

# 장력에 따른 장구의 소리변화 연구

조희영, 김준

동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과

## A Study on the Janggu's Timbre Change by Tension

Hee Young Cho, Jun Kim

Department of Multimedia,  
Graduate School of Digital Image & Contents,  
Dongguk University

### 요약

컴퓨터를 사용하여 국악타악기의 음색을 재현하고자하는 연구의 첫 단계로 장구의 소리를 분석하였다. 장구는 여타 국악 타악기들과는 달리 연주자가 조이개를 움직여서 가죽의 장력을 조절하여 연주하는 것이 가능한 악기로 장력의 변화에 따라 소리의 음고와 음색이 변화한다. 이에 본 연구는 장력의 세기에 따라 장구소리가 시간영역과 주파수영역에서, 그리고 노이즈 성분이 어떻게 변화하는가에 관하여 연구하였다. 분석결과 장구의 장력이 강할수록 지속시간이 짧고, 음고가 높았다. 또한 주요주파수 성분이 뚜렷하게 더 오래 지속되었으며 특히 높은 주파수 성분을 많이 포함하고 있고, 노이즈성분이 비교적 적은 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 차후 컴퓨터로 장구 소리를 재현함에 있어 중요한 요인으로 작용할 것으로 기대된다.

### I. 서론

#### 1.1 연구목적과 방법

컴퓨터를 이용하여 실제악기의 음색을 재현하고자 하는 노력은 오래전부터 지속적으로 이루어지고 있으며, 국악기 연구 분야에서도 예외는 아니다. 본 연구는 대표적인 국악타악기 중 하나인 장구소리를 컴퓨터를 이용하여 합성하기 위한 첫 단계로 장구 가죽의 장력(tension)에 따른 소리의 변화를 연구한 것이다.

장구는 가죽의 장력을 변화시켜 장구소리의 음고(pitch)와 음색(timbre)을 음악과 연주자의 취향에 따라 원하는 대로 조절하여 연주하는 것이 가능하다. 이는 국악타악기 중 장구가 가지는 특색 중 하나로 장구소리를 컴퓨터로 재현할 때 중요한 요인이 될 것이다.

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2009-0078360)

이러한 장구의 특징인 장력에 따른 소리의 변화를 알아보기 위하여 장구의 장력을 강, 중, 약의 3단계로 나누어 분석하였다. 타격순간의 노이즈를 최소화하기 위하여 궁굴채<sup>1)</sup>로 연주하였으며, 연구는 분석에 통일감을 주기 위하여 모두 채편을 연주한 것을 사용하였다. 분석에 사용된 음원의 샘플링 레이트(sampling rate)는 44,100Hz이고, 비트해상도(bit resolution)는 16bit이다. 분석 시 해닝(hanning) 윈도우를 사용하였고, 윈도우 사이즈(window size)는 1024이다.

연구는 첫째, 시간 영역(time domain)에서의 소리의 변화의 분석, 둘째, 주파수 영역(frequency domain)에서 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT)<sup>2)</sup>을 이용한 소노그램과 스펙트럼의 변화의 분석, 마지막으로 스펙트럼 모델링 합성(Spectral Modeling Synthesis, SMS)<sup>3)</sup>을

- 1) 농악 등에서 장구를 칠 때 왼손에 쥐고 장단을 치는 곧은 대나무 뿌리 막대기에 박달나무를 둥그랗게 깎아 끼워서 만든 채
- 2) 시간 도메인과 주파수 도메인간의 변환을 가능하도록 해주는 푸리에 분석에서 필요한 신호만을 골라 계산시간을 줄인 변환법

사용한 노이즈 성분의 분석으로 이루어진다.

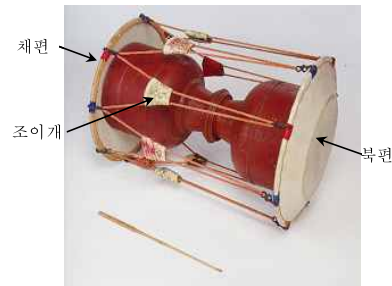
#### 1.2 장구의 구조

장구는 국악기 중 혁부(革部)<sup>4)</sup>에 속하는 타악기로 채로 치는 북이라는 뜻을 지닌 ‘장고(杖鼓)’, 또는 허리가 가늘다 하여 ‘세요고(細腰鼓)’라고도 한다. 농악, 사물놀이 등 타악기를 위한 음악에서는 물론, 관현악 합주와 산조 독주의 반주에 사용되는 등 가장 많이 사용되는 타악기 중 하나이다.

장구는 장구통의 양쪽에 위치한 가죽을 채로 때려 연주한다. 두 개의 가죽은 줄로 연결되어 있으며, 그 중간에 위치한 가죽으로 만든 깔때기 모양의 조이개를 좌우로 움직여 가죽의 장력을 조절할 수 있다.

조이개의 넓은 면 쪽에 있는 가죽을 채편, 좁은 면 쪽에 있는 가죽을 북편이라고 한다. 채편은 북편보다 통의 길이가 길고 폭이 좁으며, 가죽이 얇아 소리가 가늘고 높은 특징이 있다. 대나무를 가늘게 깎아서 만든 열체를 사용하며 주로 오른손으로 연주한다. 북편은 채편보다 통의 길이가 짧고 폭이 넓으며 가죽이 거칠고 두꺼워 굵고 낮은 소리가 난다. 주로 왼손으로 연주하며 손바닥이나 궁굴채로 연주한다. 조이개를 채편 쪽으로 밀면 줄이 팽팽해져서 장력이 강해지고, 북편 쪽으로 밀면 줄이 늘어져서 장력이 약해진다.

[그림-1]은 장구의 구조<sup>5)</sup>이다.



[그림-1] 장구의 구조

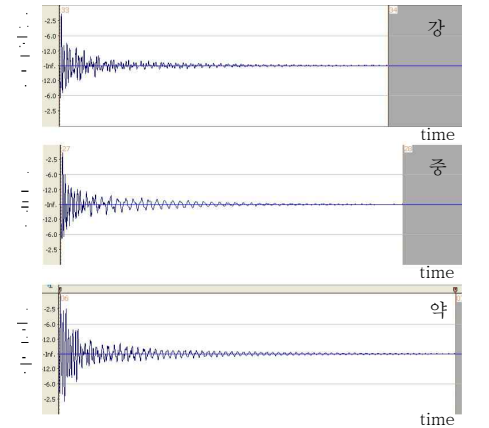
### II. 장력에 따른 소리의 변화

#### 2.1 시간영역에서의 소리의 변화

- 3) 소리를 배음성분(harmonic contents)과 노이즈성분(noise contents)으로 나누어 분석, 합성하는 방식으로 자비에 세라(Xavier Serra)에 의하여 고안되었다.
- 4) 국악기를 만드는 8가지 재료인 팔음(八音) 중 가죽을 사용하야 만든 악기
- 5) 출처: 국립국악원 홈페이지 <http://www.gugak.go.kr/>

장력의 차이에 따른 장구소리의 지속시간을 시간영역에서 살펴보았다. 그 결과 가죽의 장력이 강할수록 소리의 지속시간이 짧은 것으로 나타났다.

[그림-2]는 가죽의 장력의 세기에 따른 장구 소리의 변화를 시간영역에서 살펴본 것이다. 가장 상단의 그림이 장력이 가장 강할 때이고, 아래로 내려갈수록 장력이 점차 약해질 때의 소리의 지속시간이다. 그림의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 음량의 크기를 나타낸다. [그림-2]에서 장구소리의 지속시간은 위에서부터 약 1.315초, 1.551초, 1.830초이다. 이는 장력이 약할수록 소리의 울림이 길어져서 나타나는 현상으로 보인다.



[그림-2] 장력에 따른 소리의 지속시간의 변화

#### 2.2 주파수영역에서의 소리의 변화

장구의 장력에 따른 음색의 변화를 살펴보기 위하여 FFT 분석을 하였다. 분석은 타격에 의한 잡음이 많이 포함되어있는 어택(attack) 부분을 제외한 나머지 부분을 대상으로 이루어졌다.

##### 2.2.1 음고의 변화

장력의 세기에 따른 음고의 변화의 측정을 위하여 음량이 가장 큰 주파수 성분의 변화를 비교하였다. 결과 장력의 세기가 강할수록 장구의 음고는 높아지는 것으로 나타났다. [표-1]은 장력의 세기에 따른 음고의 변화를 나타낸다. 장력의 세기가 가장 강할 때 약 133Hz, 중간일 때 약 120Hz, 가장 약할 때 약 101Hz로 분석되었다.

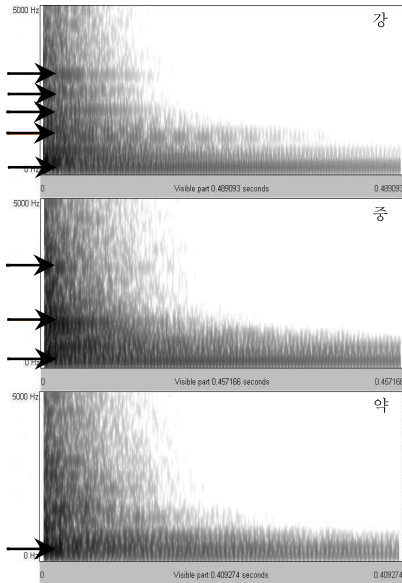
[표-1] 장력의 세기에 따른 음고의 변화

장력의 세기	강	중	약
가장 큰 주파수 성분 (Hz)	133Hz	120Hz	101Hz

### 2.2.2 주파수 성분의 변화

장력에 따른 주파수 성분의 변화를 FFT 분석을 통하여 소노그램(sonogram)과 스펙트럼(spectrum)을 살펴보았다.

[그림-3]은 가장 상단으로부터 장력이 강, 중, 약일 때의 소노그램의 변화를 보여준다. 가로축의 단위는 시간이고 세로축은 주파수로 0Hz에서 5000Hz까지의 주파수 성분을 보여준다. 주파수 성분의 음량이 클수록 진하게, 음량이 작을수록 연하게 나타난다.

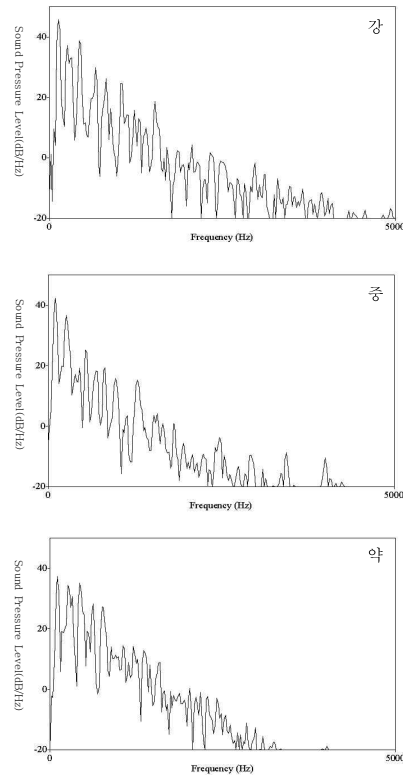


[그림-3] 장력에 따른 소노그램의 변화

소노그램의 분석결과 장력이 강할수록 주요 주파수 성분들이 더 넓은 대역에서 뚜렷하게 나타났다. 특히 높은 주파수 대역의 성분들까지 더 오래 지속적으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

[그림-4]는 장력에 따른 스펙트럼의 변화를 보여준다. 그림의 가로축은 주파수를 세로축은 음량을 나타낸다. 가장 상단의 그림부터 차례대로 장력이 강, 중, 약일 때의 FFT 분석 결과이다. 장력이 강할수록 높은 배음 성분들

이 많이 분포되어 있고, 장력이 약할수록 높은 배음성분들이 사라지고 있는 것을 알 수 있다.

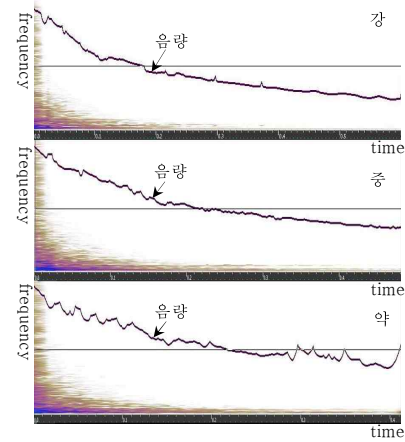


[그림-4] 장력에 따른 스펙트럼의 변화

### 2.3. 노이즈성분의 변화

장구의 장력에 따른 노이즈성분의 변화를 살펴보기 위하여 스펙트럼 모델링 분석을 하였다. 스펙트럼 모델링 기법은 분석은 주요 주파수 성분과 노이즈 성분을 분리하여 분석하는 방식으로 노이즈성분만을 따로 분석하는데 적합한 기법이다.

[그림-5]는 장력에 따른 노이즈 성분의 변화를 보여준다. 가장 상단의 그림부터 차례대로 장력이 강, 중, 약일 때의 노이즈 성분이다.



[그림-5] 장력에 따른 노이즈 성분의 변화

가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 주파수이다. 배경으로 나타나는 그림은 주요주파수 성분을 제외한 노이즈 성분만의 소노그램이고, 선은 노이즈 성분의 음량을 나타낸다. 처음 장구를 타격하는 순간인 어택부분의 노이즈 성분의 크기는 비슷하나 어택이 끝나는 순간 장력이 강할수록 노이즈 성분의 양이 급격하게 줄어들고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 장력이 약할수록 일반적으로 노이즈 성분을 더 많이 포함하고 있는 것으로 나타났다.

## III. 결론

연주자가 자유롭게 장력을 조절하여 연주할 수 있는 특징을 가지고 있는 타악기인 장구의 장력에 따른 소리의 변화를 다양한 방법으로 연구하였더니 다음과 같은 결과가 나타났다.

- 첫째, 장력이 강할수록 소리의 지속시간이 짧다.
- 둘째, 장력이 강할수록 소리의 음고가 높다.
- 셋째, 장력이 강할수록 주요한 주파수 성분이 뚜렷하게 더 오래 지속되고, 높은 주파수 성분을 많이 포함하고 있다.
- 넷째, 장력이 강할수록 비교적 노이즈 성분이 적게 포함되어 있다.

본 연구는 장구의 가장 큰 특징인 장력에 따른 음색의 변화를 살펴보았다. 이러한 연구는 차후 컴퓨터로 장구 소리를 재현함에 있어 중요한 요인으로 작용할 것으로 기대된다. 또한 장구의 소리의 특징 뿐 아니라 물리적 특징이 함께 연구된다면 장구의 소리를 실제 악기 소리에 더욱 가까운 소리의 합성이 가능하리라 사료된다.

## 참고문헌

- [1] 송혜진, 『한국악기』, 열화당, 2001
- [2] 장사훈, 『최신국악총론』, 세광음악출판사, 1991
- [3] Matthias Bertsch, "Vibration Patterns and Sound Analysis of the Viennese Timpani", ISMA, 2001
- [4] Thomas D. Rossing, *Science of percussion instruments*, World Scientific Publishing Company, 2000
- [5] Thomas D. Rossing, "Acoustics of percussion Instruments: Recent progress", *Acoustic Science & Technology* Vol. 22(3) 2001