

음성모음과 신체의 상관관계 분석

An Analysis of Correlation between Voice vowels and Human body

최인호*, 전종원**

In-Ho Choi*, Jong-Weon Jeon**

요 약

본 논문은 음성진단이나 음성치료를 위한 연구로서 음성과 신체의 상관관계를 분석한 것이다. 음성신호와 함께 신체의 머리와 가슴 그리고 복부에서 음성에 의한 진동과형을 측정하였으며, 이 때 사용한 음성은 모음 ‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’이다. 그 결과 모음에 따라 신체의 특징을 잘 나타내는 성분을 확인할 수 있었으며, 신체질량지수(BMI)와의 상관계수를 측정하여 음성에 의한 신체조건 진단의 활용방안을 제시하였다.

Abstract

In this paper, the correlation between voice vowels and human body is analysed for the voice therapy and diagnosis. Using vowels('a', 'e', 'i', 'o', 'u'), the vibration signals in head, chest and belly is measured with the voice signal.

As the result, it is shown that body characteristics can be checked from some vowels, and the correlation coefficient of body vibration signal and BMI(body mass index) is computed. From the result, using voice signal and body vibrations, the body diagnosis model is proposed.

Key words : voice signal, voice therapy, body vibration, correlation, body mass index

I. 서 론

음성과 신체의 상관관계에 대한 연구는 고대 이래 많은 연구가 있어왔다. 중국 고대 의서인 황제내경에서는 인체의 오장(五臟)을 음성과 관련지어 설명하였는데 즉, 오장에는 소리가 있고 음향이 있으니 궁, 상, 각, 치, 우 5음으로 구성되며 각각의 음의 성질에 따라 질병의 유무를 진단할 수 있다고 기술하였다.[1]

또한 악학궤범에 보면, 소리가 비장(脾臟)에서 나와 입을 다물고 통하게 하는 것을 ‘궁’소리라 이르고,

간장(肝臟)에서 나와 이(齒)를 벌리고 입술을 숫구고 내는 소리를 ‘각’소리라 이르고, 심장(心臟)에서 나와 이(齒)는 합하고 입술을 열어내는 소리를 ‘치’소리라 이르고, 신장(腎臟)에서 나와 이는 열고 입술을 모두 어 내는 소리를 ‘우’소리라 한다고 설명하고 있다.[4]

이와 같이 음성과 인체 장부(臟部)와의 상관성에 관해서 많은 논의가 있었지만[1-5] 이에 대한 과학적인 실험은 그 연구가 미진한 실정이다.

반면에 음성인식, 화자인식, 음성치료, 음성진단 등에 대해서 음성을 이용한 연구가 많지만 모두 발성

* 김포대학 정보통신과

** 상지영서대학 컴퓨터정보과

· 제1저자 (First Author) : 최인호

· 투고일자 : 2010년 5월 28일

· 심사(수정)일자 : 2010년 5월 28일 (수정일자 : 2010년 6월 17일)

· 게재일자 : 2010년 6월 30일

음에 의존한다. 음성은 주로 발성기관 즉, 성도에 의해 가장 큰 영향을 받는 것은 사실이지만 음성으로 인하여 인체가 진동하므로 직, 간접적으로 음성에 미치는 영향은 분명하다고 판단된다.

사람의 목소리에 대한 주파수 특성을 보면 사람 개개인의 특성이 그대로 목소리에 나타나게 된다. 이러한 이유 때문에 사람의 목소리를 지문과 마찬가지로 성문(聲紋)이라고 불리우기도 한다. 성문을 분석하여 보면 주파수 구성이 모두 틀린데, 이것을 피아노 건반의 음계로 나타내서 보게 되면 신체에 이상이 있는 경우 빠진 음이 나타나게 되는 것과 마찬가지로, 즉, ‘도레미파솔라시도’의 음계일 경우 ‘도레미파-라시도’로 나타난다고 생각하면 된다. 이러한 현상을 두고 음성학자나 소리요법자들이 내린 결론은 신체의 이상이었고, 그 치료법은 빠진 음을 채워주는 것으로 가능하다고 보았다.

본 논문에서는 모음 ‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’를 발생하여 그 진동신호가 인체 각 부위에 전달되는 과정과 특성을 분석하였으며, 여기서 제시한 방안의 실효성을 검증하기 위해 BMI지수가 서로 다른 4명의 피실험자를 선정하여 실험함으로써 기본 진동응답과 진동 에너지가 BMI지수와 어떤 상관관계가 있는지에 대해 분석하였다.

II. 음성신호의 특징추출

2-1 음원의 발생

DVB-H 음성이 만들어지는 과정에서 음향적 특징을 결정하는 것은 성도의 모양이다. 말하는 동안 계속해서 혀와 입술, 여러 조음기관들을 움직여 성도의 모양을 바꾼다. 이러한 변화에 의해서 여러 가지 다른 음성을 생성할 수 있게 하는 것이다.

이러한 성도의 모양 중에 성문의 개폐는 성대의 진동을 관찰함으로써 알 수 있다. 유성음이 발생하는 경우 우선 성문이 닫혀지고 기압이 성대 장벽 뒤에서 형성되어 결국 성대를 불어서 떨어지게 한다. 일단 떨어지면 초과된 압력이 터져 나가고 탄력이 있는 성대는 그 닫혀진 위치로 돌아가며 압력이 또 형성되어

그 주기가 반복된다[15].

진동하는 성대는 혀와 입 사이의 공기 통로를 울동적으로 여닫음으로 해서, 일정한 공기의 흐름을 방해하고 여러 개의 공기 덩어리를 생성한다. 성대 진동 주기는 결국 성대가 얼마나 빨리 불려 떨어지는가와 닫힌 위치로 되돌아가는가에 의해 결정된다.

성문 아래에서부터 호기류가 보내지면 성문하압, 성대의 탄성장력 및 베르누이 효과가 작용하여 성대는 수동적으로 진동을 반복한다. 성문을 통과하는 호기류는 이 개폐에 따라서 거의 규칙적으로 단속되는데, 이때 성도의 공명 시스템이 음향학적으로 여기(excite)되어 음성이 발생한다. 이 경우 에너지원으로 작용하는 것이 호기류인데, 이 또한 신체의 상태에 따라 개인별 차이가 나타날 수 있다.

2-2 진동 에너지

진동의 강도 또는 크기를 나타내는 진동량으로는 변위, 속도, 가속도 등이 주로 쓰이고, 그 단위는 cm, cm/s(kine), cm/s²(gal) 등이 주로 쓰이고 있는데 이들은 모두 선형적 척도이다.

구조물에 대해서는 이러한 척도가 잘 적용될 수 있으나 인체의 감각은 선형적으로 비례하지 않고 Weber-Fechner법칙에 따라 대수척도로 대응하므로 대수척도인 dB를 사용한다. 가속도 레벨은 진동 가속도를 dB단위로 나타낸 것이며 다음과 같이 적용된다.

$$\text{가속도 레벨 } L = 20 \log \frac{A}{A_0} \text{ (dB)} \quad (1)$$

A : 측정치의 가속도 실효치(m/s²)

A₀ : 기준치(10⁻⁶m/s²)

진동신호의 에너지는 진동의 강약을 의미하는 것으로 다음과 같이 파형의 진폭값의 절댓치를 합하여 구하였다.

$$E(k) = \sum_{n=1}^m |x(k)| \quad (2)$$

2-3 기본 진동수

음성의 기본음(Pitch)을 결정하는 것이 기본진동수이다. 본 논문에서는 자기상관함수를 사용하여 기본진동수를 측정하였다. 자기상관함수는 시간영역에서 피치를 측정하는 일반적인 방법으로 자기상관함수 $R(k)$ 는 다음 식과 같이 정의된다.

$$R(k) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n)s(n+k) \quad k=0,1,2,\dots \quad (3)$$

여기서 구한 기본주기(pitch)의 역수 f 를 구하면

$$f = \frac{1}{T} (Hz) \quad (T: \text{pitch}) \quad (4)$$

이 되며, 이 때 f 값을 기본 진동수라 한다. 또한 기본 진동수는 주파수 공간에서 첫 번째 피크값으로 나타나며, 음성의 경우 제1배음에 해당한다.

2-4 코히어런스 특성

음성신호와 인체 진동신호 사이의 유사도를 측정하기 위해 코히어런스(coherence) 함수를 사용하였다. 코히어런스 함수는 두 신호 사이의 선형성의 정도를 나타내는 지표로서 주파수의 함수로 표현하며, 두 신호에 대한 자기상관스펙트럼(Auto Correlation Spectrum) $G_{11}(f)$, $G_{22}(f)$ 과 상호상관스펙트럼(Cross Correlation Spectrum) $G_{12}(f)$ 로 나타내면 다음과 같다.

여기서 아래첨자 1, 2는 각각 신호 1, 2를 의미하는 것으로 음성과 진동신호이다. 코히어런스 함수값은 0~1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 두 신호 사이의 선형 종속 정도가 강하다고 볼 수 있다.

$$\gamma^2(f) = \frac{|G_{12}(f)|^2}{G_{11}(f) \cdot G_{22}(f)} \quad (5)$$

2-4 포만트(Formant) 분석

인체의 음성 모음에 대한 공명특성을 알아보기 위해 포만트 주파수를 추출하여 비교하였다. 모음 발생에 대한 성도 단면적의 변화 형태[6]에 비추어 살펴보면 모음 ‘아’, ‘오’, ‘우’를 발생할 때는 구강의 단면적이 다른 모음에 비해 아주 크다. 모음 ‘오’와 ‘우’에서는 성도 단면적은 구강은 넓고 성도의 종단인 입술은 좁히는 형상이 된다. 성도의 단면적은 밖으로 방사되는 음성(voice)에 많은 영향을 미치는 데, 인체 내의 진동에도 모음별로 각기 다른 영향을 줄 것으로 판단하여 분석에 활용하였다.

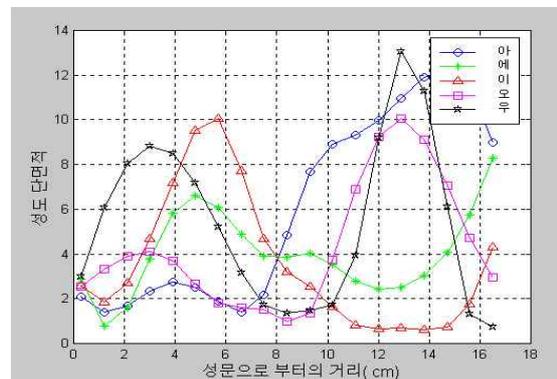


그림 1. 성도의 단면적[6]
Fig. 1 The section area of vocal tract[6]

III. 실험 및 결과분석

3-1 신체질량지수(BMI)

주 음성에 의한 신체의 진동특성과 BMI(Body Mass Index)지수와 상관관계를 분석하기 위하여 BMI지수가 서로 다른 4명의 피실험자를 선정하여 실험에 적용하였다. BMI는 일반적으로 비만의 정도를 나타내는 척도로 많이 사용되며, BMI지수가 높으면 고혈압, 심장질환, 골관절염, 타입-2당뇨병 등 특정 질환의 발생위험이 높아진다. BMI지수가 25이상이면 과체중으로 간주하며, 의학적으로 저체중, 정상체중, 과다체중, 비만으로 나누는 중요한 지표이다. BMI 계산식은 식(6)과 같으며 피실험자의 신체적 특징은 표1과 같다.

* BMI(Body Mass Index: 신체질량지수)

$$BMI = \frac{BodyWeight}{Height \times Height} \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad (6)$$

표 1. 피실험자의 BMI

Table 1. BMI of reagents

구분	신장(cm)	체중(kg)	BMI(kg/m ²)
S1	183	92	27
S2	167	63	23
S3	178	59	19
S4	179	64	20

3-2 실험방법

음성에 의한 인체 각 부위의 진동 신호를 검출하기 위해 모음 ‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’를 발생하도록 하여 그 음성과 함께 인체 각 부위에 전달되는 진동 신호를 동시에 측정하였다. 모음이 자음보다 많은 진동을 발생시키며 공진특성이 잘 나타나기 때문에 실험 음성으로 사용하였다.

인체 진동신호 추출을 위한 측정위치로 먼저 인체를 머리 위, 가슴, 배로 분류하여 진동신호를 검출하였다. 음성신호는 진동원으로서의 역할과 더불어 인체 내부 진동신호를 분석하기 한 기준 신호로 사용하기 위해 동시에 저장하였다.

데이터 입력 장치로는 마이크로폰(B&K4193)과 가속도계(B&K4374)를 사용하였으며 증폭기는 NEXUS(B&K2690)를 사용하였다.

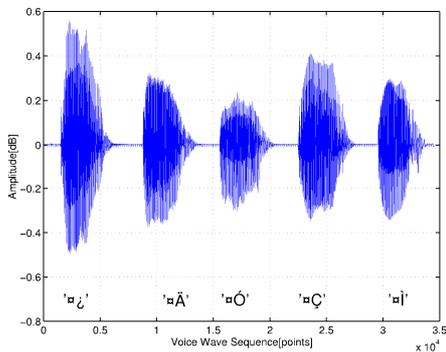


그림 2. 음성신호(‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’)

Fig. 2. Voice Signal('a', 'e', 'i', 'o', 'u')

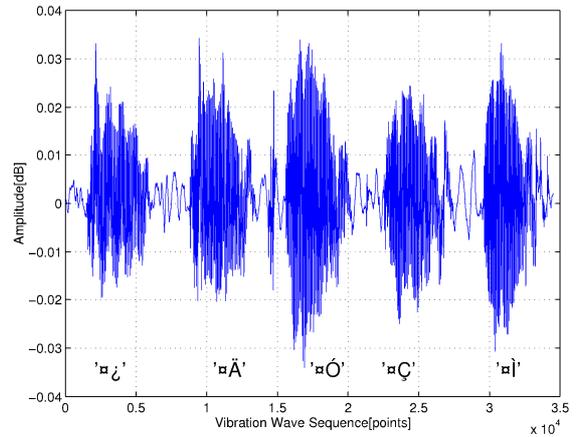


그림 3. 인체의 진동신호(‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’)

Fig. 3. Vibration Signal of Human Body ('a', 'e', 'i', 'o', 'u')

3-3 실험결과분석

모음 ‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’에 대한 머리, 가슴, 배에서의 기본주파수 응답은 그림 4.와 같이 나타났다. 가슴 부위에서는 모음별로 기본주파수 응답이 크게 분포하며 대부분 크기가 높게 나타나므로 음성에 의한 영향이 가장 높게 나타나는 부위라 할 수 있다. 배 부분은 가슴과 마찬가지로 모음별 기본주파수 응답의 차이는 거의 나타나지 않으며 크기만 다소 작게 나타남을 알 수 있었다. 따라서 가슴과 배 부위에서 음성 기본주파수에 대한 응답은 모음에 따라 거의 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 그러나 머리 부위에서는 각 모음에 대해서 차이가 발생하였는데, 모음 ‘아’와 ‘에’가 가장 작은 크기를 보였고, 그 다음 ‘오’와 ‘우’ 그리고 모음 ‘이’가 가장 큰 기본 주파수 응답 크기를 나타냈다. 따라서 음성 모음 ‘이’가 두성음이고 음성 모음 ‘아’가 대표적인 흉성음이라는 사실을 실험을 통해 확인할 수 있었으며, 신체의 머리 부위에서 음성 모음에 따라 다른 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

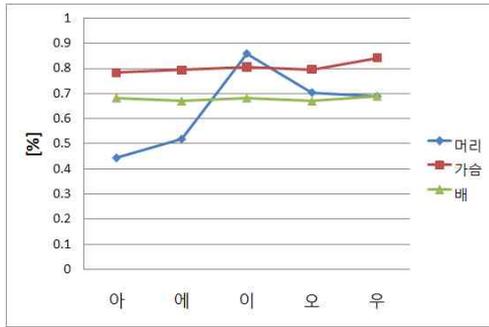


그림 4 기본 진동수 응답

Fig 4. Fundamental Frequency Response

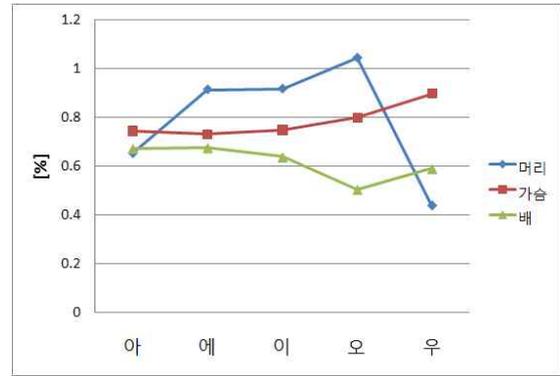


그림 5 진동에너지 특성

Fig.5 Vibration energy characteristics

표 2 기본 진동수 응답

Table 2. Fundamental Frequency Response

Vowel	Body	s1	s2	s3	s4	Average
아	Head	0.53	0.49	0.32	0.44	0.45
	Chest	0.89	0.88	0.57	0.80	0.79
	Belly	0.77	0.54	0.52	0.90	0.68
에	Head	0.79	0.53	0.28	0.48	0.52
	Chest	0.83	0.96	0.62	0.77	0.80
	Belly	0.78	0.59	0.47	0.84	0.67
이	Head	1.15	0.86	0.77	0.66	0.86
	Chest	0.98	0.89	0.65	0.71	0.81
	Belly	0.72	0.66	0.44	0.91	0.68
오	Head	1.00	0.73	0.55	0.54	0.71
	Chest	0.95	0.85	0.64	0.75	0.80
	Belly	0.83	0.63	0.37	0.85	0.67
우	Head	0.97	0.71	0.68	0.40	0.69
	Chest	1.06	0.85	0.69	0.77	0.84
	Belly	0.86	0.65	0.34	0.91	0.69

표 3 진동에너지 특성

Table 3 Vibration energy characteristics

Vowel	Body	s1	s2	s3	s4	Average
아	Head	0.89	0.41	0.39	0.92	0.65
	Chest	0.97	0.60	0.41	1.00	0.75
	Belly	1.27	0.51	0.45	0.46	0.67
에	Head	0.33	0.71	0.81	1.81	0.92
	Chest	0.92	0.56	0.54	0.91	0.73
	Belly	1.48	0.29	0.60	0.33	0.68
이	Head	0.52	0.80	1.28	1.07	0.92
	Chest	0.86	0.53	0.29	1.32	0.75
	Belly	1.27	0.38	0.42	0.48	0.64
오	Head	0.53	0.27	2.78	0.60	1.05
	Chest	0.95	1.30	0.31	0.64	0.80
	Belly	0.96	0.27	0.40	0.39	0.51
우	Head	0.27	0.29	0.67	0.52	0.44
	Chest	1.04	1.35	0.24	0.96	0.90
	Belly	1.39	0.29	0.25	0.43	0.59

전체 진동에너지는 각 모음별로 두드러진 특징을 보이지는 않았다. 다만, 머리 부위에서 모음 ‘아’와 ‘우’가 상대적으로 작은 반응을 보였고 모음 ‘에’, ‘이’, ‘오’에서 상대적으로 큰 반응을 보였다. 가슴과 배 부위에서는 각 모음별 진동에너지 특성이 거의 유사하게 나타났다.

음성신호와 신체의 각 부위별 음성에 의한 진동신호의 유사도를 알아보기 위하여 그림 6과 같이 코히어런스를 측정하였다. 특정 위치에서 각 모음별로 코히어런스 값은 큰 변화는 없었으며, 머리, 가슴, 배 순서로 코히어런스 값이 크게 나타났다. 머리 부위는 음성이 최종 방사되는 구강 및 성도와 가장 가까운 위치에 있으며, 가슴은 목의 성대를 기준으로 하단에 기관지와 폐를 둘러싼 흉강으로 구성되고, 배 부분은 횡경막 아래 복강으로서 음원 발생 부분인 성대와 가장 먼 거리에 위치함에 따라 나타난 결과로 볼 수 있다.



그림 6 코히어런스 특성
Fig. 6 Coherence characteristics

표 4 코히어런스 특성

Table 4 Coherence characteristics

Vowel	Body	s1	s2	s3	s4	Average
아	Head	0.72	0.71	0.66	0.68	0.69
	Chest	0.68	0.65	0.65	0.62	0.65
	Belly	0.64	0.57	0.65	0.66	0.63
에	Head	0.74	0.75	0.74	0.74	0.74
	Chest	0.71	0.68	0.69	0.62	0.68
	Belly	0.63	0.58	0.64	0.57	0.61
이	Head	0.74	0.68	0.73	0.68	0.71
	Chest	0.68	0.64	0.67	0.63	0.66
	Belly	0.63	0.61	0.65	0.60	0.62
오	Head	0.74	0.68	0.71	0.65	0.70
	Chest	0.69	0.61	0.64	0.62	0.64
	Belly	0.64	0.63	0.61	0.58	0.62
우	Head	0.74	0.70	0.69	0.69	0.71
	Chest	0.72	0.66	0.70	0.68	0.69
	Belly	0.67	0.64	0.61	0.62	0.64

그림 7은 음성신호와 배 부위에서의 음성진동신호의 포만트 결과 값을 나타낸 것이다. 모음 ‘이’와 ‘에’에서는 음성신호와 진동신호의 포만트 주파수1, 포만트 주파수2가 유사하게 나타나므로 모음의 특성을 잘 전달하였고, 다른 모음신호에서는 구별이 어려울 정도로 모음 특성이 변화됨을 알 수 있다.

그림 8은 가슴 부위에서의 포만트 주파수 결과 값이다. 가슴 부위에서는 다소 차이는 있으나 모든 모음성분의 포만트 주파수값이 음성신호 ‘우’와 유사하게 나타났으며, 그림 9에서 나타난 결과와 같이 배 부위에서도 음성신호의 ‘우’와 유사한 포만트 주파수

값을 보였다.

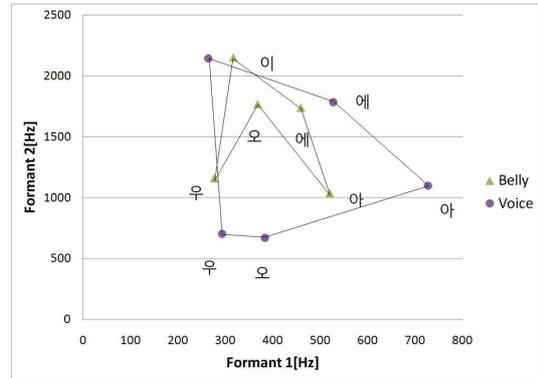


그림 7 음성과 배부위의 포만트주파수 분포
Fig. 7 Formant of voice and belly

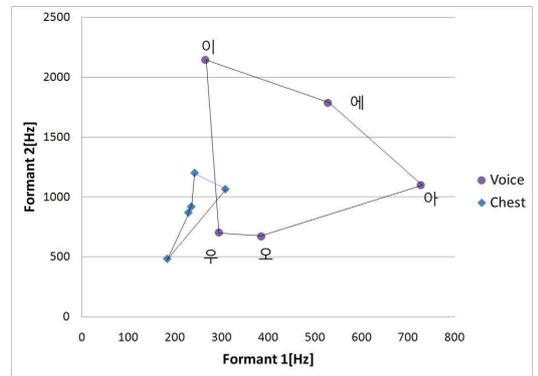


그림 8 음성과 가슴부위의 포만트주파수 분포
Fig. 8 Formant of voice and chest

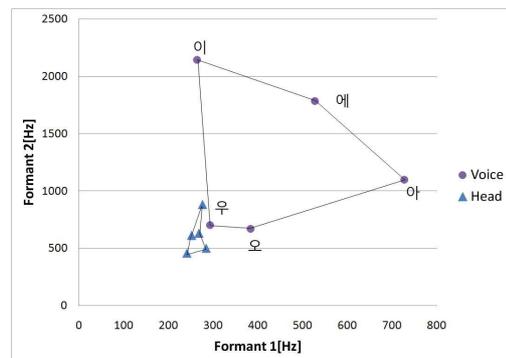


그림 9 음성과 머리부위의 포만트주파수 분포
Fig. 9 Formant of voice and head

따라서 신체 내부를 통과한 음성파형은 모음 ‘우’와 유사한 스펙트럼 분포를 갖는 다는 것을 확인할 수 있었다.

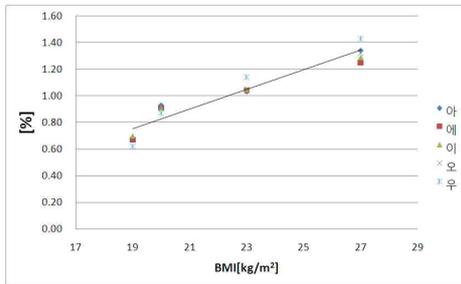


그림 10 BMI 와 기본 진동 응답(가슴)
Fig. 10 BMI and fundamental vibration response(Chest)

사람의 체격과 음성신호와의 상관성을 알아보기 위해 BMI(Body Mass Index)에 따른 각 모음별 특성을 구하였다. 먼저, 음성신호에 대한 가슴 부위에서의 기본진동응답 특성은 그림 10과 같이 모든 모음에서 BMI와 선형 비례함을 알 수 있었다. 즉, 모음의 종류와 관계없이 음성신호의 기본 진동수는 사람의 체격을 간접적으로 인지할 수 있는 파라미터인 셈이다.

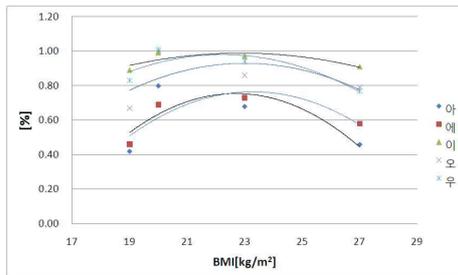


그림 11 BMI와 기본 진동수 응답(머리)
Fig. 11 BMI and fundamental vibration response(Head)

가슴 부위에서와 달리 머리 부위에서는 BMI와 관련성이 다르게 나타났다. 정상 범주에 속하는 BMI가 23인 사람에게서 기본진동응답이 가장 크게 나타났고, 과체중(BMI=27)인 사람과 저체중(BMI=19, 20)인 사람에게서는 기본진동응답이 상대적으로 작게 나타났다.

따라서 머리 부분에서의 음성신호 응답특성은 BMI를 기준으로 할 때, 정상인과 비정상인을 진단하는 파라미터 특성을 갖는다고 할 수 있다.

신체의 배(복강) 부위에서 BMI에 따른 음성 기본진동응답 특성은 모음 별로 큰 차이 없었으며, BMI

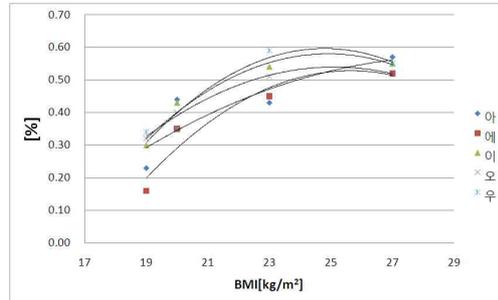


그림 12 BMI와 기본 진동수 응답(배)
Fig 12. BMI and fundamental vibration response(Belly)

와 어느 정도 비례하였으나 과체중으로 갈수록 비례의 정도가 감소하는 경향을 보임으로 해서 보다 많은 데이터를 통해 확인해야 할 것으로 보인다.

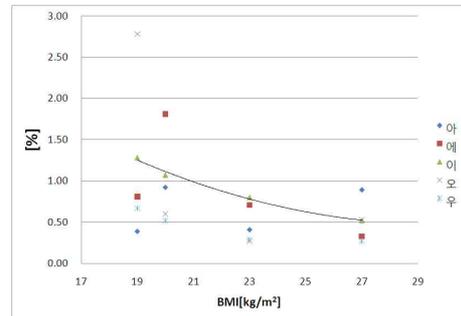


그림 13 BMI와 진동에너지(머리)
Fig 13. BMI and vibration energy(Head)

음성의 기본 진동수 응답 특성과 달리 진동에너지 특성에서는 모음에 따라 여러 가지 현상이 나타났다. 그림 13은 머리 부위에서의 진동에너지와 BMI 관련성을 나타낸 것으로 모음 ‘이’를 발성할 때, BMI가 높을수록(과체중) 진동에너지가 감소함을 알 수 있었으나, 기타 다른 음성 모음에서는 특별한 특징이 나

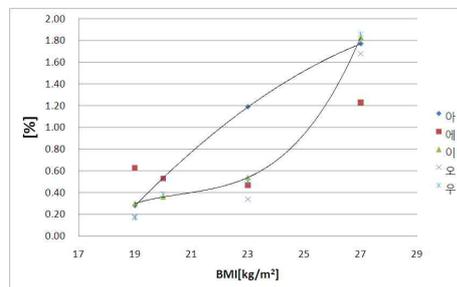


그림 14 BMI와 진동에너지(가슴)
Fig 14. BMI and vibration energy(Chest)

타나지 않았다.

가슴(흉강) 부위에서 음성신호에 대한 진동에너지는 모음 ‘아’에서 가장 두드러진 특징을 보였다. 모음 ‘아’의 진동에너지는 BMI와 선형 비례함으로서 신체와 상당한 연관성이 있는 특징으로 나타났다.

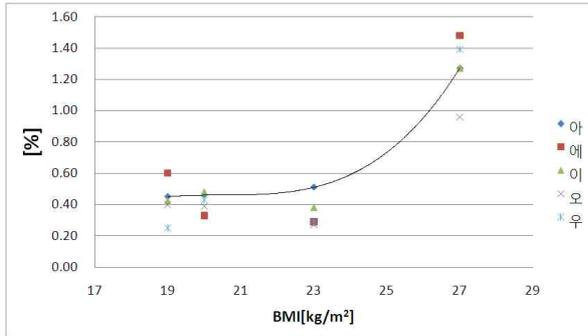


그림 15 BMI와 진동에너지(배)
Fig. 15 BMI and vibration energy(Belly)

배(복강) 부위에서는 BMI에 대한 뚜렷한 모음별 특징은 나타나지 않았으며, 다만 과체중인 경우 진동에너지가 급상승함을 알 수 있었다.

음성 모음의 진동에너지와 BMI의 상관계수(Correlation Coefficient)는 표 5와 같다. 가슴 부위에서 발생하는 음성 ‘아’와 머리 부위에서 발생하는 모음 ‘이’가 상관도가 높게 나타나 신체의 특징을 잘 반영하는 것으로 판단되며, 모음 ‘에’와 ‘오’에서는 상대적으로 상관도가 작게 나타났다.

음성 모음의 기본진동응답 크기와 BMI의 상관계수는 표 6과 같다. 모든 모음성분이 공통적으로 가슴 부위에서의 특징이 BMI와 상관도가 높았으며, 머리 부위에서 상관도가 아주 낮게 나타났다.

표 5 진동에너지와 BMI 상관계수

Table 5 Correlation Coefficient of vibration energy and BMI

Vowel	Body	BMI				Corr Coef.
		27	23	19	20	
아	Head	0.89	0.41	0.39	0.92	0.38
	Chest	1.77	1.19	0.28	0.53	0.99
	Belly	1.27	0.51	0.45	0.46	0.91
에	Head	0.33	0.71	0.81	1.81	-0.68
	Chest	1.23	0.47	0.63	0.53	0.78
	Belly	1.48	0.29	0.60	0.33	0.76
이	Head	0.52	0.80	1.28	1.07	-0.98
	Chest	1.83	0.54	0.30	0.36	0.94
	Belly	1.27	0.38	0.42	0.48	0.85
오	Head	0.53	0.27	2.78	0.60	-0.61
	Chest	1.68	0.34	0.18	0.52	0.88
	Belly	0.96	0.27	0.40	0.39	0.78
우	Head	0.27	0.29	0.67	0.52	-0.89
	Chest	1.86	0.50	0.17	0.39	0.94
	Belly	1.39	0.29	0.25	0.43	0.87

표 6 기본 진동수 응답과 BMI의 상관계수

Table 6 Correlation Coefficient of fundamental vibration response and BMI

Vowel	Body	BMI				Corr Coef.
		27	23	19	20	
ㅏ	Head	0.46	0.68	0.42	0.80	-0.24
	Chest	1.34	1.03	0.67	0.93	0.96
	Belly	0.57	0.43	0.23	0.44	0.85
ㅓ	Head	0.58	0.73	0.46	0.69	0.20
	Chest	1.25	1.04	0.67	0.91	0.95
	Belly	0.52	0.45	0.16	0.35	0.89
ㅣ	Head	0.91	0.97	0.89	0.99	-0.14
	Chest	1.29	1.05	0.70	0.91	0.97
	Belly	0.55	0.54	0.30	0.43	0.85
ㅑ	Head	0.79	0.86	0.67	1.00	-0.02
	Chest	1.32	1.05	0.67	0.91	0.97
	Belly	0.52	0.51	0.32	0.40	0.89
ㅓ	Head	0.77	0.94	0.83	1.01	-0.52
	Chest	1.43	1.14	0.62	0.87	0.98
	Belly	0.55	0.59	0.34	0.35	0.82

V. 결 론

인간의 목소리에 의해 발생하는 진동음은 인체 내부를 통과하면서 인체의 형태에 따라 각 부분에서 독특한 형태로 나타난다. 이와 같은 진동의 특징은 우리 몸의 골격구조와 인체조직에 따라 다르게 나타났으며, 개인의 식별을 위한 특징으로 BMI지수를 적용하여 실험한 결과, 인체의 진동신호와 BMI지수가 서

로 상관성이 있음을 확인할 수 있었다.

인체의 진동특성에서 확인한 결과, 가슴과 복부 등에서는 저주파 성분이 주로 전달되며, 머리 부분에서는 상대적으로 고주파 성분이 많이 나타난다. 특히, 인체는 대칭이면서 내부적으로 좌, 우가 다르고 횡격막과 성대를 기준으로 부분적으로 상, 하가 구분되어 있다. 이와 같은 구조적 특성에 대한 음파의 전달특성을 진동 에너지와 기본진동응답, 포만트주파수, 코히어어런스 그리고 BMI 등을 통해 알아보았다.

음성에 의한 진단에서 기존 음성신호처리에 의한 방법으로는 아직까지 한계가 있다. 따라서 같은 음성에 의한 데이터의 획득이지만 방법을 달리해서 진동 센서를 이용한 방안을 제시하였고, 음성에서 얻을 수 없었던 새로운 특징들을 추출함으로써 향후, 음성에 의한 진단을 보다 정확히 할 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문에서는 BMI지수가 피실험자들을 선정하여 실험에 따른 특징들을 분석하였으며, 인체 각 부위에서 나타나는 특징들과 BMI와의 상관성을 도출하여 개인별 특징 분류와 인체 진동과의 활용 가치를 제시하였다.

향후, 성별, 연령별, 체질별 그리고 각종 질병 등 보다 많은 통계적 집단을 대상으로 한 특징 데이터를 획득하고 분석한다면 보다 정확하고 다양한 응용분야에 활용 가능할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 양유걸, “황제내경영추역해”, *대성문화사*, 1990, p400-467.
 [2] 한의학연구원 임상연구실, “음악과 한의학”, *한의학연구원*, 1998. pp13-14.
 [3] 이제마, “동의수세보원”, *행림출판*, 1994, pp 137-138.
 [4] 럽정권역, “악학궤범”, *평양국립출판사*, 1956.12.30.
 [5] 전종원, 진용옥, “사상체질과 음성신호의 상관관계”, *한국정신과학회 춘계 학술대회*, 1998. 4.
 [6] 양병근, "MRI에 의한 모음의 성도 단면적 측정 및 면적 변이에 따른 합성 연구," *음성과학 제6권1호* pp. 19-34. 1998.
 [7] 우춘규, 정완섭, 김수현, 박윤근, “인체 진동모델의 진동 전달특성에 관한 조사,” *한국소음공학회*

지, 제6권 제5호, pp. 625-633, 1996.

[8] 김영수, 진용옥, “과도기 형태 신호의 매개변수 추정기법을 이용한 성덕대 왕 신종의 음향분석,” *한국음향학회지, Vol. 17, NO. 7*, pp. 91-100, 1998.
 [9] 김양한, 김시문, “원통형 음향 홀로그래피를 이용한 성덕대왕 신종의 방사음장 특성 분석,” *한국음향학회지, vol. 16, no. 4*, pp. 94-100, 1997.
 [10] 한태동, “世宗代의 音聲學,” *연세대학교출판부*, 1998.
 [11] 김양한, “음향진동 측정을 통한 성덕대왕 신종(聖德大王 神鐘, 에밀레종)의 소리 특성 탐구,” *한국음향학회지, Vol. 16, No. 8*, 1997.
 [12] 이병국, “인체해부 생리학,” *癸丑文化社*, 1987.
 [13] Donnati, P. M and Bonthoux, C., "Biodynamic Response of the Human Body in the Sitting Position when Subject to Vertical Vibration," *Journal of Sound and Vibration, Vol. 90, No. 3*, pp.423-442, 1983.

최 인 호 (崔寅浩)



1990년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학사)
 1992년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학석사)
 2000년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학박사)
 1996년 3월~현재 : 김포대학

정보통신과 교수

관심분야 : 영상통신, 음성 분석 및 합성

전 종 원 (田鍾源)



1987년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학사)
 1989년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학석사)
 2001년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학박사)
 1992년 9월 ~현재: 상지영서대학

컴퓨터정보과 교수

관심분야 : 음성신호처리, 생체신호처리, 한의정보공학