

음성의 안정적 변수 추출을 위한 SOP 개발 연구

김근호 · 장준수 · 김영수 · 김종열*

한국한의학연구원 체질생물학·의공학 연구센터

Study of Developing SOP for Extracting Stable Vocal Features for Accurate Diagnosis

Keun Ho Kim, Jun Su Jang, Young Su Kim, Jong Yeol Kim*

Constitutional Biology and Medical Engineering Research Center, Korea Institute of Oriental Medicine

Voice can be widely used to classify the four constitution types and to recognize one's health condition from extracting meaningful features as physical quantity in traditional Korean medicine or Western medicine. In this paper, we proposed the method to update the standard operating procedure (SOP) to acquire and record voices for extracting stable vocal features since they are sensitive to the variation of a subject's utterance. At first, we obtained pitch frequencies from vowels and the sentence and intensity from the sentence as features with voices acquired under subjects' utterance conditions and then the deviation ratios of features from median values according to the utterance conditions were obtained and the condition to minimize the ratio was selected as a new SOP. As a result, we decided the SOP for a subject to utter vowels with the length of 2s~1s and sentences with over 2s interval between them after practice, in consideration of the deviation and qualitative requirements. Stable voice features obtained from updated SOP produce accurate diagnosis, which will be developed and simplified for using in the u-Healthcare system of personalized medicine.

Key words : vocal feature, standard operating procedure, variation, stable features

서 론

현대의학이 발전함에 따라 건강관리와 복지의 중요성이 커지고 있다. 고령자 인구가 증가하고 삶의 질에 대한 관심이 커짐으로써 개인맞춤형 의학인 한의학이 주목을 받고 있다. 이에 따라 사람의 음성으로 건강을 판단하려는 시도가 계속되어 왔다. 그 중 한의학에서는 사람의 체질을 구분하고 그에 따라 건강을 판단하는 연구가 최근에 들어와 더욱 활성화 되고 있다¹⁻³⁾.

특히 음성을 분석하고 재현하는 IT 기술의 발전으로 최근에 들어 많은 관심을 받고 있는 음성진단은 한의사의 기본 진단 방법인 사진(四診) - 망문문절(望聞問切) - 중의 하나인 문진(聞診)에 속하며, 사상체질 분류 연구의 큰 주제이기도 해왔다. 예를 들자면, 사상체질과 음성과의 관계는 사상입해지남 사성론(四聲論)⁴⁾에서 "태양인은 호흡기가 크므로 소리가 높다. 성음이 맑

고 원만하니 상음(商音)과 화합한다. 태음인은 성량이 풍부하여 소리가 무겁다. 성음이 탁하고 방정하다. 음은 양을 이기므로 음량이 풍성하다. 소양인 호흡기가 작으므로 소리가 가볍고 낮다. 성음이 급하고 멀리 전파된다. 소음인은 성량이 넓으므로 소리가 활발하다. 성음은 느리고 평안하다. 또한 음량이 풍성하다"라고 기록하고 있다.

이러한 사상체질과 음성과의 관계를 정량적인 방법으로 해석하고자 하는 과학적인 시도는 여러 시도와 연구를 통해 현재 까지도 진행 중이다⁵⁻⁷⁾. 이러한 시도가 진행됨에 따라 음성의 특징을 추출하여 체질을 구분하고 유의한 특징을 찾아내는 시도도 함께 진행되고 있다. 하지만 음성의 취득되는 환경에 따라 음성의 특성이 달라질 수 있다. 이것을 극복하기 위하여 음성을 취득하는 조건과 환경의 통일이 필요하다.

이러한 조건을 정해놓은 것이 Standard operating procedure (SOP)이다. 이 연구에서 우리는 이미 정해진 SOP의 문제점을 파악하고 SOP의 문제점을 해결하는데 주안점을 둔다. 또한 안정적인 음성 변수 획득을 위한 새로운 SOP를 수립한다.

* 교신저자 : 김종열, 대전시 유성구 전민동 461-24 한국한의학연구원

· E-mail : ssmmed@kiom.re.kr, · Tel : 042-868-9489

· 접수 : 2011/09/30 · 수정 : 2011/11/01 · 채택 : 2011/11/19

연구대상 및 방법

1. 기존의 음성 취득 SOP (standard operating procedure)

현재 SOP 상에서는 음성 기록 음성 기록 시스템에 대한 정의와 가능한 안정적인 자세로 음성을 취득하는 방법을 묘사하고 있는데 자세한 내용은 다음과 같다.

Hardware로 개인용 컴퓨터 (PC)와 PC 자체의 소음의 영향을 최소화하기 위하여 외장형 사운드카드인 Sound Blaster Live 24-bit External을 사용하였다. 음성 주파수 대역을 고려하여 음성 녹음 전용 마이크인 Sennheiser e-835s 모델을 이용하였다. 스탠드를 이용하여 마이크를 입과 5 cm 정도의 적정 거리를 유지하도록 하며, 마이크의 원통 축이 지면과는 평행하게, 피험자의 입과는 수직이 되도록 고정하였다. 녹음 프로그램인 GoldWave⁸⁾를 Software로 사용하여 무손실의 WAV 파일로 저장하였다.

피험자는 녹음 전 1시간 정도 적응한 후, 편안한 자세로 의자에 착석하여 자연스럽게 편하게 말할 때 (주위를 의식하거나 긴장하지 않은 평상시의 상태)의 성량과 발화속도, 입술의 개폐 정도를 유지하도록 하였다. 모음 및 문장을 발음할 때 1초 이상 목음을 유지하다가 ‘아’, ‘에’, ‘이’, ‘오’, ‘우’를 각각 3초간 발음하고 그 사이는 1초 정도의 목음을 유지하고 그 다음에 “우리는 높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시고 왔습니다.”를 두 번 반복하도록 하였다. 문장 사이는 1초의 목음을 유지하고 발성이 마무리되면 1초 이상의 목음을 유지한 후 녹음을 종료하였다(Fig. 1).

이와 같이 모음 및 문장을 발음하여 녹음할 때, 5개의 모음을 발음하는 동안 피험자들은 체력적으로 많은 어려움을 가지고 있다. 즉, 모음의 발음이 지속시키는 시간이 3초인데 이를 지속하는 것에 어려움을 많이 느꼈고, 문장을 발음할 때의 너무 크거나 작을 때 목소리의 크기를 제한하는 문제점을 극복할 수 있는 가도 함께 측정하고 분석하는 것이 필요하였다.

※ 피험자용 안내지 예시

* 아래의 지시대로 모음 및 문장을 읽어 주십시오

- 음성녹음 안내멘트를 들려줍니다.
- 발음 전에 약 1-5초간의 목음을 유지합니다.
- 모음은 3초간 길게 일정한 성량으로 발음하고, 다음 모음을 발음하는 사이에 1초간 쉬어 간격을 주도록 합니다.
- 모음 발음이 끝난 후 마찬가지로 1초간 쉬어 간격을 준 후 이어서 문장을 읽도록 합니다.
- 같은 문장을 이어서 두 번 읽도록 합니다.
- 숨이 차지 않도록, 발음하는 사이에 숨을 쉬어 줍니다.
- 발성이 마무리 되면 약 1-5초간의 목음을 유지한 후에 녹음을 종료합니다.

(목음)	아~ (간격)	에~ (간격)	이~ (간격)	오~ (간격)	우~ (간격)
우리는 높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시고 왔습니다 (간격)					
우리는 높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시고 왔습니다 (목음)					

Fig. 1. An example of SOP for voice acquisition.

2. 실험 방법 및 수치적 분석 방법

남녀 각 3명씩 피험자 6명이 음성취득 SOP대로 같은 모음과 문장을 연습 없이 3초간의 모음을 발음한 후 두 번의 문장을 발음하고, 연습한 후 앞과 같이 모음과 문장을 발음, 연습한 후 2초간 모음, 앞과 같이 문장을 발음, 연습한 후 1초간 모음, 앞과 같이 문장을 발음, 연습 후 작은 소리로 발음, 연습 후 큰 소리로 발음하여 총 6가지의 음성을 녹음하였다. 6회를 녹음하는 동안 체력적으로 부담이 되므로 충분히 휴식을 취한 다음 녹음을 진행하고, 같은 온도 및 습도에서 진행하는 것이 좋으므로 모든 피험자를 같은 날에 진행하였다.

이렇게 취득된 음성으로부터 음성 변수를 취득하는데 그중 5개의 모음과 문장에서 가장 대표적인 기본주파수를 취득하였다. 기본주파수 (F0)는 40 ms의 구간 내의 Fast Fourier Transform (FFT)을 하고 각 구간의 주파수를 평균하여 구해진다. 여기서 이웃한 구간의 20 ms 씩은 서로 겹침으로 주파수를 구해 나간다.

또한 음성의 세기를 파악하기 위하여 문장을 읽을 때의 세기 (I0)를 구하였다. 문장의 세기 또한 40 ms 구간 내의 값들의 평균이다. 이러한 음성 변수 들은 음성 프로파일을 이용하여 Visual C++를 이용하여 구현되었다.

이렇게 구해진 기본주파수와 세기의 변이를 추적하기 위하여 변수(xij)의 발음 조건들의 중간 값(median value)을 구하고, 그 중간 값으로부터 얼마나 떨어져 있는가를 측정하는 것이 필요하다(식 1).

$$m_i(ID) = \text{median}_{j=1}^6(x_{ij}(ID)) \quad (1)$$

$$r_{ij}(ID) = \frac{|x_{ij}(ID) - m_i(ID)|}{m_i(ID)} \times 100 \quad (2)$$

식 (1)에서 xij의 j는 음성의 발음 조건을 의미하고, i는 음성 변수의 종류를 의미한다. ID는 피험자의 아이디를 의미한다. mi는 한 음성 변수에 대한 각 조건 중에서의 중간 값이다. 중간 값은 짝수 중에서 하나를 선택할 경우 중간에 있는 두 값을 취하여 평균한 값을 구하게 된다. 우리는 microsoft excel⁹⁾을 이용하여 구하였다. 즉, 식 (2)에서 rij는 음성 변수가 음성을 각 발음 조건에서 얼마나 중간 값에서 떨어져 있는가를 비율로 표시한 것으로 이보다 크다는 것은 주어진 조건에서 변이가 크다는 것을 의미한다.

$$\bar{r}_{ij} = \frac{1}{\#ID} \sum_{ID} r_{ij}(ID) \quad (3)$$

$$r_i(ID) = \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 r_{ij}(ID) \quad (4)$$

식 (3)은 rij의 피험자에 대한 평균 비율을 보여주는 것으로 어떤 조건의 변이가 큰지 보여주는 식이다.

식 (4)에서는 각 조건에서의 음성 변수의 평균값을 의미하고 각 음성 변수의 변동성을 보여 주고 있다.

3. 정성적 문제점 극복 방법

음성을 녹음한 결과 파일을 볼 때, 모음 사이에 쉬는 시간과 모음과 문장 사이의 쉬는 시간은 1초를 넘게 충분히 주어졌지만 문장을 두 번 읽을 때 문장과 문장 사이의 쉬는 시간이 없어 두 문장을 구분하기는 쉽지 않았다. 이를 위해 문장과 문장 사이에 쉬는 시간을 1초 이상으로 삽입하는 것이 필요하였다.

또한 3초 이상 모음을 발음할 때 연령이 높은 경우나 호흡이 짧은 경우 호흡을 유지하기 어렵다는 의견이 많았다. 이에 대한 검토를 추후에 고찰에서 언급하도록 하겠다.

결 과

Table 1은 남녀 각 3명씩 피험자 6명이 녹음한 사람의 ID 및 변수를 보여주고 있다. M(male)은 남성을 의미하며, F(female)는 여성을 의미한다. 그리고, 각 사람을 구별 짓는 것은 N1, N2, N3로 구분하며, 변수의 음성취득은 SOP대로 같은 모음과 문장을 연습 없이 3초간의 모음을 발음한 후 두 번의 문장을 발음한 경우 org로 표시하였고, 연습한 후 앞과 같이 5개의 모음과 문장을 발음한 경우 3s로 표시, 연습한 후 2초간 모음, 앞과 같이 문장을 발음한 경우 2s로 표시, 연습한 후 1초간 모음, 앞과 같이 문장을 발음한 경우 1s로 표시하였다. 또한, 연습 후 큰 소리로 발음한 경우 large로 표시하였고, 연습 후 작은 소리로 발음한 경우에 small이라고 표시하여 총 6가지의 음성 조건으로 녹음하였다. a는 모음의 아음, e는 모음의 에음, i는 모음의 이음, o는 오음, u는 우음을 의미하며, S는 문장을 의미한다. F0는 기본 주파수(pitch)를 의미하며, 사람의 목소리를 특성을 파악하는데 기본적인 특성을 가진 주파수로, 조건의 변화에 따른 음성의 차이를 볼 수 있는 가장 좋은 변수라 볼 수 있다. IO는 세기를 의미하며, 문장을 읽을 때 조건에 따른 변이를 보는 변수로 구해졌다.

Table 1. Voice variables with given conditions

ID	aF0	eF0	iF0	oF0	uF0	SF0	SIO
M-N1-org	119.30752	118.93446	122.1709	124.01192	125.71902	121.82799	53.035179
M-N1-3s	123.21739	124.73253	126.08243	131.81301	131.75354	122.82855	53.09615
M-N1-2s	127.90831	129.4008	114.41706	131.59963	134.56997	122.79836	52.869099
M-N1-1s	122.30493	124.89199	130.77866	131.23433	132.48635	122.12575	52.127398
M-N1-large	125.50995	125.94745	128.60314	129.5138	132.16422	122.27963	48.340758
M-N1-small	189.01644	148.68107	152.2387	207.65864	159.52168	135.5606	65.076386
M-N2-org	144.69518	147.28672	153.68184	154.20217	164.49873	144.12479	58.010802
M-N2-3s	140.83484	150.15491	151.75804	156.62085	165.12313	149.77389	61.259679
M-N2-2s	148.93531	150.39506	157.85739	157.2877	161.89392	143.75662	57.849643
M-N2-1s	146.86885	150.62419	158.83005	156.45407	159.20997	152.63287	60.780373
M-N2-large	147.39659	153.6576	155.83108	158.22569	168.69296	144.55426	48.62063
M-N2-small	185.0615	187.75795	203.79043	210.91756	234.98487	197.64309	75.104993
M-N3-org	144.11793	146.10132	163.73977	149.79808	154.76728	137.67579	57.686429
M-N3-3s	145.95798	149.51413	150.30072	148.67075	149.62261	142.28609	57.501693
M-N3-2s	146.40664	145.3069	148.362	145.78773	148.92	138.41815	56.564766
M-N3-1s	144.57227	146.78312	150.49551	144.82745	147.94214	135.33841	54.575952
M-N3-large	146.68893	143.03473	144.08071	148.31991	144.917	135.01078	48.628969
M-N3-small	193.01057	201.25189	222.42982	212.07079	265.87172	180.46353	65.949584

F-N1-org	139.68715	238.85555	247.77515	251.10211	249.667	235.66538	52.14755
F-N1-3s	242.58053	246.2874	258.35429	259.76242	267.78914	237.54754	51.471656
F-N1-2s	250.06119	251.6646	261.59918	208.29142	264.40277	236.14481	50.516703
F-N1-1s	251.41818	254.19053	258.2108	257.95253	259.66214	240.81349	51.712219
F-N1-large	259.36031	260.94395	224.38769	265.17901	271.77811	240.85523	48.558637
F-N1-small	369.08218	370.40997	375.82578	381.58733	392.15948	310.43303	62.777955
F-N2-org	166.50227	176.15629	179.73494	182.47778	189.52169	175.8921	51.549375
F-N2-3s	186.83274	203.37564	217.52636	230.27211	249.14259	194.6091	55.961099
F-N2-2s	180.21034	176.94358	179.54228	177.49879	185.09556	176.36828	50.077357
F-N2-1s	180.98473	188.15873	200.66003	209.88587	219.19473	185.59362	53.546135
F-N2-large	188.86913	196.61125	208.96618	221.43181	229.83239	188.3581	48.764569
F-N2-small	268.86638	300.79388	341.69589	368.43171	385.55223	207.07228	66.193666
F-N3-org	176.26596	182.95013	186.00487	183.31507	185.56934	182.27347	53.146587
F-N3-3s	203.17639	209.93442	211.53106	211.74697	213.32657	201.45938	59.892528
F-N3-2s	186.59408	188.54696	193.3339	187.72762	191.00794	186.96131	53.12504
F-N3-1s	190.79978	189.42009	196.46789	190.80996	191.88525	186.1438	52.750673
F-N3-large	188.67569	190.57434	199.0499	195.64758	200.05686	189.4056	48.845142
F-N3-small	278.34357	276.55303	279.41477	286.91788	292.39235	236.99299	65.802608

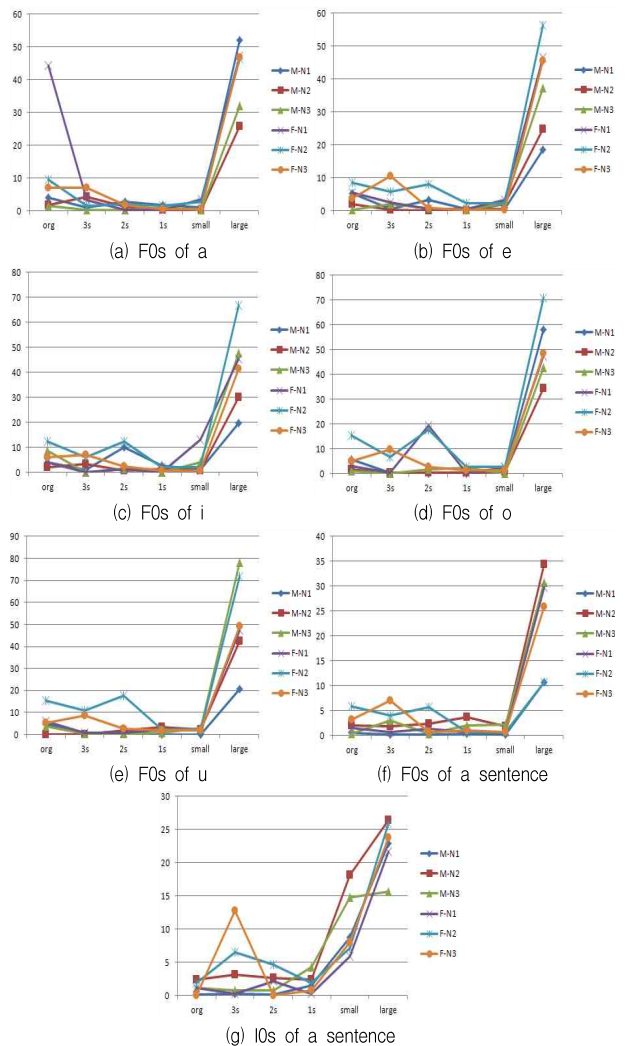


Fig. 2. Difference ratios from median values of vocal feature.

Fig. 2는 각 음성 특징의 각 조건에서 중간 값에서의 차이에 대한 비율을 보여주고 있다(식 2). Fig. 2(a)~(e)는 아, 에, 이, 오, 우의 기본주파수에 대한 비율을 각각 보여주고 있다. Fig. 2(f), (g)는 문장의 기본주파수와 세기에 대한 비율을 각각 보여주고

이다. 여기서 그 비율이 큰 것은 조건에 따른 변이가 크다는 것을 의미하는 것으로 Fig. 2(a)에서 여성 N1에 대해 원래 SOP (org) 상에서 변이가 크고, Fig. 2(a)~(f)에서의 대부분의 피험자에 대해 음성이 클 경우 (large) 모두 변이가 크게 되었다. (g)의 경우는 피험자 중에 음성이 작거나 클 경우 (small, large)에 변이가 크게 되었다. 이는 음성 세기의 변이를 보여준다.

Fig. 3은 각 조건에 따른 피험자의 평균값을 보이고 있는데, 음성을 크게 발음한 것이 다른 것보다 큰 값으로 분포하고 있다 (식 3).

Table 2는 식 (4)에 의해 구한 변수로 각 피험자의 변수별 변이를 보여주고 있는데 대부분의 변이가 남자보다 여자가 크다는 것을 알 수 있다.

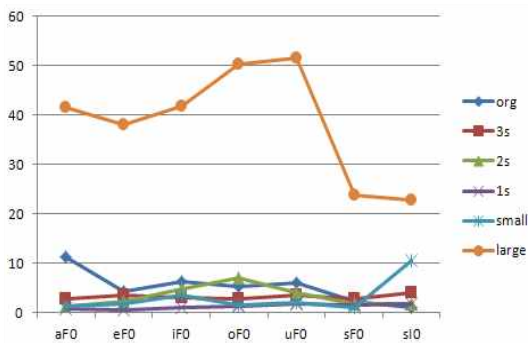


Fig. 3. Average variation ratios over all the subjects.

Table 2. Subjects' deviations of vowels averaged on acquired conditions

ID	aF0	eF0	iF0	oF0	uF0
M-N1	600.5218	88.81557	135.1925	852.6548	117.6828
M-N2	221.2435	196.9918	328.3258	411.8896	710.6092
M-N3	313.7319	425.4163	736.9942	582.3257	1898.029
F-N1	4411.567	2046.94	2352.066	2814.583	2377.57
F-N2	1131.16	1854.678	3093.065	4106.58	4551.963
F-N3	1168.144	1056.884	995.2818	1283.226	1358.39

고찰

이 논문에서는 체질 구분 및 건강 진단을 위한 신뢰성 있는 음성 특징 추출을 위해 필요한 SOP를 갱신하는 방법을 제안하였다. Fig. 2에서 볼 때, 중간 값에서 변이 비율이 연습하지 않았을 때, 원래의 SOP와 목소리의 크기가 변했을 때 주파수와 세기 특성이 변함을 알 수 있었다. 또한 Fig. 2(g)를 보면 3s의 경우가 크게 될 때가 있다. 3s가 크게 나오는 경우는 음이 길 경우 피험자에 따라 숨이 차서 정확히 일정한 발음을 못하는 경우가 있다. 즉, 목소리의 크기가 변한다는 의미가 된다. 이것은 특히 여자의 경우에 발생하였다. Fig. 3으로부터 피험자의 평균값 변이를 보면 목소리가 클 때, 가장 큰 변이 특성을 모든 변수에서 보였다. 또한 원래 연습 없이 발음한 SOP와 목소리가 작은 경우에 aF0와 sI0의 변이가 10% 초과하였다. Fig. 2와 Fig. 3에서 보면 음성의 크기는 평상시처럼 발음하고, 연습을 하고 3초에서 1초 사이를 발음한 경우 변이가 가장 작았다. 그런데, 앞에서 언급한

3초 이상 발음할 경우 호흡의 유지의 어려움을 호소하여 2초에서 1초 사이로 SOP를 수정하는 것이 바람직하였다.

새롭게 수정된 음성 취득 SOP는 Fig. 4와 같다. 수정 사항은 첫째, 발음 전에 연습을 수행하고, 둘째, 목소리는 평소의 크기를 유지하고, 셋째, 모든 발음 시간은 2초 정도를 유지하도록 하였다. 또한 문장 사이에 간격이 2초 이상이 되도록 하였다.

- ※ 연습 : 녹음 시작 전에 5모음과 문장 1회를 발성하여 연습한다.
- ① 시작 묵음 구간 : 5모음 발성 전에 약 1-2초간의 묵음 구간을 유지한다.
- ② 5모음 : "아", "에", "이", "오", "우"
각각의 모음은 일정한 성량으로 약 2초간 발음하고, 1-2초간 쉼다.
※ 대상자 중에서 위 모음을 2초간 발음하기 어렵다면, 최소한 1.5초로 단축하여 발음 가능
- ③ 문장 : "우리는 높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시고 왔습니다." (x 2회 반복)
- ④ 5개 모음을 우선 발성하도록 하고, 1-2초간 쉼 후 연속해서 문장을 읽도록 하고, 2초 이상 쉼 후에 같은 문장을 한번 더 반복해서 읽게 한다. 한 문장 안에서는 2초 이상 쉬지 않도록 한다. 모음과 문장이 녹음된 하나의 wav file을 생성하도록 한다.
- ⑤ 마지막 묵음 구간 : 모든 음성 수집이 끝난 후에 약 1-2초간의 묵음을 유지하고 녹음을 끝낸다.

Fig. 4. The updated SOP.

Table 3. Noise levels according to environments

소음강도(dB)	주변소음
70	전화벨 소리 · 시끄러운 사무실
60	조용한 승용차 · 일상 회화
50	조용한 사무실
40	시내의 심야 · 도서관
30	교외의 심야 · 속삭임
20	나뭇잎이 스치는 소리
10	
0	가청음의 하한

위의 SOP 수정을 통한 주파수의 안정성을 보이고 있고, 세기 변수의 안정성도 보이고 있다. 각 변수의 음성 취득 조건에 따른 변이 특성을 살펴보면 발음할 음성을 먼저 연습하는 것이 필요하였다. 일반적으로 피험자가 Table 3에서 보듯 50 dB 이하 소음강도¹⁰⁾의 조용한 음성녹음 환경에 들어오면, 긴장을 하게 되고, 목이 메는 경우가 많아 음성을 이어가기 어렵거나 기침을 하는 경우가 많다. 이를 방지하기 위하여 사전 연습이 필요하다. 또한 목소리의 크기가 음성 변수의 안정성을 좌우하는 경우가 많다. 이는 연습한 후 자신의 평상의 목소리를 찾고 그 평상의 크기를 유지하며 발음하는 것이 필요하다.

정성적 특성에서는 3초 이상으로 발음한 피험자의 의견을 들어보면 호흡이 짧은 사람일수록 3초 이상의 발음의 어려움을 호소하였다. 또한 여성과 태음인의 경우에 자신의 발음에 대한 어려움의 커짐을 나타내었다.

이를 극복하기 위하여 발음 시간 단축을 고려하였고, 시간 단축 결과 주파수나 세기의 변화가 거의 없음을 알 수 있었다. 문장과 문장 사이의 시간 간격은 피험자의 발음 문제가 아니라 음성을 받아들이는 체질을 진단하거나 건강 상태를 분석하는 연구자가 알고리즘 적으로 문장과 문장을 구분하기 위해 기준을 설정하는 것이 필요한데 이 기준이 시간 간격으로 나타낼 수 있다.

Table 2에서 분석한 결과로 유추하면 남성들 보다 여성의 변이가 큰 것을 볼 수 있는데, 이런 변이는 변수의 안정성이 저하시키고 통계적으로 유의한 특성을 급감시켜 유의한 변수가 추출되지 못하도록 한다. 참고문헌¹¹⁾을 보면 여자들의 사상체질 일치도 감소가 두드러지는데 이는 음성 변수의 변이에 의한 유의성 감소라 추정가능하다.

결 론

앞에서 언급한 SOP의 수정 및 재 정의를 통하여 음성을 취득하여 기록하고 반복성 있는 안정적이고 신뢰성 있는 변수를 추출하여 선택한 후 진단 함수를 구할 수 있었다. 이러한 SOP의 수립은 진단을 위한 음성 취득 환경에 가장 기본이 되는 것이라 할 수 있다.

이러한 연구들을 통해 음성을 통한 건강 지표 개발에 기여할 수 있을 뿐만 아니라 개선된 음성기기 및 새로운 음성 특징 발굴에 의해 역으로 간단한 SOP의 개발로써, 가까운 미래에 u-Healthcare와 smart phone을 위한 시스템에 음성 분석 방법을 적용하는데 매우 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업 (10028438, 오감형 한방 진단/치료 콘텐츠 개발)의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

1. J.Y. Kim, D.D. Pham. Sasang Constitutional medicine as a holistic tailored medicine. eCAM. 6(sup. 1):11-20, 2009.
2. C. Han, S.H. Park, S.J. Lee, M.-G. Kim, D. Wedding, Y.-K. Kwon. Psychological profile of Sasang typology: a systematic review. eCAM. 6(S. 1):21-30, 2009.
3. 문승재, 탁지현, 황혜정. 음성학적으로 본 사상체질. 말소리. 55: 1-14, 2005.
4. 이제마. 김달래 역. 동의수세보원초고. 청담, 1999.
5. 박성진, 김달래. Harmonics(배음)와 Formant Bandwidth (포먼트 폭)를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지 16(1):61-73, 2004.
6. 김선형, 한동윤, 윤지영, 김달래, 전종원. 四象體質音聲分析機 (PSSC-2004)를 통한 한국인 成人女性の 體質別 音響特性研究. 사상체질의학회지 17(1):84-102, 2005.
7. 김 혁, 양상목, 심규현, 유준상, 김달래. 四象體質音聲分析機 (PSSC-2004)를 이용한 한국인 소아의 體質別 音響特性. 사상체질의학회지 18(2):55-67, 2006.
8. GoldWave, www.goldwave.com
9. <http://office.microsoft.com/en-us/excel/>
10. 국가소음정보시스템, <http://www.noiseinfo.or.kr/about/info.jsp?pageNo=942>
11. 김근호, 김영수, 강남식, 구본초, 김종열. 사상체질 분류를 위한 음성특징 연구. 전자공학회 하계학술대회, 2011.