

# 생체 신호 분석을 이용한 감각형 신장 질환 진단 시스템 연구

정회원 조 동 옥\*, 김 봉 현\*\*, 이 세 환\*\*

## A Study on Kidney Diseases Diagnosis System for Sensation Type Using Physiological Signal Analysis

Dong-uk Cho\*, Bong-hyun Kim\*\*, Se-hwan Lee\*\* *Regular Members*

### 요 약

신장은 간장과 가장 유기적인 관계가 깊은 장기로 혈액 중에서 체내 신진대사 결과 생긴 노폐물을 걸러내 오줌을 만들어 체외로 배출하는 기능을 한다. 그러나 신장은 문제가 발생할 경우 인체가 느끼는 자각증상이 크지 않기 때문에 장기 파손이 상당 부분 진행되어야 그 증상을 알게 된다. 따라서 사회적으로 신장 질환 진단에 대한 중요성이 증대되고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 한방의 4대 진단법 중에서 망진과 청진 분야를 이용하여 신장 질환에 대한 진단 방법을 제안하고자 한다. 본 논문에서 개발할 시스템은 크게 두 가지로 나누어진다. 하나는 입력 영상에 대한 보정을 통해 정확한 색상 값을 추출하고 최적화된 결과 영상을 통해 신장과 관련된 얼굴에서의 지각 부분의 색을 분석하고 그 값을 이용하여 신장 질환 진단을 하고자 한다. 또 하나는 신장과 음성 신호와의 관계를 비교, 분석하여 이를 입증하는 시스템을 설계하고자 한다. 끝으로 실험을 통해 제안한 방법의 유용성을 입증하고자 한다.

**Key Words** : Oriental Medicine, Ocular Inspection, Auscultation, Chin, Kidney Diseases

### ABSTRACT

The kidney keeps with close relationship in the internal organs, that the kidney function filtering eliminate the wastes to the urine on the processing to replace the old with the new blood. In case of these problem in the kidney, there is no way to catch out with self-awakening symptom except for serious illness. This problem can solve with keeping the systematic diagnosis method in the kidney trouble shooting. Under the circumstances, the importance of the diagnosis for the kidney disease is growing day after day. In this paper, among the great four diagnoses, using the way of ocular inspection & auscultation, we would like to propose trouble shooting in the way of the kidney. To do this, through the assistance of the input image, extract the value of the color with appropriate output, analyzing the color of the face with related to the kidney, using the results we would like to get the accurate symptoms on the kidney's problems. Also, through analysing and comparing with the relationship the kidney and the signal of voice, we would like to realize the proof system of human health. Finally, we'd like to make proof of the usefulness for proposed method from this study.

\* 충북과학기술정보통신학과 한방생체진단기기 연구실 (ducho@ctech.ac.kr)

\*\* 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 생체신호분석 연구실 (bhkim@hanbat.ac.kr, sian@hanbat.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-06-290, 접수일자 : 2006년 9월 29일, 최종논문접수일자 : 2006년 10월 18일

## I. 서론

건강에 대한 관심이 커져가면서 이에 따라 수명에 대한 관심 또한 늘어나고 있다. 그러나, 현대인들은 단순히 평균 수명의 연장만이 아닌 건강한 상태에서 삶의 질을 향상시킨 생활 방식인 건강 수명 [1][2]의 연장을 원하고 있다. 특히, 오장과 관계된 질환이 발생하였을 때는 사회적, 경제적 손실은 물론 정신적, 육체적 고통이 동반되는 생활을 감수해야 하는 실정이다. 이러한 불편을 덜기 위해 현대인들은 질환이 발생되기 전에 조기 진단으로 건강한 삶을 영위하려고 한다. 그러나, 조기 진단에 따른 의료 비용이 적지 않은 부담이 되어 개인은 물론 사회적 손실이 증가되고 있는 실정이다. 이를 위해 본 논문에서는 홈 네트워크 기반의 진단 시스템 개발을 위한 세부 단계에 대한 연구를 행하고자 한다. 특히, 한의학이 가지고 있는 이론적 특징을 기본 바탕으로 IT 기술 분야 중 영상 및 음성 신호 분석 기술을 이용하여 편리한 진단 과정을 물론, 진단 결과의 객관적 지표를 마련하고자 한다.

한의학은 어느 질병의 발생을 단순히 몸의 일부에 국한된 것으로 보지 않고 몸 전체의 생리적인 부조화 다시 말해 인체 내의 음(陰)과 양(陽)의 불균형으로 보고 있다. 즉, 서양의학은 병을 치료하는데 주력하고, 한의학은 질병의 발생 요인을 주로 사람의 기운, 즉 정기(正氣)가 허약해져서 사기(邪氣)를 방어하지 못함이라 하여 정기의 보강에 주력하였다<sup>[3]</sup>. 한의학에서는 주로 인체의 저항 능력이 약화되어 질병이 발생한다고 본다. 따라서, 한의학은 사람의 질병을 인식하는 질병관(疾病觀)이 서양의학과는 차이를 보이며, 건강의 정의에서도 같이 사람마다 적응 방식이 다르므로 진단 및 치료에 차이를 둔 의학이다. 이러한 한의학의 진단 방법에는 4가지 유형이 있는데 그 중 망진(望診)은 환자의 얼굴과 외부를 육안으로 관찰하여 진단을 내리는 방법<sup>[4][5]</sup>이며 청진(聽診)은 환자의 몸에서 나는 소리와 냄새로 질병을 진단하는 방법<sup>[6]</sup>이다. 본 논문에서는 이러한 한의학의 진단 방법 중 망진과 청진을 이용하여 신장 질환을 진단 할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 한의학적 망진(望診) 이론에 근거하여 신장과 관련이 있는 명당 부위 중 지자(痣)부분의 색상을 분석하기 위해 실험 대상자들의 정면 얼굴에서 지자 부위를 추출하여 분석하는 방법으로 신장 질환에 대한 유무를 확인하였다. 또한, 신장은 입술에서 나오는 소리와 관련 있다는 한의

학적 청진(聽診) 이론에 바탕을 두고 음성학적 분석 요소 중 입술 소리와 제 1 포먼트와의 상관성을 실험으로 보임으로써 신장 질환에 대한 유무를 확인하였다. 이러한 망진과 청진 이론을 뒷받침할 수 있는 실험을 통해 신장 질환과 생체 신호와의 관계를 정립하였으며 두 방법을 통합하여 신장 질환에 대한 진단 방법을 제안할 수 있었다.

## II. 한의학에서의 신장 진단

### 2.1 한의학의 진단 방법

한의학에서는 환자를 진단하는 방법으로 4진이라고 부르는 네 가지 방법을 사용한다. 환자의 관형과 찰색을 통해 병을 알아내는 망진(望診)이 그 첫째로, 이에 능한 의사를 신의라 부른다. 둘째는 환자의 목소리를 들어보거나 냄새를 맡아보아서 병을 알아내는 청진(聽診)으로, 이에 능한 의사를 성의라고 한다. 셋째는 환자에게 직접 물어보아서 병을 알아내는 문진(問診)으로, 이에 능한 의사를 공의하고 한다. 넷째는 맥을 잡아보아 병을 알아내는 절진(切診)으로 이에 능한 의사를 교의라 한다<sup>[4]</sup>. 그러나 보다 정확한 질병 진단을 위해서는 각각의 진단 방법들을 하이브리드 형태로 사용하는 것이 중요하며 이를 두고 동의보감은 의사는 모름지기 이 모든 방법에 다 통달해야 한다고 말한다<sup>[7]</sup>. 한의학에서 망진(望診)은 의사가 시각을 이용하여 환자의 전신, 국부 및 배출물 등을 관찰하여 건강과 질병여부를 판단하는 진단방법의 하나이다. 망진은 인체의 신(神), 색, 형, 태를 관찰하여 체내의 변화를 보는 것이 망진의 중요한 내용이다. 특히, 망진 중 관형찰색(觀形察色)은 중요시 여겨지는 부분으로 관형이란 형체가 살이 쪼는가 여위었는가, 신기(神氣)가 있는가 없는가를 살펴보는 것을 말하며, 찰색이란 장부에 소속된 해당한 부위의 색깔이 좋은가 나쁜가를 살펴보는 것이다. 찰색에 관련하여 망진(望診)에서는 오장과 연관된 다섯 가지 색깔을 중요시하는데 표 1에서 알 수 있듯이 오장과 오색이 연계된 대원칙을 따른다.

또한, 망진과 더불어 한의학의 진단 방법 중에서 중요시 다루는 분야가 청진(聽診)이다. 즉, 임상에서 환자의 몸 안에서 들리는 여러 가지 소리와 냄새의 이상한 변화를 듣고 말씀으로서 병증을 진단하는 것으로, 이는 환자의 호흡과 목소리, 위장의 정수음, 복부음, 입냄새, 배설물의 냄새나 색깔을 보고 진단하는 방법이다. 청진에 관한 일반적인 내용은 표 2와 같다.

표 1. 오행배속표

구분	목	화	토	금	수
오장	간(肝)	심(心)	비(脾)	폐(肺)	신(腎)
오부	담(膽)	소장(小腸)	대장(大腸)	대장(大腸)	방광(膀胱)
오색	청(靑)	적(赤)	황(黃)	백(白)	흑(黑)
오방	동(東)	남(南)	중앙(中央)	서(西)	북(北)
오시	아침	낮	한낮	저녁	밤
오음	각	치	궁	상	우

표 2. 음령오행표

오행(五行)	목(木)	화(火)	토(土)	금(金)	수(水)
오장(五臟)	간	심	비	폐	신
소리	ㄱ, ㅋ	ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅌ	ㅇ, ㅎ	ㅅ, ㅆ, ㅈ, ㅊ	ㅁ, ㅂ, ㅍ
발음	아음(牙音)	설음(舌音)	후음(喉音)	치음(齒音)	순음(唇音)
오음(五音)	각(角)	치(織)	궁(宮)	상(商)	우(羽)

그러나, 한의학에서는 이와 같이 우수한 진단 방법을 가지고 있음에도 불구하고 진단 결과의 시각화 및 객관화가 이루어지지 못해 신뢰성이 떨어지고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 이러한 한방 진단 방법의 객관적 지표를 마련하기 위해 한의학적인 진단 이론을 영상 및 음성 신호 분석 기술에 의해 규명함으로써 주관이 아닌 객관적 결과를 제시하고자 한다.

2.2 한의학에서의 신장

한의학에서의 신장은 수(水)와 화(火)의 장부로서 신장이 음허인 때는 색이 검고 피부가 마르며 신장이 양허인 때는 색이 몹시 검고 광택이 없게 된다. 또한, 신장이 작으면 장들이 편안하고 잘 상하지 않는다. 신장이 크면 허리가 잘 아프고 사기(邪氣)에 쉽게 상한다. 신장이 위쪽에 있으면 등이 아파 펴는 것과 구부리는 것이 불편하고 신장이 아래쪽에 있으면 허리와 콩무늬가 아프다. 신장이 든든하면 허리와 등이 아프지 않고, 약하면 소갈이나 황달이 잘 생긴다. 신장이 푹바르면 기가 고루 잘 돌기 때문에 잘 상하지 않는다. 신장이 한쪽으로 치우쳐 있으면 허리와 엉덩이가 몹시 아프다. 그리고, 동의보감에 의하면 얼굴의 오행 배속과 각 얼굴 부위의 명칭과 기능을 한다. 오행 배속의 원리를 살펴보면 얼굴을 둥근 판으로 간주하여 왼쪽 부분이 목인 간, 위쪽 부분이 화인 심장, 가운데 부분이 토인 비, 오른쪽

부분이 금인 폐, 아래쪽 부분이 신장이다. 따라서 턱이 신장을 나타낸다. 또한, 지각(턱)이 흑색을 띠게 되면 신장에 이상이 있다. 마지막으로, 표 3을 보면 이목구비에 나타나는 증상을 통해서 신장질환의 증상을 알 수 있다. 이렇듯 신장은 흑색과 관련되었다는 것을 알 수 있다. 또한 한의학에서 신장은 마르는 것을 싫어하므로 말랐을 때에는 빨리 매운 것을 먹어 적셔 주어야 하며, 땀구멍을 열어서 진액을 나오게 하고 기를 통하게 해야 한다. 신장을 튼튼하게 하려면 쓴 것을 먹어야한다. 신장에 병이 있을 때에는 불에 태운 것과 뜨거운 것을 먹지 말고 옷을 덥게 입지 말아야 한다. 신장에는 원래 신향증상이 생기지 않으므로 내보내지 말아야 한다. 따라서 신장은 보하는 약만 있고 사(瀉)하는 약은 없다. 따라서 병을 낫게 하는 것 보다 병에 걸리지 않게 몸을 보하는 것이 중요하다. 평소 주변에서 보면 병의 진전이 한참 된 뒤에야 그 병을 알고 병원을 찾는 경우가 많다. 초기에만 알았으면 사람이 살 확률이 몇 배는 더 높았을 것이다. 그래서 병은 고치는 것보다 예방이 최우선이고, 그 다음이 치료가 우선시 되는 것이다.

표 3. 색과 신장의 이상증상

위치	색	증상
머리카락	노랑, 광택 없음	중환병에 시달린 병자거나 허약한 병자, 갑자기 머리카락이 뭉텅뭉텅 빠지는 것은 혈허에 풍을 맞아 생기는 것 청장년에게서 머리카락이 엉성하고 잘 빠지는 증상
	흰색	신장이 허하고, 신경을 너무 써서 혈을 소모하였기 때문 어린아이들의 머리카락이 엉킨 자는 감적인 병증으로서 비위가 허손되었기 때문이다.
눈	흰색	눈이 침침해지고 어지러워지고 눈의 검은자위와 눈동자에 백티가 끼는 증상, 아침에 눈이 자주 붓는 증상
혀	청색	혀에 허혈계 백티가 끼는 경우 혀가 몽땅 청색인 경우 가리키고 혀의 변두리가 청색인 때 혹은 목이 마르나 물을 마시기 싫어하는 증상
	흑색	위급한 환자이다.
입	흑색, 자색	편맛이 감도는 경우, 색은 내가 나는 경우, 입 주위가 검은색을 띠는 경우 입술이 마르고 자색을 띠는 것은 병이 깊은 증상
치아	노랑	이의 틈새가 벌어지고, 잇몸이 파여서 이뿌리가 드러나고 흔들리는 현상이 나타난 경우. 이빨이 누르고 건조한 경우

### III. 시스템의 구성

한의학의 진단 이론에 근거하여 IT 공학적인 기술을 적용한 신장 질환 진단 시스템을 설계하기 위해 본 논문에서는 망진 분야와 청진 분야로 분류하여 기반 기술 연구를 수행하였다. 이를 통해 기본적인 임상 데이터베이스를 구축하고 보다 정확한 결과의 유용성을 입증하기 위해 망진 및 청진 시스템을 연동하여 신장 질환 진단에 필요한 통합 시스템을 설계하고자 한다. 먼저 본 논문에서 연구한 망진을 위한 시스템의 구성은 입력 영상에 대한 최적 설정을 한 후 RGB에 대한 색상 체계를 CMYK 색상 체계로 전환하였다. 전환된 입력 영상에서 영역 기반 분할 방식을 적용 하여 얼굴의 주요 특성 요소들만을 남기고 침식작업을 통해 전체 영상의 작은 객체를 제거하거나 또는 전체 영상에서 배경 확장에 따른 객체를 축소한다. 침식(erosion) 필터링은 연산시 흰 물체의 둘레로부터 한 픽셀을 없애는 효과를 갖는다. 즉, 다시 말해 영역기반으로 피부를 검출하게 되면 피부색은 흰색으로 나타나고 피부색을 제외한 모든 색은 검정색으로 나타난다. 여기에 침식(erosion)연산을 이용하여 흰 물체의 둘레로부터 검정색을 제거할 수 있다. 검정색을 제거한다는 것은 곧 배경을 제거한다는 것이므로 배경 제거 후에는 피부 영역과 이목구비만이 남게 되는데 피부는 흰색으로 눈썹과 눈, 코, 입은 검정색으로 표현되므로 여기에 영역 기반 분할로 피부 영역을 제거하면 눈썹과 눈, 코, 입 부분만이 남게 된다. 이후 메디안 필터링(Median Filtering)을 적용한다. 메디안 필터링은 이미지의 화소들에 대하여 임의 크기의 윈도우를 슬라이딩 하면서 오름차순으로 순위 정렬, 중간 값을 윈도우 중심에 대응하는 출력영상에 위치함으로써 픽셀을 메디안 값(중앙값)으로 배정하여 기존의 경계선을 강화시킬 수 있다. 이렇게 잡음이 제거된 영상에서 수직 스캐닝과 수평 스캐닝을 통해 눈썹, 눈, 코, 입 영역 등을 추출해 낸다. 최종적으로는 추출해낸 눈썹, 눈, 코, 입 영역에 연장선을 긋고 그 연장선과 각 이목구비의 위치를 기반으로 신장 질환 진단에 필요한 지각(턱)부위를 추출하였다.

또한, 청진을 위한 시스템의 구성은 신장 질환군과 정상인군으로 실험군을 분류하여 신장과 관련된 입술소리로 구성된 동일한 문장을 녹취하였다. 녹취한 입력 음성에서 음성학적 특징 요소들을 기반으로 분석을 시행한 후 신장 질환 진단을 위한 실험군 사이의 유의성을 추출하고자 한다.

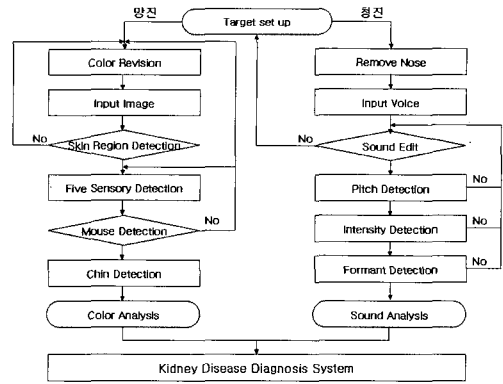


그림 1. 신장 질환용 망진, 청진 통합 시스템

### IV. 신장 질환 진단을 위한 생체 신호 분석

#### 4.1 망진을 위한 안면 영상 분석

일반 컴퓨터에서 모니터의 색을 나타내기 위해서 현재는 RGB체계를 사용하고 있으나 여기에서는 검정색에 대한 정보를 나타내는 것은 R0.G0.B0 이렇듯 하나의 수치가 아니라 세 가지 색상의 조합으로 하나의 색도 없는 상태가 검정색을 의미하게 되는데 이에 의미를 두고 검정색의 검출에 사용할 수 없기 때문에 CMYK형식을 이용하고자 한다. 실험에서 사용된 CMYK 색상 모델은 (식 1)을 통해 RGB 색상을 CMY 색상으로 변환할 수 있으며 이를 다시 (식 2)로 CMYK 모델 체계로 변환하여 사용하고자 한다.

$$\begin{aligned}
 C &= 1.0 - R \\
 M &= 1.0 - G \\
 Y &= 1.0 - B
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 K &= \min(C, M, Y) \\
 C &= C - K \\
 M &= M - K \\
 Y &= Y - K
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

RGB 색체계의 경우 가색이기 때문에 다수의 색상을 혼합하여 흰색이 생기고 컴퓨터 화면에서 쓰이는 그래픽에 사용되는 것이고 CMYK 모델 체계는 감색이기 때문에 다수의 색을 혼합하여 검정색이 생긴다. 처음에는 CMYK 모델 체계를 사용하였으나 이에 따르는 검정색이 완전한 검정색이 아닌 짙은 회색을 나타내었기에 검정색을 나타내기 위한 수치를 집어넣은 CMYK 모델 체계가 나오게 된 것

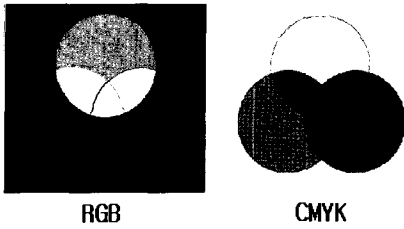


그림 2. RGB와 CMYK 색상표

이다. 아래 그림 2에서 볼 수 있는 것과 같이 CMYK 모델 체계에서는 K에 해당하는 부분이 검정색의 정도를 나타내는 것이기 때문에 이를 얼굴 색에서의 검정색의 정도를 측정하는데 사용하고자 한다.

또한, 본 논문에서는 신장과 관련된 명당 부위를 추출하고 이를 기반으로 색상을 처리하기 위하여 얼굴 피부 영역을 검출하는 방법을 적용하고자 한다. 이후 전체 영상의 작은 객체를 제거하거나 전체 영상에서 배경 확장에 따른 객체를 축소하는 작업을 수행한 후 메디언 필터를 통해 잡음을 제거하였다. 이때 컬러 영상에 대한 필터링은 메디언 값과 집합에서 모든 다른 값들 사이의 차이를 합한 것이 집합에서 임의의 다른 값에 대한 차이를 합한 것보다 작다는 것을 아래 (식 3)을 적용 한다. 이러한 영상 처리 과정에서 주파수 영역으로의 변환 영상이 필요할 때는 (식 4)를 이용하여 처리하고, 반대로 공간 영역으로 영상 데이터를 다시 되돌려 이용할 때는 아래 (식 5)를 적용 한다.

$$\sum_{i=1}^N |x_{med} - x_i| \leq \sum_{i=1}^N |y - x_i| \quad (3)$$

$$H(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x, y) e^{-j2\pi(ux+vy)} dx dy \quad (4)$$

$$h(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H(u, v) e^{-j2\pi(ux+vy)} du dv \quad (5)$$

본 논문에서는 신장 질환 진단시에 반드시 필요한 명당 부위로 지각(턱)을 이용하고 있다. 즉, 얼굴 영역에서 오관(이목구비)을 검색하여 결과 영상에서 입을 추출한다. 이렇게 추출된 입을 이용하여 입의 가로길이를 x라 하고 세로길이를 y로 지정한 후 입 아래쪽으로 y위치만큼 내려간 곳을 중심으로 좌우 2y만큼의 공간을 지각으로 지정하였다<sup>[8][9]</sup>.

#### 4.2 청진을 위한 음성 신호 분석

본 논문에서 제안한 신장 질환에 대한 진단 방법은 음성 신호에 대한 처리를 분석하여 결과 데이터를 이용하여 기존 임상과의 진단과 비교, 분석하는 것으로 순음(입술소리)에 대한 발음 분석 결과를 가지고 신장 질환을 진단하였다. 음성 신호에 대한 분석을 위해 사용한 프로그램은 암스테르담 대학의 Paul Boersma와 David Weenink가 만든 음성 분석 및 음성 변형 프로그램 패키지인 프라트(Praat)를 사용하였다<sup>[10]</sup>. 본 연구에서 프라트(Praat)를 이용하여 음성을 피치(Pitch), 강도(Intensity), 포먼트(Formant)로 분석하였다. 첫째 분석 요소인 피치(Pitch) 값은 성대의 진동이 1초에 몇 번 있는가를 나타내는 것으로 성대의 크기, 길이, 질량 등에 영향을 받는다. 성대의 크기가 클수록 진동하는 속도가 느리기 때문에 여성보다 상대적으로 큰 성대를 가진 남성의 피치 값은 약 120 Hz가 된다. 여성은 평균 약 230 Hz로 진동하며 어린아이는 300Hz 전후로 매우 높다. 둘째로 강도(Intensity) 값은 소리의 크기를 나타내는 중요한 척도로 음성 파형을 보면 어떤 시점에서 진폭 값이 양수와 음수로 나뉘어져 결국 각각의 값들을 더하면 0이 되는 결과를 초래하여 진동폭의 측정이 불가피하다. 따라서, 음수 값을 양수 값으로 변환하기 위해 보통 진폭 값을 모두 제곱하여 더한 뒤 다시 제곱근을 구하여 표현한다. 마지막으로 포먼트(Formant)는 에너지 정점에 해당하는 부분으로 조음기관의 변화를 나타내는 요소이다. 대체로 주파수측 아래 첫 번째 부분은 턱의 열림 정도를 나타내는데 이는 턱을 많이 내려서 입을 벌릴수록 값이 높아진다. 두 번째 띠로 연결된 부분은 주로 혀의 앞뒤의 위치를 나타내는데 혀가 앞으로 갈수록 높아지고 뒤로 갈수록 낮아진다. 세 번째 띠는 입술이 둥근 정도를 나타내는데 대체로 입술을 둥글게 하면 낮아지는데 이러한 에너지 정점을 낮은 주파수부터 제1, 제2, 제3 포먼트 등으로 불린다. 이 때 사용되는 음성 분석 파라미터들 중 대부분이 주파수 영역에서 추출된다. 주파수 영역에서의 음성 분석에 널리 사용되는 방법의 하나가 푸리에 변환을 이용한 음성의 분석이다. 즉, 푸리에 변환은 시간축 상에서 신호를 주파수 영역에서의 신호로 변환하는 것으로 음성 분석을 할 때 반드시 필요한 전제 요소이다. 푸리에 변환에 의해서 시간축 상의 신호 f(t)는 주파수 상의 신호 F(w)로 변환된다. 푸리에 변환 FT는 (식 6)과 같이 정의한다. 그리고 역 푸리에 변환은 (식 7)과 같다.

$$FT[f(t)] = F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt \quad (6)$$

$$FT^{-1}[f(w)] = F(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(w)e^{-j\omega t} dw \quad (7)$$

푸리에 변환은 주파수  $w$ 의 함수로 진폭과 위상으로 음성을 표현한다. 즉,  $F(w)$ 는 복소수 형태로 (식 8), (식 9)와 같다.

$$F(w) = a(w) + jb(w) = |F(w)| \angle \theta(w) \quad (8)$$

$$|F(w)| = \sqrt{a^2(w) + b^2(w)}, \theta(w) = \tan^{-1}\left(\frac{b(w)}{a(w)}\right) \quad (9)$$

따라서,  $w$ 의 함수로 진폭을 표현함으로써, 그 음원에 대한 주파수 특성을 측정할 수 있다. 이러한 푸리에 변환을 이용한 음성 분석에는 신호 종류에 따라 여러 종류의 창 함수를 선택하여 사용하나, 일반적으로 해밍 창 함수를 많이 사용한다. 해밍 창 함수는 (식 10)과 같다.

$$W(n) = 0.54 - 0.46\cos\left(2\pi\frac{n}{N-1}\right) + 0.82\cos\left(2\pi\frac{n}{N-1}\right), 0 \leq n \leq N-1 \quad (10)$$

본 논문에서는 소리를 내는 근원을 표기한 음령 오행표에 의하여 신장 질환을 진단하고자 한다. 즉, 한의학에서 “口”, “鼻”, “舌”은 입술소리 즉, 순음(唇音)은 신장과 관련되어 있으며 오행상수(水)에 해당한다<sup>[11]</sup>. 따라서 순음에 기반하여 정상인과 신장 질환자에 대한 음성 분석을 통해 한의학에서의 음령오행과 음성 분석을 통한 결과가 일치하는가를 살펴보고 이를 통해 신장 질환자의 질병 유무 등을 판단하는 것이 가능하리라 여겨진다.

## V. 실험 및 고찰

### 5.1 안면 영상 분석 결과

본 논문에서 망진 시스템에 대한 실험은 IBM PC상에서 Visual C++6.0과 C#으로 만든 프로그램과 포토샵 7.0을 가지고 진행하였으며 청진 시스템에 대한 실험은 음성 분석 프로그램인 Praat를 이용하였다. 실험의 진행은 신장 질환자에 대한 실험군과 정상인에 대한 대조군으로 분류하여 비교, 분석

하였으며 자세한 실험 데이터는 표 4에 기술하였다. 그림 3은 신장 질환 환자의 입력 영상이며 그림 4는 얼굴 영역 분할에 의한 이진화 영상이고, 그림 5는 오관을 추출한 영상이다. 그림 5를 이용하여 신장 질환과 관련있는 명당 부위인 지각(턱)을 추출한 영상이 그림 6이다. 그림 7은 CMYK 색상 모델 체계에서의 전체적인 CMYK 색상 값을 나타낸 것이다. 실험 결과에서 나타나듯이 지각 부위에서 검정색을 나타내는 K값에 대한 부분이 39% 검출되었다. 마찬가지로 그림 8도 신장 질환자에 대한 망진 시스템의 처리 과정 및 결과 영상이며, 그림 9와 그림 10은 정상인 실험군에 대한 처리 과정 및 결과 영상이다. 이와 같은 실험결과를 보면 육안상으로 확인하는 것보다 컴퓨터를 통한 분석을 통해 검은색을 추출하는 것이 신장 질환자의 질환 유무를 확인할 수도 있다는 유의성을 얻게 되었다.

표 4. 실험군과 대조군의 데이터 비교

구분	성별	나이	병명	병의 경중도
실험군 (신장 질환자)	여자	65	신부전증	중증
	여자	72	신부전증	중증
대조군 (정상인)	남자	26	없음	없음
	여자	23	없음	없음



그림 3. 입력 영상



그림 4. 이진화 영상



그림 5. 오관 추출 영상



그림 6. 지각 추출 영상

성모			
C : 47%	M : 58%	Y : 99%	K : 39%
C : 47%	M : 58%	Y : 99%	K : 39%
X : 7.90	Y : 8.11	W :	H :

그림 7. 색상 값 분석



그림 8. 신장 질환자에 대한 망진 시스템 처리 및 결과 영상

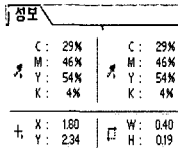
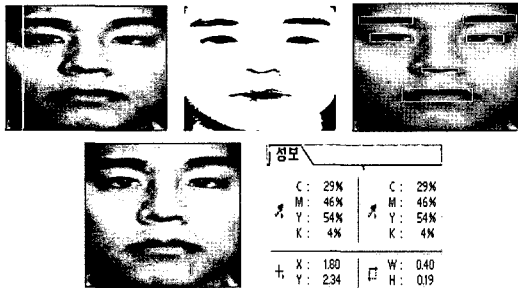


그림 9. 정상인 A에 대한 망진 시스템 처리 및 결과 영상

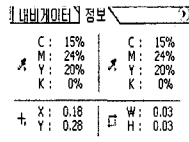
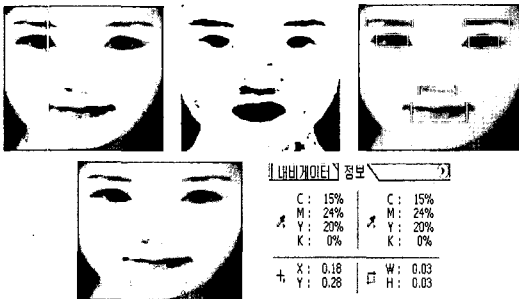


그림 10. 정상인 B에 대한 망진 시스템 처리 및 결과 영상

### 5.2 음성 신호 분석 결과

음성 신호 분석은 입술소리가 신장과 관련이 있다는 한의학적 이론에 근거하여 입술소리가 많이 들어간 “평민 박미풍의 망발과 미미의 발표”라는 문장을 녹취하여 분석하였다. 음성 분석은 입술소리와 관련이 있는 음성분석학적 요소인 포먼트를 이용하였으며 입술소리와 연관성이 있는 제 1 포먼트 파형에서 정상인들과 많은 차이를 보였다. 신장 질환자에 대한 음성 분석 결과는 그림 11과 그림 12에 나타내었으며 정상인에 대한 음성 분석 결과는 그림 13과 그림 14에 나타내었다. 실험 결과 신장 질환의 심함 정도에 따라 신장 질환과 관련이 있는 제 1 포먼트 파형이 정상인 실험군과 차이가 나타

남을 볼 수 있었다. 즉, 정상인의 제 1 포먼트 파형은 굴곡이 심하지 않으며 부드럽게 이어지는 결과를 보였으며, 신장 질환자의 제 1 포먼트 파형은 굴곡이 심하고 상, 하로 기복이 크게 나타나는 결과를 보였다.

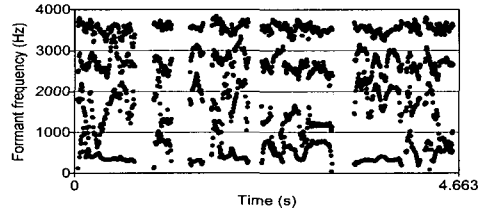


그림 11. 신장 질환자 A의 포먼트

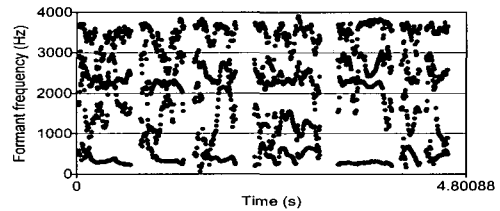


그림 12. 신장 질환자 B의 포먼트

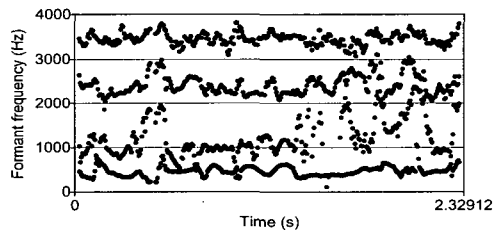


그림 13. 정상인 A의 포먼트

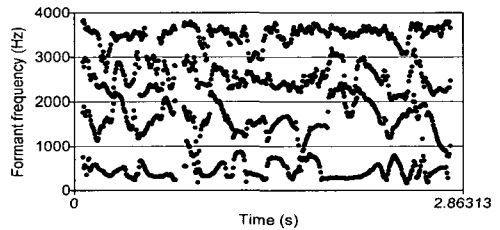


그림 14. 정상인 B의 포먼트

음성 신호 분석에 대한 실험은 표 5와 같이 보다 많은 임상 데이터를 통해 이루어졌다. 이를 통해 신장과 제 1 포먼트와의 관계를 더욱 정확하게 나타내 주는 결론을 얻게 되었다. 결국, 실험을 통해 신장과 입술이 관련이 있다는 한의학적 이론은 물론 입술소리와 제 1 포먼트가 관련이 있다는 음성학적 이론을 동시에 정립시킴으로써 음성과 신장 질환에

대한 상관관계를 규명할 수 있었다.

## VI. 결론

표 5. 기타 신장 질환 임상 자료

순번	성별	나이	병명	비고
1	남	47	신부전증	지속적 통증, 치료중
2	남	51	신부전증	투석 치료 중
3	여	59	신우염	당뇨로 인한 합병
4	남	44	신부전증	투석 치료 중

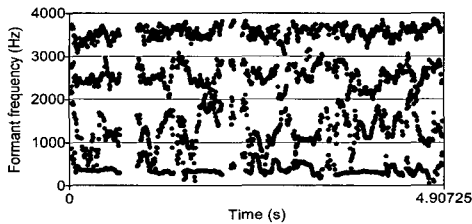


그림 15. 신장 질환자 1의 포먼트

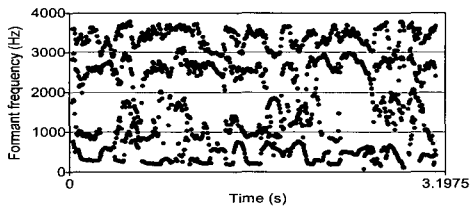


그림 16. 신장 질환자 2의 포먼트

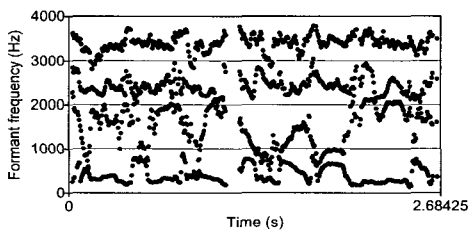


그림 17. 신장 질환자 3의 포먼트

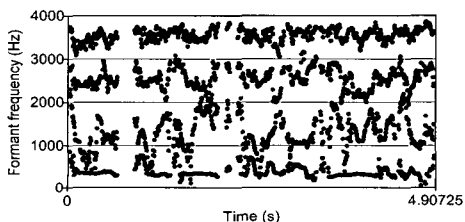


그림 18. 신장 질환자 4의 포먼트

현대 사회에서 건강한 삶을 향유하기 위한 것은 인생의 목표가 되고 있다. 고령화 사회에서 건강 수명을 연장하기 위한 건강관리 및 유지하는 삶의 중요한 부분을 차지하고 있는 실정이다. 이를 위해 본 논문에서는 생체 신호 처리를 이용하여 신장 질환을 진단하기 위한 시스템을 설계하였다. 통상 신장 질환은 고혈압과 당뇨 등 만성 질환에서 합병증으로 많이 발생하며 여성들의 경우 임신과 출산 후유증으로 질환이 발생한다. 그러나 신장 질환은 신장의 사구체 조직이 많은 부분 파괴되기 전까지는 그 자각 증세가 없어 예방에 치중해야 하는 것이 장기이다. 본 논문에서는 이를 위해 병원에 내원하지 않고 신장 질환이 있는지 여부를 간단하게 진단해 볼 수 있는 방법을 제안하였다. 실험은 한의학의 망진과 청진 방법을 근거로 공학적 기술을 구현하였으며 최종적으로 진단의 정확성을 위해 두 가지 진단 방식을 서로 연계하여 통합 시스템을 구축하고자 한다. 망진을 이용한 방법의 경우 신장과 관련이 있는 명당 부위를 추출하여 이에 대한 색상 분석을 통해 질환 여부를 판별할 수 있었다. 또한 청진을 이용한 방법의 경우 한의학에서 신장과 음성과의 관계 설정이 정확하다는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 한의학에서 신장은 입술소리와 관련이 있고 신장 질환이 있을시 입술소리인 “口”, “ㅂ”, “ㅍ” 등의 발음이 불명확 할 수 있다는 학설을 실험으로 입증할 수 있었다. 즉, 음성 분석 요소인 포먼트 중 입술소리와 연관이 있는 제 1 포먼트에서 환자와 정상인과의 차이를 확인 할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 신장 질환에 대한 진단 시스템을 설계함으로써 신장 질환의 시각화를 통한 객관화가 가능하리라 여겨진다. 또한, 본 논문에서 구현된 이론적 기초 지식과 기술을 토대로 네트워크 기반의 홈 케어 시스템 구축은 물론 임상 현장에서의 인프라 구축으로 한의 진단 분야에서 정확하며 객관적인 진단 결과를 제시할 수 있을 정도의 꾸준한 임상 자료 확보를 통한 지속적인 실험이 요구된다.

## 참고 문헌

- [1] <http://100.naver.com/100.php?id=744082/>
- [2] <http://www.genomelife.com/>
- [3] 신동원, 김남일, 여인석, (한편으로 읽는) 동의보감, 들녘, 1999



- [4] 조현영, 통속 한의학 원론 : 쉽고 재미있게 풀어 쓴 한의학의 명저, 학원사, 2003
- [5] 임양근, 진단학 아틀라스 망진, 도서출판 정담, 2003
- [6] <http://blog.naver.com/cik0719?Redirect>
- [7] 김완희, 東醫寶鑑 : 완역 한글판 漢方醫學, 三星文化社, 1987
- [8] 최형일, 이근수, 이양원, 영상처리 이론과 실제, 홍릉과학출판사, 1999
- [9] 권준식 외 7, 디지털 영상처리 이론 및 응용, 홍릉과학출판사, 2002
- [10] 양병곤, 프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제, 만수출판사, 2003
- [11] [http://www.namemake.tv/name\\_4.htm](http://www.namemake.tv/name_4.htm)

**조 동 옥 (Dong-uk Cho)**

정회원



1983년 2월 한양대학교 공과대학 전자공학과(공학사)  
 1985년 8월 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1989년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과(공학박사)  
 1982년~1983년 (주)신도리코 장

학생 겸 기술연구소 연구원

1991년 3월~2000년 2월 서원대학교 정보통신공학과 부교수

1999년 Oregon State University 교환교수

2000년 3월~현재 도립 충북과학대학 정보통신공학과 교수

2001년 11월 한국정보처리학회 우수논문상

2002년 12월 한국콘텐츠학회 학술상

2004년 5월 한국정보처리학회 우수논문상

2005년 10월 한국정보처리학회 우수논문상

2004년 1월~현재 한국통신학회 충북지부장

2005년 6월~현재 충북 산학연 협의회 회장

<관심분야> BIT융합기술, 오감형 한방 진단 시스템, 영상 및 음성 신호처리, 인터넷 역기능의 기술적 해결

**김 봉 현 (Bong-hyun Kim)**

정회원



2000년 2월 한밭대학교 전자계산학과(공학사)

2002년 2월 한밭대학교 전자계산학과(공학석사)

2006년 3월~현재 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학 전공 박사과정

2002년 3월~현재 한밭대학교 강의전담강사

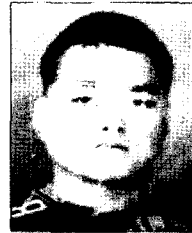
2004년 3월~현재 목원대학교 겸임교수

2005년 10월 한국정보처리학회 우수논문상

<관심분야> 한방생체신호분석, BIT융합기술, 오감형 한방 진단 시스템, e-commerce

**이 세 환 (Se-hwan Lee)**

정회원



2005년 2월 목원대학교 컴퓨터공학과(공학사)

2005년 3월~현재 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학 전공 석사과정

2005년 10월 한국정보처리학회 우수논문상

<관심분야> 영상신호처리, 한방생체신호분석