
입체 음향 시뮬레이터 최종 발표

<사운드 디자인과 프로그래밍> 기말 프로젝트

2021. xx. xx.

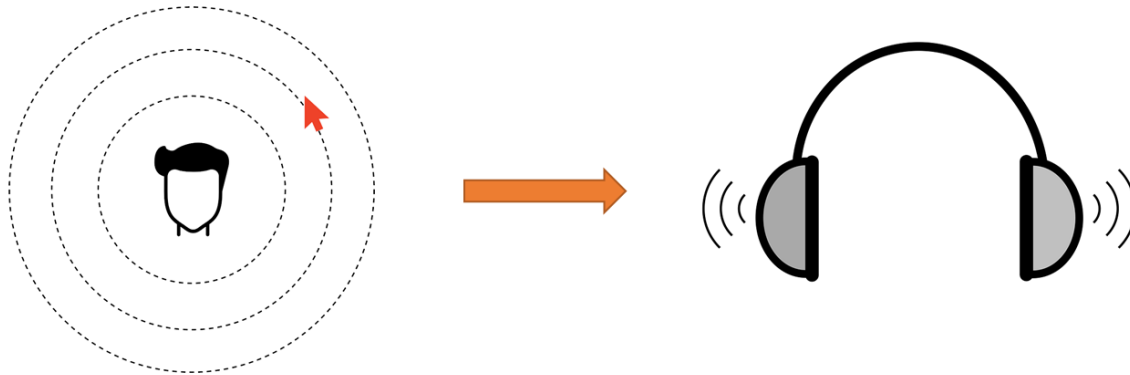
2021xxxx 최영원
20211xxxx 정동혁

Contents

1. 프로젝트 목표
2. 공간 음향 배경지식
3. 프로젝트 일정
4. 프로젝트 수행 내용
5. 결론 및 향후 계획
6. 역할 분담
7. Reference

1. 프로젝트 목표

- 2채널 헤드폰에서의 입체 음향 구현.
- 입체 음향 관련 라이브러리나 플러그인 등을 사용하지 않고, 음향학에서 알려진 공식들을 이용하여 구현.
- 입체 음향 효과를 직관적으로 느낄 수 있도록 하기 위해, 제시된 Polar Coordinates 상에서 사용자와 음향 간의 가상의 위치를 직접 설정할 수 있도록 구현.



2. 공간 음향 배경지식

- 입체 음향 구현은 가상 음장에서 아래 세 가지 원근을 구현함으로 형성됨. [1]
 - 전후 원근: 음향이 얼마나 멀리 떨어져 있나.
 - 수평 원근: 가상 공간의 왼쪽과 오른쪽 사이에 음향이 어디에 놓여져 있나.
 - 수직 원근: 높은 주파수 요소는 상단에, 낮은 주파수 요소는 하단에 놓이는 것으로 가정.

→믹싱에서는 가상 음장에서 각 음향(악기) 배치 (과도하게) 겹치지 않게 하여 깔끔하게 들리도록 하는 것을 목표로 함.

- 본 프로젝트에서는 수직 원근을 고려할 필요가 없기 때문에, 전후 원근 및 수평 원근 구현을 목표로 함.

2. 공간 음향 배경지식

□ 전후 원근 [2]

- 음원을 중심으로 형성된 가상의 구(반지름 : r)를 고려할 때, 구의 반지름과 관계없이 구에 도달하는 에너지(E)의 총합은 동일함.
- 파동의 세기(I)는 단위 시간 당, 단위 면적 당 지나가는 에너지의 양. 따라서 가상의 구의 특정 위치에 도달하는 음파의 세기는 r의 제곱에 반비례함.

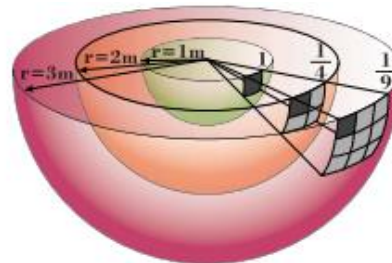
$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

- 파동의 세기는 진폭(A)의 제곱값과 진동수(f)의 제곱값을 곱한 값에 비례함.

$$I \propto A^2 f^2$$

- 진동을 고려하지 않을 때 진폭과 거리는 서로 반비례함.

$$A^2 \propto \frac{1}{r^2} \rightarrow A \propto \frac{1}{r}$$



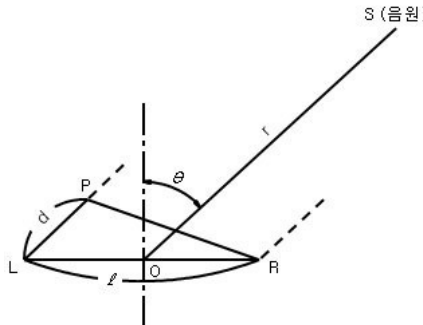
2. 공간 음향 매경시식

□ 수평 원근; 음량 차이

- 음원과 반대되는 위치에 있는 귀에 들어오는 음향은 신체로 인한 진로가 방해되어 일부 감소됨.
- 앞에서 설명되었던 진폭과 거리의 관계에 따른 음량 차이도 미미하게 작용함.
- 믹싱에서의 수평 원근 구현(Panning)은 음향 세기 차이만을 사용하는 경우가 많음. [3]

□ 수평 원근; 바이노럴 효과 [4]

- 인간의 귀가 얼굴 양쪽에서 있기 때문에, 특정 음이 두 귀에 도달할 때까지는 거리차 d 가 발생함.
- d 에 따라 음원에 대해서 시간차, 위상차가 발생됨으로 인간은 음원의 방향을 판단할 수 있음.



3. 프로젝트 수행 일정

□ 5/24 ~ 5/30

- 입체음향 관련 문헌조사

□ 5/31 ~ 6/6

- 가상 공간 구현 코드 작성
- 공간에 따른 좌우 음향을 array로 출력하는 코드 작성

□ 6/17 ~ 6/20

- 입체 음향 코드 작성
- 가상 공간 구현 코드와 입체 음향 코드 합치기
- 음향 튜닝
- 발표자료 제작

4. 프로젝트 수행 내용

□ 입체 음향 구현

– 전처리

- librosa 라이브러리를 이용하여 모노 음원을 numpy array 파일(shape=(?,1))로 변경
- 모노 음원에서 출력된 numpy array를 두개 복사하여 양쪽 귀에 대한 음향 array 만듦.

– 전후 원근

- 진폭은 거리에 반비례.
- 1m 전방에 음원이 놓여 있을 때 음원이 원본과 동일하다고 가정하고, 모노 음원에서 출력된 numpy array에 $1/r(\text{거리})$ 을 곱함.

– 수평 원근; 바이노럴 효과

- 머리 크기를 파라미터로 두고, 이에 따라 음향이 양쪽 귀에 도착하는 시간의 차이를 계산.
- Sampling Rate을 감안하여 더 늦게 음향이 도착하는 귀에 대한 음향 array에 딜레이를 반영.
- 머리 크기 파라미터를 튜닝.

4. 프로젝트 수행 내용

– 수평 원근; 음향 차이

- Chowning's Law, Modified Chowning's Law (, Tangent panning law)를 실험. [5]

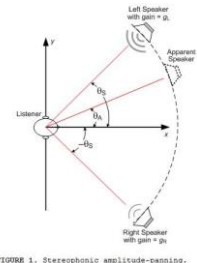
- Chowning's Law

$$g_L \propto \sqrt{|-\theta_s - \theta_A|}, \quad g_R \propto \sqrt{|\theta_s - \theta_A|}$$

- Modified Chowning's Law

$$g_L \propto |-\theta_s - \theta_A|, \quad g_R \propto |\theta_s - \theta_A|$$

- 큰 차이가 없어 θ_A 에 따른 normalization이 용이한 Modified Chowning's Law 사용



– Stereo 음원 출력

- 위 처리를 거친 양쪽 귀에 대한 음향 array 를 합쳐 Stereo 음원에 대한 numpy array (shape= (?,2))를 만듦.
- soundfile 라이브러리를 이용하여 numpy array를 wav 음원으로 출력.
- Codec으로 wav 파일을 mp3 파일로 압축.

4. 프로젝트 수행 내용

□ 가상 공간 구현

- PyQt를 이용하여 가상의 음원의 좌표를 반환해주는 반원 모양의 좌표 표시하는 코드 작성.
- 반환된 음원의 좌표를 입체 음향 구현 코드가 입력으로 받음.
- 척도 튜닝.

□ 프로젝트 시현

- 코드 시현 (좌, 우)
- 수평 원근 구현 효과의 유무에 따른 음원 차

5. 결론 및 향후 계획

- 2채널 헤드폰에서의 입체 음향을 구현함.
- 한계점
 - 움직이는 음원에 대한 입체 음향 구현은 하지 못함.
 - 후방에 위치하는 음원에 대한 입체 음향 구현을 하지 못함.
- Notebook 파일로 제작하여 github에 포스트 할 계획.

6. 역할 분담

- 2021xxxx 최영원
 - 문헌 조사
 - 입체 음향 구현 코드 작성
 - 입체 음향 구현 코드 파라미터 튜닝
 - PPT 제작
 - 발표

- 2021xxxx 정동혁
 - 아이디어 제시
 - 문헌 조사
 - 가상 공간 구현 코드 작성
 - 입체 음향 구현 코드 파라미터 튜닝
 - PPT 제작

7. Reference

- [1] 릭 로스먼, 『Dance Music Manual』, 한스미디어(2016년), p430-443.
- [2] “Qlight 기술자료”, 큐라이트, 2017년.
- [3] Jay Hodgson, 『 Understanding Records: A Field Guide To Recording Practice』, Continuum(2010년), p163.
- [4] 이돈응 등, 『무대음향』, 교보문고(2000년).
- [5] Ville Pulkki, 『Spatial Sound Generation and Perception by Amplitude Panning Techniques』, Helsinki University of Technology(2001년), p11-13.

Thank you for listening.

Q & A