

# 한국인의 평균 머리전달함수 특성 분석

## Characteristics analysis of Korean standard head-related transfer function

손대혁† · 박영진\* · 장세진\*\*

Daehyuk Son, Youngjin Park and Sei-jin Jang

### 1. 서 론

최근, 3 차원 멀티미디어에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 3 차원 멀티미디어를 높은 현실감으로 제공하기 위해서는 입체 영상뿐만 아니라 그에 상응하는 입체 음향 기술이 필요하다. 3 차원 입체 음향 기술의 핵심이 되는 요소는 머리전달함수(Head-related transfer function) 이라고 할 수 있다. 이론적으로 한 피실험자에 대해 3 차원 공간 모든 위치에서 측정된 머리전달함수가 필요하지만 현실적으로 어렵기 때문에, 머리전달함수 데이터베이스를 구축하여 맞춤화 등을 통한 머리전달함수 제공이 이루어지고 있다. 머리전달함수는 개개인에 따라 상당히 다른 특성을 보이기 때문에 보다 보편적인 용도를 위해 더미 헤드의 머리전달함수가 사용되어 왔다. 하지만 이는 개인의 머리전달함수에 비해 현저히 낮은 성능을 보여 개선이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 선행 연구를 통해 구축한 한국형 머리전달함수 데이터베이스를 이용하여 텐서 특이값 분해를 통해 한국인의 평균 머리전달함수를 추출하고 그 특성을 분석하였다.

### 2. 한국인의 평균 머리전달함수 특성 분석

#### 2.1 텐서 특이값 분해법

텐서 특이값 분해법(Tensor-Singular Value Decomposition, T-SVD)은 행렬 특이값 분해법을 확장한 개념으로 다차원 데이터의 특성을 분석하기에 적합한 방법이다. 여기서 텐서는 다차원 배열을

의미하며 행렬의 경우는 2차원 텐서로 정의된다. 이 기법은 주로 영상 신호 처리 등에서 사용되는 경우가 많으며, 이 기법을 이용해 머리전달함수를 시간, 방위각, 고도각, 피실험자 등의 다양한 차원으로 분석할 수 있을 것으로 기대된다.

3차원 텐서에 대한 텐서 특이값 분해법에 대한 개념도는 다음 그림 1과 같다.

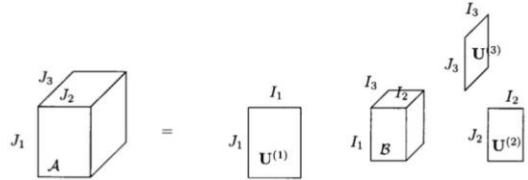


Figure 1 Graphical expression of T-SVD method

그림 1의 경우는 3차원 텐서 A 를 중심 텐서 B 와 단위 행렬  $U^{(1)}$ ,  $U^{(2)}$ ,  $U^{(3)}$ 로 표현한 것이다. 이를 수식으로 나타내면 다음 식(1)과 같이 표현할 수 있다. 이 때, 단위 행렬  $U^{(1)}$ ,  $U^{(2)}$ ,  $U^{(3)}$ 는 각 방향으로의 기여도를 의미한다. 텐서 특이값 행렬의 성질에 대한 자세한 설명은 생략하도록 한다.

$$A = B \times_1 U^{(1)} \times_2 U^{(2)} \times_3 U^{(3)} \quad (1)$$

#### 2.2 한국인의 평균 머리전달함수 추출

앞의 절에서 소개한 텐서 특이값 분해법을 이용하여 한국인 남성 55명의 머리전달함수를 분석하여 평균 머리전달함수를 추출하였다. 사용된 데이터는 구축한 머리전달함수 데이터베이스로부터 추출하였다. 분석을 위한 전처리 과정으로 머리전달함수를 시간, 방위각, 고도각, 피실험자 축의 4차원 텐서로 재정렬 하였다. 평균 머리전달함수를 추출하기 위해 시간, 방위각, 고도각 차원을 제외한 피실험자 축에 대해서만 차원 조절을 수행하였다. 그 결과 정중면에서의 왼쪽 귀 평균 머리전달함수와 각 피실험자별 기여도는 다음 그림 2와 같다.

† 교신저자; KAIST 기계공학과

E-mail : infinitude@kaist.ac.kr

Tel : (042) 350-3076, Fax : (042) 350-8220

\* KAIST 기계공학과

\*\* KETI 디지털미디어센터

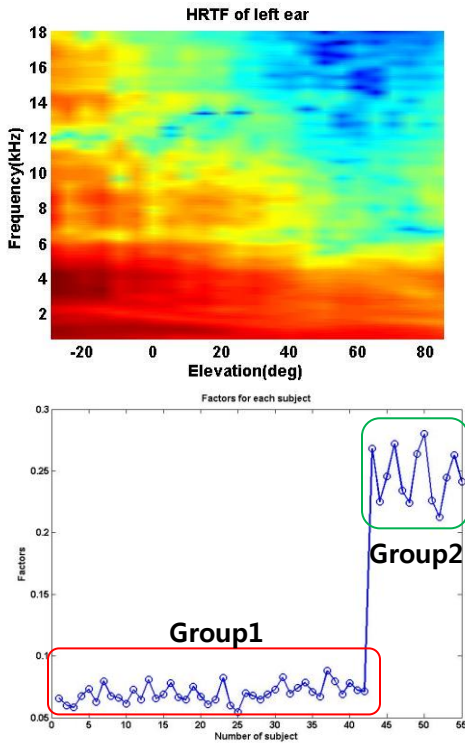


Figure 2 Median standard HRTF(above) and factors for each subject(below)

그림 2에서 피실험자 43~55번의 경우 앞의 피실험자들에 비해 높은 기여도를 가지는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 이 두 그룹의 피실험자들을 분류하여 각각에 대한 평균 머리전달함수를 추출한다면 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 따라서, 피실험자 1~42번 그룹(그룹 1)과 43~55번 그룹(그룹 2)에 대한 평균 머리전달함수를 추출하였고 그 결과는 다음 그림 3, 4와 같다.

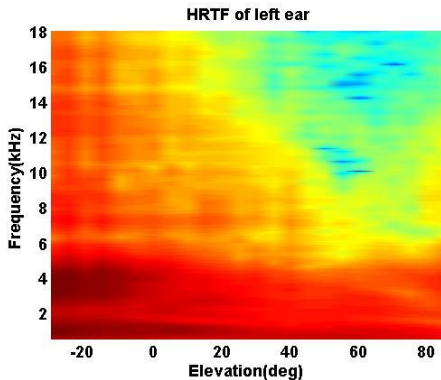


Figure 3 Median standard HRTF of group1

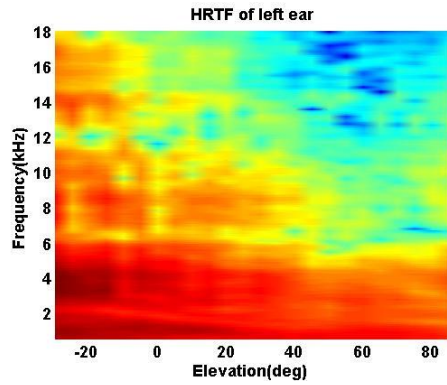


Figure 4 Median standard HRTF of group2

그림 3을 보면 낮은 기여도를 갖는 그룹 1의 경우 그림 2와 같이 추출한 평균 머리전달함수와 피크, 노치 패턴 등에서 상당히 다른 특성을 가지는 것을 확인할 수 있다. 반대로 그림 4와 같이 추출한 그룹 2의 평균 머리전달함수는 피크, 노치 패턴 등이 그림 2와 유사함을 알 수 있다. 텐서 특이값 분해를 이용한 이와 같은 분석 방법을 활용하여, 다양한 피실험자들에 대한 분류가 가능할 것으로 기대되고 보다 정확한 평균 머리전달함수를 제공할 수 있을 것이다. 이를 이용한 주관 평가는 향후 과제로 남겨둔다.

### 3. 결 론

평균 머리전달함수를 추출하기 위한 방법으로 텐서 특이값 분해법을 사용하였다. 구축한 머리전달함수 데이터베이스로부터 얻은 55명의 남성 피실험자들에 대해 평균 머리전달함수를 추출하였다. 각 피실험자들이 갖는 기여도를 분석하여 비슷한 특성을 갖는 피실험자 군을 분류하였다. 분류된 각 그룹의 평균 머리전달함수를 추출하여 비교하였고, 이를 통한 평균 머리전달함수 성능 향상이 기대된다.

### 후 기

이 논문은 2010년도 정부(지식경제부)의 재원으로 산업융합기반구축사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No.10037244).