

피부영상을 이용한 호흡 반영 음원 조율방법에 관한 연구

김성혁*, 홍광석**

성균관대학교 정보통신대학

e-mail:kyf1992@naver.com, kshong@skku.ac.kr

A Study on Respiratory-Reflected Music Play Using Skin Image

Sung-Hyuck KIM*, Kwang_Seok Hong**

College of information and Communication Engineering, Sungkyunkwan
University

요 약

본 논문에서는 피부영상을 이용한 호흡 반영 음원 조율 방법을 제안한다. 얼굴 영상으로부터 호흡 신호를 추정하기 위해 ROI(Region of Interest)를 지정하고 지정된 영역의 색상 체계를 RGB에서 YCgCo로 변환한다. 피부 관심 영역으로부터 계산된 Cg색상 데이터 평균값에 필터링을 적용하여 호흡 신호를 검출한다. 검출된 호흡 신호를 통하여 사용자의 호흡 상태를 반영한 음원 조율방법을 제안하고, 이를 구현한 응용 프로그램을 소개한다. 구현한 응용프로그램의 성능평가를 위해 피험자 15명을 대상으로 블라인드 테스트와 MOS 평가방법을 사용하였으며, 실험 결과 9명의 피실험자가 호흡을 반영한 음원과 반영하지 않은 음원에 대한 차이를 느꼈다. 또한, MOS 평가방법으로 두 음원의 선호도를 조사한 결과 총 5점 만점 중 호흡을 반영한 음원이 4점, 원음이 3.6점을 얻었으며 이를 통해 피실험자들이 호흡이 반영된 음원을 선호한다는 결과를 확인하였다.

1. 서론

CDC(미국 질병통제예방센터)의 미국 내 사망원인 순위 분석 보고서에 따르면, 2013년 한 해 호흡기 질환으로 인한 사망자 수는 전체 7%를 차지하며 사망 순위 3위로 보고된 바 있다. 하지만 대한심장호흡재활의학회 외 7개 학회에서 공동으로 발표한 ‘호흡 재활 지침서’에서는 호흡기 질환 환자뿐만 아니라 노약자와 일반인들도 호흡기 질환의 조기발견 및 생활 습관의 개선이 중요하며, 이를 통해 급성 악화 및 예방에 많은 도움을 줄 수 있다고 강조하였다.

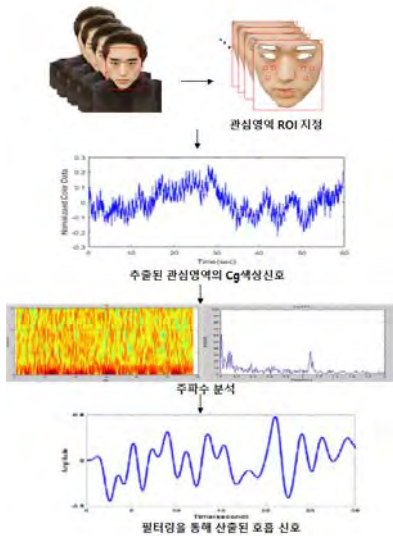
호흡 질환의 예방 및 치료방법으로 최근 음악 요법과 음악의 생리적 효과에 관한 다양한 연구가 수행되고 있다. [1] 음악 요법을 적용한 선행연구 중 조용한 환경에서 음악 요법을 시행하였을 때 저산소증 유발과 관련된 것으로 알려진 HIF-1(HY-poxia Inducible Factor-1) 전사인자의 활성화를 막을 수 있고 심호흡을 도와주고 이완 효과를 나타내어 수술이나 생검을 하는 환자들에게 불안감과 통증을 감소시킬 수 있다고 보고하였다.[2] 그 외에 음악 리듬과 청취자의 호흡/호흡 패턴 사이의 관련성을 연구한 결과 음악 리듬이 호흡 주기와의 차이를 감소시키는 호흡의 속도조정자로 작용함을 증명되었고[3], 선행연구[4]에서는 인간이 음악의 템포를 늦추거나 더 길고 느린 소리를 들으면 대개 호흡을 깊고 느리게 조율할 수 있다고 하였다.

본 논문에서는 이러한 음악의 긍정적인 요소를 활용하여 호흡 및 폐 질환의 예방 및 개선을 위해 사용자의 현재 호흡 상태를 반영한 음원 조율기법에 대해 제안한다.

2. 영상을 이용한 호흡 추정

본 논문에서는 입력된 선호 음악을 처리하여 사용자의 현재 호흡 상태를 반영한 음원 조율기법과 이를 구현한 어플리케이션을 소개한다.

피부영상의 관심 영역을 설정하고 관심영역에서 계산된 색상 값의 평균으로 생체신호를 추출한다. 기존연구[5][6]에서는 색상 모델 중 YCgCo 색상 모델을 사용해 관심 영역의 Cg 색상값에 필터링을 적용하여 생체신호를 추출하였다. 카메라로부터 얻은 입력 영상으로부터 초당 30프레임의 생체 신호는 0 내지 15Hz 범위의 잡음 성분을 갖는다. 따라서 생체 신호로부터 호흡 신호로의 변환은 잡음 성분을 제거하기 위해 필터링이 수행된다. 필터링은 생체 신호에서 호흡 주파수 범위를 설정하여 호흡 신호를 추출하는데 사용한다. 일반적인 사람의 호흡 정상범위는 12~20회로 정의되며 이 의료정보를 활용하여 0.13 ~ 0.33Hz의 주파수 범위를 선택하였다. 아래 Fig 1은 피부영상을 이용한 호흡 신호의 계산과정을 도식화하여 보여준다.



(그림 1) 얼굴 영상을 이용한 호흡 신호 검출

3. 호흡에 따른 주파수 강조를 이용한 호흡 반영 음원 생성

본 논문에서 제안하는 사용자의 현재 호흡 상태를 반영한 음원 조율을 위해 고역 강조(pre-emphasis)와 저역 강조(de-emphasis)필터링을 이용한 주파수 강조기법을 사용하였다.

영상을 이용한 호흡 신호 검출은 초당 30프레임으로 입력된 영상으로부터 색상 변화를 통해 계산되기 때문에 30Hz의 샘플링 속도를 갖는다. 따라서 일반적인 음원과의 시간 길이를 고려하였을 때 원활한 처리를 위해 샘플수를 확장해야 한다.

사용자의 선호 음원신호와 동일한 샘플링 속도를 유지할 수 있도록 입력되는 호흡 신호의 샘플수를 보간(interpolation)하여 확장한다. 보간된 호흡 신호에서 주파수 강조필터 계수 α 를 아래 식(1)을 활용하여 계산한다.

$$\alpha[n] = \begin{cases} r[n]/r_p, & r[n] > 0 \\ 0, & r[n] = 0 \\ r[n]/r_n, & r[n] < 0 \end{cases} \quad (1)$$

위의 식에서 $r[n]$ 은 보간된 호흡신호, r_p 와 r_n 은 각각 호흡 신호의 최대값과 최소값을 나타낸다. 일반적인 강조 필터 계수는 $-0.95 \sim 0.95$ 의 범위를 갖기 때문에, r_p 와 r_n 은 각각 호흡 신호의 최대값, 최소값에 5%를 추가하여 적절한 범위의 강조필터 계수가 생성될 수 있도록 한다.

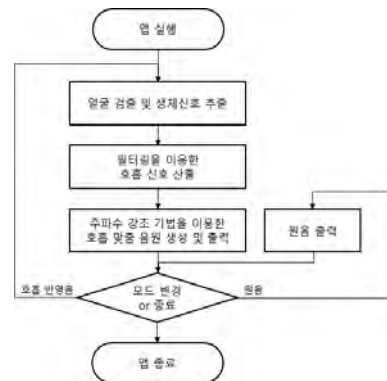
입력된 호흡 신호에서 계산된 시간에 따른 강조 필터 계수를 아래 식 (2)에 대입하여 사용자의 호흡 상태에 따른 선호 음원의 주파수 강조를 수행한다.

$$y[n] = x[n] - \alpha[n]x[n-1] \quad (2)$$

위 식을 적용하여 입력된 호흡이 양의 값을 가질 경우 고역강조, 음의 값을 가질 경우 저역강조가 수행되고 강조의 강도는 현재 호흡신호의 진폭범위에 따라 달리 적용된다.

4. 안드로이드 어플리케이션 구현

본 논문에서 피부영상을 이용한 호흡신호 추출 기법과 추출된 호흡신호에 따른 주파수 강조기법을 활용하여 사용자 호흡 반영 음원 조율방법을 제안하였다. 본 절에서는 제안한 기법을 구현한 안드로이드 어플리케이션에 대해 설명한다.



(그림 2) 구현된 어플리케이션의 흐름도

(그림 2)는 구현된 어플리케이션의 흐름도를 보여준다. 어플리케이션 실행 후 얼굴 검출 및 생체신호를 추출한다. 생체신호 추출을 위하여 설정된 관심 영역에서 Cg 색상을 초당 30샘플 취하여 생체신호를 추출하고 0.13 ~ 0.33Hz의 BPF(Band Pass Filter)를 적용하여 호흡 신호를 산출한다.

어플리케이션의 원음 출력 모드에서는 사용자가 저장한 원곡의 음원이 산출되며, 호흡 반영 음원 출력 모드에서는 저장된 원곡과 상기 수식(2)의 주파수 강조기법을 이용하여 호흡 상태를 반영한 음원을 생성 및 출력한다.



(그림 3) 어플리케이션의 실행 화면

4. 실험 및 결과

본 논문에서는 사용자의 호흡 상태를 반영한 음원재생 기법을 소개하였고, 이를 구현한 어플리케이션으로 구현하였다. 구현된 응용 프로그램의 성능평가를 위해 20~36세 사이의 9명의 남성과 6명의 여성으로 구성된 실험 그룹에서 사용자 테스트를 수행하였다. 평가방법은 호흡이 반영된 음원과 원음을 공개하지 않고 출력하여 호흡이 반영된 음원과 원음이 차이가 있는지 조사하였으며 결과는 아래 <표 1>에 제시되어 있다. 또한 MOS(Mean Opinion Score) 평가방법을 사용하여 사용자의 호흡 상태가 음원에 반영된 음원과 원음 중 어느 것을 더 선호하는지 조사하였으며 결과는 아래 <표 2>에 제시되어 있다.

블라인드 테스트 결과 9명의 사용자는 호흡이 반영된 음원과 원음의 차이를 느꼈으며, MOS 평가 결과로는 총 5점 만점 중 호흡이 반영된 4점을 받았으며 호흡이 반영되지 않은 음원은 3.6점을 받아 호흡이 반영된 음원을 더욱 선호한다는 결과를 얻었다.

<표 1> 블라인드 테스트를 통한 호흡 반영 음원과 원음 차이에 대한 응답 결과

	차이 여부
A	0
B	0
C	x
D	0
E	x
F	0
G	0
H	x
I	0
J	0
K	x
L	0
M	x
N	0
O	x
차이가 있다 : 차이가 없다.	9:6

<표 2> MOS 평가방법을 통한 호흡 반영 음원과 원음에 대한 선호도 결과

	호흡 반영	원음
A	4	2
B	5	4
C	3	3
D	4	4
E	4	4
F	5	3
G	5	3
H	4	4
I	5	5
J	4	4
K	2	2
L	5	3
M	3	4
N	5	3
O	2	5
Average	4	3.6

5. 결론

본 논문에서는 사용자의 호흡 상태를 반영한 음원재생 기법을 소개하였고, 이를 구현한 어플리케이션으로 구현하였다.

어플리케이션의 평가 결과를 통해 15명 중 9명 의 피실험자가 호흡이 반영된 음원과 원음에 대한 차이를 인지하

였으며, MOS 평가 결과 피실험자들은 평균적으로 호흡이 반영된 음원을 선호한다는 결과를 확인하였다.

그러나 조명 상태와 같은 주변 환경의 변화는 이미지를 사용할 때 영향을 줄 수 있다. 따라서 향후 본 논문의 결과를 바탕으로 다양한 환경에서 생체신호 추출의 성능이 더욱 강력해지도록 개선할 것이며 이를 통하여 호흡 및 폐 질환 진단결과에 따른 개선 및 예방책을 제공하여 시간과 장소에 구애받지 않는 헬스케어 기술에 관한 연구를 수행할 것이다.

6. ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 - 휴먼플러스융합연구개발 챌린지 시범사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2018M3C1B8023 558) 그리고 이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A1B07042422)

참고문헌

[1] Ellis RJ, Thayer JF “Music and autonomic nervous system (dys)function.” Music Perception: An Interdisciplinary Journal. 27(4):317-326. 2010

[2] .Wang JZ, Li L, Pan LL, Chen JH. “Hypnosis and music interventions (HMIs) inactivate HIF-1: A potential curative efficacy for cancers and hypertension.” Medical Hypotheses. 85(5):551-557, 2015

[3] Haas F Distenfeld S, Axen K “Effects of perceived musical rhythm on respiratory patten.” Journal of Applied physiology, 19,978-987, 1986

[4] Kim Y.K “The Mozart Effect” Unpublished master’s thesis. Korea University, Seoul, 2010

[5] Jin-Soo Park, Kwang-Seok Hong “A Study on Paradoxical Pulse Estimation Using Face Image.” JCCI ,2017

[6] Sang-Il Jo, Kwang-Seok Hong, “An Application Development for Intuitive Pulse Status Checking using Face Image and Vibration.” The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, VOL. 15 No.1, pp. 365-366, 2017

[7] Lee, Hyo-Haeng, et al. “Video-based Bio-Signal Measurements for a Mobile Healthcare System” Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, ACM, pp. 92, 2016.

[8] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hci.hobep_music