

showcase

음악 시각화 프로젝트

---

230622

Dantae An

# 목차

1. 왜? 연구를 하는 이유
2. 무엇을? 기존의 음악 시각화
3. 어떻게? 컬러 코딩
4. 어떻게? 인터랙티브 분석 도구
5. 누가? 타겟 유저
6. 언제? 어디서? 활용
7. 컨트리뷰션

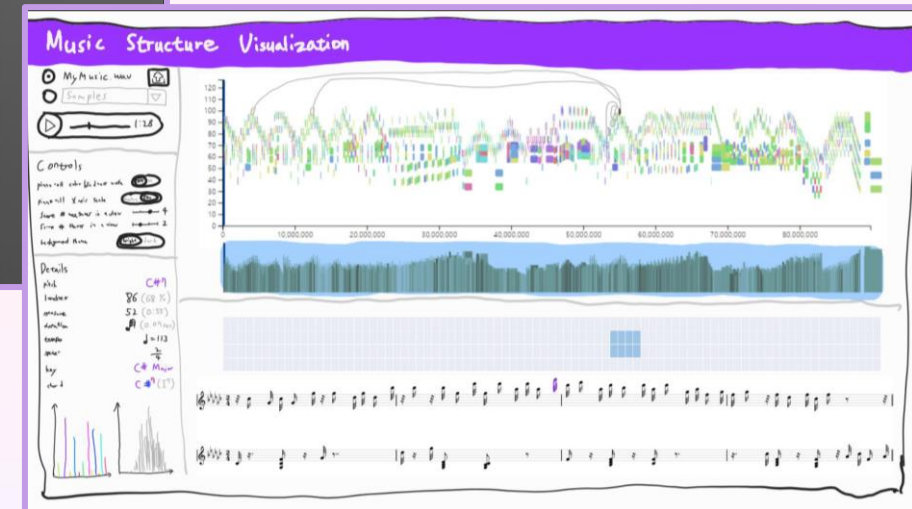
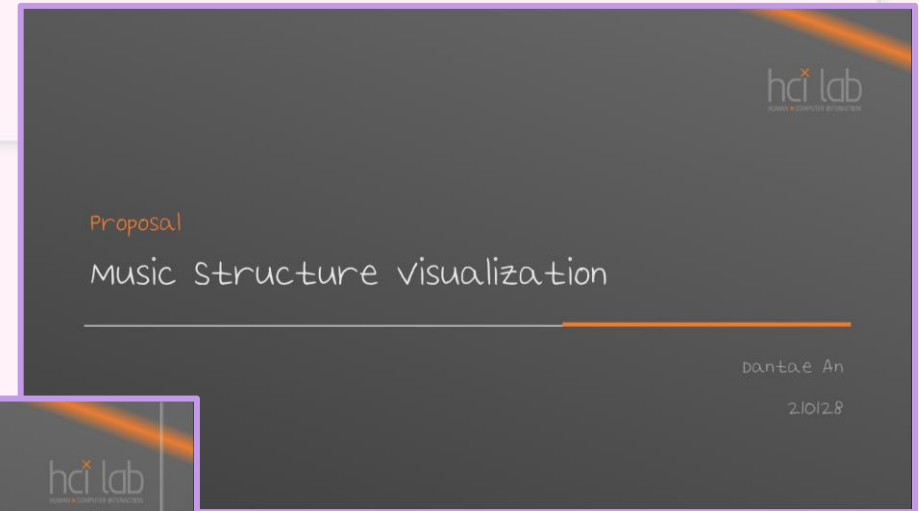
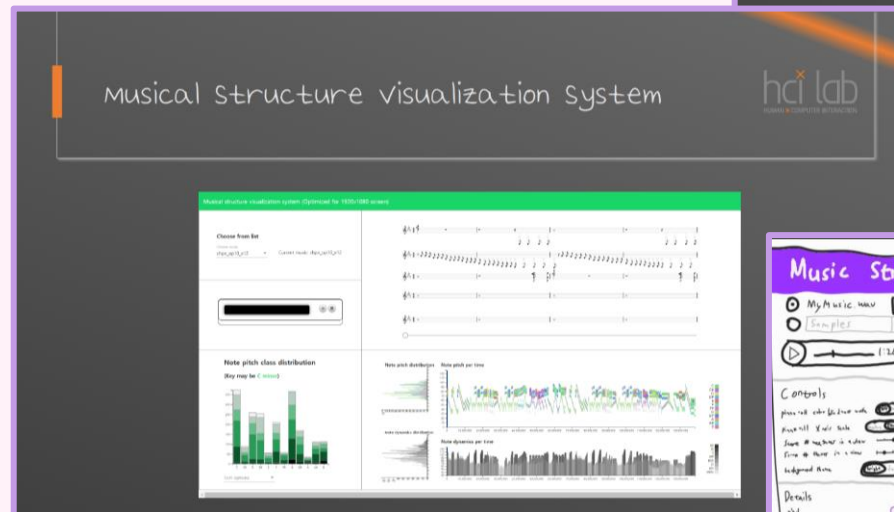
왜 이 연구를 하는가?

---

왜?

# 연구의 발단

- 2019년: Musical Structure Visualization System 개발
- 2021년: 오른쪽 proposal 발표
- 그리고 어느덧 2023년...



## 연구의 발단

- 교내 식당에서 우연히, 2019년에 저 시스템을 함께 만들었던 팀원 중 한 분을 만났고, 당시 이 연구가 흥미로웠다면서 곤황이 궁금하다고 하셨다.
- 논문으로 안 내고 그냥 버리기에는 아까운 아이디어라고 생각하여 언젠가 졸업 전에 꼭 연구로 진행시켜 봐야 하겠다고 생각했다.
- 취미로 작곡을 하는데, 그 곡들을 유튜브를 통해 발표하는 것이 버킷 리스트 중 하나이고, 거기에 사용할 영상을 음악 시각화로 만들고 싶다.

## 음악을 듣기만 할 때의 단점

- 음악 전체를 파악하려면 끝까지 들어보아야 한다.
  - 끝까지 들어도 곡의 구조가 한번에 머릿속에 들어오지는 않는다.
- 다른 사람과의 소통이 어렵다.
  - A: "갑자기 드르르르 올라가면서 땡땡땡 대리는 부분이 너무 좋더라..."
  - B: "그게 몇 분에 나와? 난 못 찾겠는데..."
- 예를 들어, 표절 시비가 붙은 두 음악을 비교할 때 서로 다른/유사한 근거를 말하기 어렵다.

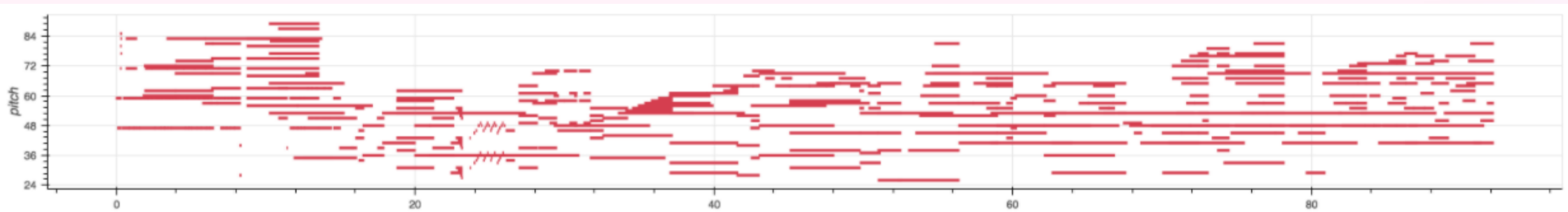
## 악보의 단점

- 곡의 구조를 한눈에 보기 어렵다.
  - Visual clutter가 심하다.
  - Scalable하지 않다.
- 음악적 지식이 있어야 이해할 수 있다.



## 단색 피아노 롤 표현법의 단점

- 반복되는 패턴이 있더라도 눈에 잘 띄지 않는다.
- 화성적 구조, 조성 변화 등은 거의 파악할 수 없다.



C.-Z. A. Huang, A. Vaswani, J. Uszkoreit, N. Shazeer, I. Simon, C. Hawthorne, A. M. Dai, M. D. Hoffman, M. Dinculescu, and D. Eck. Music Transformer: Generating music with long-term structure. In *Proceedings of the International Conference on Learning Representations*, 2019.



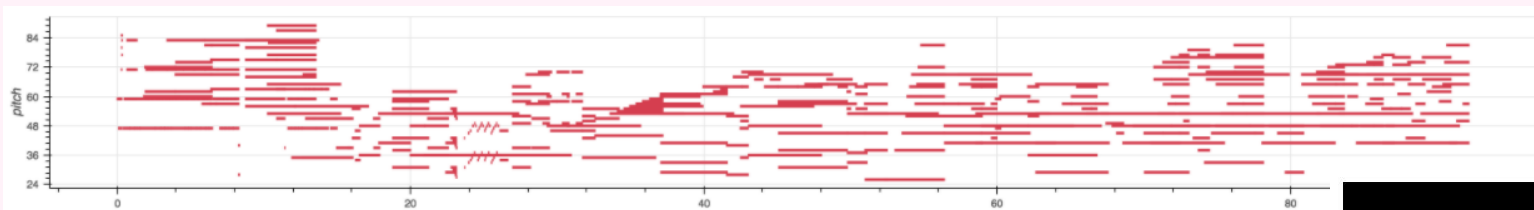
기존의 피아노 롤 음악 시각화

---

무엇을?

# 피아노 롤 표현법?

시간을 x축, 음 높이를 y축에 대응시켜  
각 음표의 재생 길이를 시각화한 표현법



C.-Z. A. Huang, A. Vaswani, J. Uszkoreit, N. Shazeer, I. Simon, C. Hawthorne, A. M. Dai, M. D. Hoffman, M. Dinculescu, and D. Eck. Music Transformer: Generating music with long-term structure. In *Proceedings of the International Conference on Learning Representations*, 2019.

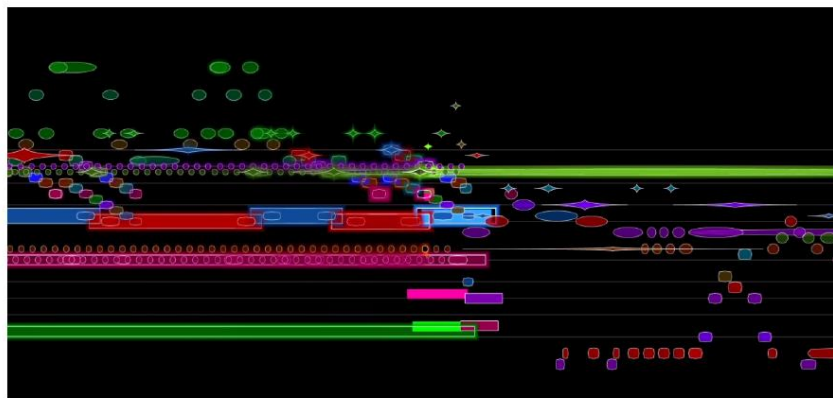
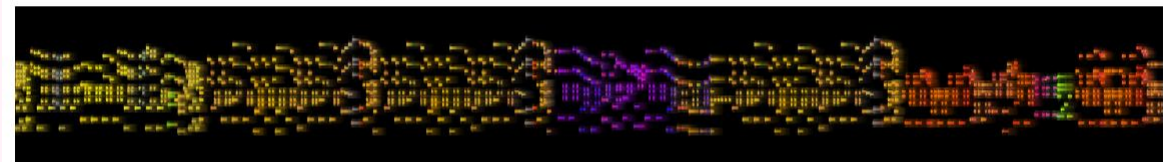


Figure 2.15. Malinowski's *Music Animation Machine* – piano roll technique (Malinowski, n.d.).

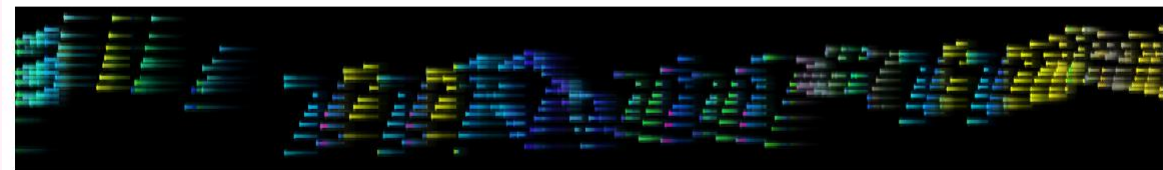
K. L. Schmidt. Meaningful Music Visualizations. *PhD Thesis, Purdue University Graduate School*, 2019.



(a) Excerpt from Pachelbel's Canon in D major



(b) Excerpt from Strauss's An der schönen blauen Donau



(c) Excerpt from Debussy's Clair de Lune

Figure 3: Examples of visualization of classical compositions.

P. Ciuha, B. Klemenc, and F. Solina. Visualization of concurrent tones in music with colours. In *Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*, pp. 1677-1680, 2010.

## 유튜브 피아노 연주 영상들



Flower Dance (DJ Okawari) 커버 연주

[https://youtu.be/rA\\_2B7Yj4QE?t=6](https://youtu.be/rA_2B7Yj4QE?t=6)



마법의 성 (더 클래식) 커버 연주

<https://youtu.be/2KaUKYI49hA?t=6>

## 유튜브 피아노 연주 영상들

사건의 지평선 (윤하) 커버 연주

<https://youtu.be/f8hA3LpvyzQ?t=79>

피아노 롤 표현법 + 악보 + 연주 영상

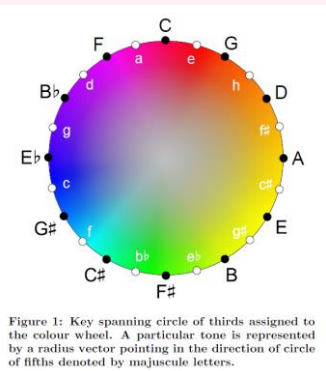
시각적으로 예쁘지만 피아노 롤 표현법이  
정보를 효과적으로 전달하고 있지 않다.

적절한 색을 입히면 어떨까?

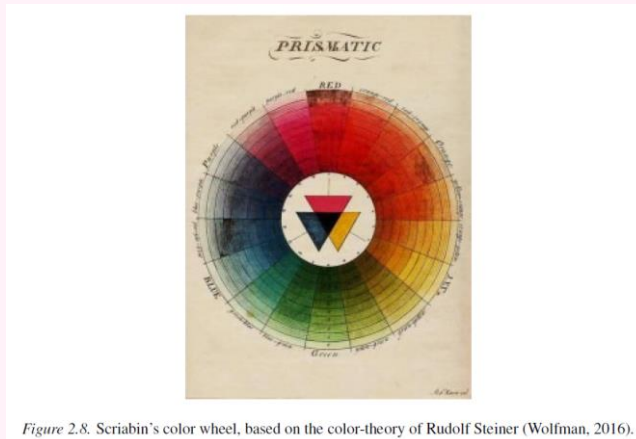


# 음과 색 매핑 관련 연구

- Scriabin 이 1911년에 최초로 5도권(circle of 5th) 에 기반한 음-색 매핑을 제안
- 5도권이 아닌 3도권(circle of 3rd)을 사용한 연구도 존재
- 음 각각이 아닌 화음을 색에 매핑하는 연구도 존재



P. Ciuha, B. Klemenc, and F. Solina. Visualization of concurrent tones in music with colours. *In Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*, pp. 1677-1680, 2010.



K. L. Schmidt. *Meaningful Music Visualizations. PhD Thesis, Purdue University Graduate School, 2019.*

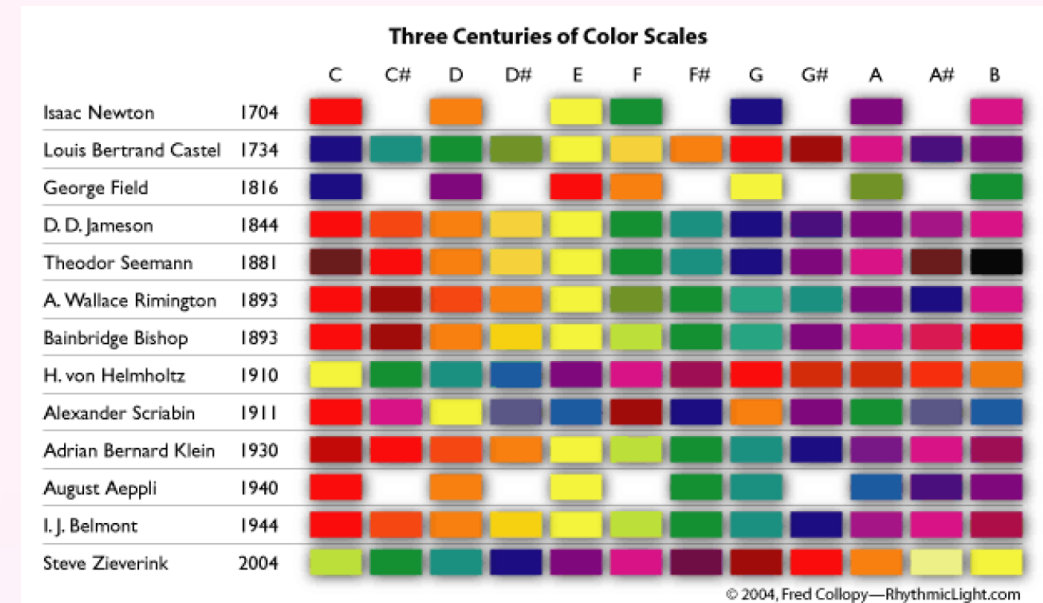
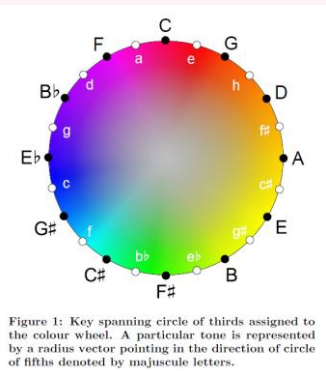


Figure 2.7. Three centuries of color scales (Collopy, 2004).

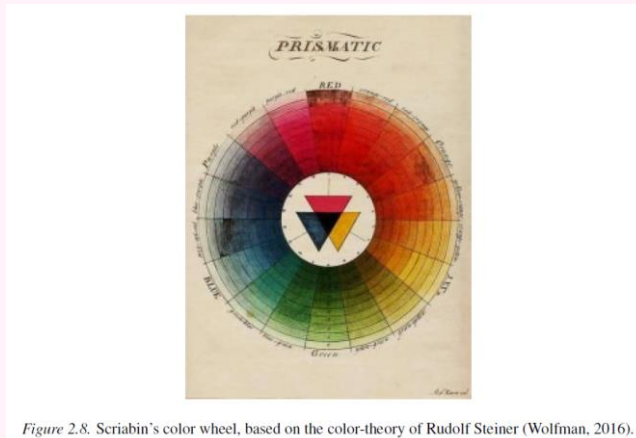


# 음과 색 매핑 관련 연구 (Cont.)

- 다만 피아노 롤 표현법을 그릴 때 어떤 음-색 매핑이 정보 전달에 가장 효과적인지에 대해서는 아직 실험이 이루어지지 않았다.
  - C(도)가 빨간색?
  - 음 높이 순서 말고 5도권으로 하면 뭐가 다른가?



P. Ciuha, B. Klemenc, and F. Solina. Visualization of concurrent tones in music with colours. *In Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*, pp. 1677-1680, 2010.



K. L. Schmidt. *Meaningful Music Visualizations. PhD Thesis, Purdue University Graduate School*, 2019.

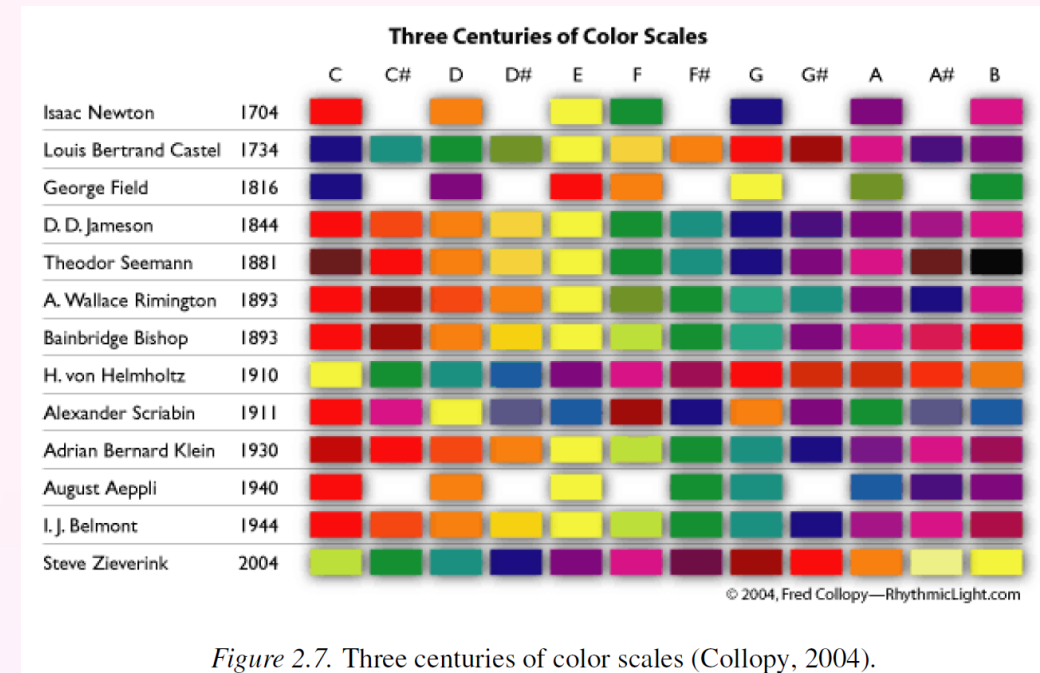




Figure 2.7. Three centuries of color scales (Collopy, 2004).

# 적절한 컬러 코딩의 힘

---

어떻게?

# 파일럿 테스트

- 여러분께 적절한 컬러 코딩의 중요성을 보여드리기 위해, 서로 다른 컬러 코딩을 비교할 수 있는 **파일럿 테스트**를 준비했습니다!
- 본 테스트는 여러분의 음악적 지식을 테스트하기 위한 것이 아닙니다.
  - 어떤 컬러 코딩을 적용한 시각화가 간단한 음악 분석에 있어 더 유리한지 알아보는 것이 목적입니다.
- 문제는 총 6문제입니다.
  - 답을 아시는 분은 대답해주시면 감사하겠습니다! ( \_o\_ )  

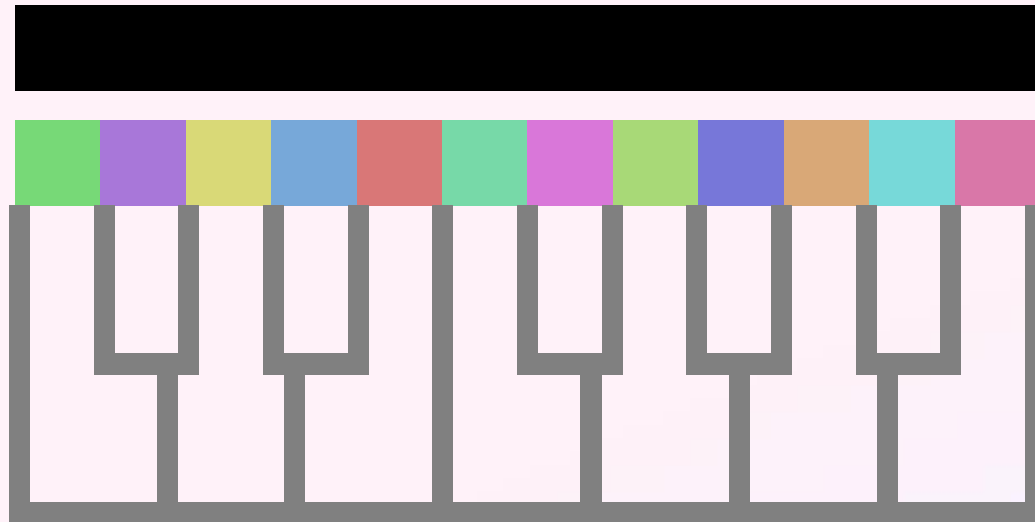


# 태스크 1

- 특정 패턴이 곡 전체에서 반복되는 횟수 찾기

1. 단색 컬러 코딩

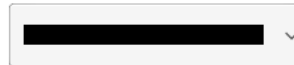
2. 5도권 기반 컬러 코딩



Play

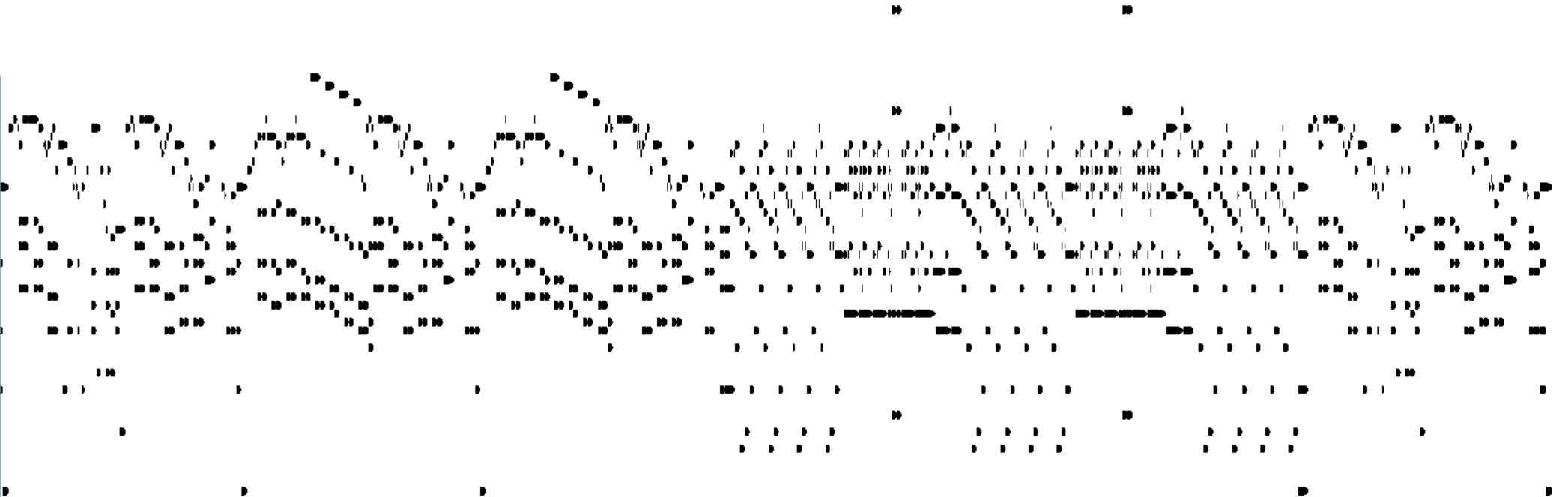
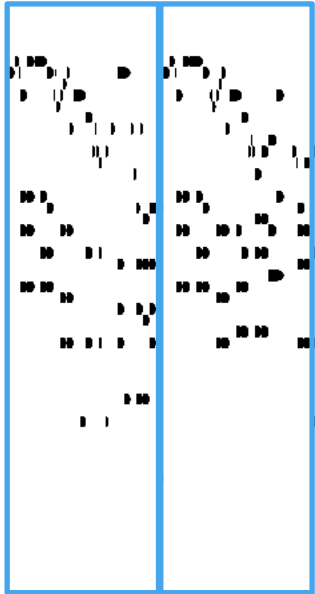
Stop

Lock Camera



chpn\_op7\_2

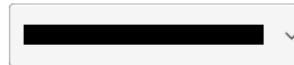
1. 하늘색 상자와 유사한 패턴이 이 곡 전체에서 등장하는 횟수는? (하늘색 상자 2개 포함)



Play

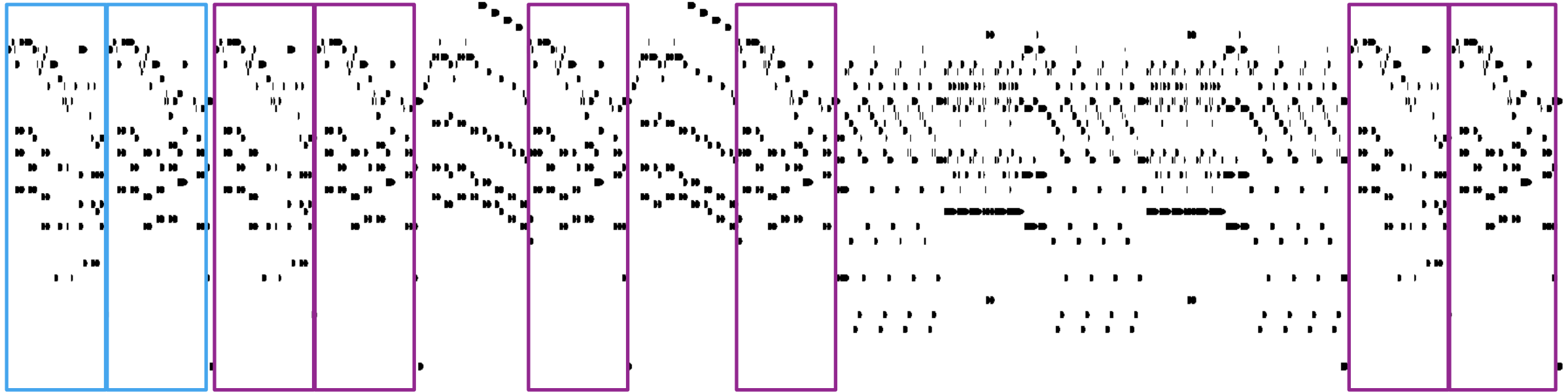
Stop

Lock Camera



chpn\_op7\_2

1. 하늘색 상자와 유사한 패턴이 이 곡 전체에서 등장하는 횟수는? (하늘색 상자 2개 포함)



8회!

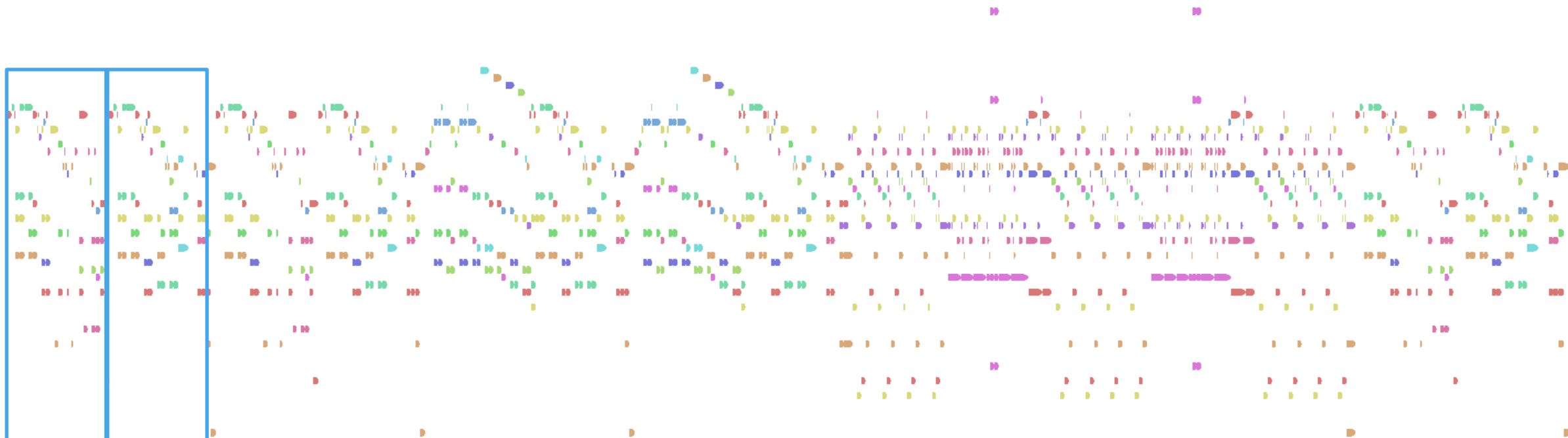
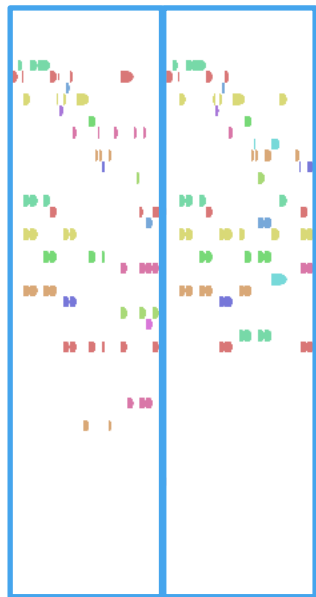
Play

Stop

Lock Camera



chpn\_op7\_2



Play

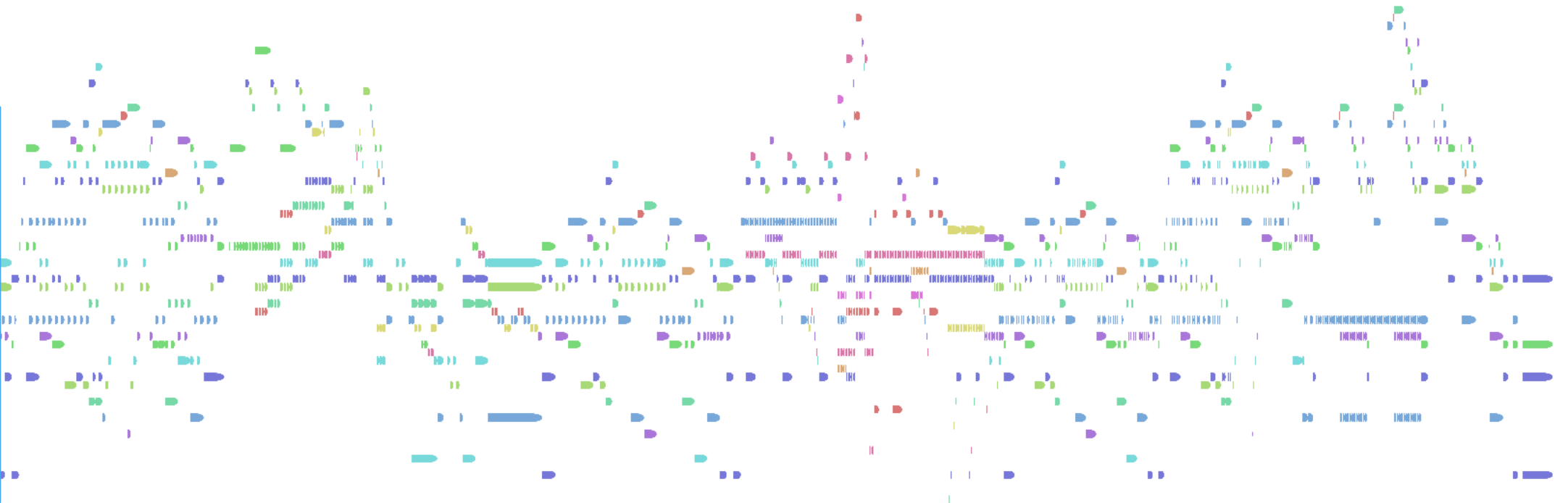
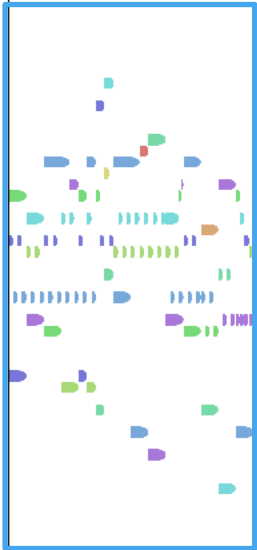
Stop

Lock Camera



pathetique\_2

2. 하늘색 상자와 유사한 패턴이 이 곡 전체에서 등장하는 횟수는? (하늘색 상자 포함)



Play

Stop

Lock Camera



pathetique\_2

2. 하늘색 상자와 유사한 패턴이 이 곡 전체에서 등장하는 횟수는? (하늘색 상자 포함)

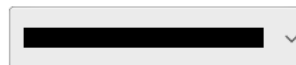


5회!

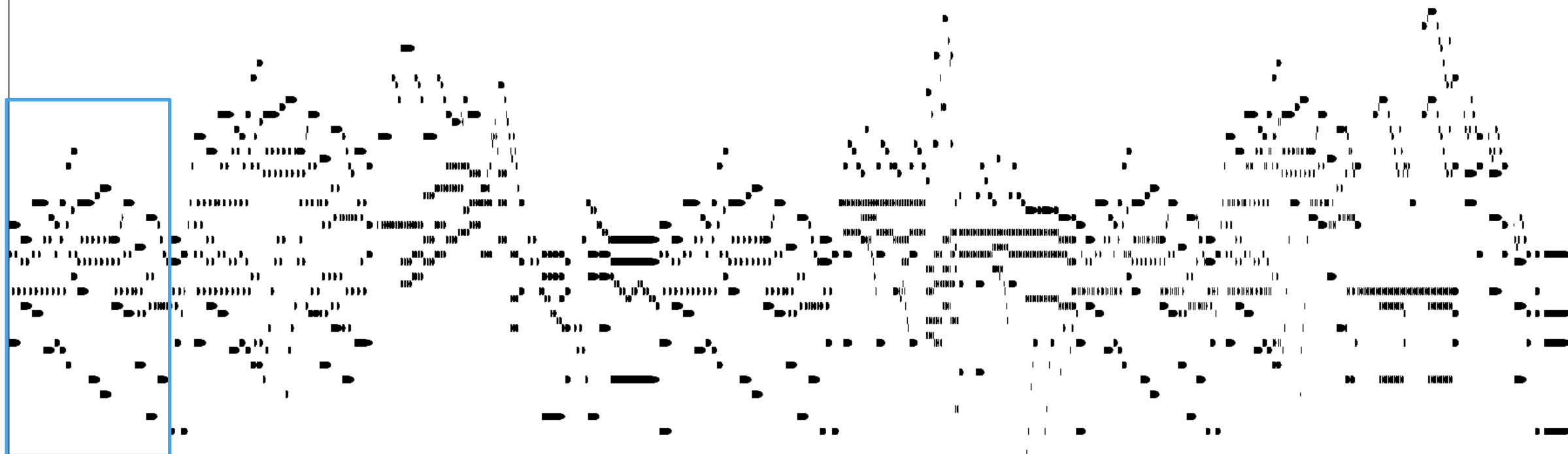
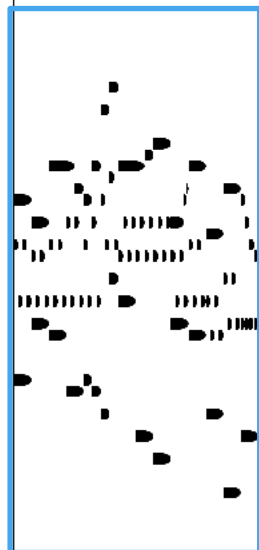
Play

Stop

Lock Camera



pathetique\_2

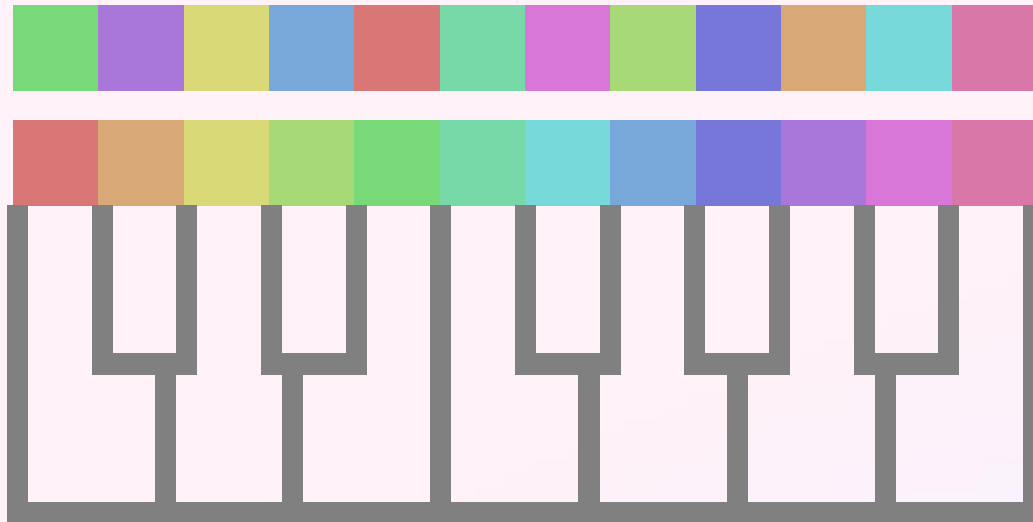


## 태스크 2

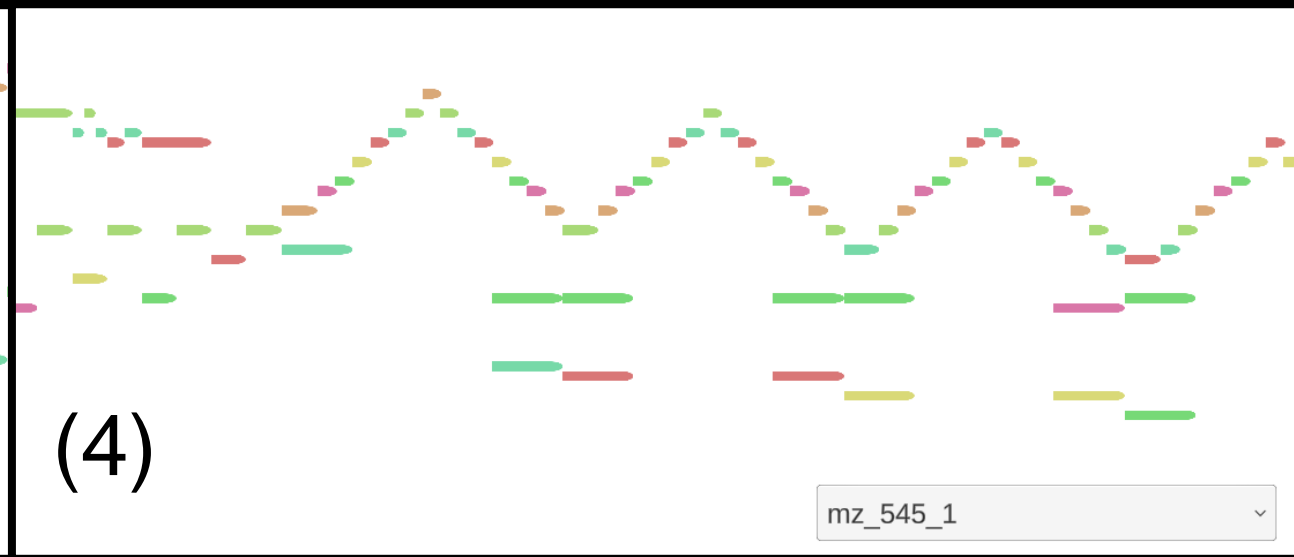
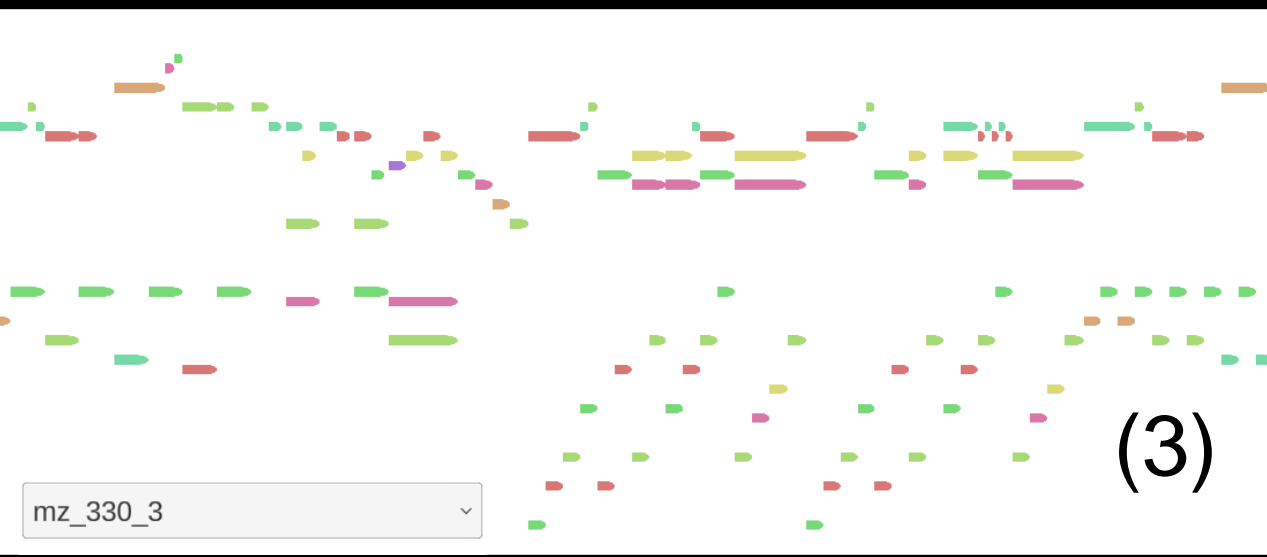
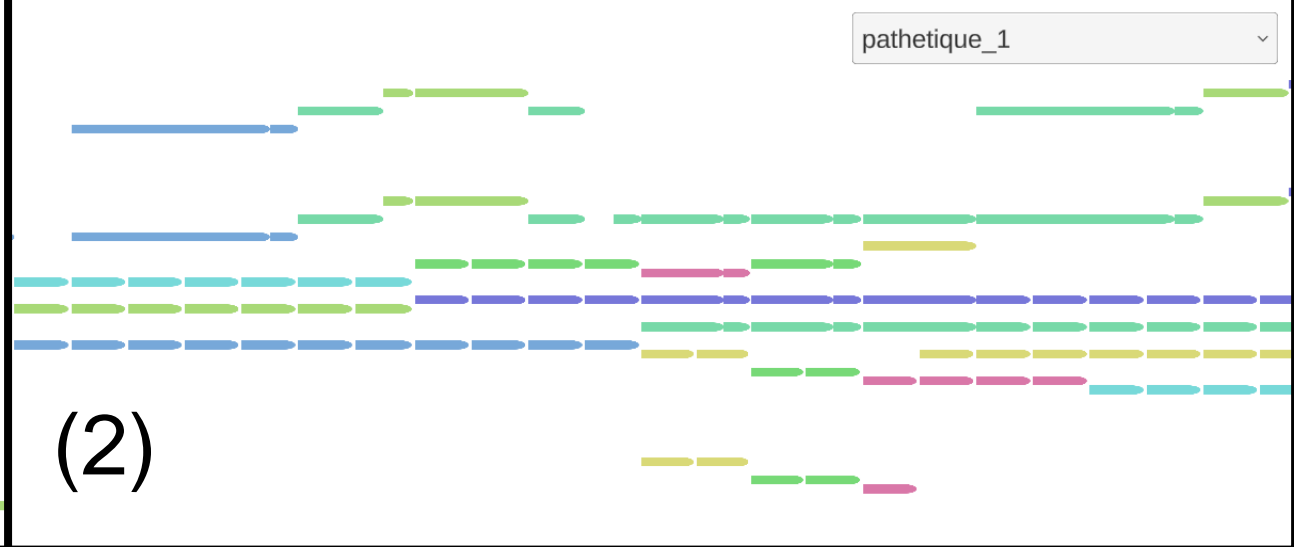
- 주어진 발췌본과 같은 조성(분위기)을 갖는 구간 찾기

3. 5도권 기반 컬러 코딩

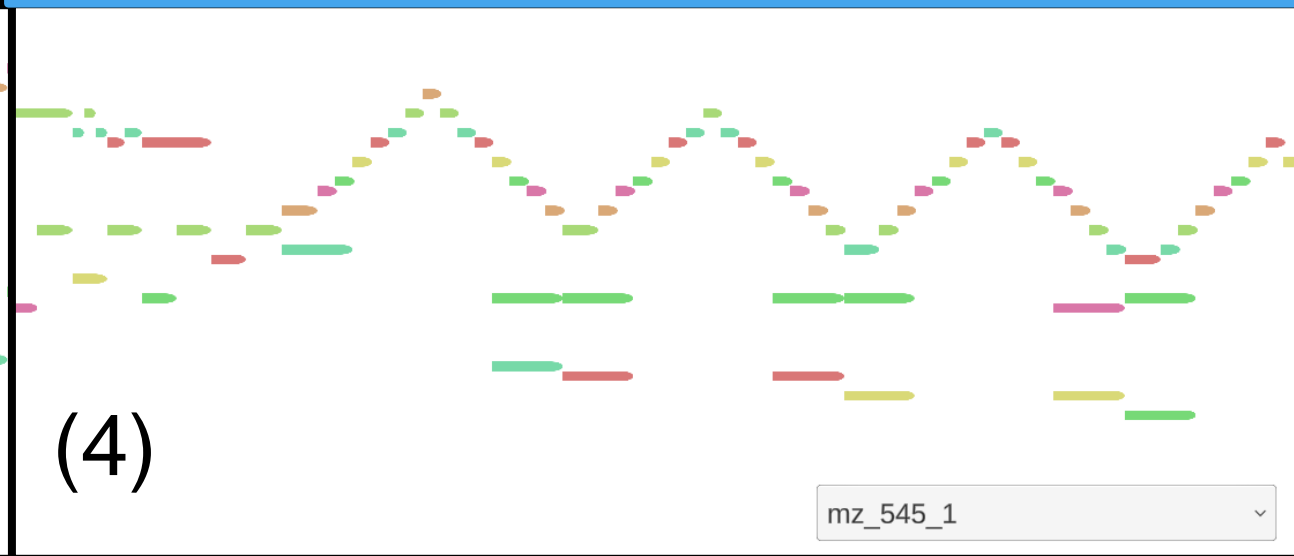
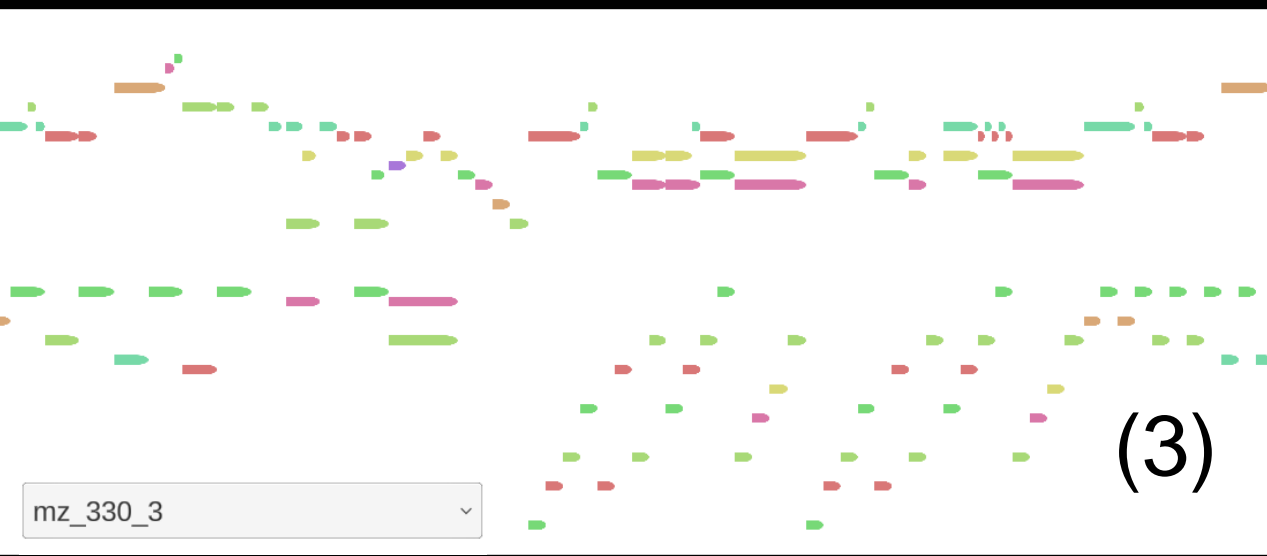
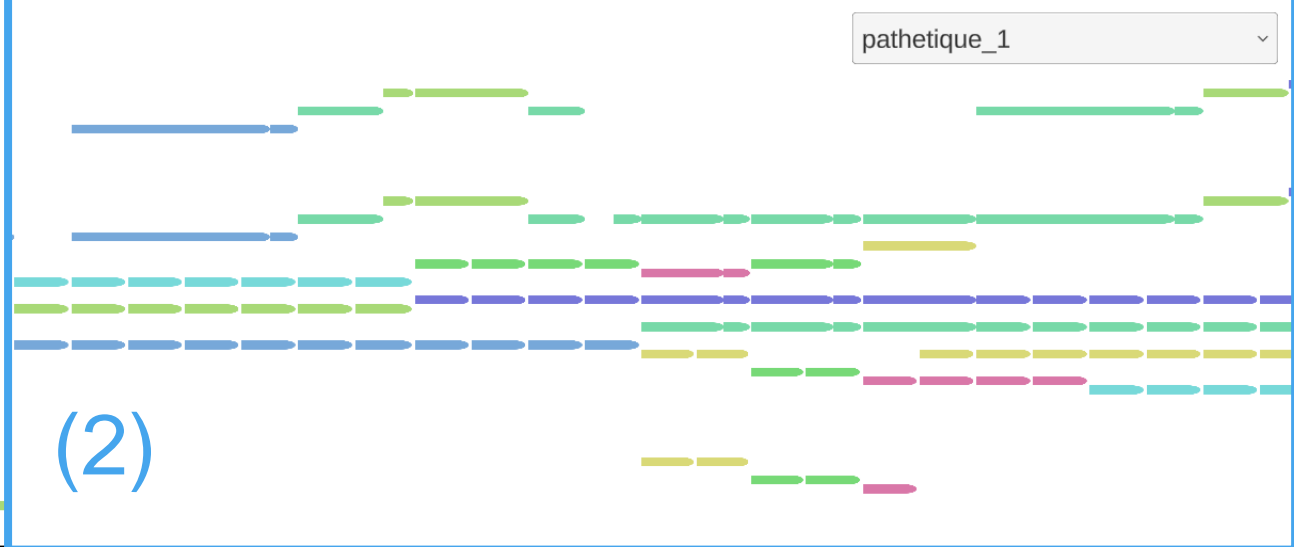
4. 음 높이 순서 컬러 코딩







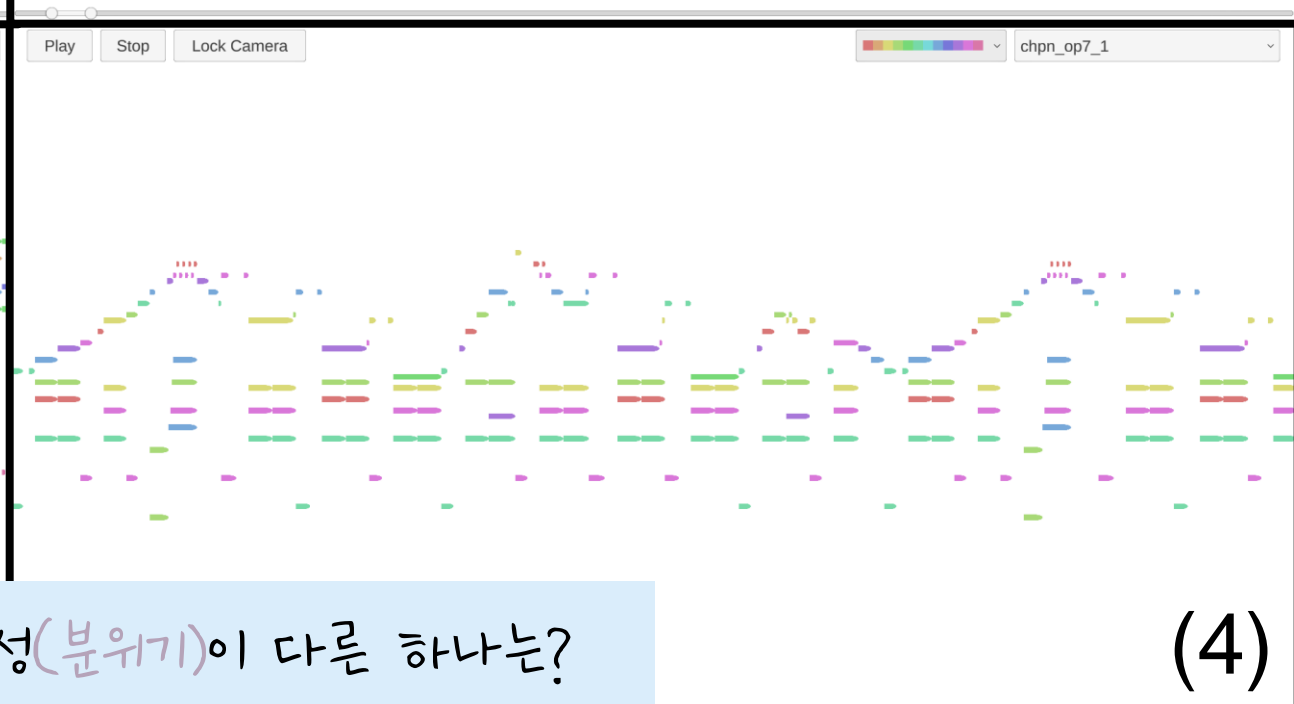
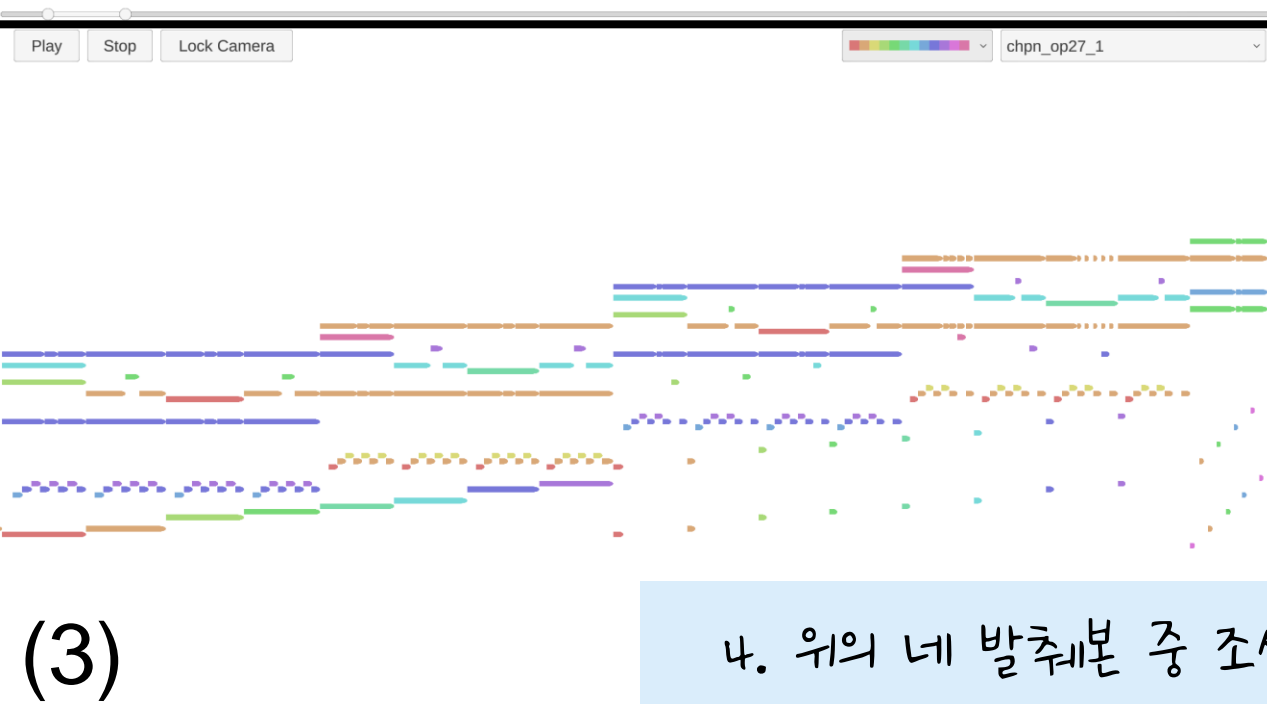
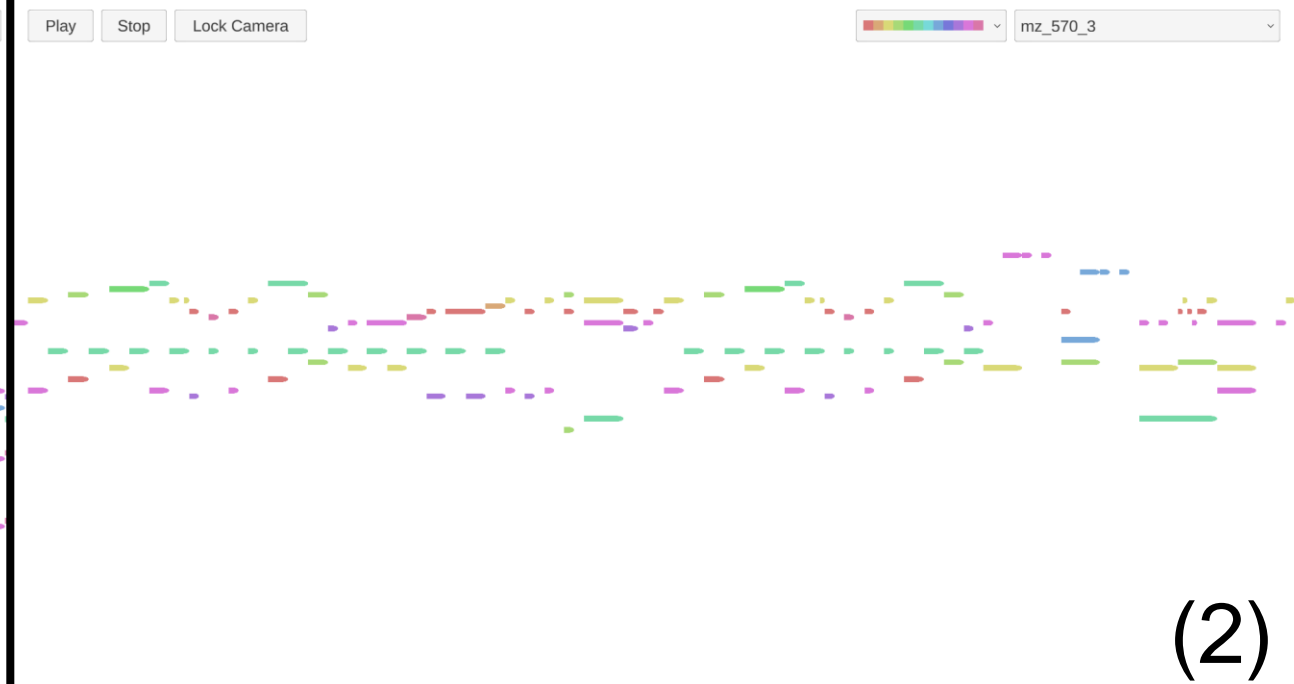
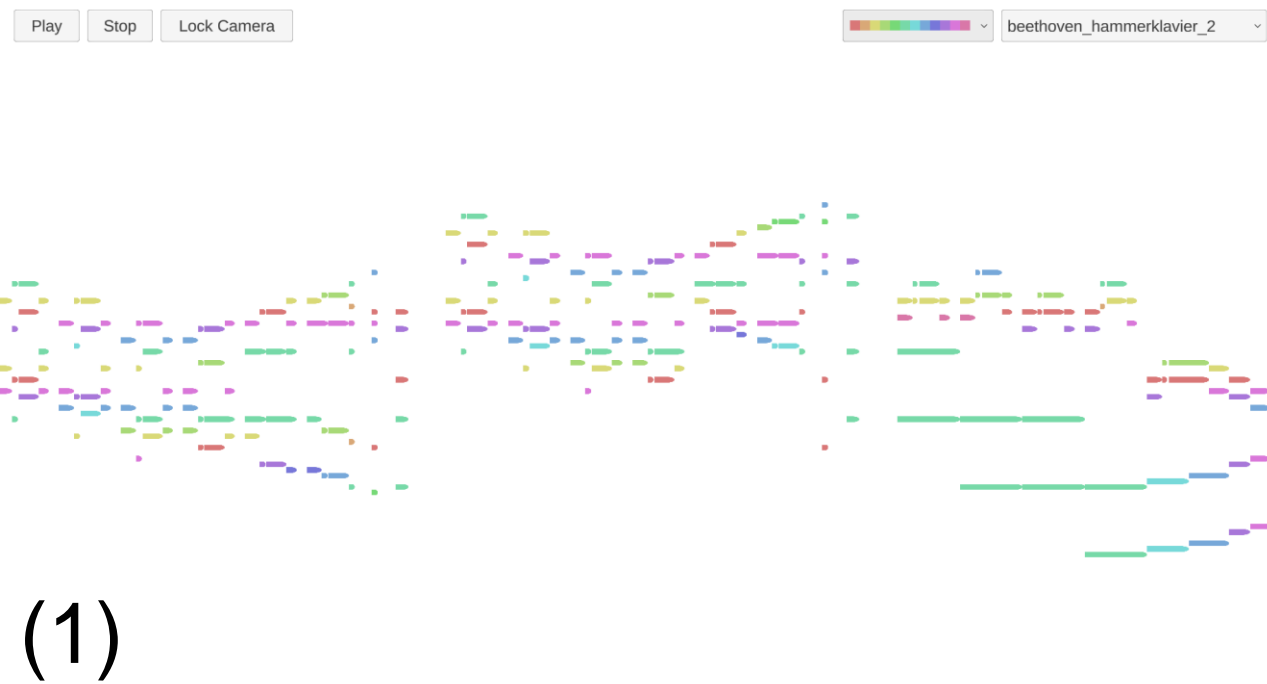
3. 위의 네 발췌본 중 조성(분위기)이 다른 하나는?



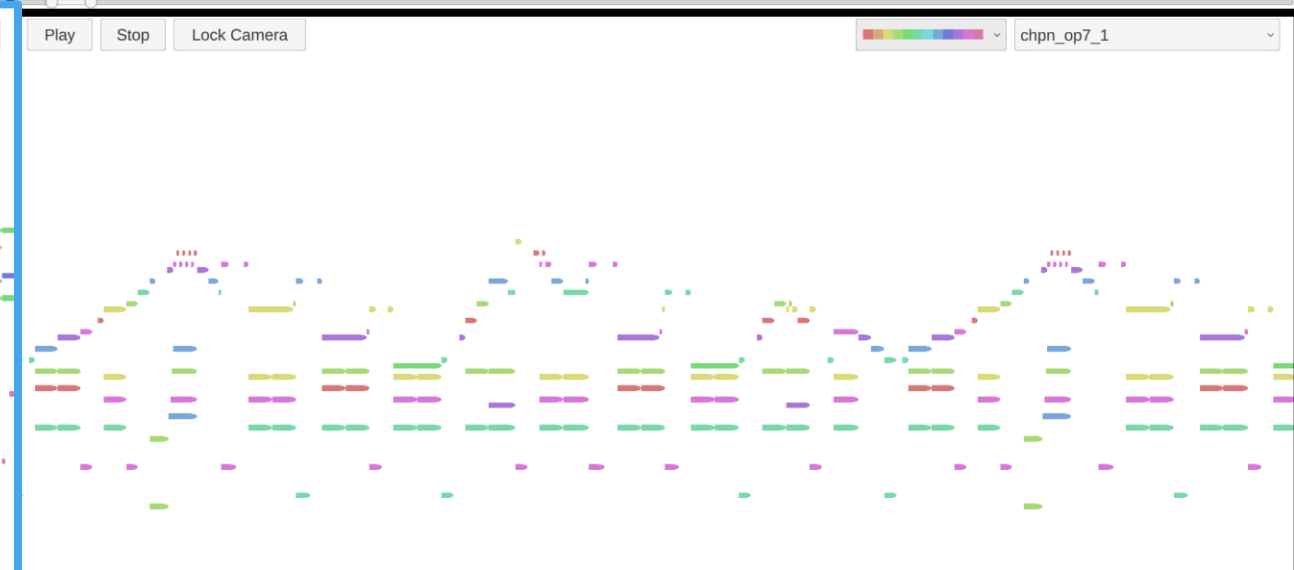
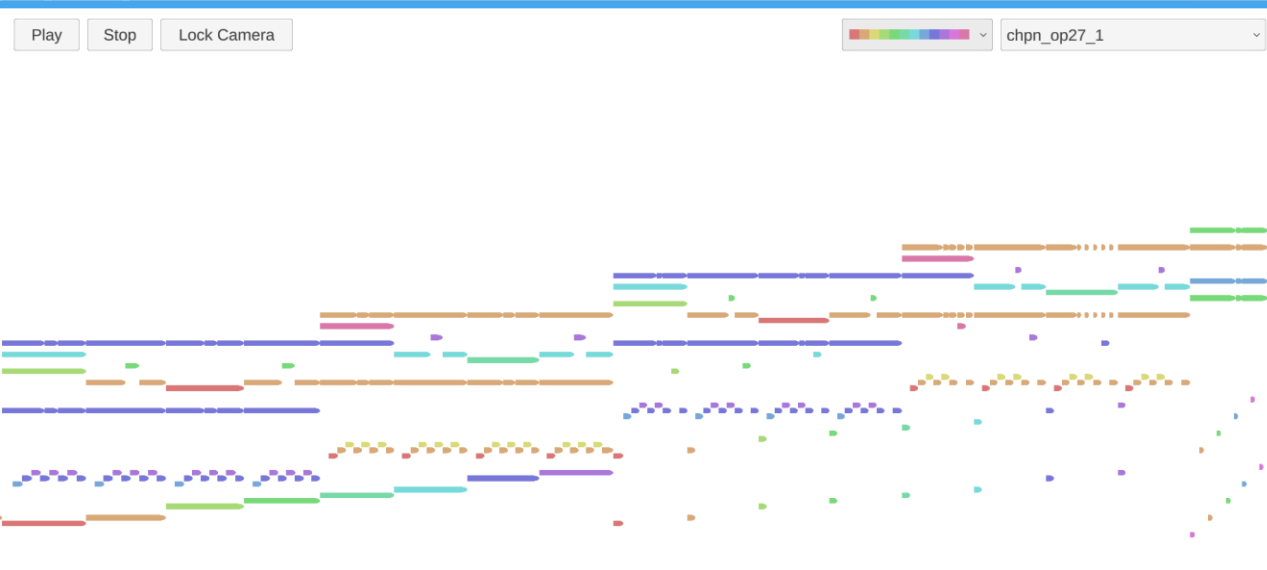
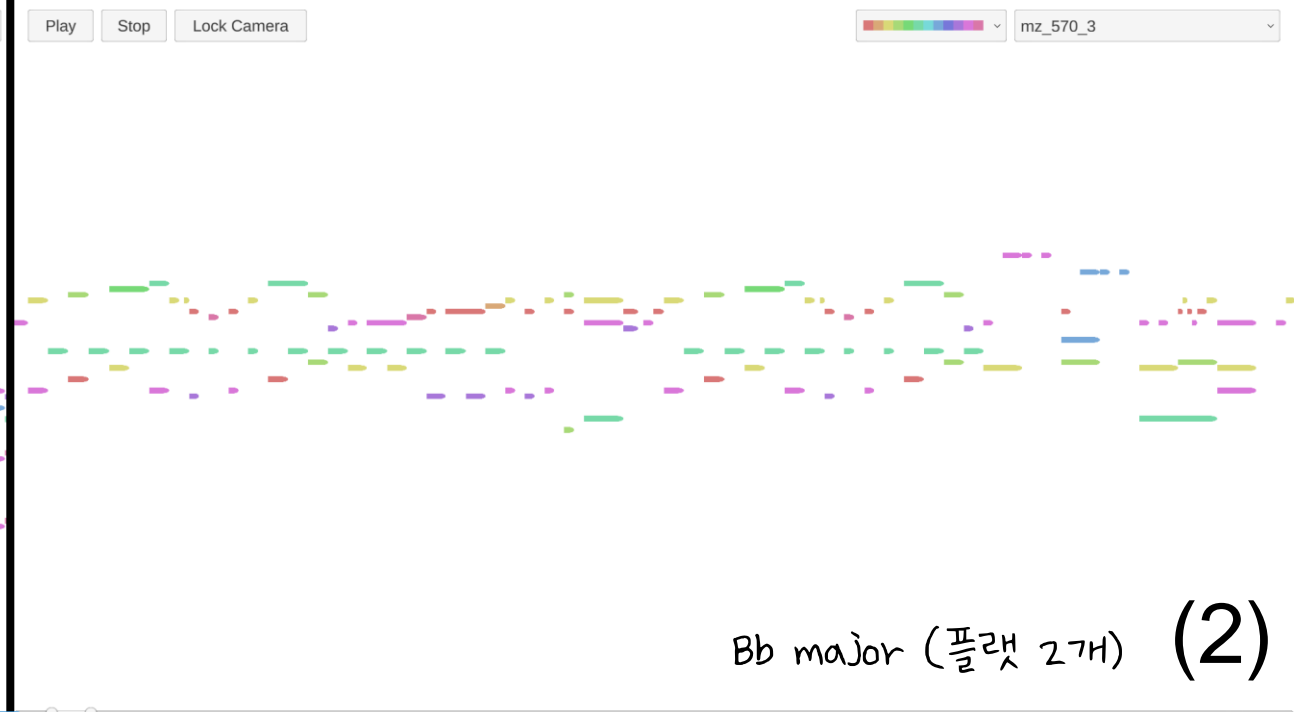
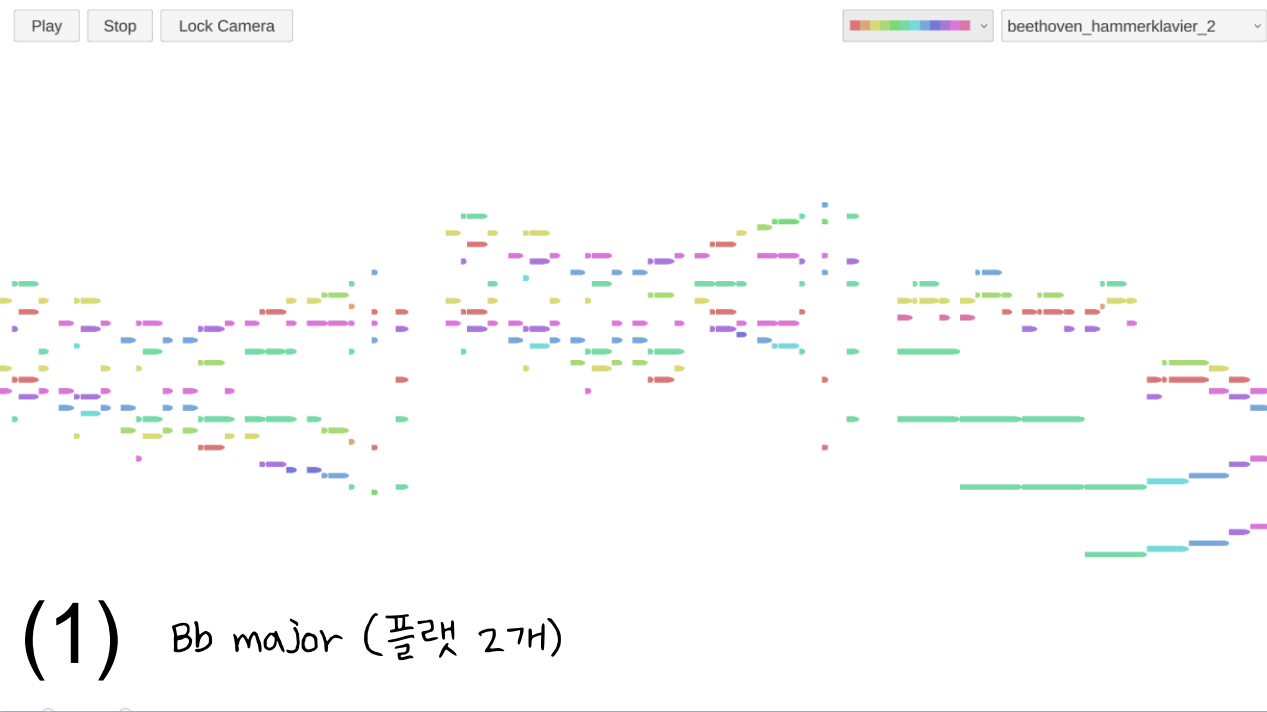
3. 위의 네 발췌본 중 조성(분위기)이 다른 하나는? (2)

(1), (3), (4): C major (플랫 0개)

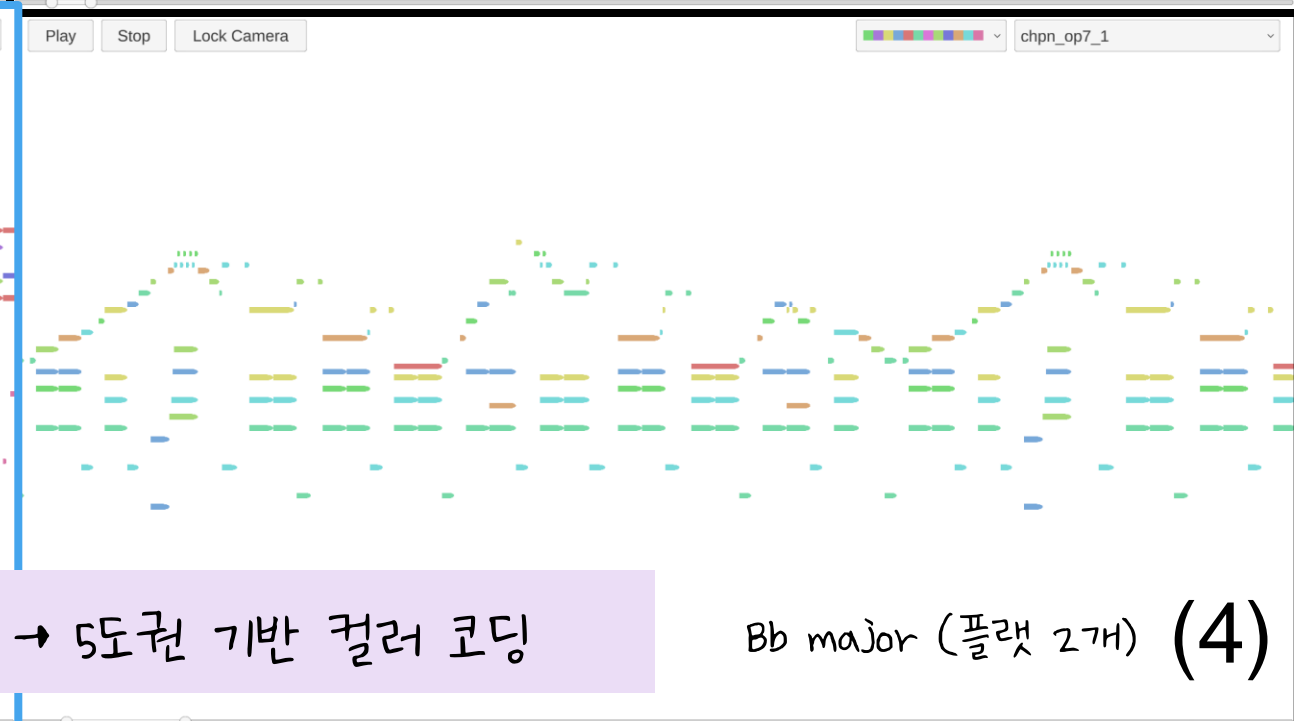
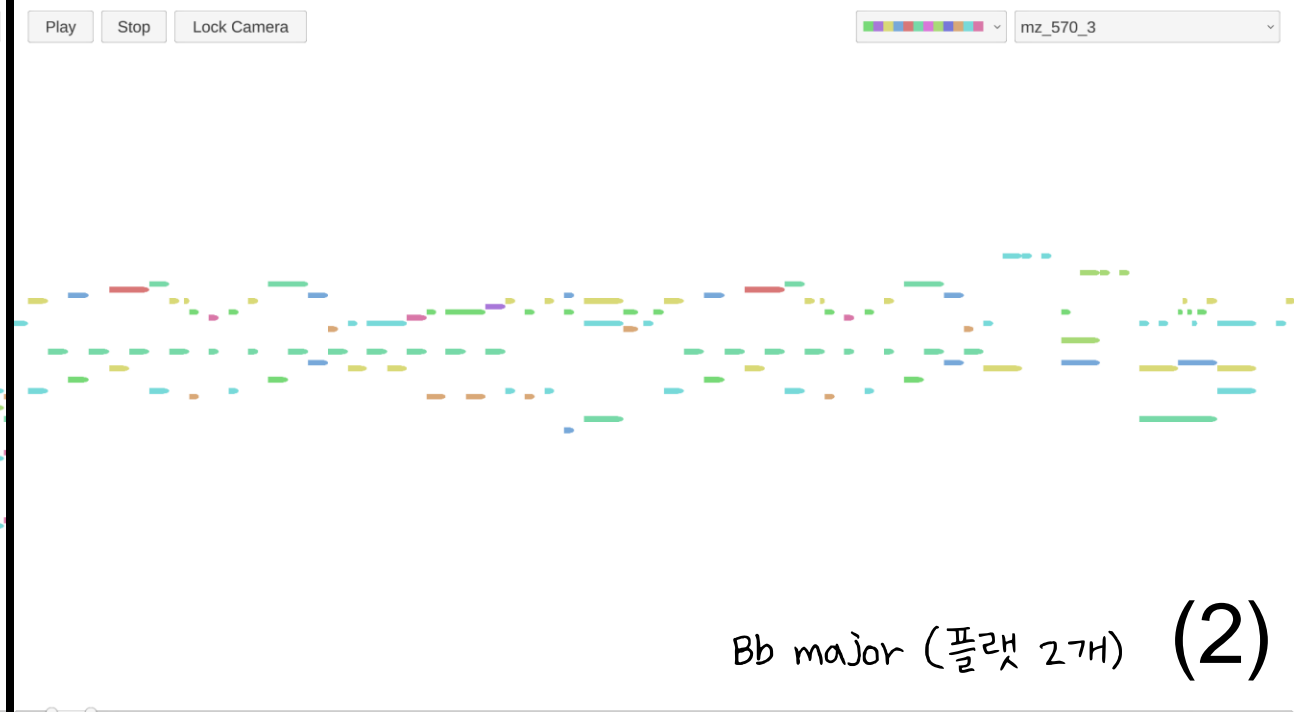
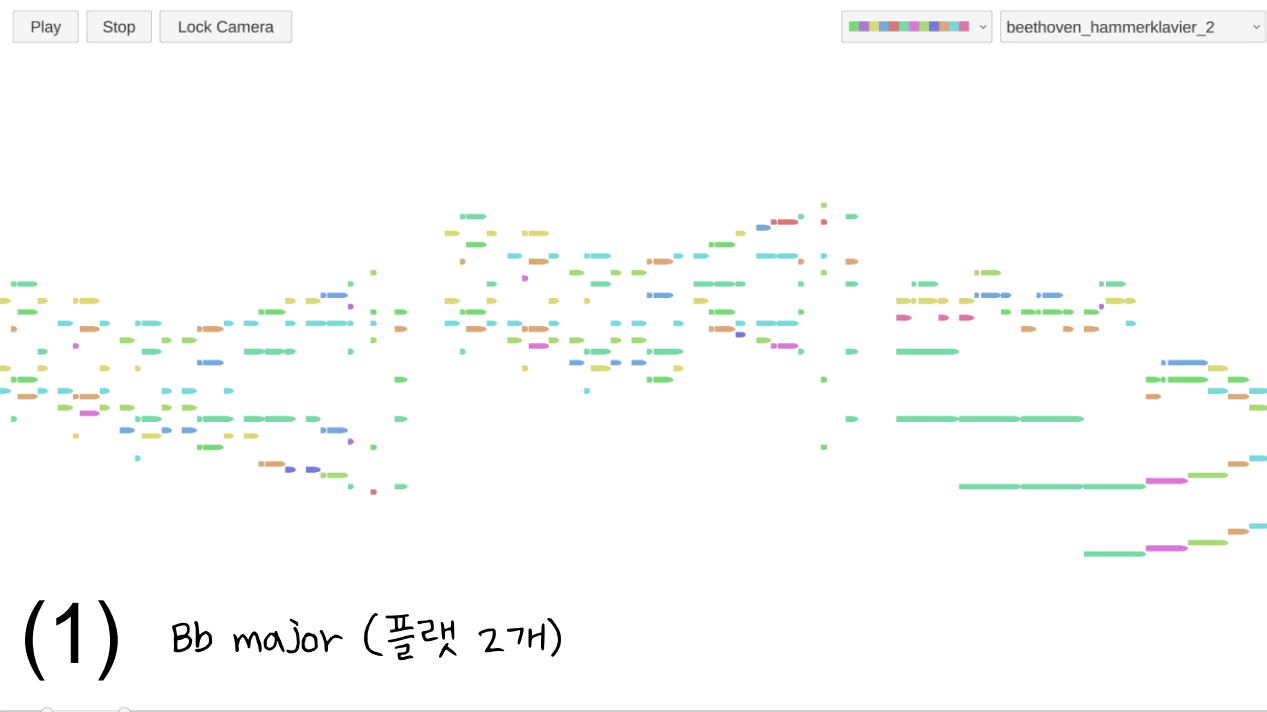
(2): C minor (플랫 3개)



4. 위의 네 발췌본 중 조성(분위기)이 다른 하나는?



4. 위의 네 발췌본 중 조성(분위기)이 다른 하나는?



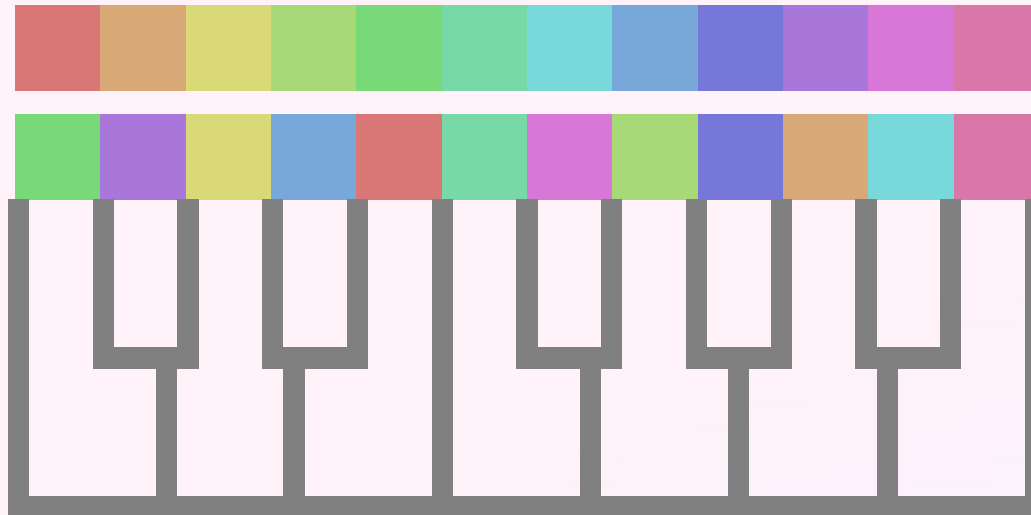
음 높이 순서 컬러 코딩 → 5도권 기반 컬러 코딩

## 태스크 3

- 한 곡 내에서 조성이 바뀌는 구간 찾기

5. 음 높이 순서 컬러 코딩

6. 5도권 기반 컬러 코딩



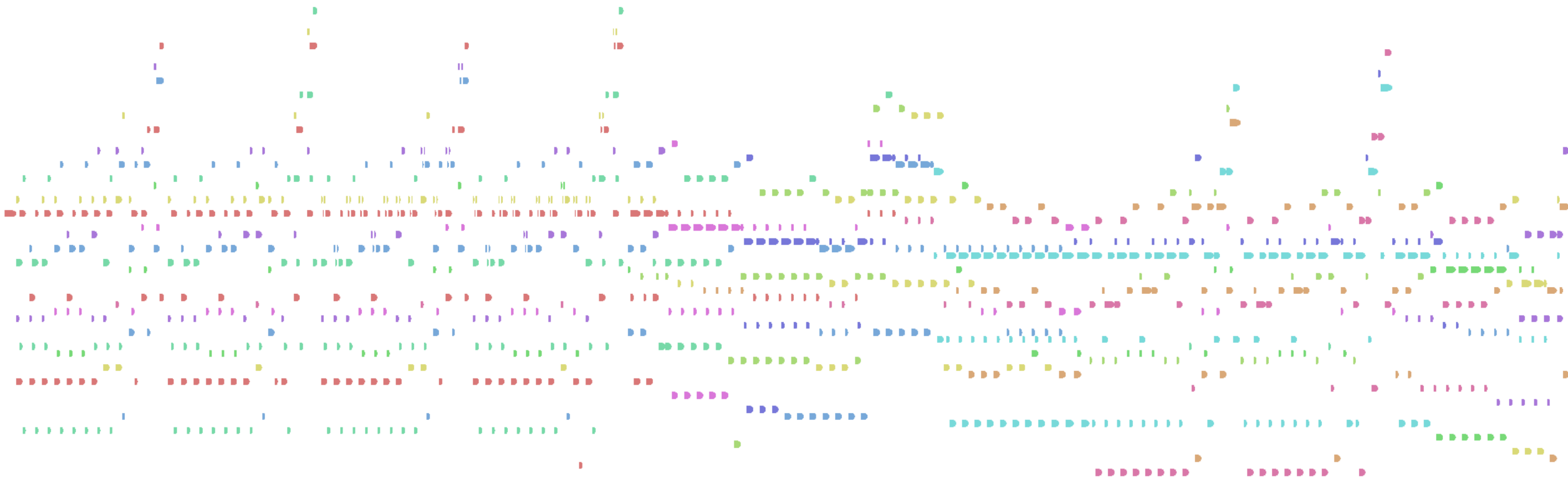
Play

Stop

Lock Camera



chpn\_op25\_e3



5. 조성(분위기)이 바뀌는 지점이 보이시나요?

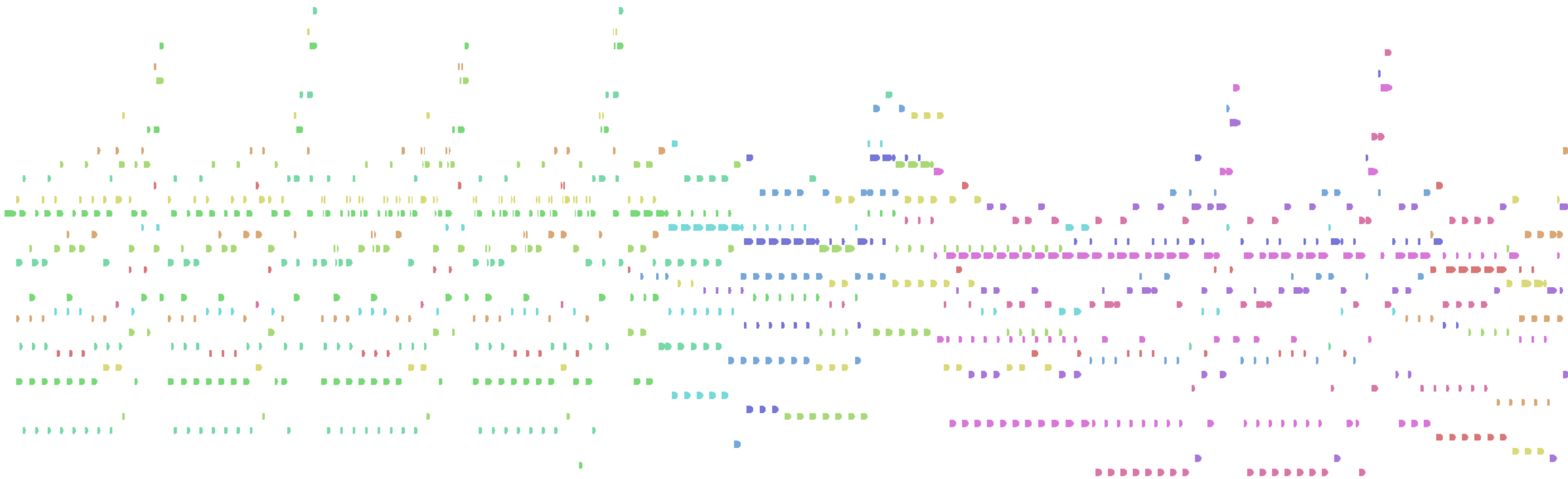
Play

Stop

Lock Camera



chpn\_op25\_e3



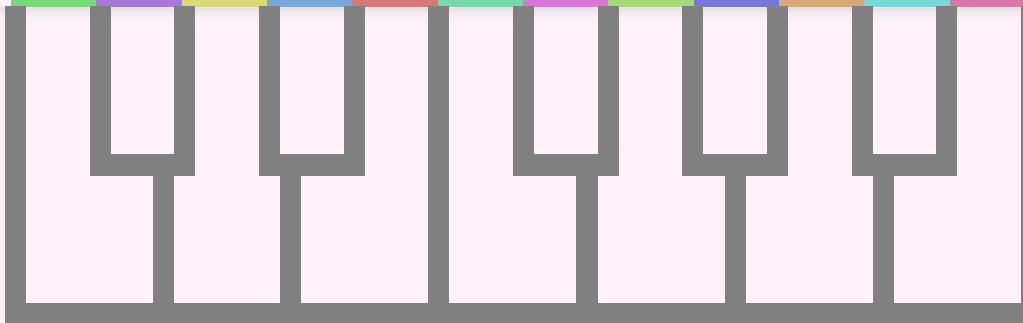
6. 조성(분위기)이 바뀌는 지점이 이제는 보이시나요?



## 컬러 코딩에 따른 차이 음 높이 순서 매핑

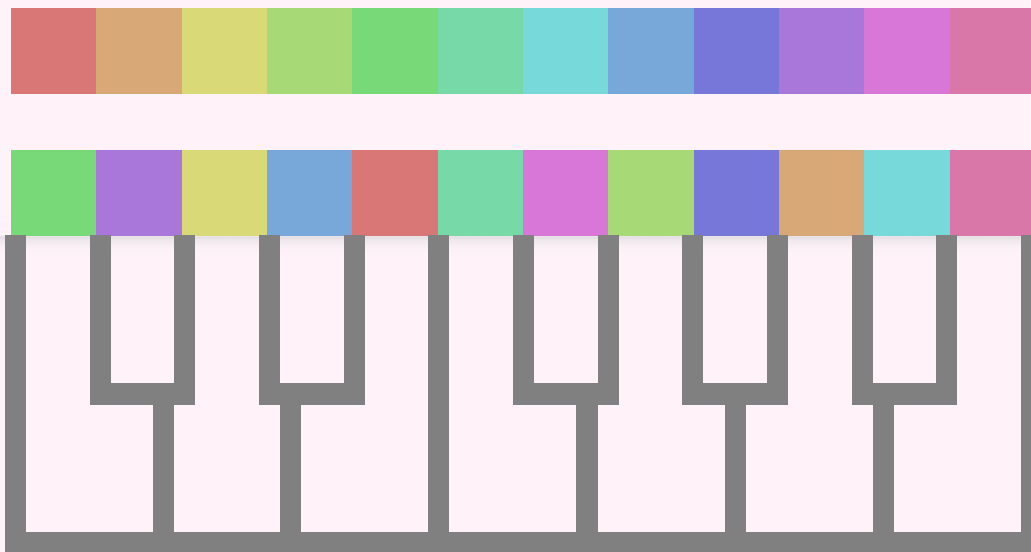


5도권 기반 매핑



- 차이가 느껴지시나요?
- 음악적으로는 서로 조화롭게 들리는 음일수록 가깝다고 본다.
  - C(도)와 G(솔)는 같이 연주하면 조화롭다.
  - C(도)와 C#(도#)은 같이 연주하면 듣기 불편하다.
- 따라서 음악적으로 유사성이 높은 것을 색채가 유사한 색에 대응하는 것이 자연스럽다.
  - 게슈탈트 이론 중 유사성의 원리를 따르는 것이다.

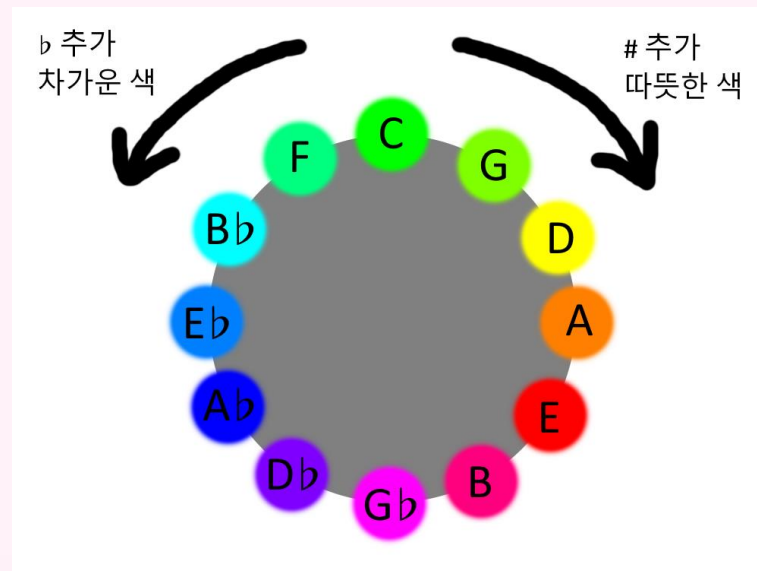
## 컬러 코딩에 따른 차이 (Cont.)



- 5도권 기반 매핑이 음 높이 순서 매핑보다 낫다!
  - 라는 것을 사용자 실험으로 증명하고자 한다.
- 가설:
  1. 곡 전체에서 반복되는 패턴을 더 정확하고 빠르게 찾을 수 있다.
  2. 곡 간 조성 비교를 더 정확하고 빠르게 할 수 있다.
  3. 음악적 지식이 없는 사람들도 조성 변화를 발견할 수 있다.

# 컬러 매핑 디자인

- Design space
  - C(도)는 어떤 색으로?
  - 색채는 어느 방향으로?
    - 따뜻한 색일수록 #이 많아지는 방향으로?
    - 따뜻한 색일수록 b이 많아지는 방향으로?
  - 명도, 채도 등의 다른 encoding channel도 사용할 것인가?
  - 음 각각의 시각화 말고 화음 시각화도...?



# 인터랙티브 분석 도구

---

어떻게?

현재 구현하고 있는 것

시연

## 앞으로 추가할 것

- 임의의 MIDI 혹은 WAV 음악을 받아 피아노 롤 표현법으로 시각화해주는 파이프라인(서버) 구현
- 5분을 초과하는 긴 곡 전체를 시각화할 때 지금보다 더 scalable한 시각화가 될 수 있도록 음표들을 aggregate하는 방법 고안
- 음 높이뿐만 아니라 악기의 종류, 화음 등에 따라서도 컬러 코딩을 적용할 수 있도록 설정하는 UI 제공
- 재생할 때 음표가 팡팡 터지는 시각 효과 추가



Pause

Stop

Lock Camera



islamei



곡이 길어서 음표 하나하나가 너무 작고 패턴이 잘 보이지 않는다.

타겟 유저

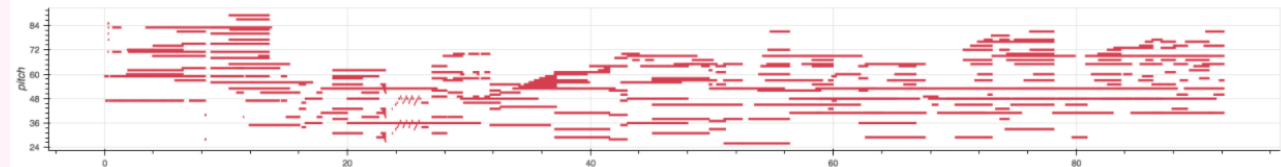
---

누가?



## 1. 일반인

- 조성이나 화음에 대한 개념이 없더라도 두 음악 발췌본을 비교함에 있어서 분위기가 다르다든가 구간이 반복된다든가 하는 것을 쉽게 알아챌 수 있을 것으로 기대
- 이 유저 그룹을 고려한다면,
  - "음악적 지식이 없는 사람들도 조성 변화를 발견할 수 있다." 라는 가설을 보일 수 있도록 실험 설계
  - 시각화를 주고 자유롭게 흥미로운 부분을 탐색하도록 하는 실험 설계
  - 심미적 요소에 대한 평가 진행



## 2. 아마추어 음악가 & 음악 데이터 분석가

C.-Z. A. Huang, A. Vaswani, J. Uszkoreit, N. Shazeer, I. Simon, C. Hawthorne, A. M. Dai, M. D. Hoffman, M. Dinculescu, and D. Eck. Music Transformer: Generating music with long-term structure. In *Proceedings of the International Conference on Learning Representations*, 2019.

- 곡 전체의 구조를 한눈에 볼 수 있고, 서로 다른 두 곡을 비교하기에 용이하며, 악보를 보는 것보다 빠르고 쉽게 많은 음악적 정보를 습득할 수 있을 것으로 기대
- 이 유저 그룹을 고려한다면,
  - "곡 전체에서 반복되는 패턴을 더 정확하고 빠르게 찾을 수 있다." 라는 가설과 "곡 간 조성 비교를 더 정확하고 빠르게 할 수 있다." 라는 가설을 보일 수 있도록 실험 설계
  - 시각화를 주고 자유롭게 흥미로운 부분을 탐색하도록 하는 실험 설계
  - 구체적으로 어떤 컬러 매핑 디자인이 선호되는지 알아보는 실험 설계

### 3. 전문 음악가

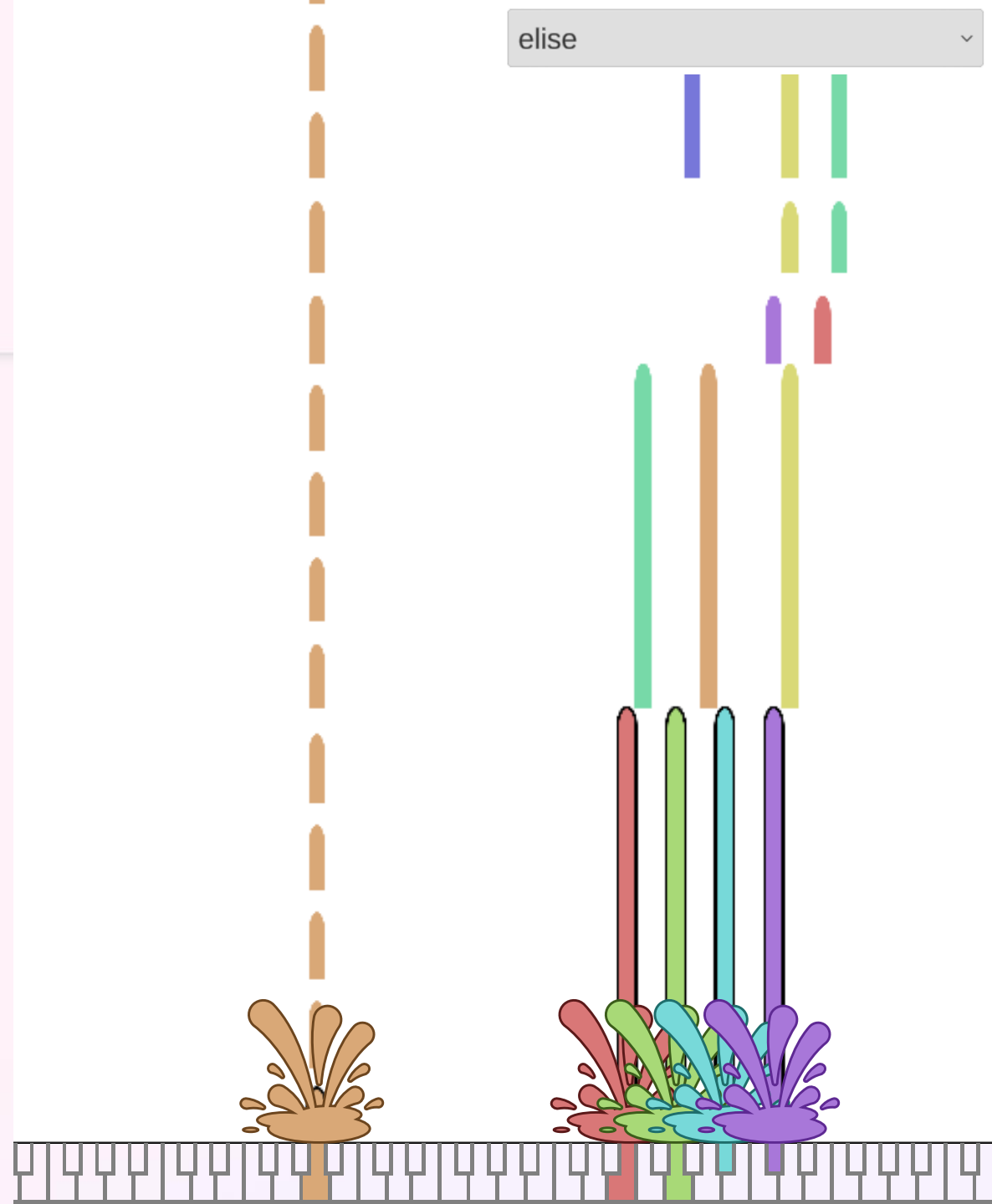
- 이 사람들에게서 이러한 시각화가 얼마나 의미 있을지는 직접 인터뷰해보기 전까지 잘 모르겠다.
- 어쩌면 조금은 도움이 될 수도 있지 않을까?
- 이 유저 그룹을 고려한다면,
  - 패턴, 조성, 음악 구조 분석이 얼마나 필요한지 묻는 인터뷰 진행
  - 악보와 피아노 롤 시각화 각각을 주고 어느 것이 음악 분석에서 더 효과적일지 비교하는 실험 설계
  - 시각화를 주고 자유롭게 흥미로운 부분을 탐색하도록 하는 실험 설계

응  
활  
응

언제? 어디서?

## 음악 영상

- 내가 작곡하거나 연주한 곡을 유튜브에 올릴 때!
  - 심미적 기능과 정보 제공의 기능을 동시에 충족
- 저 본인이 이런 프로그램을 필요로 합니다!
- 컬러 코딩만 잘 입혀도 훨씬 낫다!
  - 기존 시각화에 컬러 코딩 입히기는 전혀 어렵지 않다.



# 음악/연주 비교

- 연주 비교 (구현이 형 아이디어)
  - "내 쇼팽 곡 연주와 조성진의 쇼팽 곡 연주는 뭐가 다를까?"
- 곡 내 비교
  - "악장 대 나왔던 멜로디가 3악장에서 반복되는 것 같은데... 맞나?"
- 곡 간 비교
  - "이 곡이 저 곡을 표절한 것일 수도 있겠다는 느낌이 드는데, 왜 그런 걸까?"
- 실제 프로 연주가 및 아마추어 음악가들이 비교에 대한 수요를 얼마나 가지고 있을지 확인해야 한다.

# 음악회

- "저 이거 있으면 무조건 쓸 거예요!"
- "악장과 악장 사이에 혼자 박수 치는 실수 할 때 있잖아요..." (채린 누나 아이디어)
- 음악회에서 관람객의 곡 이해를 돕기 위해 사용!
  1. 무대 뒤 스크린에 의미 없는 영상 대신 이 시각화를 띄운다.
  2. 관람객에게 태블릿을 제공하여, 음악을 감상하면서 해당 음악의 시각화를 자유롭게 탐색할 수 있게 한다.
- 현재 연주하고 있는 부분을 오디오 인식을 통해 추적하여 보여주는 기술 필요

컨트리뷰션

---



# 연구 질문

- 가설: 피아노 롤 시각화에 적절한 컬러 코딩을 적용하면 음악을 분석함에 있어서 효과적이다!
- 음악 분석의 측면
  - 음악 패턴과 곡의 구조를 scalable하게 파악하기 좋다.
  - 곡의 조성 변화를 파악하기 좋다.
- 대중적 측면
  - 음악 지식이 없는 사람들도 곡의 조성 변화 등 음악적으로 흥미로운 부분을 시각적으로 발견할 수 있다.
- 심미적 측면
  - 보기 예쁘다.

## 하고자 하는 것

- 인터뷰를 통해 음악 분석과 관련한 사용자의 니즈를 파악한다.
- 사용자 실험을 통해 인지적 측면에서 특정 컬러 매핑 방식의 우수성을 보인다.
- 사용자가 원하는 음악을 시각화할 수 있는 분석 도구를 만들고 평가한다.
- 단태의 신곡 홍보도 하고 새 논문도 쓴다.

감사합니다!

---

Thank you!