 질병 진단을 하고 있는 것이 현 실정이며 이는 잘못된 진단 결과를 초래 할 수 있는 문제점을 가지고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 인체 오장 육부의 생체 신호가 안면과 음성에 반영되어 나타난다는 한방 원리를 이용하여 소아 망진, 소아 청진 기기를 개발한다. 그 결과 진단시 임상의들의 직관을 시각화, 객관화, 정량화하여 소아 질병 진단의 정확성을 기하고자 한다. 본 논문은 전체 개발 시스템 중 그 첫 번째 작업 수행 결과로서 소아 망진의 경우 색상 보정, YCbCr 적용과 살색 영역 선정 그리고 오관 및 명당 추출 방법 등을 개발한다. 또한 소아 청진의 경우 피치, 강도, 포먼트 분석을 통해 영아 산통 질병의 울음소리 특성을 수치화하였으며 이를 통해 임상의들의 직관을 객관화한다. 끝으로 실험에 의해 제안한 방법의 유용성을 입증한다.

키워드 : 한방, 망진, 청진, 명당, 울음소리 분석, 영아 산통

## Face Feature Extraction for Child Ocular Inspection and Diagnosis of Colics by Crying Analysis

Dong Uk Cho<sup>†</sup> · Bong Hyun Kim<sup>††</sup>

### Abstract

There is no method to control for the child efficiently when disease happens who cannot be able to express his symptoms. Therefore, doctor's diagnosis depends on inquiring from child's patients, that leads to wrong diagnosis result. For this, in this paper, we would like to develop child ocular inspection, auscultation diagnosis instruments, using Oriental medicine principle that living body signal of five organs and six hallow organs which reflects patients face and voice. We would like to get more accurate diagnosis result for child's symptoms from doctor's intuition on the basis of diagnostic sight visualization, objectification, quantization itself. This paper develops color revision, YCbCr application, and face color selection and five sensory organs and nose or apex extraction method etc, in child ocular inspection by first work achievement sequence among the whole development systems. Also, in occasion of child auscultation, crying characteristics of colics through pitch, intensity and formant analysis is numerized and objectifies doctor's intuition through this. Finally, experiments are performed to verify the effectiveness of the proposed methods.

Key Words : Oriental Medicine, Ocular Inspection, Auscultation, Nose or Apex Nasi, Crying Analysis, Colics

### 1. 서 론

우리나라의 경우 초고령화 사회(super aged society)로 접어들면서 OECD의 다른 선진국에 비해 저 출산율로 상당한 사회적 문제를 안고 있다. 따라서, 아이에 대한 건강과 육아 부분이 대단히 중요한 사회적 문제로 인식되고 있는 실정이다[1]. 특히, 특별한 천연 자원이 없는 우리나라 입장에서는 인적 자원이 중요한 국가적 자원이며 이를 위해 출산율을 높

이기 위한 방법이 중앙 정부와 지방 정부 모두에서 강구되고 있는 상황이다. 따라서 출산율 높이기와 더불어 출생한 아이의 건강이 국가적 자원이 되는 실정에서 영아와 소아들의 건강과 관련된 프로젝트는 사회적 요구 사항이 되고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 영아와 소아들의 얼굴과 울음소리로부터 질병과 관련된 문제를 파악할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 이중 영아와 소아 얼굴로부터는 특징 영역을 추출하고 질병 진단과 관련된 얼굴 내 주요 영역인 오관 영역과 명당 영역을 분할하는 방법을 제안한다. 또한 언어 구사 능력이 없는 영아와 소아들의 유일한 의사 전달 도구는 울음이다. 따라서, 본 논문에서는 소아와 영아의 울음소리로부터

<sup>†</sup> 정 회 원 : 충북과학대학 정보통신과학과 교수  
<sup>††</sup> 정 회 원 : 한밭대학교 정보통신전문 대학원 컴퓨터공학과 박사과정  
 논문접수 : 2005년 11월 25일, 심사완료 : 2006년 3월 27일

현재 이 아이가 질병으로부터 고통을 느끼고 있는지를 파악할 수 있는 방법론도 제한한다. 이를 위해 영아 산통을 중심으로 아이의 울음소리를 분석하여 통증을 느끼고 있는지를 분석한다. 특히, 본 논문에서 적용하는 진단 방법은 한방에서 질병 진단을 위해 사용하고 있는 4가지 진단 방법[2]중 망진과 청진 방법이며, 본 논문은 이를 IT 기술에 의해 한방 진단 방법을 기기로 구현하기 위한 시도이다. 아울러 이러한 기기의 구현으로 양방과 달리 네트워크를 통한 사이버 병원 시스템을 구축하여 인체의 생체 신호 분석을 통한 질병 진단을 행하고자 한다. 이는 임상 현장에서 진단 결과를 시각화, 객관화, 정량화, 계량화 할 수 있다는 장점을 갖는다. 또한, 이로 인해 IT 기술과의 연계를 통한 한의학에 대한 인식의 전환과 함께 한방에 대한 시장 점유율과 환자들의 선호도가 현재보다 훨씬 향상될 것으로 여겨진다.

## 2. 개발 시스템에 대한 개요

### 2.1 기존 방법들과의 비교

기존의 얼굴 특징 추출 방법에 대한 연구는 생체 인증을 위한 목적으로 사용되어 왔다. 영상 인식 기술은 사용자가 유일하게 보유하고 있는 생물학적 특징을 사용하는 생체정보 패턴을 신원 확인의 방법으로 사용하였다. 따라서 생체 인식 분야의 기술력은 사람에게서 측정 가능한 생리학적, 행동학적 특징을 추출하여 본인 여부를 비교하고 확인하는 시스템으로 생체 인증에 초점이 맞추어져 있다. 이에 비해 본 논문은 아래 <표 1> 과 같이 얼굴 특징 추출 방법을 이용하여 한의학에서 소아 망진 방법을 IT 기술로 기기로 개발하고자 하는 것이며 따라서 본 논문은 전체 시스템 중 그 첫 번째 작업으로 질환 진단에 필요한 오관 및 명당 부위를 추출하고 이를 통해 차후 찰색(察色)에 필요한 전(前)처리 작업을 행한다.

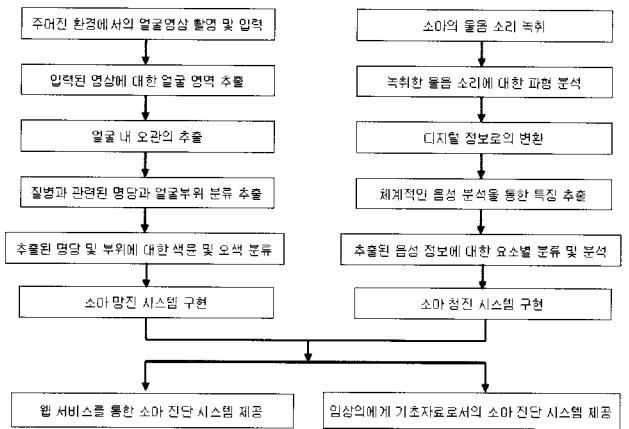
<표 1> 기존 방법들과의 차이

	기존 방법	본 연구 방법
적용 대상	생체 인증	소아 질환 진단
활용 형태	눈, 코, 입 추출과 기하학적 특징 추출	오관 및 명당 추출을 통해 찰색 작업 수행

### 2.2 개발할 시스템 구성

본 논문은 질병을 진단할 때 임상주의 오감(五感)을 중요시 여기는 한방의 우수한 4가지 진단 방법 중 망진과 청진 방법을 이용하여 생체 신호를 파악함으로써 소아의 질병 유무를 진단하는 시스템을 개발한다.

이 중 망진은 안색, 체격, 피부점막, 손톱의 색, 동작, 혀와 근육의 상태 등 환자의 외견적 상태를 진단하는 방법으로, 본 논문의 전체 개발 시스템 중 망진 부분은 망진을 위한 최적의 촬영 조건에 입각한 입력 영상에 대한 분석과 영역 분할 기법을 이용한 소아 얼굴 영역의 추출, 오관의 추출, 명당 추출 방법 및 표현 등을 수행한다. 또한, 청진은 환자의 호흡



(그림 1) 소아 질병 유무 진단 시스템의 전체 흐름도

과 목소리, 위장의 정수음, 복부음, 입냄새, 배설물의 냄새나 색깔 등을 보고 진단하는 방법으로, 본 논문에서의 청진 부분은 소아 울음소리를 분석하여 질병 유무에 대한 파악과 질병이 있을지 그것이 어떤 질병인지 판단한다. 특히, 소아 울음소리 분석을 위해 영아 산통(colics) 환자를 대상으로 실험을 수행하였다. 이를 위한 소아 망진의 전체 시스템 구성은 (그림 1)과 같으나, 본 논문에서는 소아 망진을 위해 질병과 관련된 명당과 얼굴부위 분류 및 추출에 관한 단계까지를 진행한 것으로, 이는 망진을 위한 최적의 입력 영상 데이터를 위한 이미지의 촬영 조건에 대한 분석과 얼굴 영역 분할 및 특징 추출 등의 연구가 진행된 단계이다. 또한 영아 산통 진단을 위해 체계적인 음성 분석을 통한 특징 추출 단계까지 진행되었다.

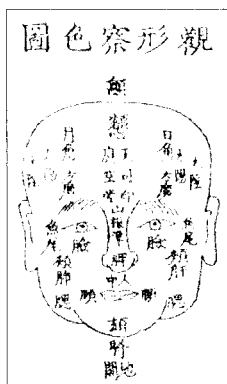
## 3. 망진에 대한 이론 및 실험, 고찰

### 3.1 망진(望診 : Ocular Inspection)

한방에서 질병을 진단하는 방법에는 크게 외견상 환자의 상태나 동작을 보고 진단하는 망진(望診), 환자에서 들리는 호흡 및 소리 등을 듣고 진단하는 청진(聽診), 환자의 자각 증상이나 생활 습관, 환경, 과거의 질환 등을 묻고 진단하는 문진(問診), 그리고 환자를 직접 만져보고 진단하는 맥진(脈診)이 있다. 이 중 가장 중요하게 여기는 진단 방법이 망진과 청진인데, 이는 인체의 생체 신호가 얼굴과 소리에 나타나기 때문이다. 특히, 소아 진단에 있어서 망진(望診)은 한방의 여러 진단 방법 중 가장 중요한 방법으로, 이는 소아의 체와 신이 아직 완전히 발육하지 않은 상태이며, 소아의 맥 자체가 약하고 빠르며, 울거나 보철 경우 맥을 잡아 진단하기가 어렵기 때문에 직접적으로 진료하기에는 망진이 가장 잘 나타나고 정확하다고 볼 수 있다. 특히, 소아 망진은 얼굴의 신색과 얼굴표정, 이목구비, 눈동자 정광들을 토대로 상태를 진단하는 것으로[3, 4] 소아 망진의 경우 신색과 형태를 중요 진단 자료로 삼고 있다. 이때 신색을 보는 것은 소아의 정신 상태와 관찰찰색으로 진단하는 경우이며 형태를 살피는 것은 머리와 모발을 가지고 진단하는 방법을 말한다[5, 6].

3.1.1 찰색 부위에 따른 소아 진단

한방의 망진에서는 기본적으로 건강 상태를 살피기 위해 얼굴 부위를 이마, 왼쪽 뺨, 오른쪽 뺨, 이마, 턱, 코로 나누어 각 부분과 신체 기관의 연관성에 대해서 파악하고 있으며 이를 좀 더 분화해 얼굴 내 각각의 명당 부위의 색에 따른 건강 상태에 따라 질병 유무와 질병명을 진단하게 된다[7, 8]. 주요 질병 부위들은 (그림 2)와 같은 관형찰색도에 나타낸다[5].



(그림 2) 관형찰색도

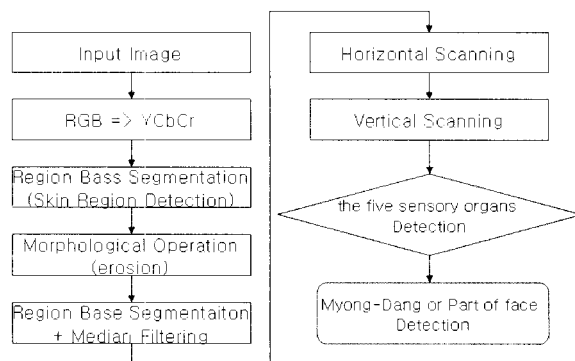
본 논문에서는 소아 얼굴 영상으로부터 얼굴 영역을 추출하고 오관 추출과 명당 부위 추출에 대해 제안하였다. 특히, 본 방법은 본인 여부를 확인해 주는 생체 인증 시스템과 달리 얼굴 영역에서 질병과 관련있는 부위를 추출하고 이 부위의 색과 색온 그리고 어느 부위가 무슨 색을 띠고 있는가를 분석하는 것이 주된 작업이기 때문에 생체 인증 시스템과 추구하는 목표도 다르고 처리 과정도 다른 특징을 갖는다. 이때 가장 중요한 색은 통상 흑, 백, 청, 황, 적(黑, 白, 靑, 黃, 赤) 등의 오색으로 나뉘어 진다. (그림 3)은 소아 망진에 대한 예[9]를 보여준다.

	이마 부위의 푸르스름한 색은 경기가 있을 때 나타난다.
	양 눈썹사이가 붉은색이면 체내의 진액이 잘 흐르지 못해서 발생한 열이 있는 것이다.
	인중이 검은색이면 실사를 하고 위급한 상태이다.
	입술이 흰색이면 폐가 약하다는 뜻이다.
	턱 부위가 푸른색이면 밤에 우는 증세가 있는 것이다.

(그림 3) 소아 찰색 부위에 대한 예

3.1.2 망진을 위한 얼굴내 주요 질병 관련 부위 추출

본 논문에서는 최적의 조건 설정하에 소아의 얼굴을 촬영하였다. 논문에서 제시한 최적의 조건은 자연광을 이용하여 조명 각도를 순광으로 처리하고, 앵글은 얼굴 전체를 설정한 것으로 배경을 검정색으로 하여 영역 분할 시 성공률을 높이기 위한 조건을 설정하였다. 차후 전체 시스템 개발시 이 같은 최적의 조명을 갖춘 입력 장치를 제작할 계획을 가지고 있으며, 이를 이용하여 촬영한 입력영상으로 얼굴 피부색을 통한 영역 기반 분할로 얼굴 영역을 추출하고 침식 연산을 통해 오관 외에 작은 객체를 제거하거나 배경 확장에 따른 객체를 축소하고, 메디안 필터를 적용하여 잡음을 제거한 후 수직, 수평 스캐닝을 통해 오관을 추출한다. 그리고 추출된 오관의 가로길이와 세로길이를 기반으로 질병에 관련된 명당 및 얼굴의 각 부위를 분류한다. (그림 4)에 망진을 위한 얼굴 영역 추출과 오관 및 명당 등을 추출해 내는 방법을 나타낸다.



(그림 4) 질병과 관련된 명당 추출을 위한 시스템 흐름도

입력 영상에 대해 YCbCr로 변환하여 사용하는 것은 RGB의 색 범위에서 피부색의 영역 범위를 지정하는 것보다 YCbCr로 변환하여 피부색 영역을 결정하는 것이 더 조밀하기 때문에 적용의 타당성과 문제 해결에 있어 효율적이다. YCbCr은 RGB(Red, Green, Blue)의 3가지 색을 섞어서 복합 신호로 활용한 것으로 Y는 밝기, Cb는 파란색의 정도, Cr은 빨간색의 정도를 나타낸다. RGB에서 YCbCr로의 변환을 위해 식(1)을 적용한다.

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.299900R + 0.58700G + 0.11400B \\
 Cb &= -0.1687R - 0.33126G + 0.50000B \\
 Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

입력 영상을 YCbCr로 변환하고 그 중에서 얼굴 영역을 추출해 내어야 하는데 얼굴 영역은 각기 다른 피부색을 보유하고 있으므로 개인의 피부색 차이를 생각하여 영역을 설정할 때 피부색 범위에 대한 정의가 명확하게 내려질 수 없고 주관적인 시각의 오차가 발생할 수 있기 때문에 주어진 영상에 대해서 밝은 곳, 어두운 곳, 색상이 진한 곳의 임의의 세 군데 포인트를 지정하여 그 포인트들의 Cb, Cr값의 최대값과 최소값을 구하여 그 값에 ±3값의 오류 허용치를 추가하여 피부색의 범위를 구하게 된다. 이를 통해 입력 영상에서 얼굴

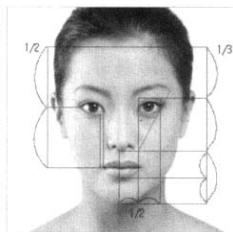
영역을 추출하게 된다.

$$B(x,y) = 1 \text{ if } ((\min C_b - 3) < C_b < (\max C_b + 3)) \cap (\min C_r - 3) < C_r < (\max C_r + 3) \quad (2)$$

$$0 \text{ else}$$

식 (2)를 통해 얼굴 피부색의 범위가 결정되면 범위에 포함된 곳은 하얗게 그렇지 않은 곳은 검정색으로 이진화하여 나타낸다. 검정색으로 표현된 부분에는 오관도 포함되지만 추후 영상처리에 전혀 필요없는 부분인 배경 또한 포함되기 때문에 이 부분을 모폴로지 연산 중 침식 연산을 통해 제거하게 된다. 침식 연산은 흰 물체의 둘레로부터 한 픽셀을 없애주는 효과를 가지는데 이는 흰 얼굴 영역에 둘레로부터 검정색의 배경을 제거할 수 있다는 것이다. 배경 제거 후에는 얼굴 영역과 오관만이 남게 되는데 얼굴 영역은 흰색으로, 오관은 검정색으로 표현되므로 다시 한번 영역 기반 분할로 얼굴 영역을 제거하면 오관이 남게 된다. 이후 강한 경계선을 보존하고 기존의 경계선을 좀 더 상세하게 표현하기 위해 메디언 필터링을 적용한다. 메디언 필터링은 이미지의 화소들에 대하여 임의 크기의 윈도우를 슬라이딩 하면서 오름차순으로 정렬시키고 중간값을 윈도우 중심에 대응하는 출력 영상에 위치함으로써 픽셀을 중간값으로 배정하여 기존의 경계선을 강화시킬 수 있다[10, 11]. 이들 전체 픽셀 중 1/10 이상인 것과 1/50이하인 것을 제거하면 기타의 잡음 등이 사라지고 오관만이 남게 되는데 이를 수직 스캐닝과 수평 스캐닝을 통해 가로, 세로의 시작점과 끝나는 점을 추출하여 연결하게 되면 눈, 코, 입의 영역을 추출할 수 있다.

최종적으로 눈, 코, 입의 영역의 크기를 표현하고 가로길이를 x, 세로길이를 y로 임의 지정한 후 구해진 얼굴 영상 중에서 눈, 코, 입의 위치를 기반으로 코와 입 사이를 인중(人中)으로, 입에서 입의 y값만큼 내려간 위치를 지각(池閣), 맨 위에 위치한 눈과 눈 사이는 산근(山根), 소아의 얼굴 비율을 이용하여 추출된 눈에서 눈의 2y 위치에 눈썹이 존재하기 때문에 산근에서 2y 위를 인당(印堂), 인당에서 눈의 y값 높이만큼 올라간 부분을 천정(天庭)이라 명당 부위를 지정한다. (그림 5)와 같이 얼굴 전체에서 이목구비의 크기를 이용하여 x축과 y축을 통해 진단에 필요한 명당 부위를 추출할 수 있다.

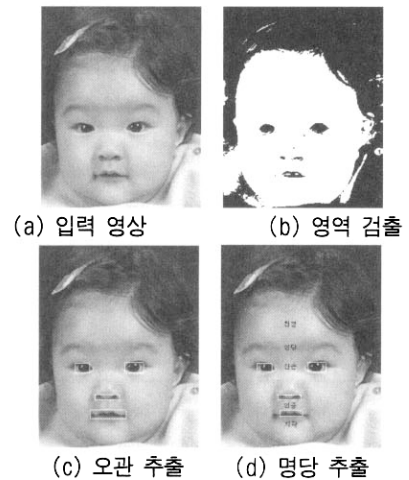


(그림 5) 얼굴 대칭도

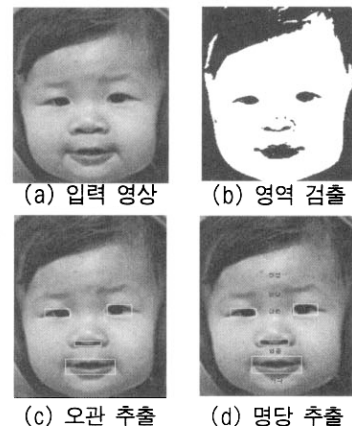
### 3.2 실험 및 고찰

소아 망진을 위한 본 논문에서의 실험은 IBM-PC상에서

Visual C++ 6.0으로 구현되었다. 전체 실험은 30명에 대해 실험을 수행하였으며 지면상 이유로 이 중 6명의 실험 결과를 나타내고자 한다. 우선 (그림 6)은 처리 과정에 따른 결과 영상을 나타낸 것으로 (a)는 입력 영상이며, (b)는 추출한 얼굴 영역에 대한 이진화 영상이다. 그리고 (c)는 얼굴의 오관을 검출한 것이며, 마지막으로 (d)는 명당의 위치를 구한 최종 결과 영상이다. 마찬가지로 (그림 7) - (그림 11)까지의 (a)는 입력 영상이며, (b)는 추출한 얼굴 영역 검출 영상이고, (c)는 얼굴의 오관을 검출한 것이며, (d)는 명당의 위치를 구한 최종 결과 영상이다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 방법으로 총 30명의 소아 영상을 대상으로 실험했을 시 소아 망진을 위한 얼굴 영역을 100% 추출할 수 있었으며 코를 제외한 오관 부위와 명당 부위도 100% 추출할 수 있었다. 그러나 오관 중 코 영역은 총 30명의 실험 영상 중 60%의 추출 성공률을 보였는데 이는 코의 색상이 얼굴 색상과 유사한 관계로 발생한 문제이다. 이를 위해 형태학적 방법으로 코의 영역을 찾는 알고리즘 개선과 추출된 질병 진단 관련 부위들에 대해서 칼색과 색온 분석 등을 위한 임상 실험 수행 및 임상 데이터베이스 구축 등이 지속적으로 행해져야 하리라 사료된다.



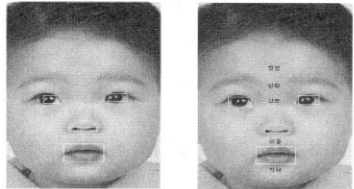
(그림 6) 처리 과정에 따른 실험 결과 1



(그림 7) 처리 과정에 따른 실험 결과 2



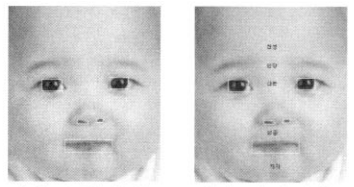
(a) 입력 영상 (b) 영역 검출



(c) 오관 추출 (d) 명당 추출  
(그림 8) 처리 과정에 따른 실험 결과 3



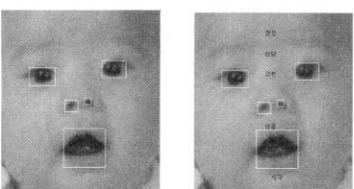
(a) 입력 영상 (b) 영역 검출



(c) 오관 추출 (d) 명당 추출  
(그림 9) 처리 과정에 따른 실험 결과 4



(a) 입력 영상 (b) 영역 검출



(c) 오관 추출 (d) 명당 추출  
(그림 10) 처리 과정에 따른 실험 결과 5



(a) 입력 영상 (b) 영역 검출



(c) 오관 추출 (d) 명당 추출  
(그림 11) 처리 과정에 따른 실험 결과 6

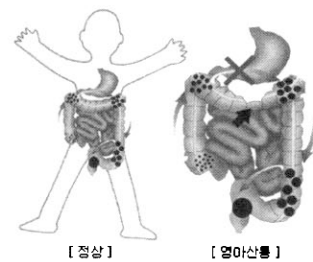
#### 4. 질병 진단을 위한 소아 울음소리 분석

본 논문에서는 영아의 울음소리를 분석하여 울음의 원인과 동기를 알아내는 시스템을 개발한다. 특히 전체 개발 시스템의 주된 내용은 아이의 울음소리를 분석하여 영아 산통을 중심으로 질병 유무를 판단하고 그 병이 영아 산통임을 진단하는 방법론을 제안한다.

##### 4.1 영아 산통의 의의 및 증상

###### 4.1.1 영아산통(Infantile Colic)의 의의

아기를 아무리 달래주어도 계속 우는 경우에 그 원인이 될 수 있는 질병 중 비교적 흔한 것이 영아 산통(“콜릭”)이라고도 하는데 그 의미는 “뺨치는 심한 통증”이라는 뜻을 갖는다[12]인데 이는 주로 생후 3개월 미만의 어린 영아들에게 주로 생기는 질병이다. 영아 산통은 갑작스러운 복통과 달래지지 않는 심한 울음을 특징으로 하는, 질병이라기보다는 여러 가지 증상의 복합체로 보는 것이 적절한 것으로 사료되고 있다. (그림 12)는 영아 산통을 나타낸 것으로[13] 과식, 소화 불량, 변비, 긴장, 위장 알레르기 및 미숙한 장 발달 등의 유발인자로 인해 발생하는 질환이다.



(그림 12) 영아 산통

###### 4.1.2 증상

영아 산통[2]이 오게 되면 아기가 갑자기 울기 시작하는데, 그 울음소리는 매우 크고 다소 지속적이며, 아기의 얼굴은 빨갛게 상기가 되어 있기도 하며 입 주위가 창백하게 되기도 한다. 이때 아기의 배는 상당히 팽창되며, 비록 두 다리를 일시적으로 쭉 뻗기도 하지만 주로 두 다리를 배 위로 끌어당기는 모습을 보인다. 발은 만져보면 차며 주먹은 꼭 쥐고 있다. 아기가 울다가 지쳐 탈진되면 그때야 울음을 멈추며 방귀를 뀌거나 변을 볼 때 동시에 일시적으로 갑자기 울음을 멈추는 경우도 있다. 어떤 아기들은 영아 산통이 유난히

자주 생기기도 하는데, 이런 아기는 주로 저녁이나 밤에 영아 산통이 생기게 된다[13].

#### 4.1.3 원인

영아 산통의 원인은 아기가 배가 고파 분유를 급하게 빨기 때문에 공기가 위와 장으로 많이 들어가거나, 분유를 너무 많이 먹는 경우 그리고 탄수화물이 많이 함유되어 있는 음식을 먹는 경우 위와 장이 늘어나기 때문에 통증이 유발된다고 추측되고 있다[13].

#### 4.1.4 진단

영아 산통이라는 진단을 내리기 위해서는 반드시 의사가 아기를 진찰한 후 장중첩증, 감돈 탈장, 아기의 눈을 눈썹이 찌르거나 눈에 눈썹이 들어가 있는 상태, 중이염, 신우염 등의 영아 산통과 비슷한 증상을 유발할 수 있는 질병들의 유무를 먼저 파악해야 한다. 따라서 영아 산통과 비슷한 증상을 보인다면 일단 병원을 내원하는 것이 좋다. 영아 산통의 진단 기준은 <표 2>와 같다.

<표 2> 영아 산통의 진단 기준

첫째	하루에 3시간 이상 울어야 한다.
둘째	1주일에 3일 이상 울어야 한다.
셋째	중세가 3주 이상 지속되어야 한다.
대부분의 경우 생후 3~4개월에 끝나지만 30% 정도는 생후 5개월까지도 갈 수 있다.	

### 4.2 영아산통병과 관련된 아이의 울음소리 분석

#### 4.2.1 영아산통의 울음소리 특징

주로 3개월 정도의 영아에서 나타나고 몹시 울고 보채며 보챌 때 얼굴이 빨개지고, 입 주위는 창백해지기도 한다. 보통 하지는 구부리고 손을 꼭 쥐고 힘을 주고 울며 배는 볼록하게 팽창되어 있다. 대부분 열, 구토, 설사 등의 증상이 없는 것이 특징이고 가끔 숨 넘어 가는 소리도 내곤 한다.

#### 4.2.2 영아산통의 울음소리 원인

영아 산통은 아무 이유 없이 우는 것이 아니라 아기가 긴장감을 느끼거나 과식으로 인한 소화불량 또는 위장 알레르기나 변비가 있는 경우이며 이외에 추정되는 원인으로는 배가 고프거나, 과식하거나, 아기가 많이 힘들어 하거나, 우유를 먹일 때 공기를 많이 먹었거나, 체질적으로 긴장성이거나, 가족관계가 불안정한 경우에도 잘 생기고 주위가 소란하고 어지러운 경우도 아이가 스트레스를 받아 더 잘 생긴다[14].

### 4.3 울음소리 분석 방법

본 논문에서는 울음소리를 분석하기 위해 음성 데이터 수집 장치로 삼성 Voice Yepp BR-1640을 사용하였고, 음성 신호의 비교 분석을 위해 Praat 4.2.07을 사용하였다.

#### 4.3.1 피치(Pitch)

사람 목소리의 높이는 음향적으로는  $f_0$  값으로 나타낸다.

보통 청각적으로 느끼는 음의 높이를 염두에 두고 피치가 높거나 낮다라고 표현하기도 한다.  $f_0$ 는 기본주파수(fundamental frequency)라고 부르기도 하는데 말하는 사람의 감정과 정서의 변화에 따라 달라진다. 피치값은 성대의 진동이 1초에 몇 번 있는가를 나타내는 것으로 성대의 크기, 길이 그리고 질량 등에 영향을 받는다[15].

#### 4.3.2 강도(Intensity)

음성 파형에서 강도값은 소리의 크기를 나타내는 중요척도이다. 일반적으로 음성 파형을 살펴보면 어떤 시간점에서의 진폭값이 음수와 양수로 나뉘어진다. 따라서 각각의 값들을 그대로 더한다면 0이 되어 최대 정점 값에서 최소 정점 값까지의 진폭폭을 측정하기가 곤란하다. 따라서, 음수값을 양수값으로 변환하기 위해 보통 진폭값을 모두 제곱하여 더한 뒤 다시 제곱근(root-mean square)을 구하여 나타낸다[15].

#### 4.3.3 포먼트(Formant)

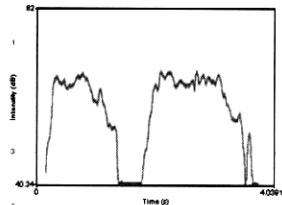
일반적으로 유성음(有聲音)의 경우 음파를 주파수 측정 분석기로 분석하면 각각의 음성에 고유한 주파수 분포도형이 얻어진다. 모음이면 성대의 1초간의 진동수를 나타내는 기본주파수(대체로 75~300Hz)와, 그 정수배의 고주파(倍音이라고도 한다)로 대부분 이루어진다. 이 고주파 중의 몇 개가 음성 분석시 사용되고 있으며(대체로 3개), 그 낮은 것부터 차례로 제1·제2·제3 포먼트라고 한다. 포먼트는 음성파형에서 발생하는 에너지의 정점에 해당하는 부분으로 조음기관의 변화를 나타내는 역할을 한다. 이것은 구강(口腔) 등의 크기에 따라서 개인차가 있으며, 이것이 개인의 독특한 음색이 생기는 한 원인이 된다[15].

### 4.3 영아 산통 판단과 관련된 실험 및 고찰

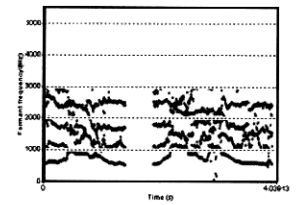
본 논문에서의 실험은 정상소아의 울음소리를 분석하고 이에 산통 소아의 울음소리를 분석하여 상호 비교하여 얻어진 결과 파형을 토대로 다른 산통 소아 3명의 울음소리를 분석하여 평균값을 추출한다. 총 실험 대상은 정상 소아 3명과 영아 산통 환자 3명이었는데 아이들의 보호자들로 부터 소아 환자의 울음 소리 녹취에 대한 허락을 대단히 어렵게 받았지만 이도 실험을 위한 허락이었고 발표를 위한 자료 공개는 각각 1명씩만 동의를 받은 상태이다. 따라서 음성 파형등과 같은 직접적인 자료는 허락 받은 한 명씩에 대해서만 공개가 가능하여 본 논문에서 공개 하도록 하고, 공개해도 직접적인 문제의 소지가 없는 수치값에 대해서는 아래 <표 3>과 같이 공개에 전혀 문제가 발생하지 않도록 그 평균치를 공개하고자 한다. 우선 (그림 13)은 자료 공개에 허락을 받은 소아 산통을 앓고 있는 아이의 울음소리에 대한 음성 파형을 나타낸다. 또한 (그림 14), (그림 15), (그림 16)는 영아 산통을 앓고 있는 아이 울음에 대한 피치, 강도, 포먼트값을 각각 나타낸다. 또한, 자료 공개에 허락을 받은 정상 아이의 울음 소리에 대한 음성 파형, 피치, 강도와 포먼트에 대해서도 각각 아래 (그림 17)에서 (그림 20)에 나타내었다. 그리고 영아 산통에 대한 울음소리 분석 결과와 정상 소아의 울음소리 분석 결과

에 대한 공개에 지장이 없도록 그 평균치를 아래 <표 3>에 나타내었다. 실험 결과를 분석하면 다음과 같다. 우선 정상 아이에 비해 영아 산통을 앓고 있는 아이에 대한 울음소리를 분석해 보면 <표 3>에서 알 수 있듯이 최저 피치값이 정상 소아보다 현격히 높다는 것을 알 수 있다. 또한, 제 1 포먼트 값과 제 3 포먼트값이 정상 소아와 소아 산통 환자와의 값이 현격하게 차이난다. 이는 턱의 열림과 입술의 둥근 정도에 따른 값으로 이 수치가 의미하는 바는 산통으로 인한 고통이 심해 정상아들과 비교시 크다는 것을 의미한다. 이를 통해 소아 산통을 앓고 있는 아이의 괴로움에 대한 정도가 정상 아이에 비해 그 정도가 높다는 것을 파악할 수 있다. 최고 피치값은 평균적으로 영아의 울림 정도가 비슷한 수치를 보였다. 그러나, 최저 피치의 물리적인 의미는 통상 슬픔, 배고픔, 피로움 등을 나타내 주는 척도로써 정상 아이에 비해 산통영아의 최저피치가 높았으며 그것은 그 아이의 슬픔, 피로움의 증상 정도가 정상 아이보다 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 영아 산통의 경우 통증이 심한데(즉, “콜릭”은 “뺨치는 심한 통증”이라는 의미임) 이것은 최저 피치와 제 1 포먼트, 제 3 포먼트로서 분석이 가능하며 소아 울음소리를 통해 아이의 울음 동기 즉, 통증의 유무를 파악할 수 있었고 그리고 그 원인에 해당하는 질병이 영아 산통임을 확인할 수 있었다. 결론적으로 본 실험은 임상인들이 청진에 대해 가지고 있는 직관 즉, 각 질병에 대해 소아 울음소리 형태가 독특한 특징이 있다는 것을 실제 음성 분석에 의해 확인할 수 있었다. 특히 본 논문은 소아 울음소리 특징을 영아 산통에 대해 실험을 하였으며 실험을 통해 임상인들의 직관을 시각화, 객관화, 정량화할 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 내원하는 병원마다 임상인들이 달리 진단을 할 수 있는 오류를 시각화, 수치화된 기기로 나타내 줌으로써 한방 질병 진단의 주관성을 객관화 할 수 있으리라 여겨진다. 앞서 언급했듯이 본 논문의 실험 수행시 가장 큰 문제는 바로 임상 자료 확보이다. 현재의 실험조차도 수개월간의 작업 끝에 간신히 임상 실험을 할 수 있었으며 이는 소아 환자 부모의 동의 없이는 실험이 불가능하기 때문이다. 본 연구자들이 통증이 심한 아이를 둔 부모에게 본 연구의 유용성을 입증하기 위한 실험 협조를 구하기가 대단히 어려웠으며 설혹 동의를 해 주었어도 논문이나 언론에 자료 공개 등에 대한 허락은 거의 해주지 않았다. 부차적으로는 녹취를 위해 소아가 울 때 까지 기다려야 하는 등의 문제 등도 존재하였다. 보다 많은 임상 자료를 가지고 실험을 행하는 것이 대단히 어려운 문제이며 영아 산통뿐 아니

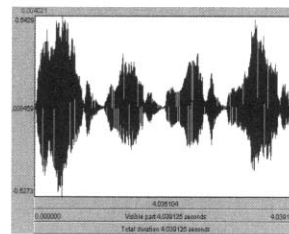
라 향후도 다른 질병들에 대한 소아 울음소리 분석시 임상 자료 확보 등에 대한 것이 가장 큰 난관으로 여겨지며 이를 극복하기 위해 해당 관련 기관에 협조 연구를 요청해 놓은 상태이다.



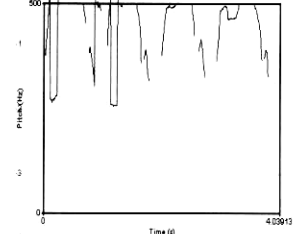
(그림 15) 영아 산통의 강도



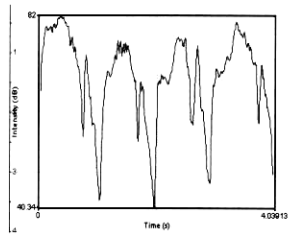
(그림 16) 영아 산통의 포먼트



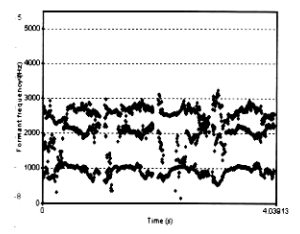
(그림 17) 정상 소아의 울음소리 파형



(그림 18) 정상 소아의 피치



(그림 19) 정상 소아의 강도



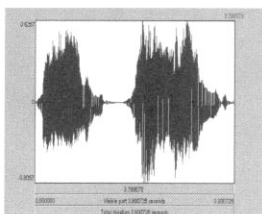
(그림 20) 정상 소아의 포먼트

<표 3> 울음소리에 대한 분석 결과

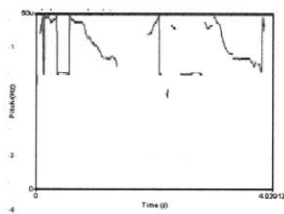
	영아 산통에 대한 울음소리 분석 결과	정상 소아에 대한 울음소리 분석 결과
Maximum Pitch	527.8071477846 Hertz	528.092Hertz
Minimum Pitch	154.6219191988 Hertz	107.346Hertz
Intensity	77.69699869886 dB	76.262dB
1 Formant	244.9842066974 Hertz	689.453 Hertz
2 Formant	1324.350564952 Hertz	1153.013 Hertz
3 Formant	341.4704372063 Hertz	2107.535 Hertz
4 Formant	163.3808039537 Hertz	342.42 Hertz

### 5. 결 론

초 고령화 사회를 맞아 건강한 삶을 누리기 위한 인간의



(그림 13) 영아 산통의 울음소리 파형



(그림 14) 영아 산통의 피치

목표는 보다 더 뚜렷해지고 있다. 특히, 질병의 치료보다는 예방과 보건의 중요한 상황이 되어 가고 있으며, 이를 가능하게 해 주는 것이 바로 한방의 우수한 기술을 IT로 구현했을 때이다. 이를 위해 본 논문에서는 한의학의 소아 진단 방법을 IT기술과 접목하여 소아의 질병 유무와 질병의 종류를 진단하는 방법에 대해 제안하였다.

특히 본 논문은 소아 망진의 경우 소아 얼굴 영역 추출, 오관 영역과 명당 부위 추출 등에 대해 다루었고 소아 청진의 경우는 영아 산통을 울음소리 분석에 의해 행하는 실험을 수행하였다. 실험 결과에서 확인할 수 있듯이 인간 장기의 건강 상태가 얼굴과 소리에 나타나므로 이 같은 생체 신호를 분석하여 그 원인과 동기를 파악하는 것을 기술로 구현한다면 아이들의 질병을 조기에 발견하여 저 출산국인 우리나라 입장에서는 기술력으로 인해 소아 건강을 증대시킬 수 있는 사회적 의료 혜택 효과를 가져 올 수 있을 것으로 여겨진다.

### 참 고 문 헌

[1] [http://inews.mk.co.kr/CMS/headLine02/headline05/6883478\\_4633.php](http://inews.mk.co.kr/CMS/headLine02/headline05/6883478_4633.php)  
 [2] <http://blog.naver.com/cik0719>  
 [3] 청담아이누리한의원, '한방 소아클리닉', 효성출판사, 2005.  
 [4] [http://ddc1.dju.ac.kr/~didimtelad/didimtel\\_ver50/](http://ddc1.dju.ac.kr/~didimtelad/didimtel_ver50/)  
 [5] 신동원, 김남일, 여인석, '한권으로 읽는)동의보감', 들녘, 1999.  
 [6] <http://jboard2.superboard.dreamwiz.com>  
 [7] 백승현, '얼굴을 보면 건강과 성공이 보인다'. 태웅출판사, 2001.  
 [8] 마의천, '察色の 神秘', 杏林閣, 1989.  
 [9] [http://www.insarang.com/atopy/atopy\\_info/view.asp?code=atopymnc&board\\_idx=7&gotoPage=1](http://www.insarang.com/atopy/atopy_info/view.asp?code=atopymnc&board_idx=7&gotoPage=1)  
 [10] 최형일, 이근수, 이양원, '영상처리 이론과 실제', 홍릉과학출판사, 1999.  
 [11] Shi and Malik, "Image and video segmentation : the normalized cut framework," copyright IEEE, 1998.  
 [12] <http://www.seoulcord.co.kr/info/view.asp?num=42&page=10&part=&searchkey>  
 [13] <http://www.healthkorea.net/HealthInfo/?kspid=HI000299&disease=221>

[14] <http://blog.naver.com/dalto21.do?Redirect=Log&logNo=80007904104>  
 [15] 양병곤, '프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제', 만수출판사, 2003.



### 조 동 옥

e-mail : [ducho@ctech.ac.kr](mailto:ducho@ctech.ac.kr)  
 1985년 한양대학교 전자공학과(공학석사)  
 1989년 한양대학교 전자통신공학과(공학박사)  
 1991년~2000년 2월 서원대학교 정보통신공학과 부교수

1999년 Oregon State University 교환교수  
 2000년 3월~현재 충북과학대학 정보통신학과 교수  
 2001년 10월 한국정보처리학회 우수논문상 수상  
 2002년 12월 한국콘텐츠학회 학술상 수상  
 2005년 11월 한국정보처리학회 우수논문상 수상  
 2005년 11월 한국통신학회 공로상 수상  
 2004년 1월~현재 한국통신학회 충북지부장  
 2005년 6월~현재 산학연 충북지역 협의회장  
 관심분야 : 오감형 한방진단 기기, 생체 신호 분석, 영상 처리 및 인식



### 김 봉 현

e-mail : [bhkim@hanbat.ac.kr](mailto:bhkim@hanbat.ac.kr)  
 2000년 한밭대학교 전자계산학과(공학석사)  
 2006년~현재 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 박사과정  
 2004년~현재 목원대학교 컴퓨터공학부 겸임교수

2002년~현재 한밭대학교 컴퓨터공학과 강의전담강사  
 2005년 11월 한국정보처리학회 우수논문상 수상  
 2005년 11월 한국통신학회 우수논문상 수상  
 관심분야 : 한방 BIT 융합기술, 생체 신호 분석, u-commerce