

목소리 특성의 청취 평가에 기초한 사상체질과 음성 특징의 상관관계 분석

Analysis of the Relationship Between Sasang Constitutional Groups and Speech Features Based on a Listening Evaluation of Voice Characteristics

권 철 홍¹⁾ · 김 중 열²⁾ · 김 근 호³⁾ · 장 준 수⁴⁾

Kwon, Chulhong · Kim, Jongyeol · Kim, Keunho · Jang, Junsu

ABSTRACT

Sasang constitution experts utilize voice characteristics as an auxiliary measure for deciding a person's constitutional group. This study aims at establishing a relationship between speech features and the constitutional groups by subjective listening evaluation of voice characteristics. A speech database of 841 speakers whose constitutional groups have been already diagnosed by Sasang constitution experts was constructed. Speech features related to speech source and vocal tract filter were extracted from five vowels and one sentence. Statistically significant speech features for classifying the groups were analyzed using SPSS. The features contributed to constitution classification were speaking rate, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP for males in their 20s, F0_mean, CPP, SPI, HNR, Shimmer, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4 for females in their 20s, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP for male in the 60s, and Jitter, HNR, CPP, SPI for females in their 60s. Experimental results show that speech technology is useful in classifying constitutional groups.

Keywords: Sasang constitution, speech features, voice characteristics, listening evaluation

1. 서론

사상체질 한의학은 사람의 체질을 소음인, 소양인, 태음인, 태양인 등 네 가지로 분류하고, 각 체질에 적합한 처방을 하는 한의학 이론이다[1]. 사상체질을 전문으로 하는 한의사가 체질을 분류하는 기준에 성격·심리적인 측면, 질병의 특징, 신체 외형적인 특징인 얼굴 모양, 인상, 체형, 피부, 행동 양식 등이 있는데, 사람의 목소리도 체질을 분류하는 기준에 포함되어 있다. 이와 같은 사실은 음성을 전공하는 공학자에게, 사

람의 음성과 체질간의 상관관계에 대한 연구의 필요성을 갖게 한다.

체질별 목소리 특성에 대해 사상체질의학 논문[2]에서는, “태양인은 소리가 높고 맑고 원만하고, 태음인은 소리가 무겁고 탁하고 방정하고, 소양인은 가볍고 낮고 급하고 멀리 가며, 소음인은 활발하며 느리고 평이하다”라고 기술하여, 체질별로 목소리가 다름을 지적하고 있다. 이와 같은 서술은 주관적인 것으로, 본 논문에서는 목소리 특성 항목을 선정하고 체질별로 목소리를 청취 평가하여 그 특성을 밝히고, 찾아낸 특성과 음성 파라미터와의 연관성을 통해 체질별 목소리 특성을 객관화 하고자 한다.

그동안 사상체질 한의학계에서 음성을 이용하여 체질을 분류하는 연구가 진행되어 왔다[1]. [3]에서는 체질별로 문장을 읽는 발음 속도, 포먼트 주파수와 대역폭, 피치의 평균, 최솟값, 최댓값 및 표준편차, 그리고 에너지의 평균과 표준편차 등을 측정하고 분산분석 방법을 이용하여 통계 처리하여, 일부 체질에서 문장의 평균 발음시간, 포먼트 주파수와 대역폭, 피치 최댓값, 피치 범위, 에너지 평균값이 유의성이 있음을 보이

1) 대전대학교 chkwon@dju.ac.kr, 교신저자

2) 한국한의학연구원 ssmmed@kiom.re.kr

3) 한국한의학연구원 rkim70@kiom.re.kr

4) 한국한의학연구원 junsu.jang@kiom.re.kr

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No. 20120009001(2006-2005173))의 지원을 받아 수행된 연구임.

접수일자: 2012년 8월 11일

수정일자: 2012년 10월 19일

게재결정: 2012년 11월 2일

고, 4-class minimum distance classifier 방법과 의사결정나무분석 방법으로 체질 분류를 시도하였다. [4]에서는 Laryngograph와 EGG(Electroglottograph)를 이용하여 피치 관련 파라미터들을 조사하고, CART(Classification and Regression Tree) 알고리즘을 이용하여 체질 분류를 시도하였다. 이 연구에서 체질별로 일부 파라미터에서 통계적으로 유의하게 차이를 보였는데, 피치 범위에서 남자 /아/ 모음에서 소음인과 태음인보다 소양인이 더 넓고, 여자 /에/ 모음에서 태음인이 소음인보다 더 넓다고 보고하였다. [5]에서는 단위시간에 발화하는 음절의 수, 포먼트 대역폭, 문장에서의 피치 범위 등을 조사하여 분산분석과 비모수 검정법을 이용하여 통계적으로 유의한 파라미터를 찾는 시도를 했으나, 표본의 수가 적어 체질 간에 유의한 파라미터를 찾지 못했다고 보고하고 있다. [6]에서는 피치, Shimmer, 하모닉스, 포먼트 주파수와 대역폭을 조사하여, 첫 번째 포먼트 주파수와 대역폭에서 소양인과 소음인 사이에 유의한 차이가 있다는 결과를 얻어, 소양인의 목소리가 소음인과 비교하여 상대적으로 명랑하고 맑다는 사상의학적 설명과 부합함을 밝히고 있다. 이러한 논문들에서 이용한 음성 특징은 주로 피치와 포먼트 관련 파라미터들과 문장 발음 속도이다.

음성학자가 음성 분석을 통해 체질과 음성 특징과의 관계를 밝히는 연구[7],[8]가 있다. 이 연구에서는 체질별로 기본주파수 평균, 기본주파수의 최댓값과 최솟값, 기본주파수의 범위, 하모닉스 구조, Jitter, Shimmer 등과, 포먼트 주파수와 대역폭, LTAS(Long Term Average Spectra) 기울기 등을 구하여 체질별로 통계적으로 유의한 음성 특징을 찾도록 하였다[1]. 이 연구에서 소음인과 소양인 사이에서 두 번째 포먼트 대역폭이 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 하모닉스 구조가 체질별로 일부 일관된 패턴을 보인다는 결과를 도출하였으나, 더 많은 음성 특징을 찾아야 한다고 결론짓고 있다.

최근에 한의학계에서 음성 특징을 이용하여 체질을 분류하는 알고리즘을 제안한 바 있다[9]. 사용한 음성 파라미터에는 기본주파수, 에너지, 포먼트 주파수와 대역폭, MFCC(Mel-frequency Cepstral Coefficients), Jitter와 Shimmer 파라미터를 포함하고 있고, 체질분류 알고리즘은 규칙 기반의 비모수 통계방법을 응용한 방식을 제안하였다. 체질을 구분하는데 영향력이 큰 파라미터로 남성의 경우 기본주파수, 여성의 경우 포먼트로 보고하여 성별에 따라 차이가 있음을 보고하였다.

본 논문은 저자의 기존 연구 [1]과 관련된 연구로서, [1]에서는 사람의 일반적인 목소리 특성과 상관관계가 높은 음성 특징을 보고하였다. 피험자의 음성을 청취하여 높낮이, 세기, 청음/탁음, 목소리 톤 등을 세 개 그룹으로 분류하여, 청취 평가 각 항목과 음성 특징과의 관계를 분산 분석으로 통계 처리하여 일반적인 목소리 특성과 통계적으로 유의한 음성 특징을

도출하였다.

본 논문은 [1]의 의미 있는 연구 결과를 바탕으로, 음성 특징 중에서 체질과 관련이 깊은 파라미터를 찾아내고자 한다. 이를 위하여 체질별로 목소리를 청취 평가하여 체질별 목소리 특성을 밝히고, [1]에서 보고된 일반적인 목소리 특성과 음성 특징과의 관계를 이용하여, 체질별 목소리 특성과 음성 파라미터와의 연관성을 밝히는데 연구 목적을 둔다.

2. 음성 데이터와 청취 평가 방법

2.1 음성 데이터 수집

녹음 대상자는 신체적으로 건강한 20대와 60대 남성과 여성으로 사상체질 전문의 2인의 체질 진단 결과가 동일한 사람을 대상으로 하였다. 체질 진단은 안면, 피부, 설문지, 체형, 음성, 면담을 이용하여 종합적으로 피험자의 체질을 진단하였다[10]. <표 1>에서 보듯이 20대 남성 222명, 20대 여성 220명, 60대 남성 188명, 60대 여성 211명으로 총 841명이 대상이다. 희귀 체질로 분류되는 태양인 데이터는 본 연구에서 제외하였고, 소음, 소양, 태음인의 데이터 비율은 우리나라 전 국민의 체질 비율을 반영하여 정하였다. 세대별 목소리 특성의 변화와 체질과의 관계를 보기 위하여 실험 대상자를 청년층과 노년층인 20대와 60대로 구분하였다.

음성 자료는 조용한 공간에서 마이크 Sennheiser e-835s를 스탠드에 고정하여 입과 마이크 거리가 4-5cm가 되도록 특별한 주의를 기울여 수집하였다[1],[10]. 녹음 대상자는 앉은 상태에서 5개의 모음(아, 에, 이, 오, 우)을 각각 2초 이상, 그리고 하나의 문장(“우리는 높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시고 왔습니다.”)을 발성하도록 했다. 음성 데이터는 PCM 16비트, 모노 형식으로 샘플링 주파수 16kHz로 수집하였다. 청취 평가는 문장을 이용하고, 음성 특징 파라미터의 추출은 모음과 문장을 사용한다. 선정된 문장은 언어치료학계에서 널리 쓰이는 ‘산책’이라는 문단에서 첫 구절을 발췌해서 본 연구에 적합하게 수정하여 사용했다.

표 1. 녹음 대상자 수

Table 1. Number of test subjects

	소음	소양	태음	합계
20대 남성	53	75	94	222
20대 여성	50	80	90	220
60대 남성	46	68	74	188
60대 여성	52	70	89	211
합계	201	293	347	841

2.2 청취 평가 방법

피험자가 녹음한 문장에 대해 목소리 특성을 빠르기, 높낮이, 세기, 청음/탁음, 목소리 톤 등 5개 항목으로 나누어 음성 기술을 전공하는 5인이 청취 평가를 수행했다. 청취 평가 수행자는 사전에 목소리 특성 각 항목에 대해 문장을 이용하여 평가 훈련을 수행했고, 평가 시에는 먼저 각자 판단을 하고 3인 이상의 판정이 일치하는 평가를 결과로 하였고, 그렇지 않을 경우에는 문장을 여러 차례 들으면서 판정을 조율하는 절차를 거쳤다[1].

사상체질 전문의가 체질을 구분할 때, 체질에 따라 목소리의 빠르기, 높낮이, 세기, 청음/탁음, 굵다/거칠다/가늘다 등을 참고로 한다. 사상체질 전문의의 이런 기준을 참고하여 목소리 특성 항목을 선정하였다. 목소리 특성 중에서 빠르기는 빠르다/보통/느리다, 높낮이는 높다/보통/낮다, 세기는 크다/보통/작다, 청음/탁음 항목에 대해서는 청음/중간/탁음, 목소리 톤 항목은 굵다/거칠다/가늘다 등 세 개 그룹으로 분류하여, 각각 5/3/1점을 부여하였다. 여기에서 청음은 음정이 높고 명료하며 맑은 목소리를, 탁음은 둔탁하고 거친 목소리를 의미한다[1].

3. 체질 그룹과 목소리 특성과의 관계

841명이 녹음한 각 문장을 대상으로 청취 평가를 수행하여, 상기에서 기술한 목소리 특성 5개 항목에 대하여 세 개 그룹 중 하나로 판정하고 5/3/1점을 부여한 뒤, 체질별 목소리 특성을 살펴보았다. 이를 위하여 SPSS ver. 19.0[11]을 사용하여 분산분석을 통해 통계처리를 수행하였는데, 종속변수에 목소리 특성 5개 항목을, 독립변수에 3개의 체질 그룹을 사용하였다. 각 체질 그룹에 대하여 분산분석(ANOVA)과 다중 비교를 수행하여, 각 그룹을 분류하는데 어느 목소리 특성 항목이 통계적으로 유의한 차이(p 값은 0.05)가 있는지를 다중비교하였다.

이와 같은 방법으로 구한 체질별 목소리 특성의 통계 값을 <표 2>에서 <표 5>까지 정리하였는데, 표에 보이는 통계 값은 체질별로 목소리 특성 각 항목의 평균값과 평균에 대한 95% 신뢰구간의 하한값과 상한값이다.

<표 2>를 보면 20대 남성인 경우, 체질을 구분하는 유의한 항목은 빠르기에서 소양 대 태음(p=0.039), 세기에서 소양 대 소음(p=0.003), 소양 대 태음(p=0.026)이다. 즉, 소양인이 태음인 보다 빠르게 말하고, 소양인이 소음인과 태음인 보다 소리가 작다.

<표 3>을 보면 20대 여성인 경우, 체질을 구분하는 유의한 항목은 높낮이에서 소양 대 태음(p=0.036), 세기에서 소음 대 태음(p=0.048), 목소리 톤에서 태음 대 소음(p=0.002), 태음 대 소양이다(p=0.046). 즉, 소양인이 태음인 보다 높게 말하고, 소음인이 태음인 보다 소리가 작고, 소음인과 소양인은 소리가 가늘고 태음인은 굵다.

<표 4>를 보면 60대 남성인 경우, 체질을 구분하는 유의한 항목은 없다. 다만, 세기에서 소음, 소양, 태음의 평균값과 95% 신뢰구간의 하한값과 상한값을 비교해 보면, 소음인이 소양인과 태음인 보다 변별력 있게 소리가 작음을 알 수 있다.

<표 5>를 보면 60대 여성인 경우, 체질을 구분하는 유의한 항목은 청/탁음에서 태음 대 소음(p=0.042), 태음 대 소양(p=0.004)이다. 즉, 소음인과 소양인은 청음이고 태음인은 상대적으로 탁음이다.

표 2. 20대 남성 청취 평가 결과 통계 데이터
Table 2. Statistical data for 20s male's listening tests

항목	체질	평균값	95% 신뢰구간	
			하한값	상한값
빠르기	소음	3.34	2.88	3.79
	소양	3.75	3.40	4.09
	태음	3.15	2.81	3.48
높낮이	소음	2.92	2.43	3.42
	소양	2.97	2.54	3.40
	태음	3.13	2.76	3.49
세기	소음	3.72	3.36	4.08
	소양	2.76	2.37	3.15
	태음	3.43	3.13	3.73
청음/탁음	소음	3.79	3.29	4.29
	소양	3.61	3.19	4.03
	태음	4.04	3.73	4.35
목소리 톤	소음	3.19	2.66	3.72
	소양	3.37	2.93	3.82
	태음	3.30	2.90	3.69

표 3. 20대 여성 청취 평가 결과 통계 데이터
Table 3. Statistical data for 20s female's listening tests

항목	체질	평균값	95% 신뢰구간	
			하한값	상한값
빠르기	소음	2.88	2.44	3.32
	소양	3.20	2.87	3.53
	태음	3.24	2.94	3.54
높낮이	소음	3.56	3.06	4.06
	소양	3.80	3.46	4.14
	태음	3.16	2.83	3.48
세기	소음	3.08	2.55	3.61
	소양	3.58	3.25	3.90
	태음	3.64	3.34	3.94
청음/탁음	소음	3.88	3.40	4.36
	소양	4.28	3.97	4.58
	태음	3.98	3.65	4.31
목소리 톤	소음	2.24	1.74	2.74
	소양	2.75	2.33	3.17
	태음	3.40	3.00	3.80

표 4. 60대 남성 청취 평가 결과 통계 데이터
Table 4. Statistical data for 60s male's listening tests

항목	체질	평균값	95% 신뢰구간	
			하한값	상한값
빠르기	소음	3.26	2.80	3.72
	소양	3.09	2.76	3.42
	태음	3.22	2.89	3.54
높낮이	소음	2.78	2.31	3.25
	소양	3.09	2.68	3.49
	태음	3.05	2.70	3.41
세기	소음	3.17	2.68	3.47
	소양	3.53	3.19	3.87
	태음	3.51	3.20	3.83
청음/탁음	소음	4.00	3.54	4.46
	소양	3.91	3.53	4.29
	태음	4.22	3.89	4.54
목소리 톤	소음	3.91	3.42	4.41
	소양	3.82	3.41	4.24
	태음	4.11	3.74	4.48

표 5. 60대 여성 청취 평가 결과 통계 데이터
Table 5. Statistical data for 60s female's listening tests

항목	체질	평균값	95% 신뢰구간	
			하한값	상한값
빠르기	소음	2.85	2.42	3.27
	소양	3.03	2.67	3.39
	태음	2.96	2.64	3.27
높낮이	소음	3.00	2.52	3.48
	소양	3.34	2.95	3.73
	태음	2.91	2.56	3.26
세기	소음	3.31	2.89	3.73
	소양	3.74	3.43	4.06
	태음	3.31	3.00	3.63
청음/탁음	소음	4.15	3.75	4.56
	소양	4.31	3.97	4.66
	태음	3.45	3.08	3.82
목소리 톤	소음	3.00	2.49	3.51
	소양	3.34	2.88	3.80
	태음	3.22	2.84	3.61

청취 평가 수행 결과에서, 20대 남성인 경우 소양인이 태음인 보다 빠르게 말하고, 20대 여성인 경우 소양인이 태음인 보다 높게 말하고 소음인과 소양인은 소리가 가늘고 태음인은 굵고, 60대 여성에서 소음인과 소양인은 청음이고 태음인은 상대적으로 탁음이라는 관찰은 의미 있는 결과이다. 60대 남성은 다른 세 경우 보다 체질을 구분하는 목소리 특성 항목이 적으므로 추가 연구의 필요성이 있다.

이상의 결과에서 보듯이, 체질별 목소리 특성이 연령과 성

별에 따라 다르다는 특징이 있으므로, 일괄적으로 체질별 목소리 특성이 이렇다고 단정하는 것은 바람직하지 않다고 사료된다.

세기 항목에서 연령과 성별에 따라 다른 결과를 보인 것은 녹음 상의 문제로 보인다. 청취 평가 수행자가 녹음 대상자를 대면한 것이 아니라 녹음된 목소리를 듣고 판단하므로 녹음 상태에 따라 목소리 크기가 달라질 수 있음을 생각할 수 있다. 녹음시 입과 마이크 거리가 4-5cm가 되도록 특별한 주의 를 기울였지만 한계가 있는 것으로 사료된다.

4. 일반적인 목소리 특성과 음성 특징과의 관계

[1]에서, 음원과 성도 필터와 관련된 다양한 음성 파라미터 를 이용하여 일반적인 목소리 특성 각 항목에 대하여 청취 평 가를 수행한 뒤, 각 항목의 그룹을 분류하는데 어느 파라미터 가 통계적으로 유의한 차이(p 값은 0.05)가 있는지를 다중 비 교하였다.

[1]에서의 연구 결과를 요약하면, 빠르기와 상관있는 음성 파라미터는 발화 속도이다. 높낮이와 통계적으로 유의한 음성 파라미터는 F0 평균, CPP(Cepstral Peak Prominence), SPI(Soft Phonation Index) 등이다. 세기에서는 Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP 등이다. 청/탁음에서는 Jitter, HNR(Harmonics to Noise Ratio), CPP, SPI 등이다. 목소리 톤에서는 Energy, Shimmer, HNR, CPP 등이다. 이 논문에서 목소리 특성과 포먼 트는 상관관계가 적은 것으로 보고되었다.

CPP는 피치주기에 해당하는 cepstral peak의 진폭 크기로 주기성의 강도를 나타내고 기식음(breathiness)의 정도를 보여 준다[12]. SPI는 부드럽게 발성하는 정도를 나타내고 기식음의 정도를 보여준다[13]. A1, A2, A3는 각각 첫 번째, 두 번째, 세 번째 포먼트의 진폭을, H1, H2, H4는 첫 번째, 두 번째, 네 번째 하모닉의 진폭을 의미한다. Jitter는 연속적인 피치의 평 균변화율을, Shimmer는 연속적인 진폭변화율의 평균값을 나 타낸다. HNR은 하모닉과 잡음의 에너지 비로써 주기성의 정 도를 나타내고 목소리의 쉰 정도(hoarseness)를 보여 준다.

5. 체질 그룹과 상관관계 있는 음성 특징 도출

3절에서 체질 그룹과 목소리 특성과의 관계를, 4절에서 일 반적인 목소리 특성과 음성 파라미터와의 관계를 분석했는데, 결과적으로 이와 같은 음성 파라미터와 체질 그룹과의 관계를 도출할 수 있다. 따라서 이러한 관찰을 체질을 분류하는 알고 리즘에 적용할 수 있다고 생각한다.

20대 남성인 경우, 소양인과 태음인은 빠르기와 세기 항목 에서 유의하게 다른 특성을 보이므로, 빠르기를 구분하는 발 화 속도와, 세기를 구분하는 Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4,

CPP 등의 음성 파라미터를 이용하면 구분 가능하다. 소양인과 소음인은 세기에서 차이를 보이므로, 세기를 구분하는 Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP 등의 음성 파라미터를 이용하면 가능하다.

20대 여성인 경우, 소양인은 태음인과 높낮이와 목소리 톤에서 유의하게 다른 특성을 보이므로, F0 평균, CPP, SPI 등과, Shimmer, HNR, CPP 등을 이용하면 된다. 소음인과 태음인은 세기와 목소리 톤에서 차이가 있으므로, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP 등과, Shimmer, HNR, CPP 등을 이용하는 게 좋다.

60대 남성인 경우, 소음인은 소양인/태음인과 세기에서 변별력 있는 차이가 있으므로, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP 등의 음성 파라미터를 이용하면 구분 가능하다.

60대 여성인 경우, 소양인/소음인은 태음인과 청/탁음 항목에서 유의한 차이를 보이므로, Jitter, HNR, CPP, SPI 등을 이용할 수 있다.

표 6. 20대 남성 체질 그룹 구분 음성 특징
Table 6. Speech features contributed to constitution classification for 20s male

소양인 vs 태음인	소양인 vs 소음인
발화속도, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP	Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP

표 7. 20대 여성 체질 그룹 구분 음성 특징
Table 7. Speech features contributed to constitution classification for 20s female

소양인 vs 태음인	소음인 vs 태음인
F0 평균, CPP, SPI, HNR, Shimmer	Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP, Shimmer, HNR

표 8. 60대 남성 체질 그룹 구분 음성 특징
Table 8. Speech features contributed to constitution classification for 60s male

소음인 vs 소양인	소음인 vs 태음인
Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP	Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4, CPP

표 9. 60대 여성 체질 그룹 구분 음성 특징
Table 9. Speech features contributed to constitution classification for 60s female

소양인 vs 태음인	소음인 vs 태음인
Jitter, HNR, CPP, SPI	Jitter, HNR, CPP, SPI

음성인식이나 화자인식 분야에서 MFCC를 널리 사용하고 있으나 이 파라미터는 목소리 특성과 직접 관련이 없으므로, 체질 분류를 위해서 새로운 파라미터를 발굴해야 한다. 서론에서 살펴 본 기존의 연구들에서 이용한 음성 특징은 피치와 포먼트 관련 파라미터들과 문장 발음 속도인데, 본 논문의 연구 결과에서 피치 관련 파라미터와 문장 발음 속도는 유의한 특징으로 밝혀졌으나, 조음 특성을 나타내는 포먼트 관련 파라미터는 목소리 특성과 관련성을 맺기 어렵다는 결과가 나왔다.

본 논문에서 이들 파라미터 외에 CPP, SPI, HNR, Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4 등의 파라미터를 찾았다. Energy, A1, A2, A3, H1, H2, H4는 세기와 관련된 파라미터이므로 좋은 결과라고 보기 어렵지만, CPP, SPI, HNR 등은 음성공학 분야에서 잘 사용하지 않는 파라미터로서 이들 파라미터를 찾은 것은 의미 있는 결과라고 말할 수 있다. CPP와 HNR은 주기성과 관련 있고 SPI는 부드럽게 말하는 정도를 보여 주는 파라미터로써 모두 성대와 관련 있는 점은 흥미로운 발견이다.

CPP는 높낮이, 청/탁음, 목소리 톤과 관계되는 파라미터로, 주기성의 강도가 커지는 경우는 높게 말하는 경우, 청음인 경우, 굵은 목소리인 경우이다. SPI는 높낮이, 청/탁음과 관계된 파라미터이고, 높게 말하는 경우, 청음인 경우 부드럽게 말하는 경향이 있다. HNR은 청/탁음, 목소리 톤과 상관관계가 있고, 청음인 경우, 거친 목소리에 비해 굵거나 가는 목소리인 경우 잡음 대비 하모닉 에너지의 비율이 커진다.

6. 결론

본 논문은 목소리 특성 항목을 선정하고 체질별로 목소리를 청취 평가하여 그 특성을 밝히고, 찾아낸 특성과 음성 파라미터와의 연관성을 통해 체질별 목소리 특성을 객관화 하고자 하는 연구이다.

피험자가 녹음한 문장에 대해 목소리 특성을 빠르기, 높낮이, 세기, 청음/탁음, 목소리 톤 등으로 나누어 청취 평가를 수행했다. 목소리 특성 각 항목에 대하여 세 개 그룹 중 하나로 판정한 뒤, 체질별 목소리 특성을 밝히고, 체질별 목소리 특성이 연령과 성별에 따라 다르다는 특징이 있음을 보였다.

체질 분류하는 데 기여도가 높은 음성 특징 파라미터는, 피치 관련 파라미터, 문장 발음 속도, CPP, SPI, HNR 등으로

문장 발음 속도를 제외하고 모두 성대와 관련 있는 점은 흥미로운 발견이다.

앞으로, 본 연구에서 도출한 음성 파라미터를 이용하여 체질을 분류하는 방법을 연구할 계획이다. 적용 알고리즘으로는 의사결정나무 분류방법(CART), SVM(Support Vector Machine), 신경망, HMM(Hidden Markov Models) 등을 검토하고 있다.

참고문헌

[1] Han, S. M., Kim, S. B., Kim, J. Y. & Kwon, C. H. (2011). A preliminary study on correlation between voice characteristics and speech features. *Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 3, No. 4, 85-91.
(한성만, 김상범, 김종열, 권철홍 (2011). 목소리 특성의 주관적 평가와 음성 특징과의 상관관계 기초연구. 말소리와 음성과학, 3권 4호, 85-91.)

[2] Kim, D. R. (2003). A study about five-sounds of Sasang constitutional sound analysis. *J. of Sasang Constitutional Medicine*, Vol. 15, No. 1, 50-59.
(김달래 (2003). 오음의 사상체질적 음성분석과 고찰. 사상체질의학회지, 15권 1호, 50-59.)

[3] Shin, M. R. & Kim, D. R. (1999). A study on the correlation between sound characteristics and Sasang constitution by CSL. *J. of Sasang Constitutional Medicine*, Vol. 11, No. 1, 137-157.
(신미란, 김달래 (1999). CSL을 통한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지, 11권 1호, 137-157.)

[4] Kim, S. H., Shin, M. R., Kim, D. R. & Kwon, K. R. (2000). A study on the correlation between sound characteristic and Sasang constitution by Laryngograph and EGG. *J. of Sasang Constitutional Medicine*, Vol. 12, No. 1, 144-156.
(김선형, 신미란, 김달래, 권기록 (2000). Laryngograph와 EEG를 이용한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지, 12권 1호, 144-156.)

[5] Yang, S. M., Kim, S. H., Yoo, J. S., Kim, Kim, H. S., Lee, Y. H. & Kim, D. R. (2001). A study on the correlation between sound characteristic and Sasang constitution by pitch range and bandwidth. *J. of Sasang Constitutional Medicine*, Vol. 13, No. 3, 31-39.
(양상묵, 김선형, 유준상, 김형석, 이영훈, 김달래 (2001). Pitch Range와 Bandwidth를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지, 13권 3호, 31-39.)

[6] Park, S. J. & Kim, D. R. (2004). A study on the correlation between Sasang constitution and sound characteristics used harmonics and formant bandwidth. *J. of Sasang Constitutional Medicine*, Vol. 16, No. 1, 61-73.

(박성진, 김달래 (2004). Harmonics와 Formant Bandwidth를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지, 16권 1호, 61-73.)

[7] Moon, S. J., Park, J. J. & Hwang, H. J. (2003). Voice and Sasang constitution: in terms of source functions. *Malsori*, Vol. 48, 19-33.
(문승재, 박종주, 황혜정 (2003). 음성과 사상체질: 음원을 중심으로. 말소리, 48호, 19-33.)

[8] Moon, S. J., Tak, J. H. & Hwang, H. J. (2005). A phonetic study of Sasang constitution. *Malsori*, Vol. 55, 1-14.
(문승재, 탁지현, 황혜정 (2005). 음성학적으로 본 사상체질. 말소리, 55호, 1-14.)

[9] Kang, J. H., Yoo, J. H., Lee, H. J. & Kim, J. Y. (2009). Automated speech analysis applied to Sasang constitution classification. *Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 1, No. 3, 155-163.
(강재환, 유종향, 이혜정, 김종열 (2009). 음성을 이용한 사상체질 분류 알고리즘. 말소리와 음성과학, 1권 3호, 155-163.)

[10] Kang, J. H., Do, J. H. & Kim, J. Y. (2010). Voice classification algorithm for Sasang constitution using support vector machine. *J. of Sasang Constitutional Medicine*, Vol. 22, No. 1, 17-25.
(강재환, 도준형, 김종열 (2010). SVM을 이용한 음성 사상체질 분류 알고리즘. 사상체질의학회지, 22권 1호, 17-25.)

[11] SPSS Korea (2012). <http://www.spss.co.kr>

[12] Hillenbrand, J. & Houde, R. A. (1996). Acoustic correlates of breathy vocal quality: dysphonic voices and continuous speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 39, 311-321.

[13] Mili, M. M. & Jayashree, S. B. (2009). Soft phonation index - a sensitive parameter?. *Indian J. Otolaryngol Head Neck Surg*, Vol. 61, 127-130.

• 권철홍 (Kwon, Chulhong), 교신저자
대전대학교 정보통신공학과
Tel: 04-280-2555 Fax: 042-280-2559
Email: chkwon@dju.ac.kr
관심분야: 음성신호처리, 한의공학
1997~현재 정보통신공학과 교수

• 김종열 (Kim, Jongyeol)
한국한의학연구원 선임연구본부
대전광역시 유성구 유성대로 1672
Tel: 042-868-9489 Fax: 042-868-9480
Email: ssmed@kiom.re.kr
관심분야: 사상체질의학
현재 한국한의학연구원 선임연구본부장

• **김근호 (Kim, Keunho)**

한국한의학연구원 체질·진단연구그룹
대전광역시 유성구 유성대로 1672
Tel: 042-868-9365 Fax: 042-868-9480
Email: rkim70@kiom.re.kr
관심분야: 사상체질의학 및 의료기기
현재 한국한의학연구원 책임연구원

• **장준수 (Jang, Junsu)**

한국한의학연구원 체질·진단연구그룹
대전광역시 유성구 유성대로 1672
Tel: 042-868-9320 Fax: 042-868-9480
Email: junsu.jang@kiom.re.kr
관심분야: 영상인식, 음성처리, 한의공학
현재 한국한의학연구원 선임연구원