



# 전자 음악 합주를 위한 디지털 악기 및 몰입 공간 디자인

Yoosang Yoon | Advisor Prof. Takyoon Lee



Research Goal

초보자와 전문가가 모두 사용할 수 있는  
**참여형 음악 앙상블을 위한 인터랙티브 시스템 설계**

Inspiration: 현재 방식과 한계

초보자들에게 음악 창작/연주 경험을 제공하자



길거리 피아노      박물관 체험

초심자가 사용하기에  
높은 난이도

음악에 대한 지식    복잡한 시스템



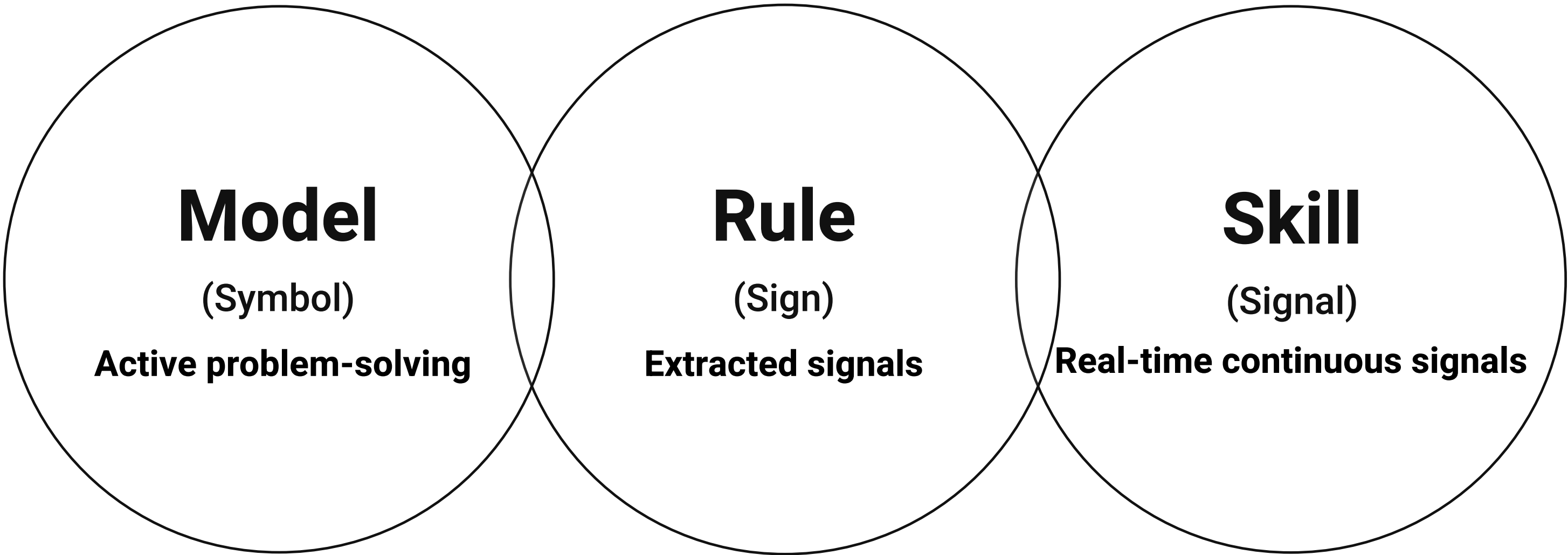
리듬게임      인공지능 음악

전통적인 음악 창작/연주 경험과  
너무 다른 과정

# Framework for digital musical instruments

Malloch, 2013, Towards a new conceptual framework for digital musical instrument

Performance  
Behaviour  
(context)



Generative AI



Sequencing



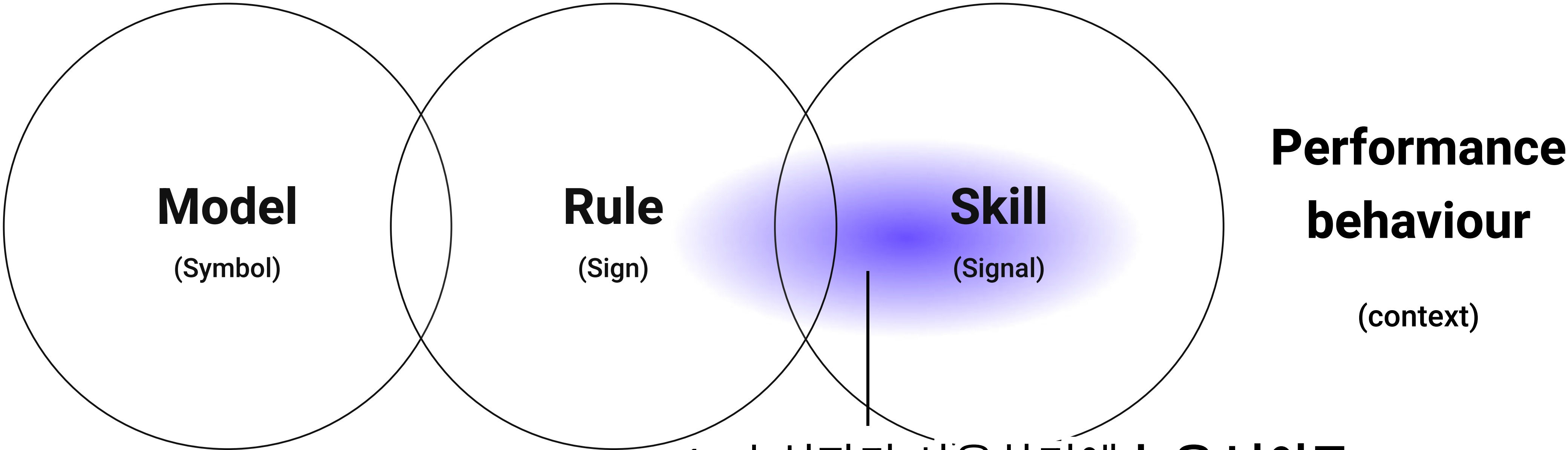
Acoustic Playing





# Framework for digital musical instruments

(Malloch, 2013, Towards a new conceptual framework for digital musical instruments)



1. 초심자가 사용하기에 높은 난이도

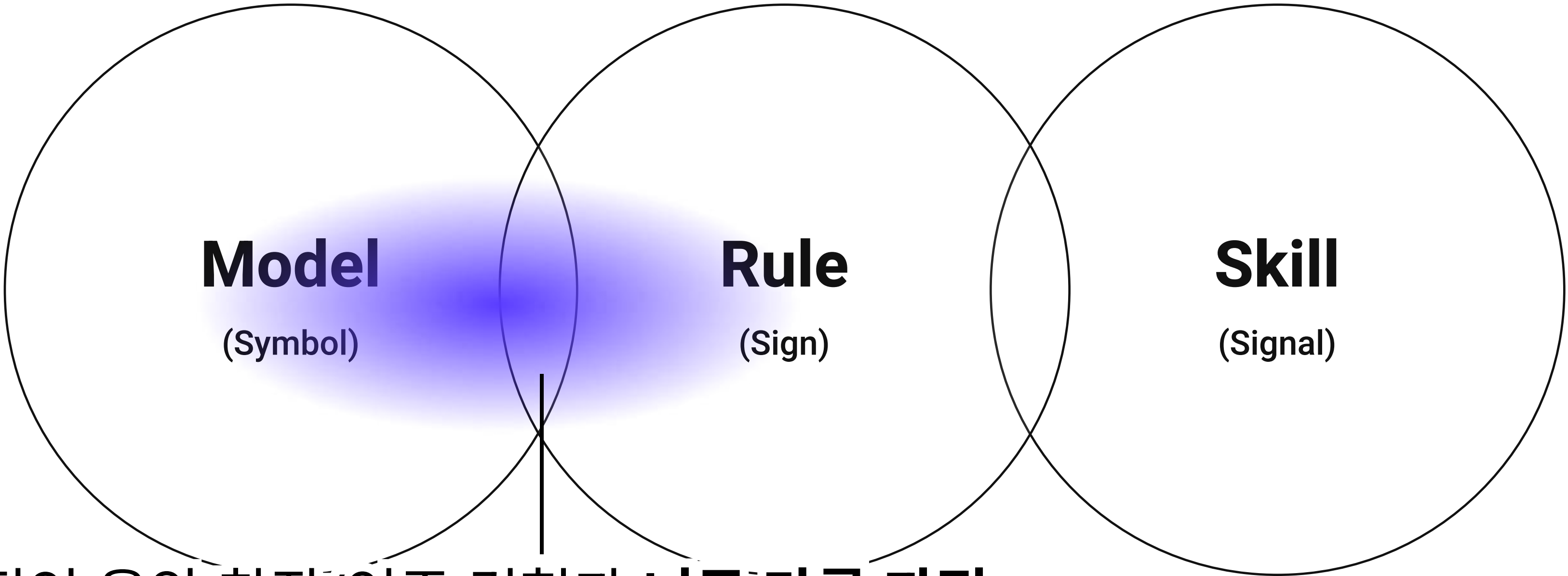


길거리 피아노

박물관 체험

# Framework for digital musical instruments

(Malloch, 2013, Towards a new conceptual framework for digital musical instruments)



**Performance  
behaviour**  
(context)

## 2. 전통적인 음악 창작/연주 경험과 너무 다른 과정

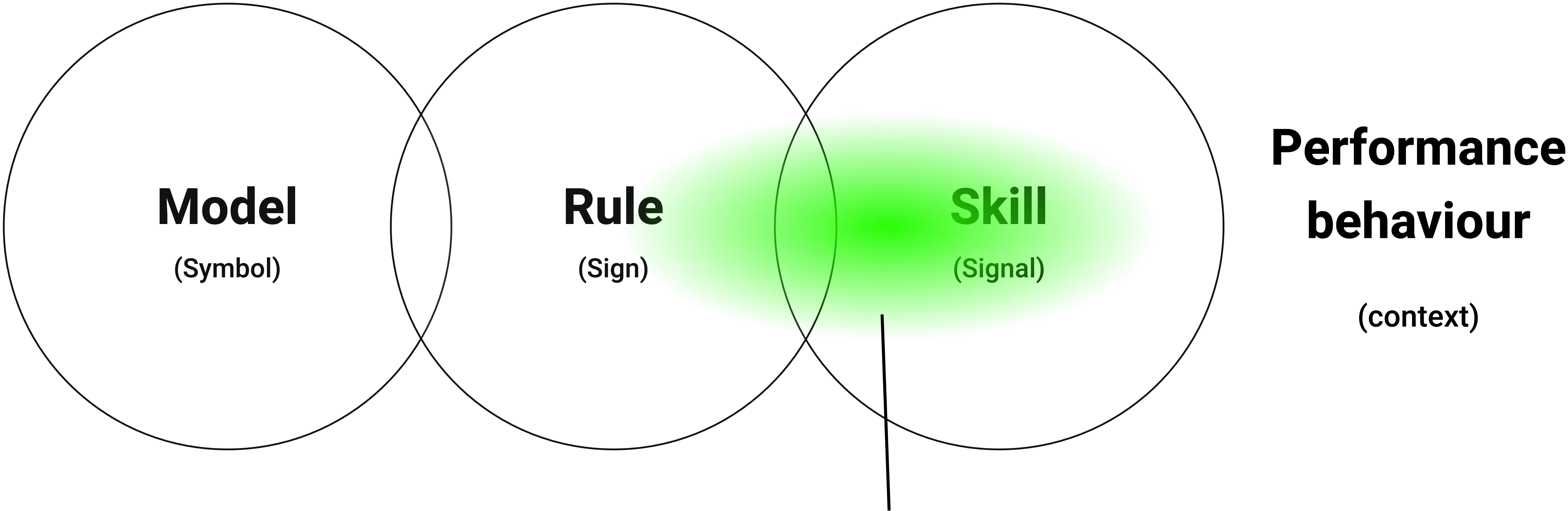


리듬게임

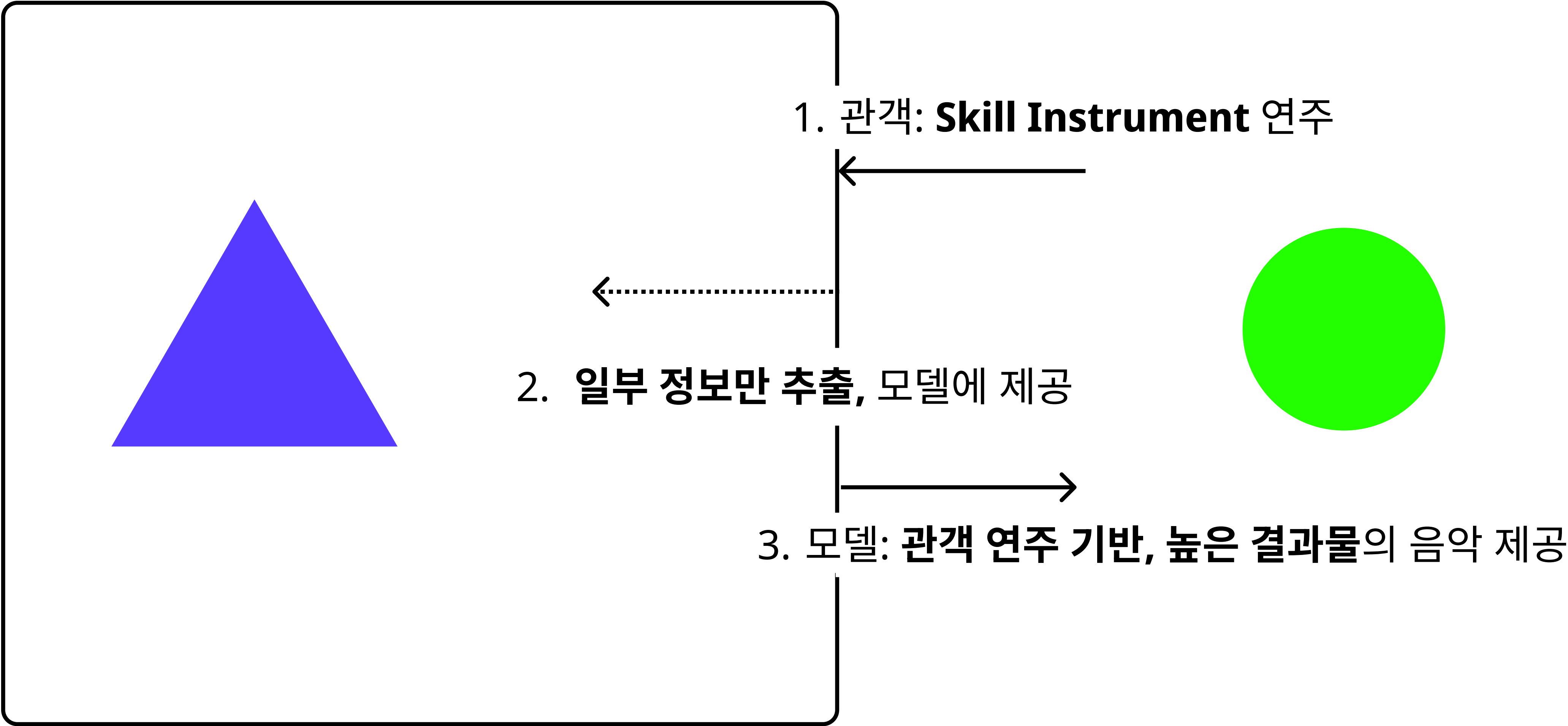
인공지능 음악



숙련도 없이, 높은 결과물을 보장하는 Skill Instrument - 실험 음악/ 참여형 설치 작품



숙련도 없이, 높은 결과물을 보장하는 Skill Instrument - 실험 음악/ 참여형 설치 작품





# 숙련도 없이, 높은 결과물을 보장하는 Skill Instrument



Prepared Piano

피아노



Teamlab, Tokyo

오뚜기



Klaus Spies, CHRONOLALIA

핸드 마이크

Instrument

Signal

창작자가 준비한 소리

시스템을 통해  
생성된 소리

학습된 AI 모델을 통해  
변형된 소리

연주자의 자유로운 표현과 결과물의 범위를 제한



음악이나 시스템에 대한 선행적 지식 없이도 높은 완성도의 음악창작/연주



**전자 음악 합주를 위한**  
**마이크 기반 디지털 악기 및 몰입 공간 디자인**

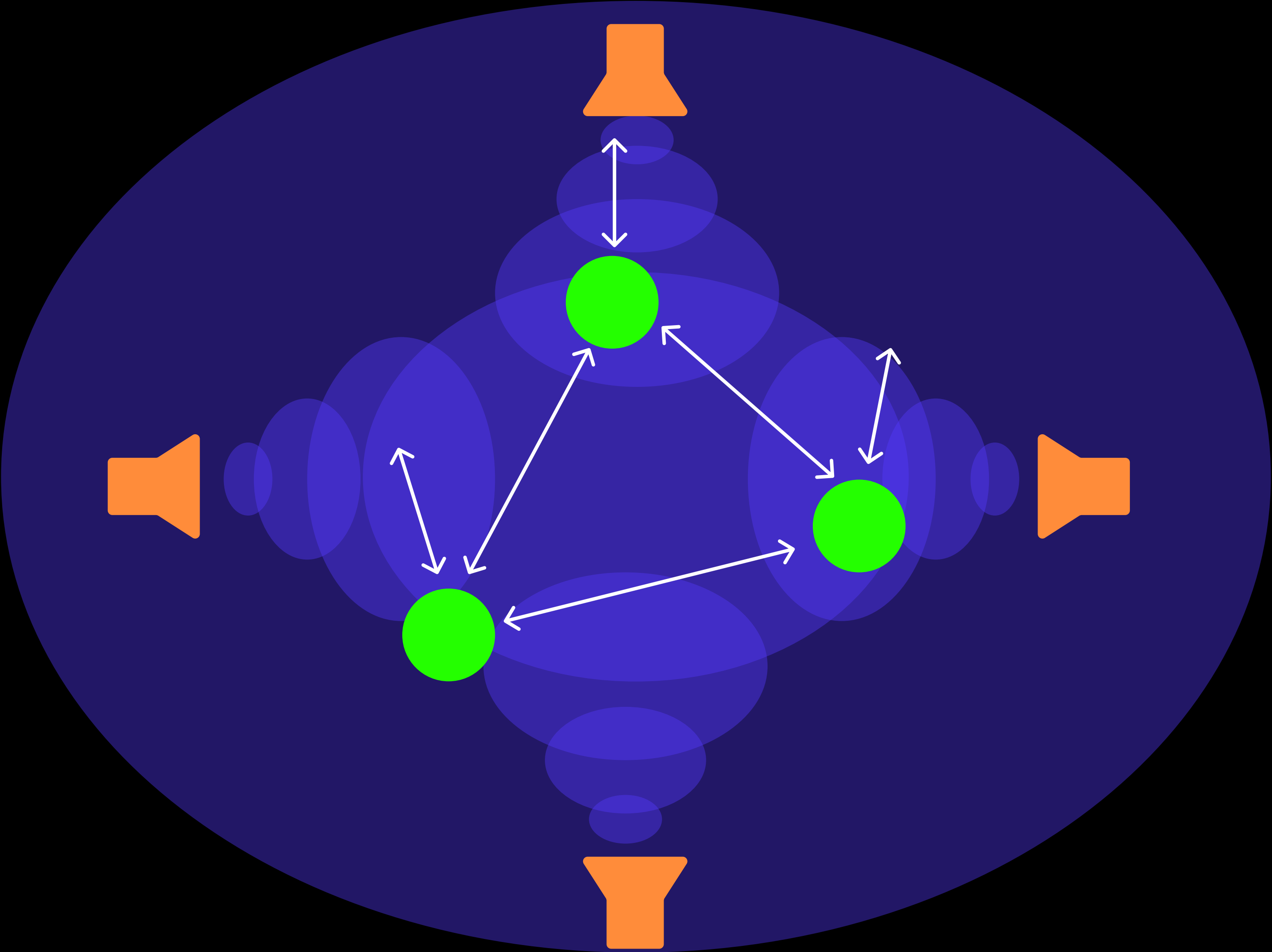


System Overview

↗↘ Interplay    ● Audience    ● Soundscape



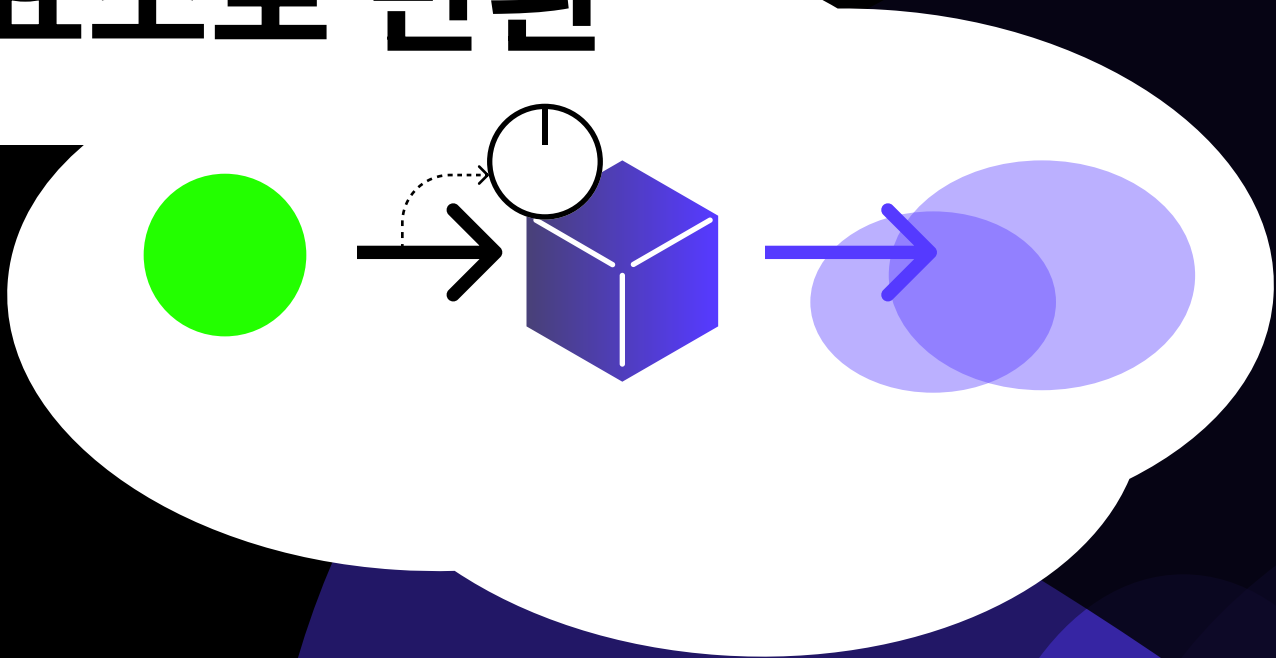
.....



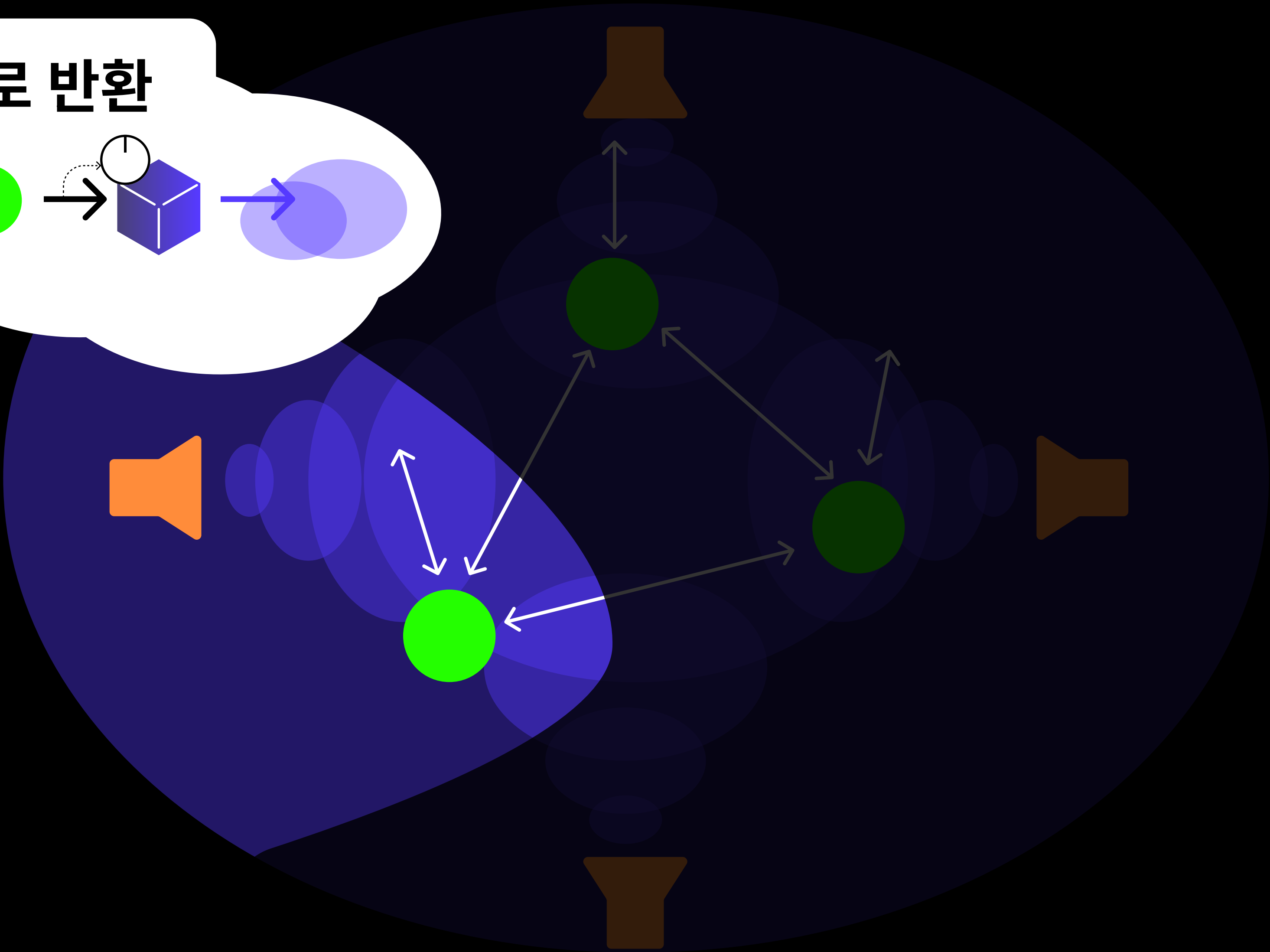
System Overview

↖ Interplay    ● Audience    ● Soundscape

Cube: 전자음악의 요소로 반환



.....



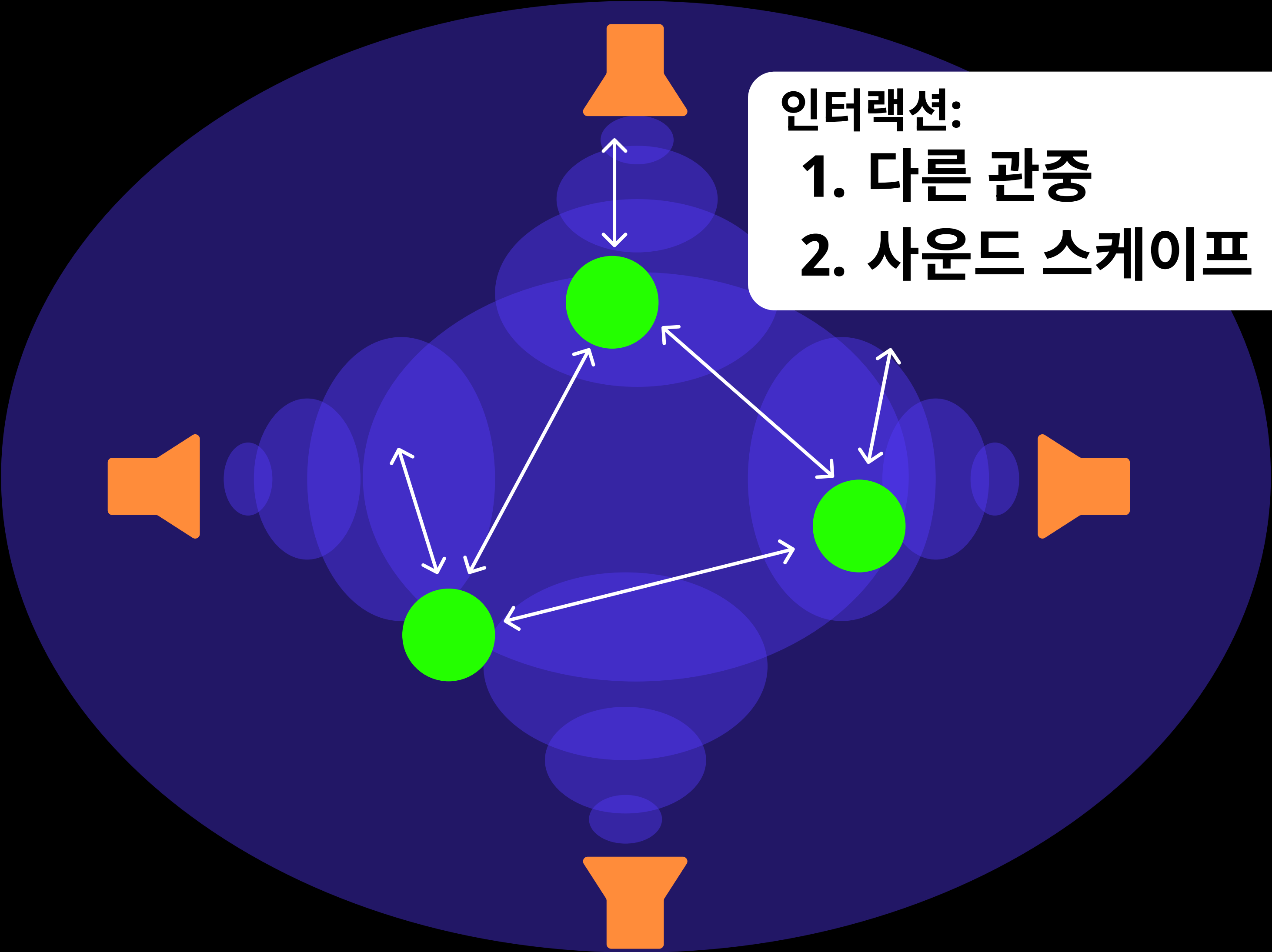


# System Overview

↗ Interplay   ● Audience   ● Soundscape



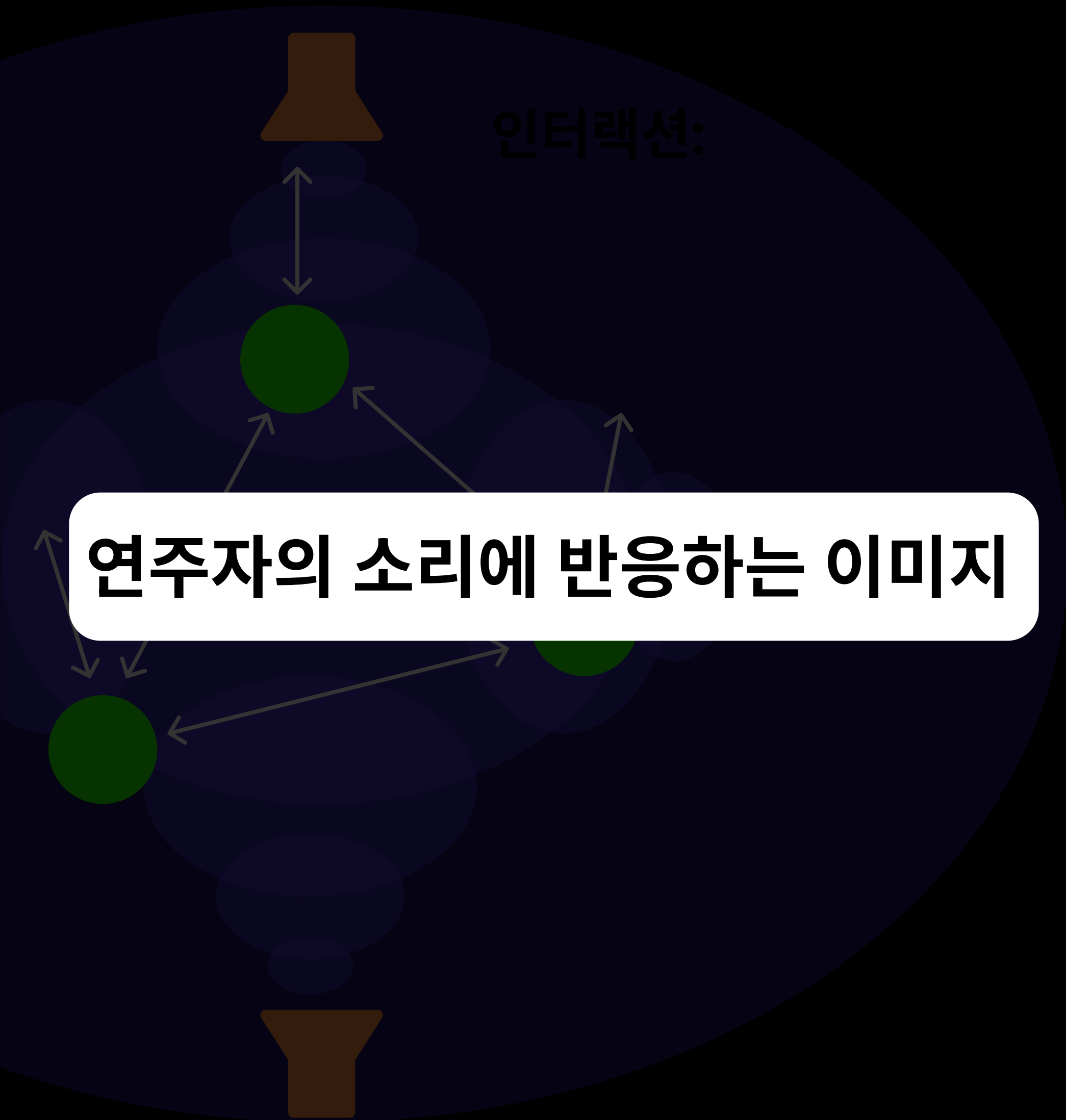
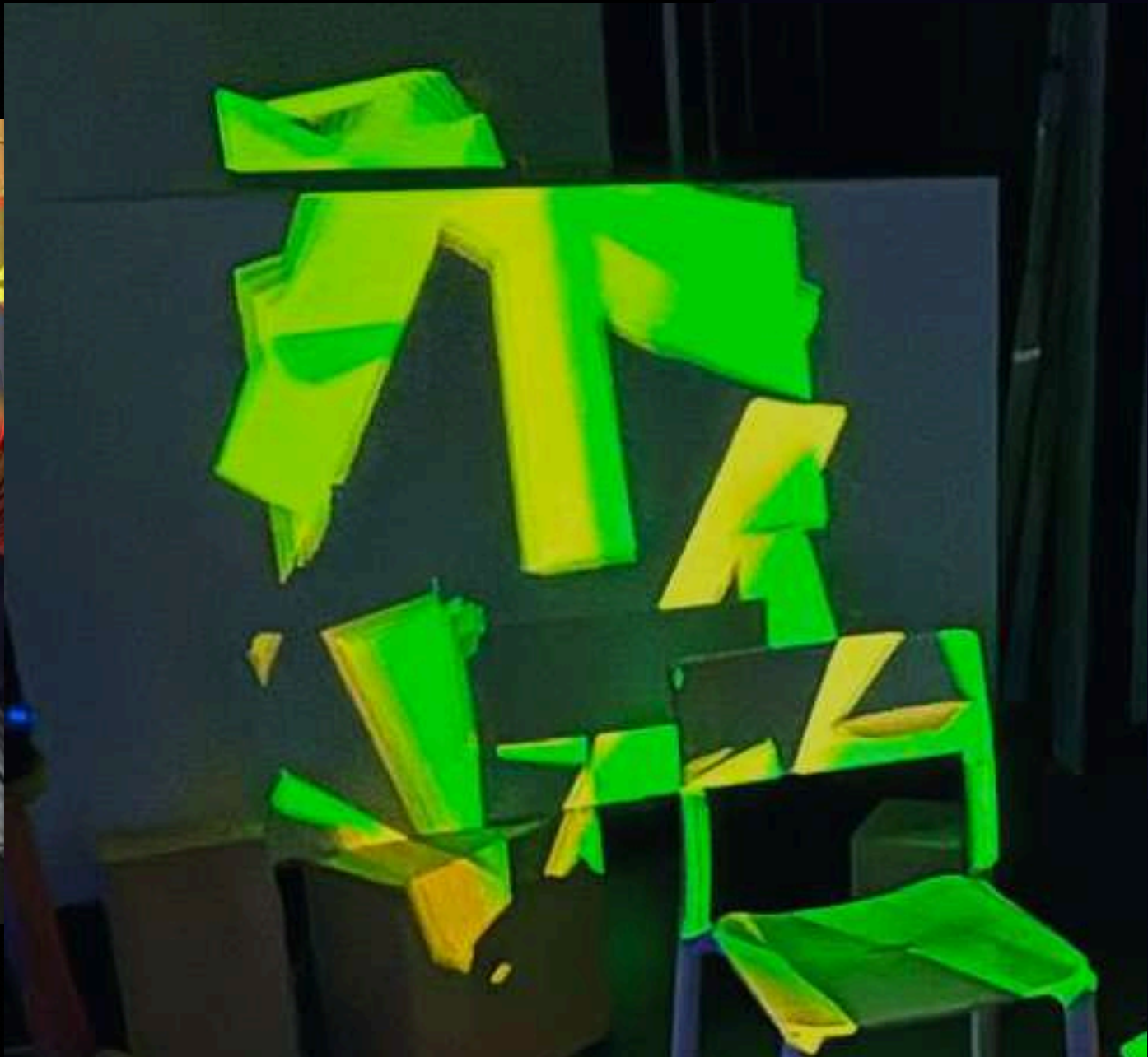
-----



인터랙션:  
1. 다른 관중  
2. 사운드 스케이프

System Overview

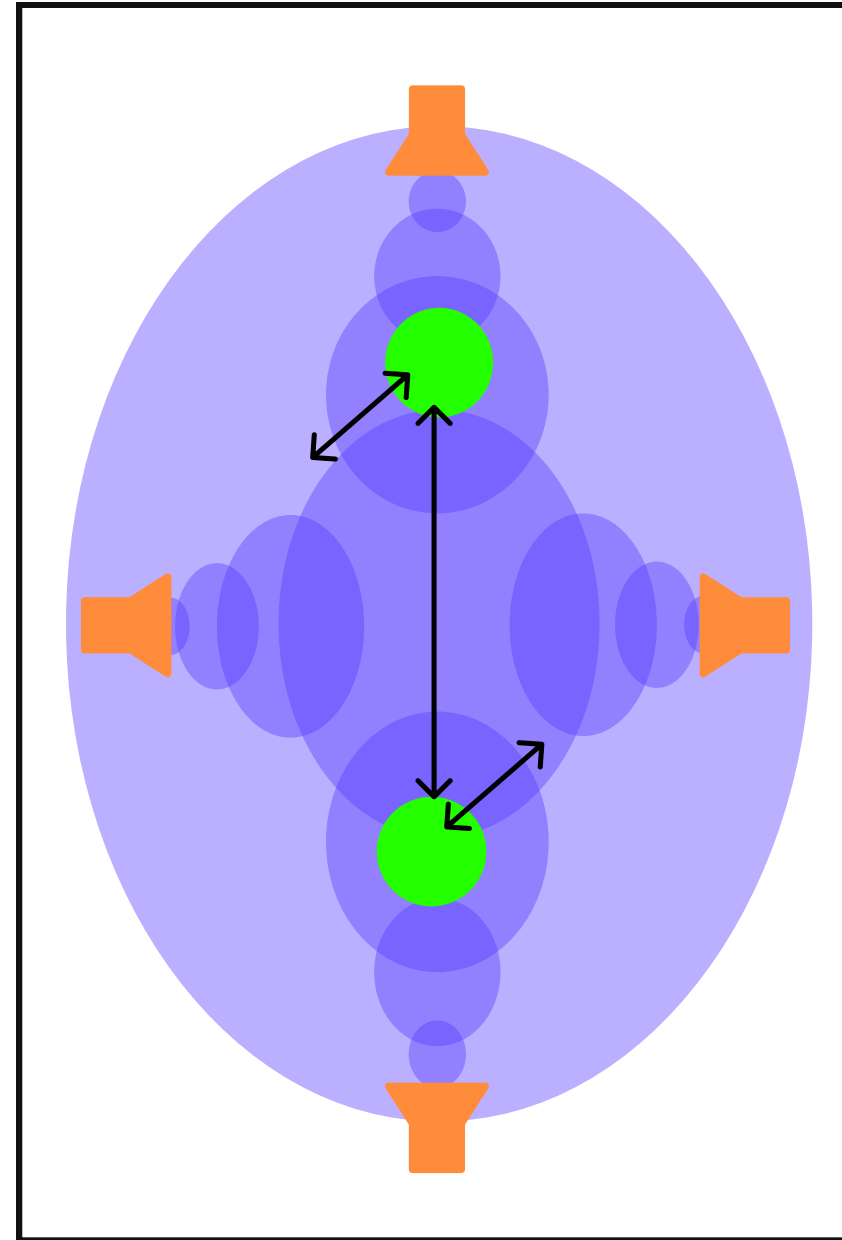
↖ Interplay ● Audience ● Soundscape





Pilot test

## Expert Performance Feedback



관객의 소리가 음악의 요소로 변형되는 시스템 검증

### 제한된 환경

핸드마이크 / 한 종류의 악기 / 고정된 영상



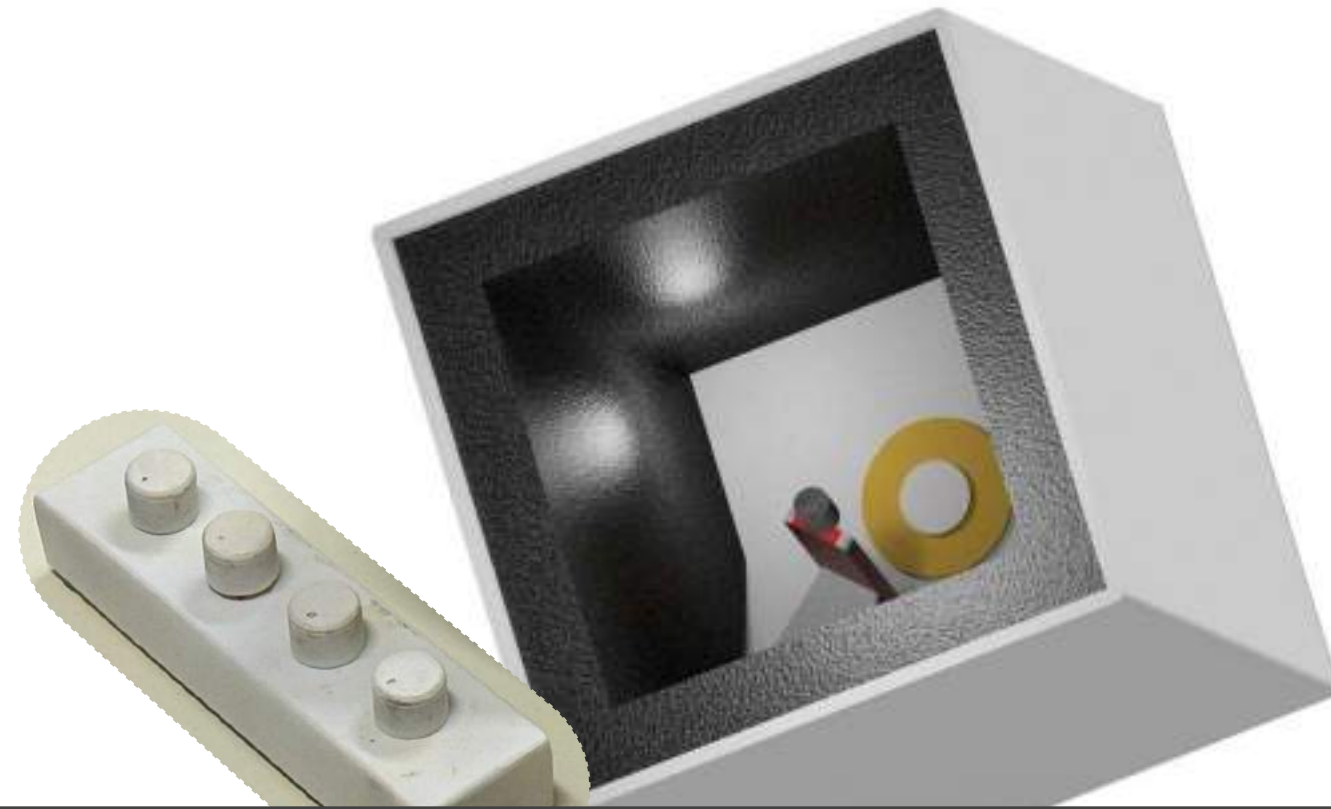
듀엣 (전문가 + 제작자) \* 2회,  
60분의 즉흥연주

핸드마이크 형태  
창작을 제한

타악기처럼 사용

어려운 모니터링

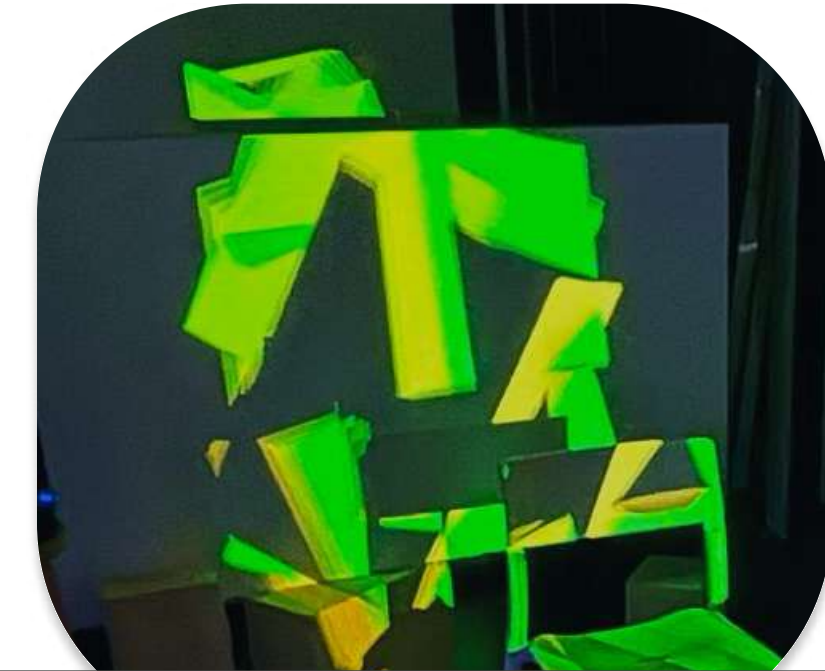




타악기처럼 사용

핸드마이크 형태  
창작을 제한

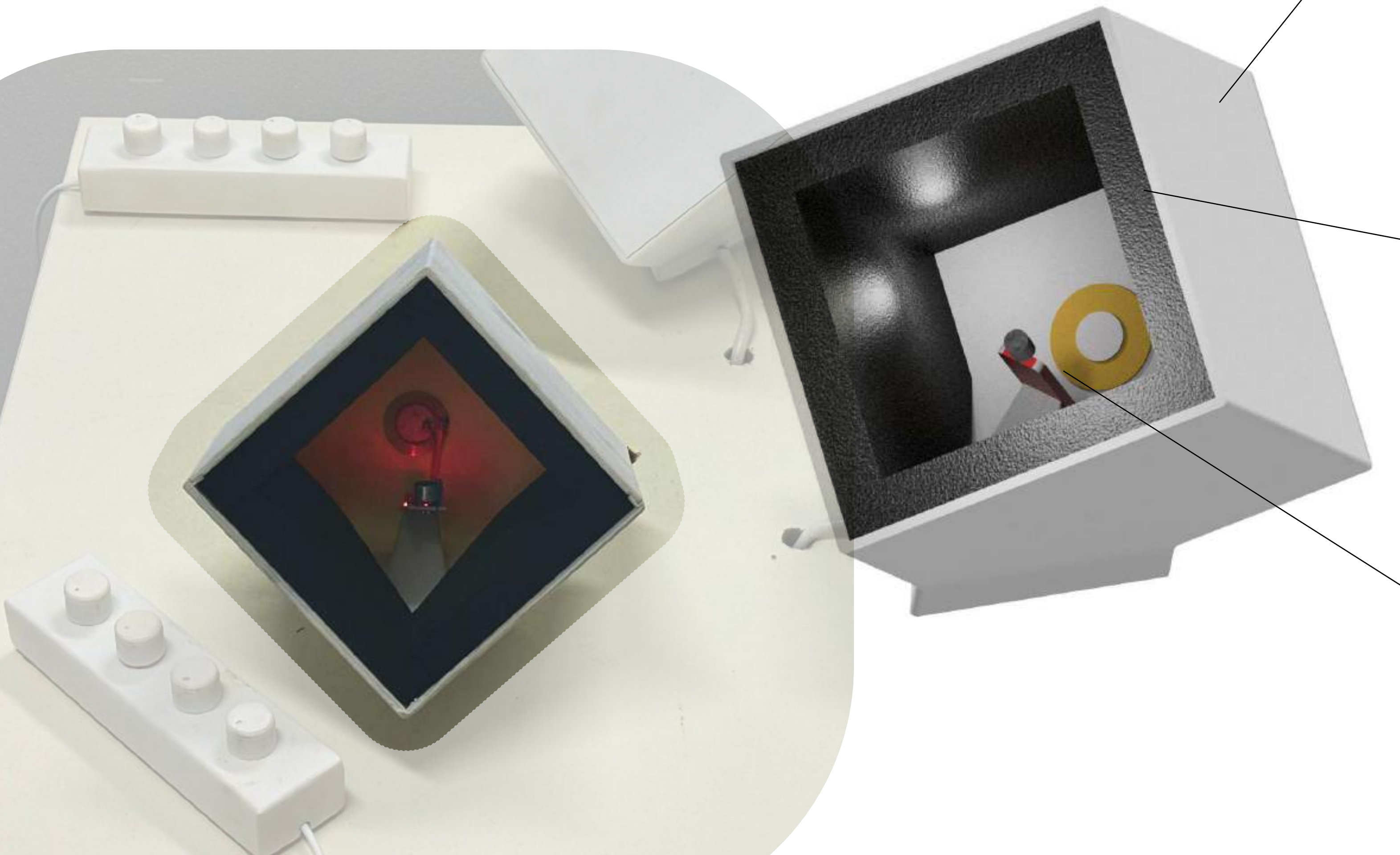
**큐브 형태의 마이크 개발**



어려운 모니터링

**반응하는 이미지**

# 큐브 형태의 마이크 개발



- **3D 프린팅 (PLA)**  
각 면을 달리 마감해,  
**다양한 소리를 낼 수 있음**
- **스펀지**  
외부의 소리 차단
- **1 피에조 + 1 마이크**



# 5가지 소리: 음성 정보의 탈락



Pure Sound



Transformed Sound



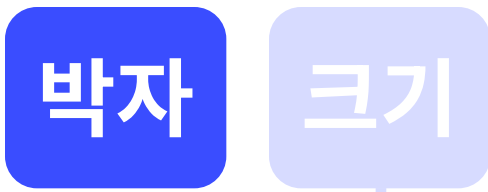
Replaced Sound



Noise Sound



Pulsing Sound



Space Design

## Performance Setup and Visual Feedback

- 4개의 스피커: 공간음향과 모니터링
- 연주된 소리의 크기에 반응하는 이미지 (Max/MSP's Jitter)

+ Background Music : Ambient and Rhythmic





# Experiment

1 - Expert

Designing Interactive Systems for  
Participatory Music Ensemble Experiences

2 - General Public

Easy to use for  
music creation and performance

# Participatory Music Ensemble Experiences

6 Experts / 2 Teams

repeated for 2 times

10min

Intro

60min

Compose & Perform 3min Concerto

\* final performance recorded

20min

Survey & Interview

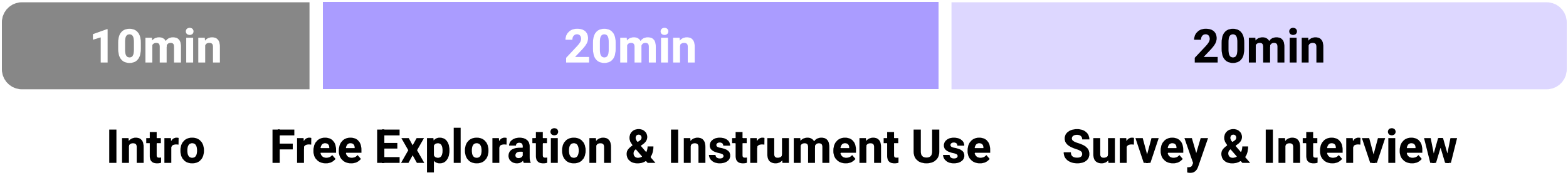


- 1. Creative expression
- 2. Self-efficacy
- 3. Effort
- 4. Engaging
- 5. Ownership
- 6. Completeness
- 7. Uniqueness
- 8. Communication



# Easy-to-use System for Music Creation and Performance

12 General Public / 4 Teams



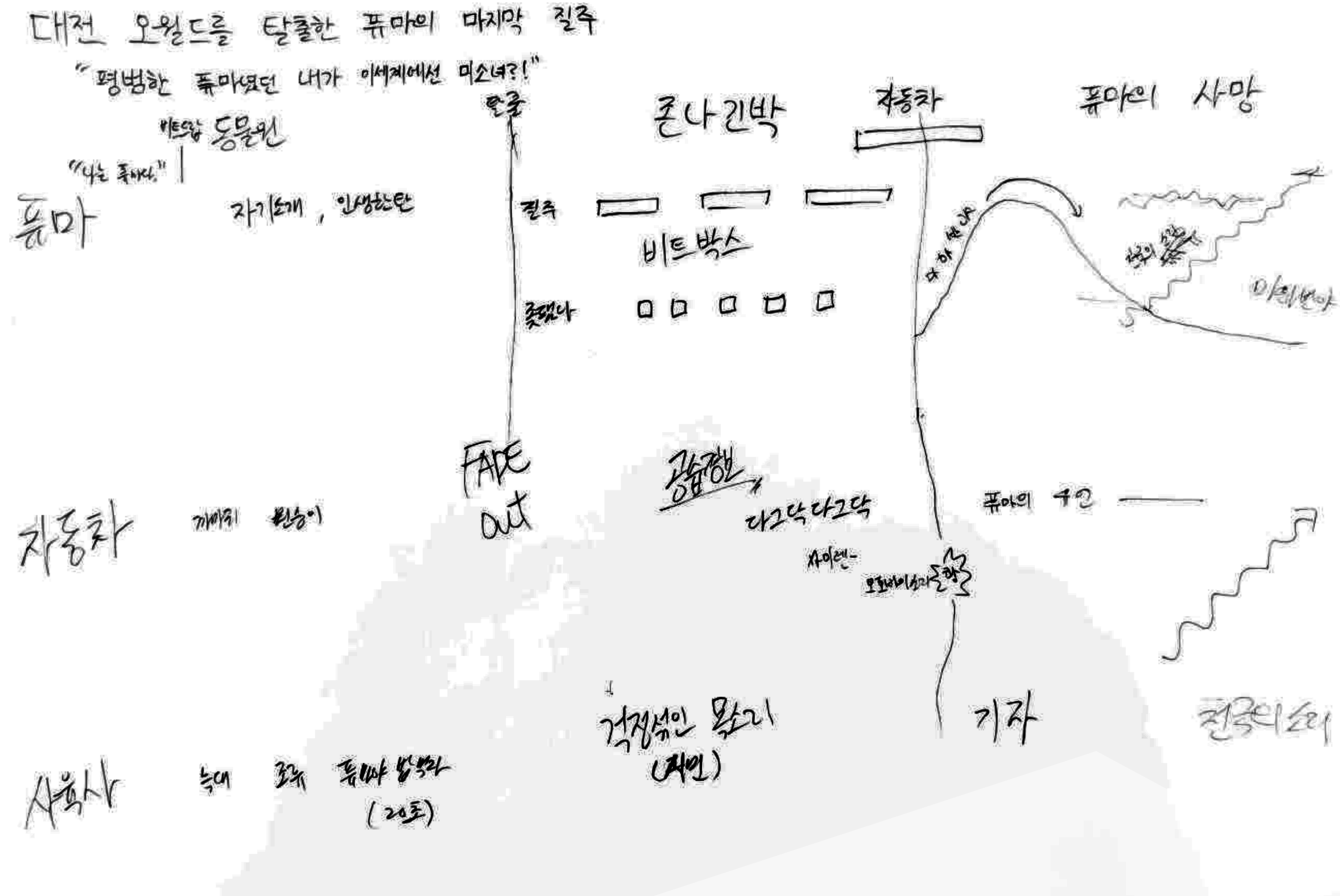
# Result 1

## **Goal 1: Designing Interactive Systems for Participatory Music Ensemble Experiences**

Analyzed sheet music, performance, and composition techniques.



# Escape and freedom of a puma

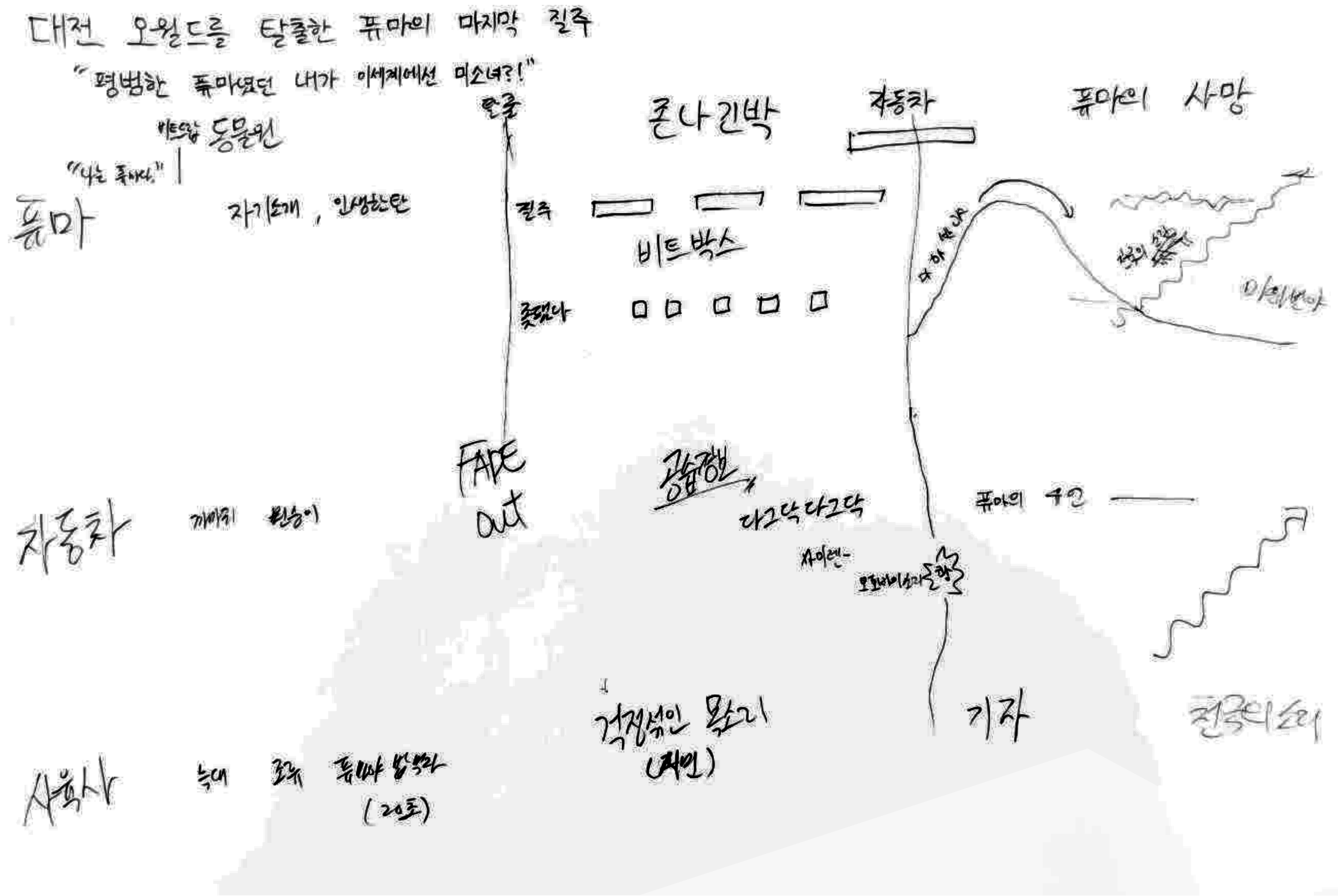


# Team 1, Rhythmic Background Music

Escape and freedom of a puma

시간의 흐름 : 사건의 진행

역할구분



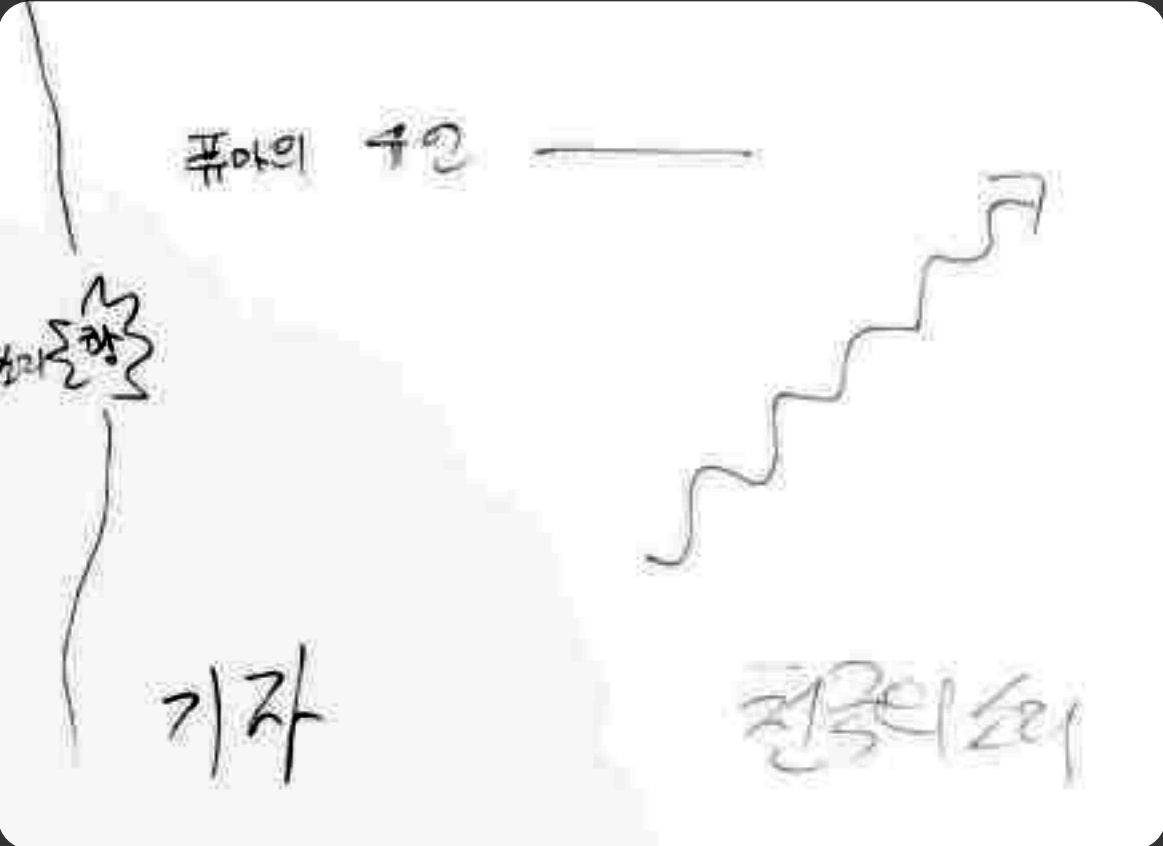
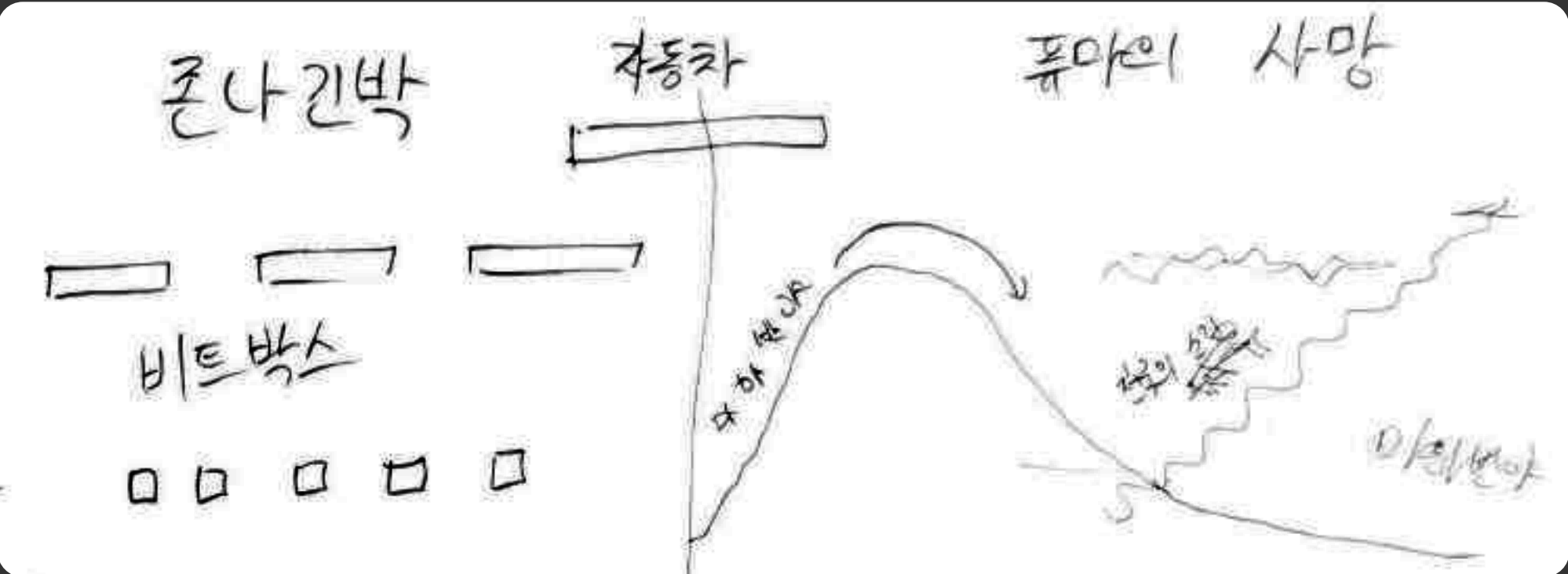




# Team 1, Rhythmic Background Music

Escape and freedom of a puma

대전 오월드를 탈출한 퓨마의 마지막 질주  
"평범한 퓨마였던 내가 이세계에선 미소녀?"  
비트박스 등물인  
"나는 퓨마다."  
퓨마  
자기(노래), 인생(노래)  
음악적 표현 2  
그림  
자(동화)  
가(가)  
원(원)  
fade out  
가(가)  
노(노)  
로(로)  
퓨(퓨)  
마(마)  
와(와)  
(20로)





# Escape and freedom of a puma

## 음악적 표현 3

## 대사/지시문

자기에게, 인생이란

가마리 원숭이

남원군청  
공민  
공민  
(20조)

가장

푸아의 4인 ———

검정색인 물소리  
(제1인)

기라

# Team 1, Ambient Background Music

No title

랜덤한 소리 조합으로 주제를 표현

Player I

- hitting box
- howling
- Screaming
- Clapping

Player II

- 휘나리
- Buh it
- Stany Night
- Rollercoaster on fire

Player III

- Moo ooh ooh ood
- 노래노리가 ~~잘~~ 들리도록 하기
- 노이즈 섞기
- 두드리기

살고 보은대르 살고  
하고 보은대르 하 피라드  
우라는 함께 살아야 한다.

랜덤하게 시작하고 동시에 멈춤





# Team 1, Ambient Background Music

No title

## 시간의 흐름 X

랜덤하게 시작하고 동시에 멈춤/ 규칙에 따른 즉흥연주

역할구분

Player I

- hitting box
- howling
- Screaming
- Clapping

Player II

- 휘파람
- B-7 it
- Stany Night
- Bullseye On the

Player III

- Moo ooh ooh ood
- 노래노리가 ~~함~~ 드림드림 하기
- 노이즈 섞기
- 두드리기

상고보은대르

상고

하고 보은대르

하 피라드

우라는 함께

찾아야 한다.

# Team 1, Ambient Background Music

No title

Player I

- hitting box
- howling
- Screaming
- Clapping

음악적 표현:

지시문 1

(하나의 대주제)

Player II

- Bullroar on the

Player III

- Moo ooh ooh ood
- 노래소리가 점점 들리도록 하기
- 노래조 바꾸기
- 두드리기

살고 싶은데로 살고  
하고 싶은데로 하더라도  
우리는 함께 살아야 한다.



# Team 1, Ambient Background Music

No title

음악적 표현:  
지시문 2

- hitting box
- howling
- Screaming
- Clapping

- 화나리
- B-사타
- Stany Night

◦ Bullseye Awake

- Moo ooh ooh ood
- 노래조리가 ~~함~~ 드리고로 하기
- 노래조 ~~조~~ 하기
- 두드리기

살고 보은대르 살고  
하고 보은대르 하 피라드  
우라는 함께 살아야 한다.

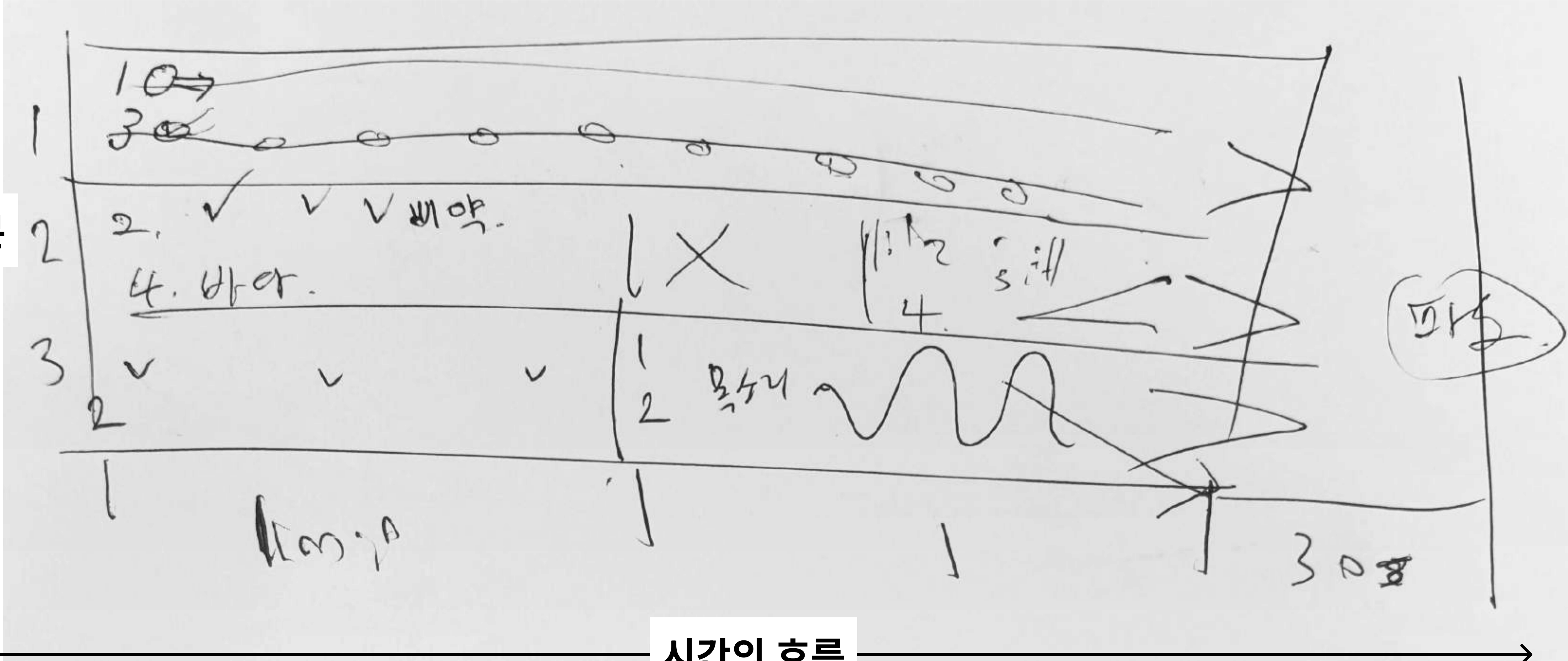




Team 2, Ambient Background Music

No title

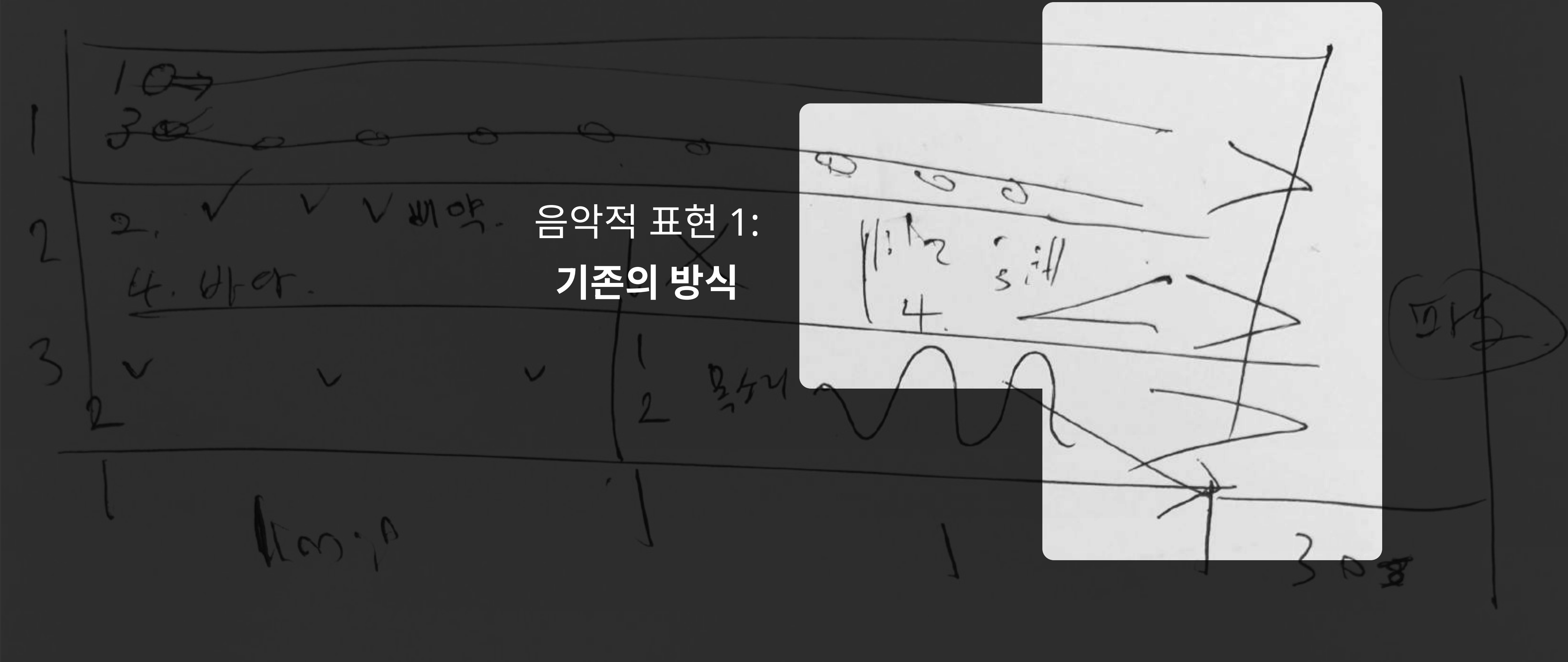
역할구분



시간의 흐름

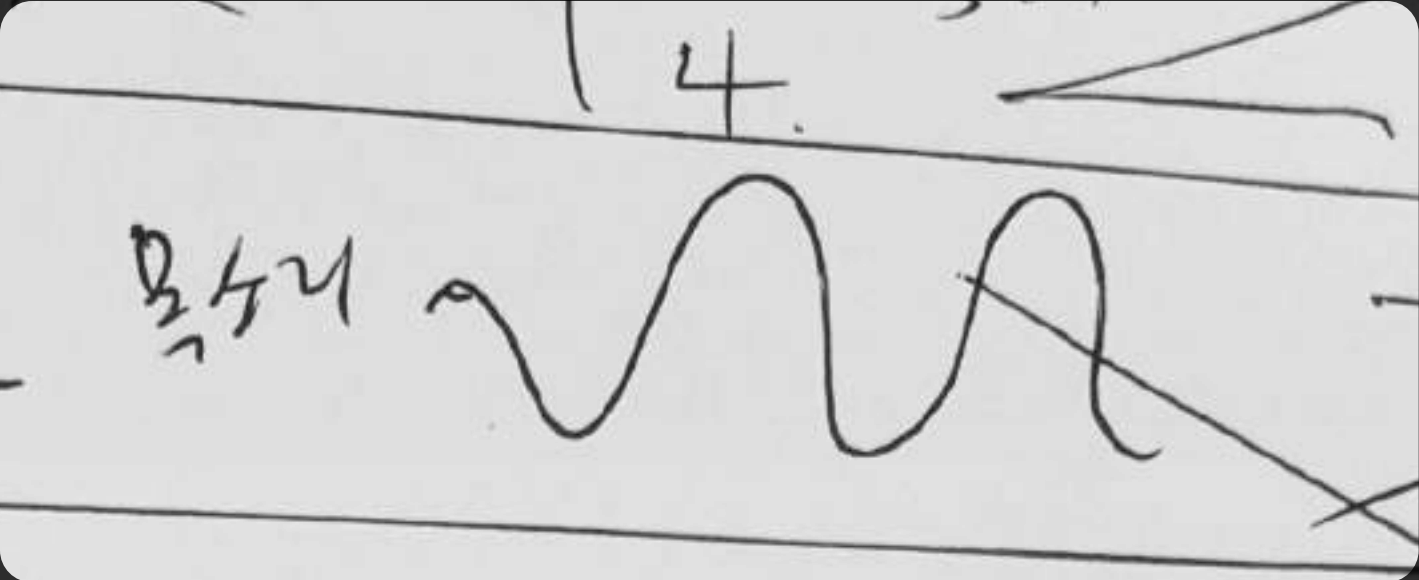
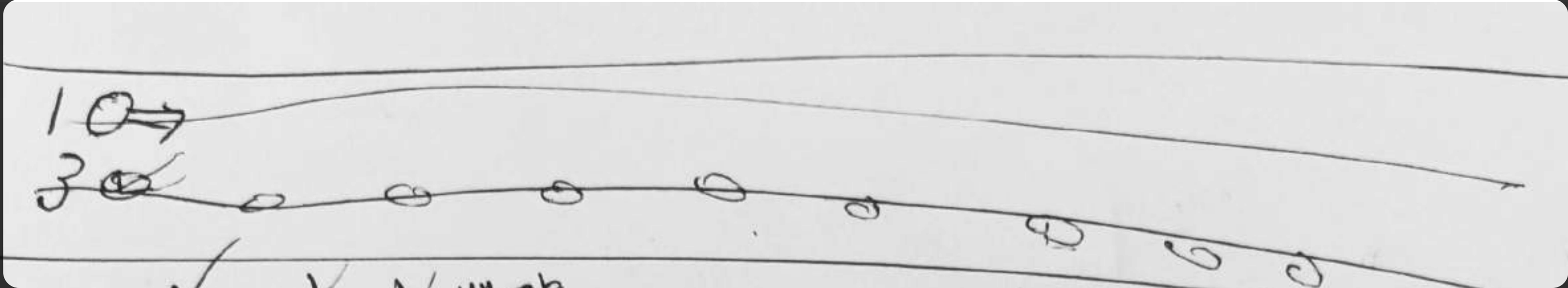
Team 2, Ambient Background Music

No title



Team 2, Ambient Background Music

No title



음악적 표현 2:  
그림



Team 2, Ambient Background Music

No title

Handwritten musical notation on a staff with three staves. The notation includes notes, rests, and various markings. A white box highlights the following text:

2. ✓ ✓ ✓ 배악.  
4. 바아.

Handwritten musical notation on a staff with three staves. The notation includes notes, rests, and various markings. A white box highlights the following text:

파스

음악적 표현 3:

지시문

Team 2, Rhythmic Background Music

No title

	1분	1분	1분
1	2번, 리듬감있는 신스사이저	4번 머리야이 캐리 (그음돌고래)	<del>4</del> 11
2	<del>2번</del> <del>신스사이저</del> <del>타악기</del> 간헐적 "타악기"	? <del>1</del> 리듬 타악기.	<del>4</del> 간헐적 타악기
3	간헐적으로 타악기		<del>타악기</del> 타악기





Team 2, Rhythmic Background Music

No title

시간의 흐름

역할구분

	1분	1분	1분
1	2번, 리듬감있는 신스사이저	4번, 아라야아 캐리 (고음돌리개)	<del>1</del> 11
2	<del>2번</del> <del>전체</del> <del>다들</del> 간헐적 "아아"	2 <del>리듬</del> 타악기.	<del>2</del> 간헐적 아아
3	간헐적으로 웃소리		<del>아아아아아아</del> 만화기



Team 2, Rhythmic Background Music

No title

음악적 표현:  
대사/지시문

	1분	1분	1분
1	2번, 리듬감있는 신스사이저	4번 머리야아 캐니 (고음돌리개)	<del>4</del> 11
2	<del>2번</del> <del>전반향상</del> <del>다들</del> 간헐적 "아아"	2 <del>리듬</del> 타악기.	<del>4</del> 강한 전반향상아아
3	간헐적으로 흔들리		<del>타악기 + 리듬</del> 만들기

## Summary

악기로써 동작하기에 충분한 스펙트럼

**연주자에 따라 다양한 다른 표현 방식과 결과물**

악기 중에서 좁은 스펙트럼

**실험/전자 음악에 특화된 악기**

연주자의 자유로운 표현과 결과물의 범위를 제한 -> 높은 완성도의 음악창작/연주





# Result 2

## Goal 2: Enhancing accessibility for music creation and performance

Analyzed interviews using an Affinity Diagram



Analyzed interviews using an Affinity Diagram

6 Themes

목소리: 직관적이고 몰입감을 높이는 수단

제약과 랜덤성: 창의성 ↑, 소유감 ↓

풍부한 배경 음악: 연주에 도움↑, 창의성↓

협력과 상호작용의 중요성: 연주에 도움↑

비주얼 피드백: 몰입감 ↑ , 모니터링 ↑

기술적 한계

4 Design Implications

목소리: 창의적이고 몰입감을 주는 직관적인 악기

랜덤성과 사용성 사이의 균형

랜덤성: 창의성↑, 예측하기 어려움 → 사용성↓

합주 경험을 강화: 기술적 한계 극복

레이턴시, 모니터링, 하울링

기술적 어려움을 완화: 시각적 피드백을 활용

소리의 다양한 특성(주파수, 음색, 리듬 등) 반영

## 목소리: 직관적이고 몰입감을 높이는 수단



자신의 목소리를 새로운 방식으로 인식하는 것이 창의적이라고 느꼈다. - PE3

자신의 목소리를 사용함으로써 **소유감과 스트레스 해소**를 경험했다.  
내 목소리를 제공했기 때문에 **이건 내 것!**" - PB7

**몰입감이 증가**하여 미래세계의 곳과 같은 느낌을 느꼈다. - PB7, PB10

## 제약과 랜덤성: 창의성 ↑, 소유감 ↓



랜덤하게 배치된(창작자가 임의로 배정한) 노브들이 **창의성을** 촉진시켰다. - PE4, PE5

랜덤성 덕분에 조절 장치를 완전히 **이해하지 않고도 악기를 연주할** 수 있게 했다. - PB5

랜덤성으로 인해 장치를 예측하기 어려워서, 결과물이 **우연의 산물이고, 일회성**이라 느낌. - PB4, PB10



## 풍부한 배경 음악: 연주에 도움↑, 창의성↓

### Ambient Music

"다른 사람이 이미 완성한 그림에 무언가를 추가하는 느낌" - PE1

몰입감 증가 / 연주에 가이드를 제공 - PB3

### Rhythmic Music

"이번에는 훨씬 더 sparse하게 느껴졌기 때문에, 우리가 **참여할 공간이 더 많았습니다.**" - PE4

예상치 못한 시끄러운 소리, **혼란스러운** 소리 - PB10, PB12

## 협력과 상호작용의 중요성: 연주에 도움↑

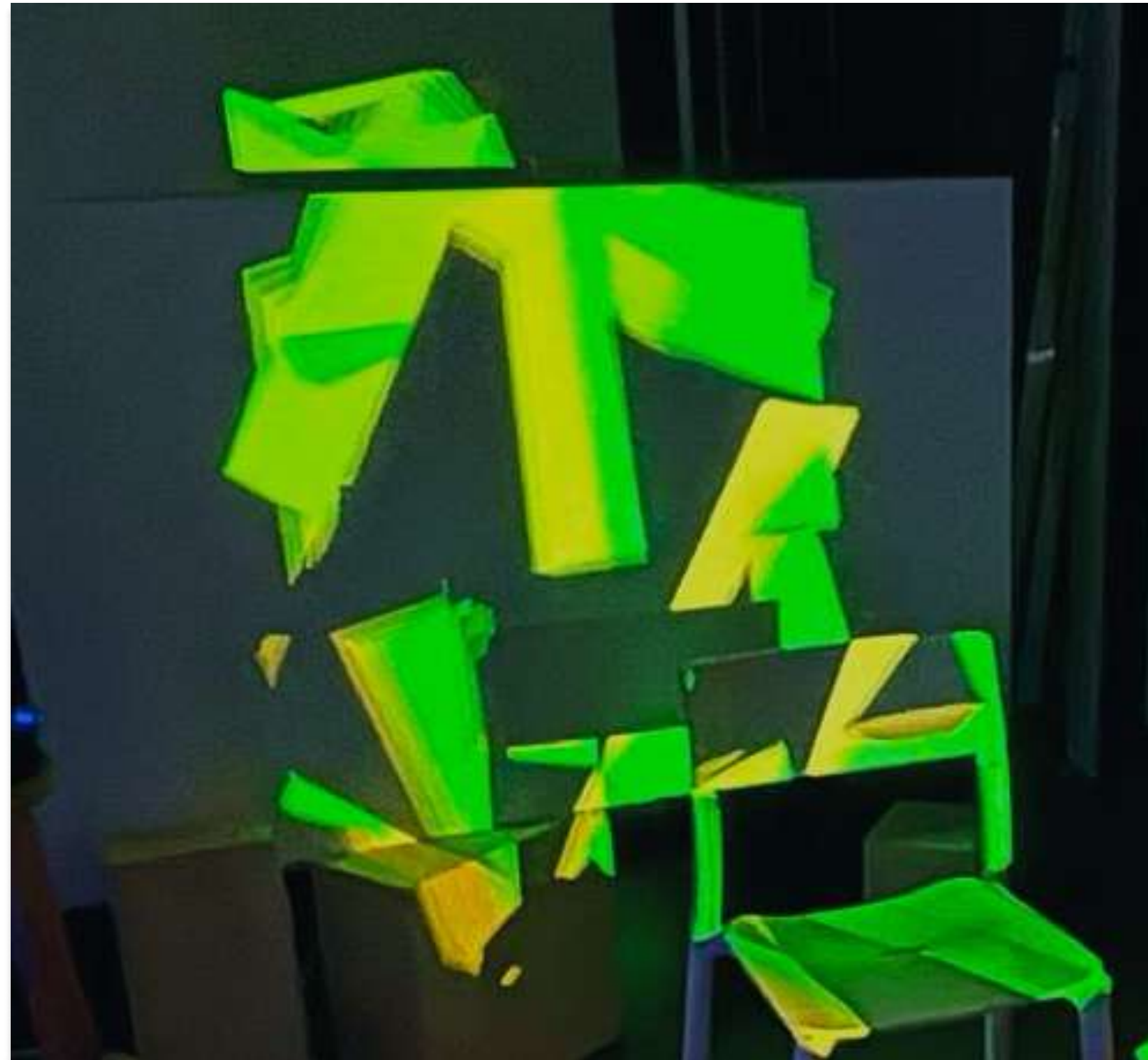


무엇을 해야 할지 막막할 때 **다른 사람의 연주를 보고 따라 연주함.**

“양 옆에서 잘 커버해줘서 **내가 잘 못해도 괜찮을 거라고** 생각했다” - PE6

“재즈처럼 **소리를 통해 소통하는** 느낌...” - PB3

## 비주얼 피드백: 몰입감 ↑, 모니터링 ↑



그래픽의 변화하는 것을 보며 몰입감을 느낌

비주얼 피드백은 연주자의 소리를 식별하는 데 도움



# 기술적 한계



레이턴시가 방해가 되는 요소 / 본인의 소리를 구분(모니터링)하는 것 어려움

의도하지 않은 피드백(하울링) 발생

예기치 않은 하울링이 빈번하게 발생할 때 **그래픽이 제멋대로 움직인다고** 생각

## Design Implication

**목소리: 창의적이고 몰입감을 주는 직관적인 악기**

**랜덤성과 사용성 사이의 균형**

랜덤성: 창의성↑, 예측하기 어려움 → 사용성↓

**합주 경험을 강화: 기술적 한계 극복**

레이턴시, 모니터링, 하울링

**기술적 어려움을 완화: 시각적 피드백을 활용**

소리의 다양한 특성(주파수, 음색, 리듬 등) 반영

## Key Contributions

# Interactive System for Music Performance

## 4 Design Implications

(목소리: 창의적이고 몰입감을 주는 직관적인 악기 / 랜덤성과 사용성 사이의 균형 / 시각적 피드백을 활용해 기술적 한계 극복 / 기술적 문제를 해결해 합주 경험을 강화

## Future Works

기술적 개선

비주얼 피드백 강화

랜덤성과 사용성 사이의 균형



**Thank you!**