

신장 질환 진단을 위한 신호처리기법의 적용

조동욱* 이세환** 김봉현**

*충북과학대학 정보통신학과

**한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부

e-mail:ducho@ctech.ac.kr

Application of Signal Processing for Kidney Disease Diagnosis

Dong-Uk Cho* Se-Hwan Lee** Bong-Hyun Kim**

*Dept. of Information & Communications Engineering, Chungbuk Provincial
University of Science & Technology

**Dept. of Information Communication & Computer Engineering, Hanbat
National University

요 약

신장 질환은 고혈압과 당뇨등에 대한 합병증으로 많이 발생되며 병이 상당 부분 진행이 되어야만 자각 증세가 있는 질환이다. 따라서 신장 질환은 예방이 중요하며 이를 위한 기술적 방법론이 개발되어야 한다. 현재는 소변 검사를 통한 단백뇨와 혈액 검사에 의지하여 질환의 유무와 진행 정도를 파악하고 있지만 이를 생체 신호 분석을 통해 행한다면 질환 예방등에 유익한 방법이 되리라 여겨진다. 본 논문에서는 이를 위해 신호 처리 기법을 적용하여 신장 질환을 판단하는 방법론을 제안하고자 한다. 이를 위해 음성 신호를 분석하고 신장과 관련이 되어 있는 오관인 귀에 대한 영역을 추출하는 방법을 제안하고자 한다. 끝으로 실험에 의해 제안한 방법의 유용성을 입증하고자 한다.

1. 서론

신장은 한방에서 물기운을 주도하는 기관[1]으로 심장과 더불어 인체에 있어 대단히 중요한 작업을 행하는 기관이다. 특히 그 중요성에 비해 만성 질환에 의한 신장의 파괴가 문제가 되는 장기이며 특별한 자각 증세가 없어 수시로 예방에 신경을 써야 하는 장기이다. 따라서 본 논문에서는 예방 차원에서 신장의 질환이 있는지를 간단한 산호 처리 기법에 의해 확인할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다, 차후로는 이를 확장하여 임상 현장에서의 진단 기기로 활용 할 수 있을 정도로 그 적용 범위를 확장할 생각이며 이를 통해 한방의 계량화, 시각화, 객관화등을 행하고자 한다.

2. 한의학에서의 신장

지구가 자전과 공전을 할 때 소리를 내는데 그 음(音)에서 생기는 파장을 영동파(靈動波)라 하며 그 영동파에서 생기는 파장과 우리가 흔히 부르는 이름에서 생기는 음파장(音波長)이 서로 상생관계를 가져야 좋은 운세를 유도하고 영동파와 이름의 음파장이 서로 상극(相剋)관계를 가질 때는 나쁜 운을 유도한다. 소리를 내는 근원을 오행(五行:

金, 木, 水, 火, 土)으로 표기한 것을 음오행(音五行)이라고 하는데, “口”, “ㄴ”, “ㄹ”은 입술소리 즉, 순음(唇音)으로 오행상 수(水)에 해당한다. 한방에서는 신장은 순음이고, 아래 우소리이며 발음으로는 입술소리에 해당한다[3] 따라서 순음에 대해 정상인과 신장 질환자에 대한 음향 분석을 통해 한의학에서의 음오행과 음향 분석을 통한 결과와 일치하는가를 살펴보아 이를 통해 신장 질환자의 질병 유무등을 판단하는 것이 가능하리라 여겨진다. 또한 신장은 오관중 귀와 연관이 되어 있음[2]으로 얼굴 영상에서 귀의 영역을 추출하는 방법을 제안하고자 한다.

3. 신장 질환 진단을 위한 음성 신호 분석

한방에서의 음오행이 실제 음향 신호 분석에 의해 정상인과 질환자에 대해 차이가 있는가 그리고 있다면 어떤 부분에 있는가를 음성 분석을 통해 행하고자 한다. 본 논문에서는 음향 신호 분석을 위해 플라트(Praat)[4]를 사용하였으며, 플라트를 통해 음성 신호를 피치 (Pitch), 인텐서티 (Intensity), 포먼트 (Formant) 값을 구하여 측정해보았다. 피치란 1초에 평균적으로 성대가 진동하는 횟수를 말하는데 남성의 경우 약 120Hz, 여성의 경우 약 330Hz, 어린아이는 300Hz전후가 정상인의 피치값 이다. 인텐서티

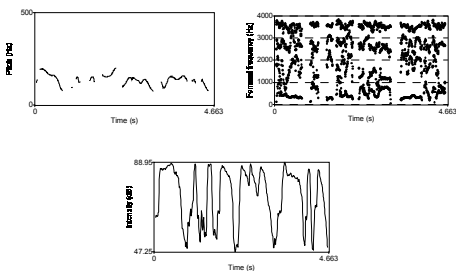
란 소리의 크기를 나타내는 중요한 척도이다. 일반적으로 어떤 시간점에서의 진폭 값이 음수, 양수로 나뉘어져 있다.

포먼트란 음성 등의 주파수 세기의 분포를 말하는데, 일반적으로 유성음(有聲音)의 경우 그 음성을 내었을 때의 음파를 주파수 측정분석기에 걸면 각각의 음성에 고유한 주파수 분포도형이 얻어진다. 모음이면 성대의 1초간의 진동수를 나타내는 기본주파수와, 그 정수배의 대부분의 고주파로 이루어지고 있다. 이 고주파 중의 몇 개인가가 강조되는 것이 있고, 그 낮은 것부터 차례로 제1·제2·제3 포먼트라고 한다. 이것은 구강(口腔) 등의 크기에 따라서 개인차가 있으므로 다소 강하게 되거나 약하게 되거나 하는 차가 생겨, 이것이 개인의 독특한 음색이 생기는 한 원인이 된다. 본 논문에서 실험에 사용한 문장은, “평민 박미풍의 망발과 미미의 발표”이다. 아래 <표 1>에 실험에 사용한 신장 질환자의 음성 기록을 간략히 나타내었다.

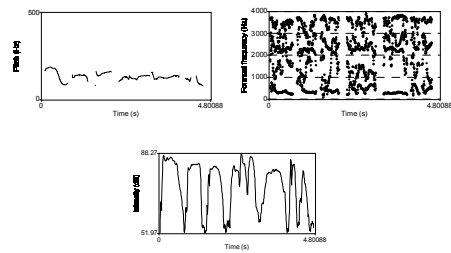
<표 1> 신장 질환자의 음성 기록

순번	성별	나이
1	남	47
2	남	51
3	남	44
4	남	64
5	남	72
6	여	59

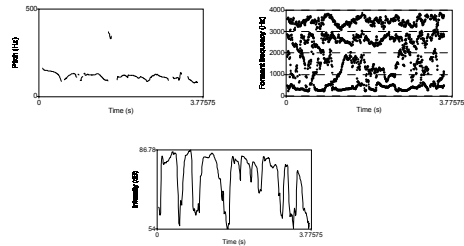
여기서 1번과 6번 환자는 지속적인 치료 없이 통증이 있을 때만 치료를 받고 있는 경우였고, 2번부터 5번 환자는 신장전문병원에서 투석치료중인 환자였다. 이들에 대한 피치값, 인텐서티 그리고 포먼트값을 아래 (그림 1) ~ (그림 6)에 나타내었다. 실험 결과 병의 심함 정도에 따라 신장 질환과 관련이 있는 제1 포먼트 값이 정상인과 확연한 차이가 남을 확인할 수 있었으며 피치값에서 정상인들과는 더 많이 차이가 나타남을 알 수 있었다.



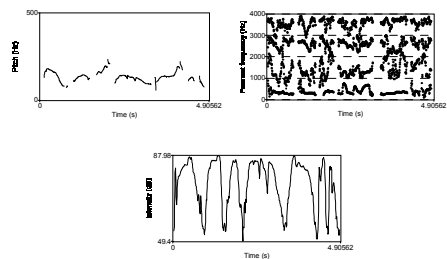
(그림 1) 신장 질환자 1에 대한 음성 분석 결과



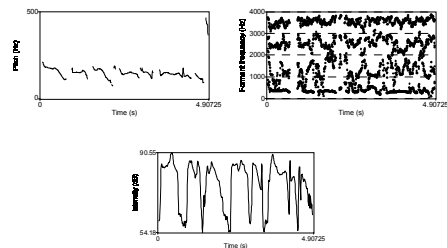
(그림 2) 신장 질환자 2에 대한 음성 분석 결과



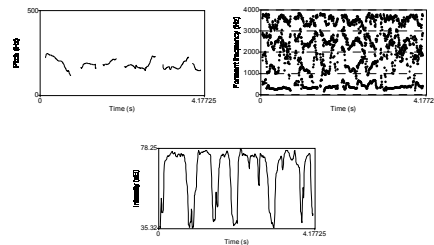
(그림 3) 신장 질환자 3에 대한 음성 분석 결과



(그림 4) 신장 질환자 4에 대한 음성 분석 결과



(그림 5) 신장 질환자 5에 대한 음성 분석 결과



(그림 6) 신장 질환자 6에 대한 음성 분석 결과

4. 신장 질환 진단을 위한 귀 영역 추출

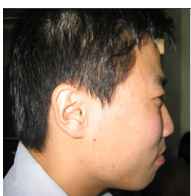
4.1 측면얼굴에서의 귀 영역 추출

귀는 인체 변화에 가장 민감하게 반응하며, 건강뿐만 아니라 그 사람의 성격, 심리, 생활습관을 알 수 있다. 건강학적인 측면에서만 말하자면 우선 신장(腎臟)이 안 좋은 사람은 대개 귀쪽으로 이상이 온다. 한의학에서는 ‘신(腎)이 멀리 듣는 것, 즉, 귀를 주관한다’고 본다. 따라서 신장이 좋은 사람은 평소 소리를 잘 들으며 귓병에도 잘 걸리지 않는다. 신장이 귀를 주관하기 때문에 귀의 크기와 색깔, 모양, 위치에 따라서 신장의 건강상태를 살 펴 볼 수 있다. 귀의 색깔은 붉은빛을 띠어야 좋고, 살이 빠지지 않고 윤기가 흘러야 건강하다. 따라서 본 논문에서는 측면 얼굴에서 귀를 추출해 내는 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 YCbCr 색 좌표 중, Cb, Cr 성분만을 이용하여 피부색 영역들을 찾아낸다. 우선 YCbCr은 입력영상의 RGB 색공간으로부터 식 (1)과 같이 변환되고 휘도 성분 Y와 색차 성분 Cb와 Cr로 표현되고 색차 성분만을 가지고 식 (2)와 같이 피부색 분할을 수행한다.

즉, 귀와 코의 영역은 살색 영역이므로 아래 식과 같이 색상 범위를 선정하면 살색 영역 부위에 대한 추출이 가능하게 된다. 다시 말해 이 같은 방법으로 아래 (그림 7)과 같은 측면 얼굴 영상에서 (그림 8)과 같은 살색 영역만을 추출하는 것이 가능하게 된다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \text{----- (1)}$$

$$B(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (73 \leq C_b \leq 132) \cap (124 \leq C_r \leq 171) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{----- (2)}$$



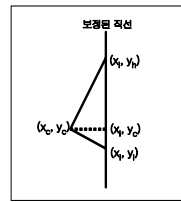
(그림 7) 입력영상



(그림 8) 이진 영상

여기서 B(x,y)는 피부색으로 분할된 출력 영상이고, Cb와 Cr의 임계값은 실험값이다. 선택된 영역들은 얼굴뿐만 아니라 잡음 영역이 포함될 수 있다. 따라서 형태학적 필터링을 통해 잡음 영역을 제거한다. 형태학적인 필터링 후에 레이블링을 통하여 가장 큰 면적을 갖는 영역을 얼굴 영

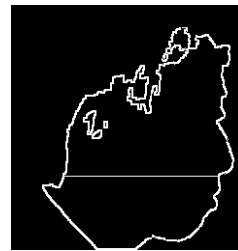
역으로 설정하였다. 이제 귀와 코의 영역을 추출해 내야 하는데 이 작업은 얼굴영역에서 코의 위치를 먼저 찾은 후에 귀의 영역을 찾는다. 일반적으로 코는 전체 얼굴 윤곽에 있어서, 중간에 위치하고 있으며 (그림 9)와 같은 형태를 띄고 있다. 따라서 코의 돌출 부위인 (x_c, y_c) 를 시작점으로 하여 체인코드를 사용하여 코의 아래부분인 (x_i, y_i) 좌표를 찾는다. 그 후 코의 형태학적인 정보를 고려하여 (x_i, y_h) 를 검출할 수 있으며 실험적으로 $y_h y_c = 2y_i y_c$ 임을 알아낼 수 있었다.



(그림 9) 코의 형태

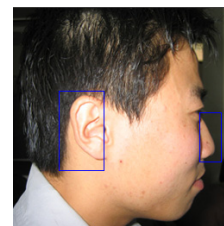


(그림 10) 코 검출



(그림 11) 귀의 위치 검출 시작 y1 위치

이와 같이 코의 위치를 검출한 후 y_i 의 위치를 기준으로 얼굴 이진 영상의 소벨(Sobel) 변환 영상에서 아래 (그림 11)과 같이 귀의 위치를 찾는 것이 가능하다. 시작 위치로부터 경계선(에지 : edge) 영역이 모여 있는 부분을 중심으로 귀의 위치를 선택하였다. 이상과 같은 방법으로 최종적으로 코와 귀를 찾는 것에 대한 결과 예를 아래 (그림 12)에 나타내었다.



(그림 12) 측면 얼굴에서 귀와 코의 영역 추출 결과 예

4.2 귀영역 추출에 대한 실험 및 고찰

본 논문에서의 실험은 IBM-PC상에서 C언어를 통해 행하였다. 총 실험 대상은 본 대학 재학생 20명의 측면얼굴을 대상으로 하였다. 아래 (그림 13), (그림 16), (그림 19), (그림 22)에 실험에 사용한 측면 얼굴 영상을, 그리고 측면 얼굴의 살색 영역 추출 결과를 (그림 14), (그림 17), (그림 20), (그림 23)에 나타내었다. 최종적으로 측면 얼굴로부터 귀와 코를 추출한 결과를 (그림 15), (그림 18), (그림 21), (그림 24)에 나타내었다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 방법으로 측면 얼굴에서 신장 질환과 관련이 되어 있는 귀에 대한 영역을 확실하게 추출할 수 있음을 확인 할 수 있었다. 또한 안경을 끼고 있는 입력 영상등에 대해서도 실험한 결과 측면 얼굴에서 귀 영역과 코 영역을 정확히 추출 할 수 있었다. 차후로는 찾아진 귀 영역에서 신장 질환에 대한 질병 진단을 행하는 방법등에 대한 연구가 지속적으로 행해져야 하리라 여겨진다. 또한 코와 귀는 사상 체질 분류뿐 아니라 상학(相學)에서도 중요한 정보이므로 이를 자동으로 추출한 방법을 제대로 적용 할 수 있는 분야에는 모두 적용하여 한방의 기기화가 될 수 있는 모든 분야에 대한 연구도 행해져야 하리라 여겨진다.



(그림 13) 입력 영상 (그림 14) 살색 영역 추출 (그림 15) 귀, 코 영역추출



(그림 16) 입력 영상 (그림 17) 살색 영역 추출 (그림 18) 귀, 코 영역추출



(그림 19) 입력 영상 (그림 20) 살색 영역 추출 (그림 21) 귀, 코 영역추출



(그림 22) 입력 영상 (그림 23) 살색 영역 추출 (그림 24) 귀, 코

5. 결론

본 논문에서는 신장 질환을 진단하기 위한 신호 처리 기법을 제안하였다. 통상 신장 질환은 고혈압과 당뇨병 만성 질환에서 그 합병증으로 많이 발생하며 여성들의 경우 임신과 출산 후유증으로 질환이 발생한다. 그러나 신장 질환은 상당히 신장이 파괴되기까지는 그 자각 증세가 없어 예방에 치중해야 하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 이를 위해 병원에 내원하지 않코도 신장 질환이 있는지 여부를 간단하게 판별해 볼 수 있는 방법을 신호 처리 기법을 이용하여 행하는 방법을 제안하였다. 실험 결과는 음성 분석의 경우 한방에서 신장 질환과 음성과의 관계 설정이 정확하다는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 한방에서 신장은 입술 소리와 관련이 있고 신장 질환이 있을시 입술 소리인 “口”, “니”, “교” 등의 발음이 불명확 할 수 있다는 학설이 실험 결과로 정확하다는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 음성 분석 요소인 포먼트중 입술 소리와 연관이 있는 제 2 포먼트에서 환자과 정상인과의 차이를 확인 할 수 있었다. 또한 피치값에 있어서도 정상인과 질환자와는 차이가 발생함을 확인 할 수 있었다. 또한 신장과 관련이 있는 오관인 귀에 대해 측면 얼굴에서 귀의 영역을 추출하였다. 이를 위해 YCbCr에서 살색 영역을 찾아 이진 영상으로 만들고 코의 돌출 부위를 중심으로 코 영역을 찾고 이후 귀 영역을 찾아내었다. 현재까지의 실험 결과 측면 얼굴로부터 코와 귀의 영역을 효과적으로 추출하였다. 차후 신장 질환 판단 및 귀에서 질병과 관련이 되어 있는 95개 혈자리를 자동으로 추출해 내는 작업과 사상 의학에서 사상 체질 분류에 필요한 후속 작업까지 연구가 순차적으로 수행되어야 하리라 여겨진다. 특히 사상 체질 분류는 얼굴뿐 아니라 체형에 대한 정보도 중요하므로 이를 자동으로 계측하기 위한 3차원 스캐너에 대한 개발 연구, 음향 정보를 처리하기 위한 음향 신호 처리 분석까지 행해져야 제대로 된 사상 체질 분류가 되리라 여겨진다. 다시 말해 사상 체질 분류는 하나의 방법만으로 되는 것이 아니므로 사상 체질 분류에 필요한 모든 요소들을 취합해야 하고 이를 기술에 의해 구현하여 하이브리드 형태로 구현하는 방법에 대해서 지속적으로 연구가 진행되어야 하리라 여겨진다.

참 고 문 헌

- [1] 조현영, 통속 한의학 원론 : 쉽고 재미있게 풀어 쓴 한의학의 명저, 학원사, 2003.
- [2] 신동원, 김남일, 여인석, (한권으로 읽는)동의보감, 들녘, 1999.
- [3]http://www.namemake.tv/name_4.htm
- [4] 양병곤, 프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제. 2003