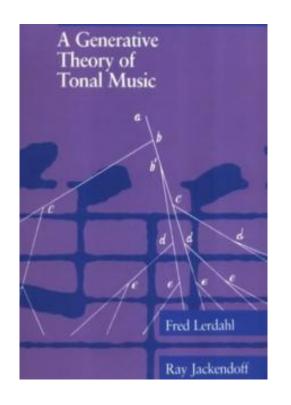
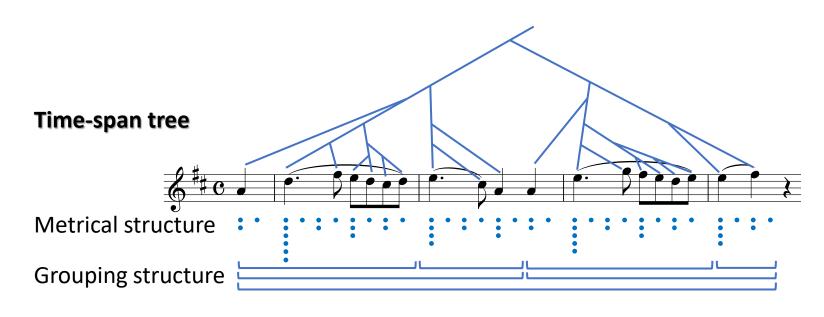
2022年度 JST-理研合同AIP公開シンポジウム ~ AI・情報学研究最前線とELSIを踏まえたAI社会の将来像 ~

AIと音楽 ~計算論的音楽理論最前線~ 理研AIPセンター 音楽情報知能チーム 浜中雅俊

AIP 音楽情報知能チームの研究: 計算論的音楽理論

• 音楽理論**GTTM**(Generative Theory of Tonal Music)の 計算機実装とその応用

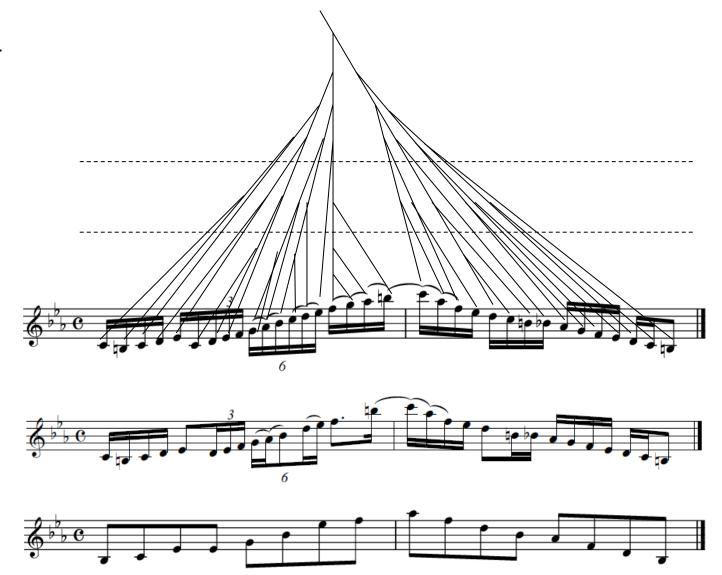


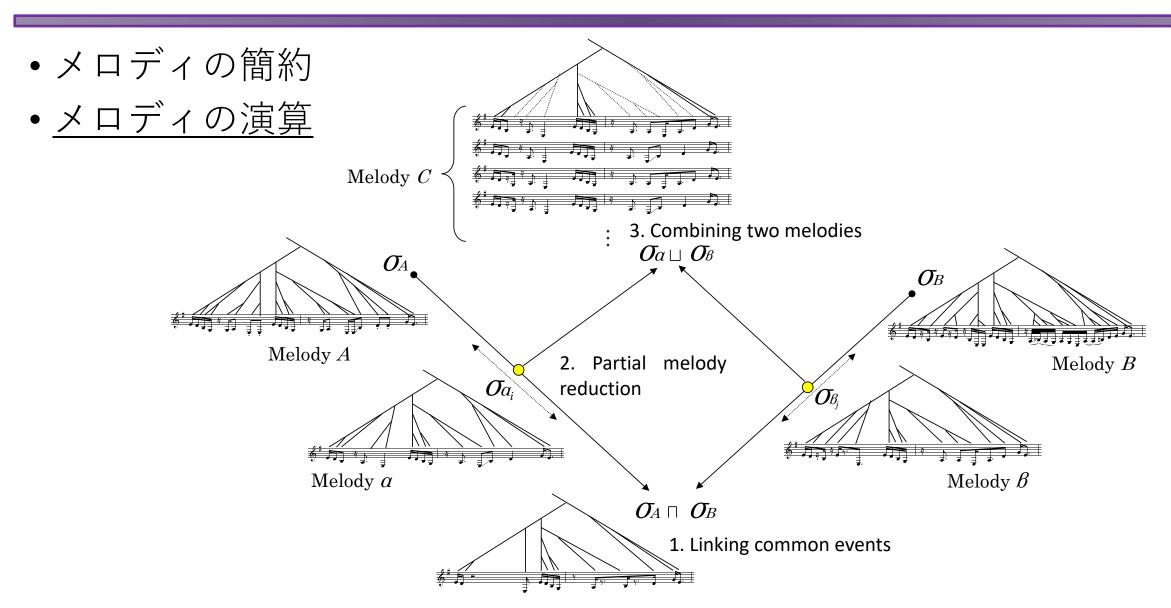


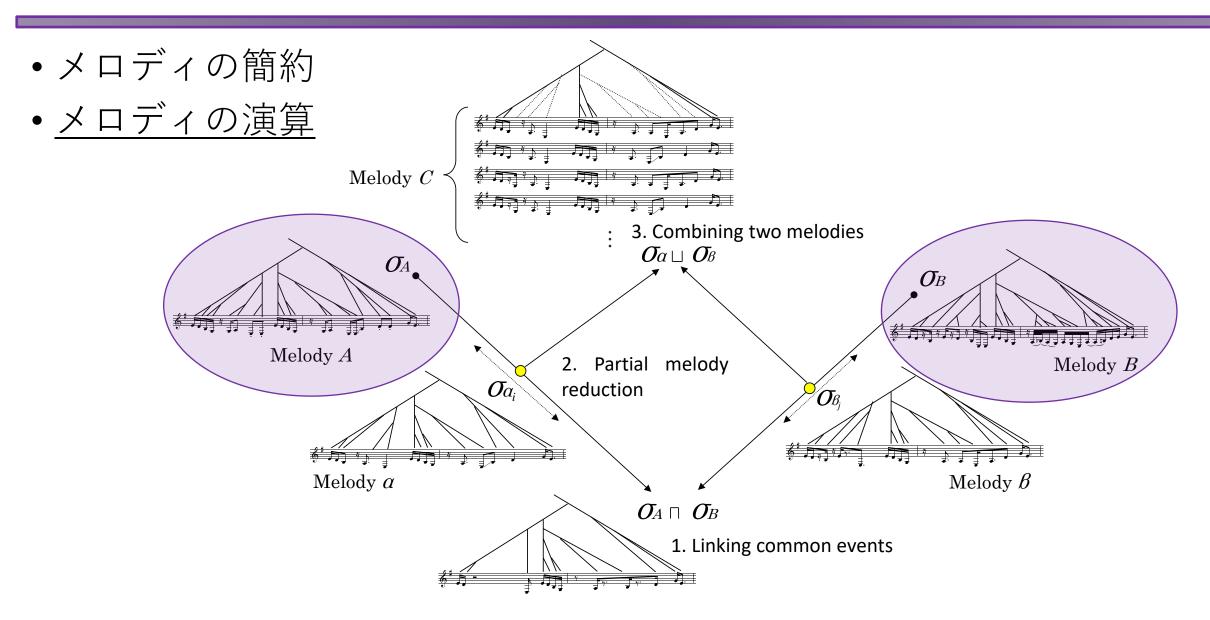
F. Lerdahl and R. Jackendoff, R, *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge, The MIT Press, 1983.

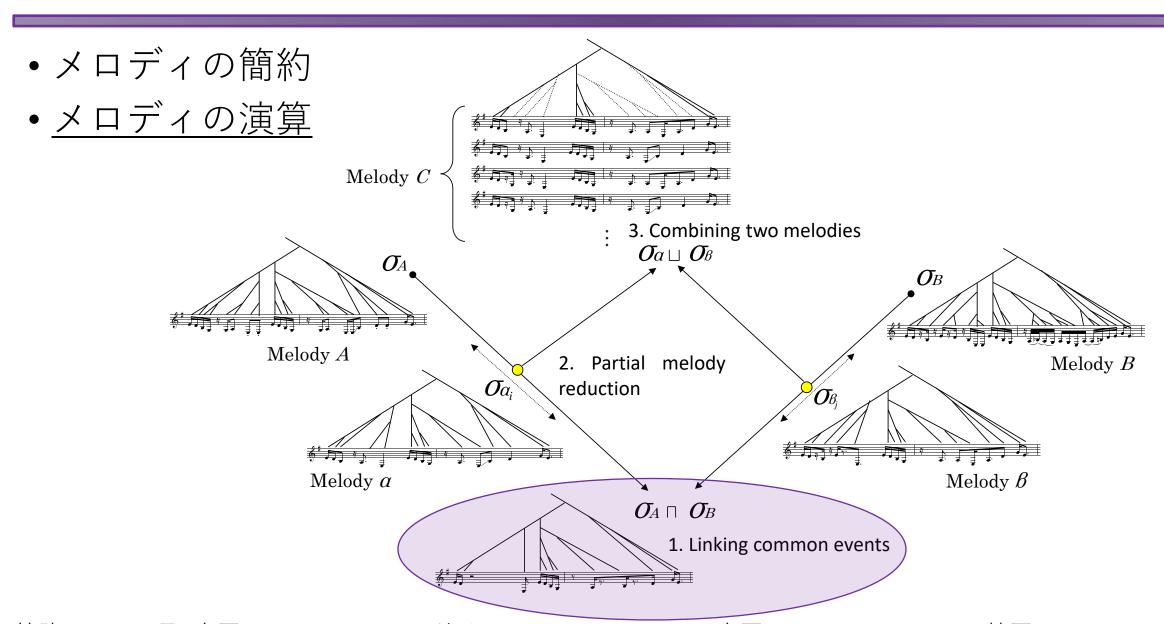
- メロディの簡約
- メロディの演算

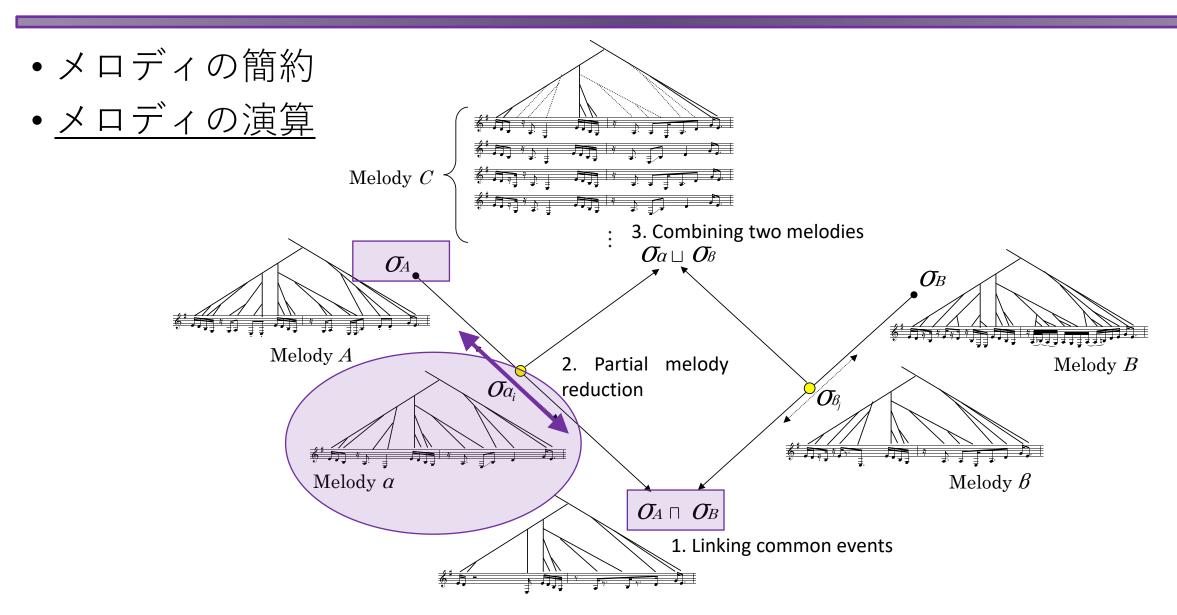
- メロディの簡約
- メロディの演算

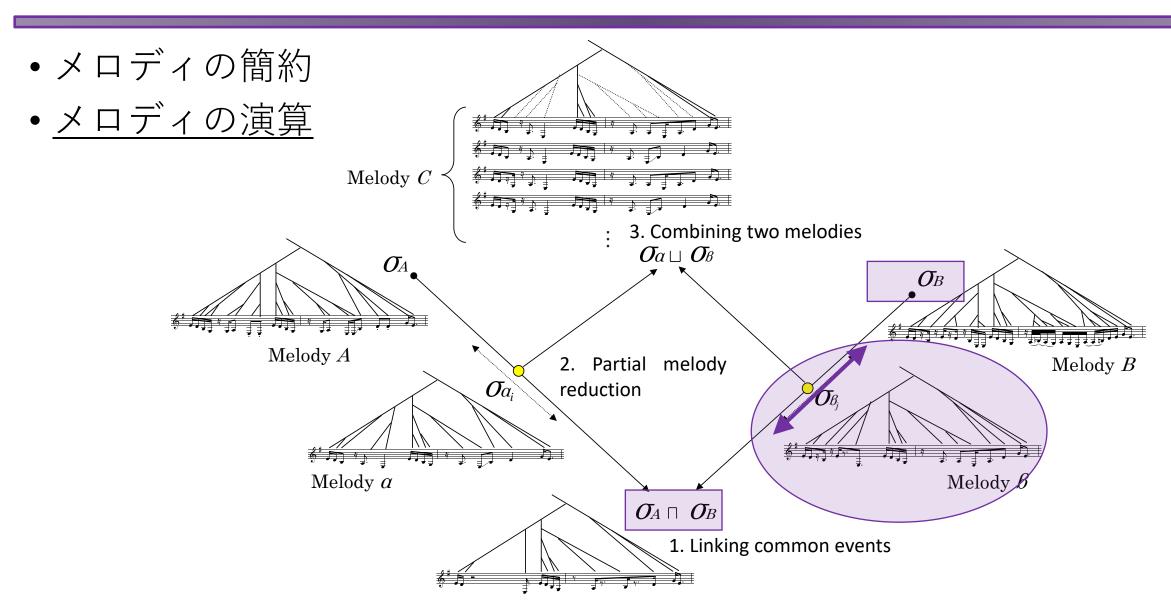


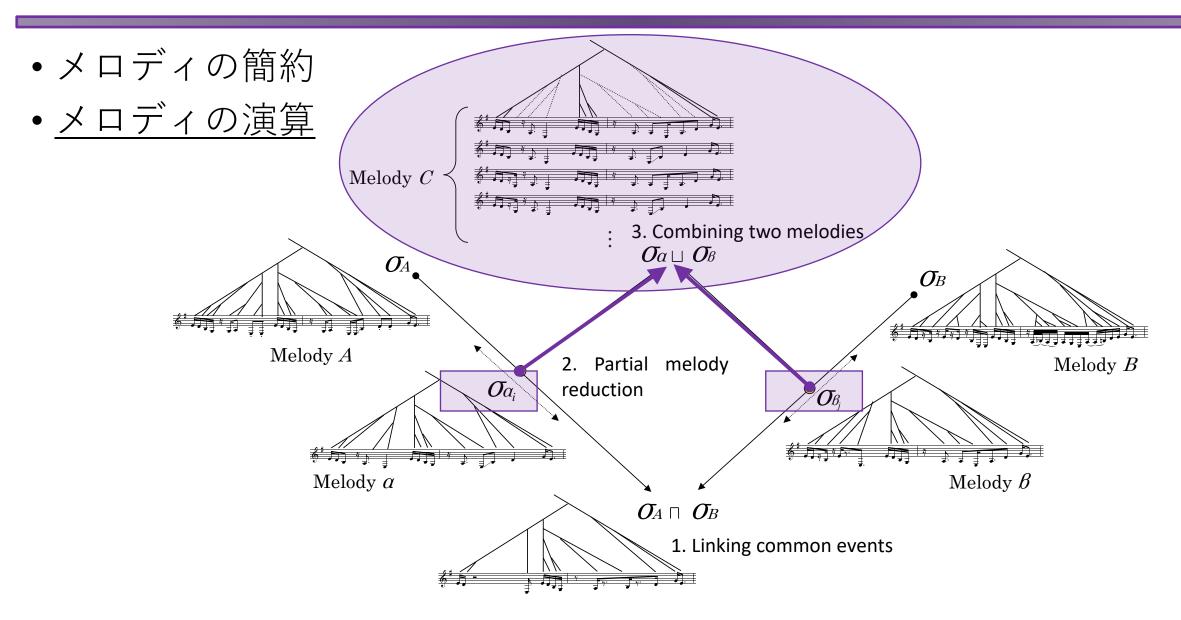












メロディモーフィングで何ができるか: Melody Slot Machine

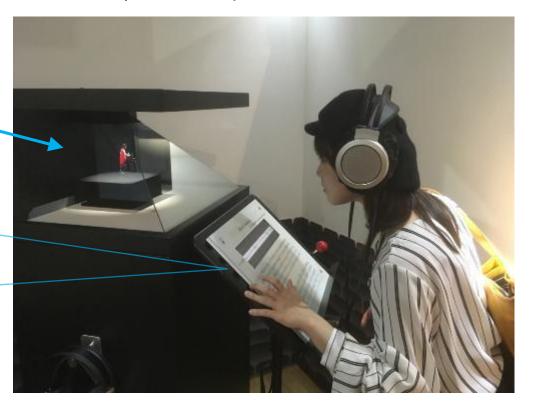
入力の2つのメロディとモーフィングでできたメロディはいずれも 構造が類似しているので一部を切り替えても違和感が少ない

Hologram display (Papper's ghost display)







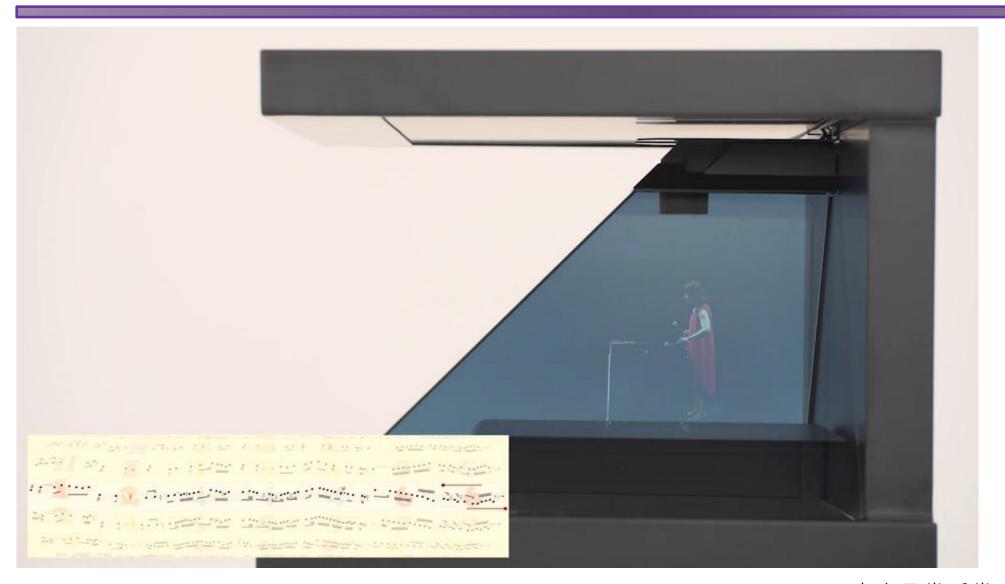


Melody No. 1: Horn Concerto No. 1/ Mozart

Melody No. 11: "La Gioconda" Dance of the Hours/Ponchielli

Melody Nos. 2 to 10: Morphed melody

Melody Slot Machine (ビデオ)



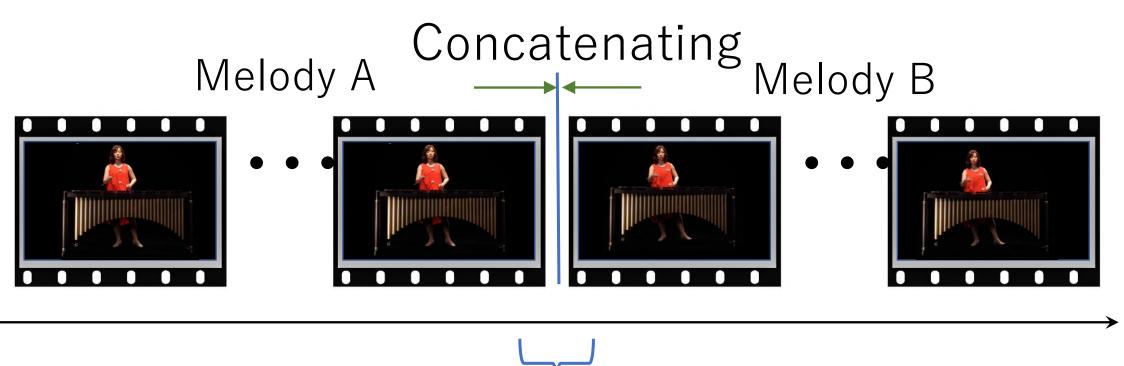


https://gttm.jp/hamanaka
/melody-slot-machine/

SIGGRAPH2019 Emerging Technologies Laval Virtual Revolution Research審査員賞受賞、羽倉賞奨励賞受賞、 IJCAI-19 Most Entertaining Video Award at IJCAI-19 AI Video Competition 受賞

Melody Slot Machineの映像

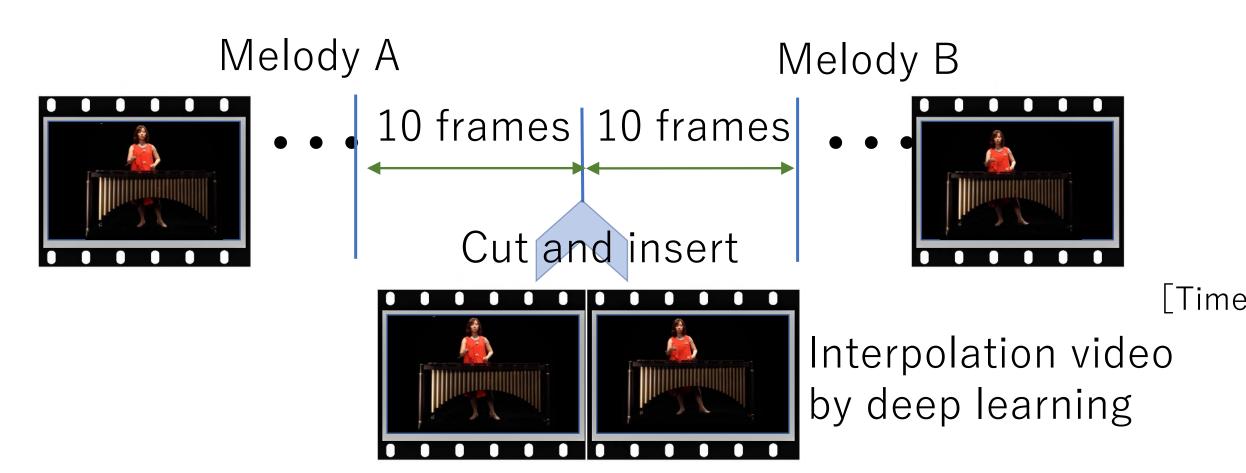
• 違うメロディの演奏映像はつながらない



Unnatural

Melody Slot Machineの映像

- 違うメロディの演奏映像はつながらない
- 深層学習に基づき生成した補間映像で滑らかに接続



Takayuki Nakatsuka, Masatoshi Hamanaka, Shigeo Morishima: "Audio-guided video interpolation via human pose features", Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP2020), pp.27-35, 2020.

Melody Slot Machineの映像

- 違うメロディの演奏映像はつながらない
- 深層学習に基づき生成した補間映像で滑らかに接続

Before interpolation After interpolation



• メロディモーフィング手法の実装

問題1: 音符の簡約順が決まっていない

問題2: 時間的に重複した音符が生成される

• タイムスパン木分析器の実装

問題3: 学習データの件数が少ない

問題4: 簡約プロセスの曖昧さ

メロディモーフィング手法の実装

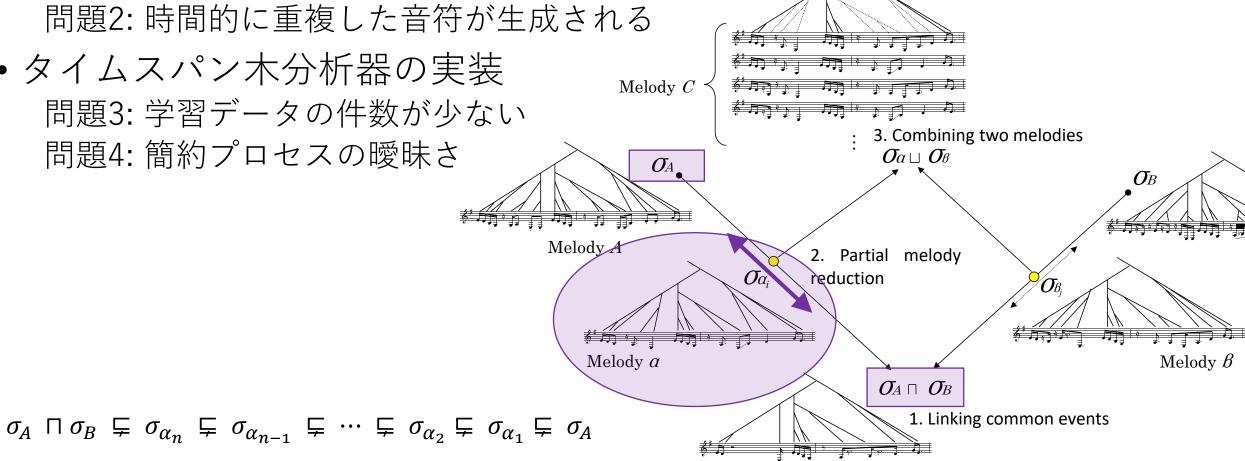
問題1: 音符の簡約順が決まっていない

問題2: 時間的に重複した音符が生成される

タイムスパン木分析器の実装

問題3: 学習データの件数が少ない

問題4: 簡約プロセスの曖昧さ



• メロディモーフィング手法の実装

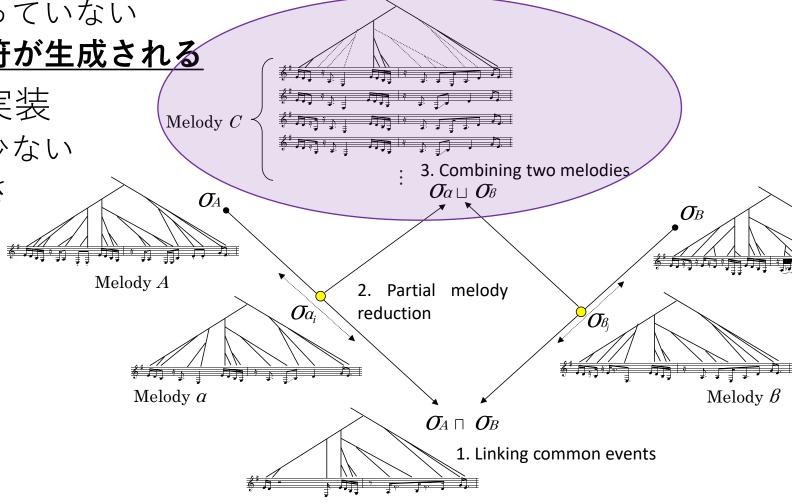
問題1: 音符の簡約順が決まっていない

問題2: 時間的に重複した音符が生成される

• タイムスパン木分析器の実装

問題3: 学習データの件数が少ない

問題4: 簡約プロセスの曖昧さ



• メロディモーフィング手法の実装

問題1: 音符の簡約順が決まっていない

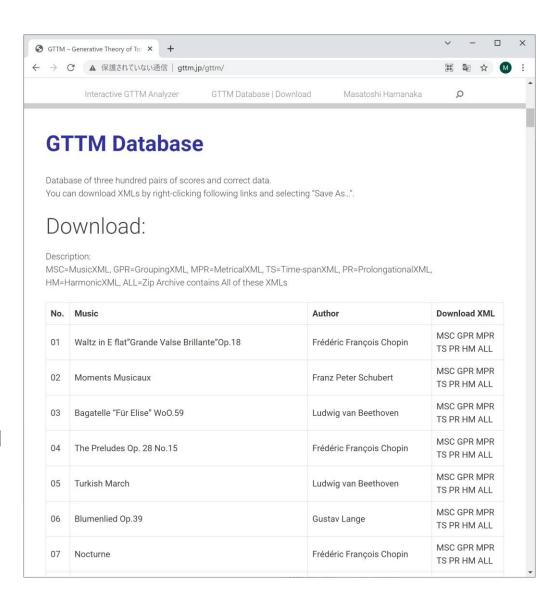
問題2: 時間的に重複した音符が生成される

• タイムスパン木分析器の実装

問題3: 学習データの件数が少ない

問題4: 簡約プロセスの曖昧さ

音楽家の手作業による分析で300曲の分析データベースを作ってきた



メロディモーフィング手法の実装

問題1: 音符の簡約順が決まっていない

問題2: 時間的に重複した音符が生成される

• タイムスパン木分析器の実装

問題3: 学習データの件数が少ない

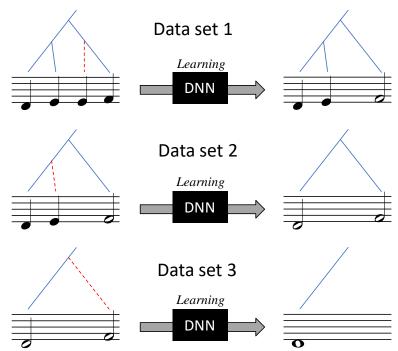
問題4: 簡約プロセスの曖昧さ

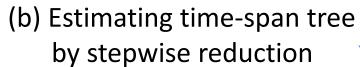
メロディ逐次簡約を提案

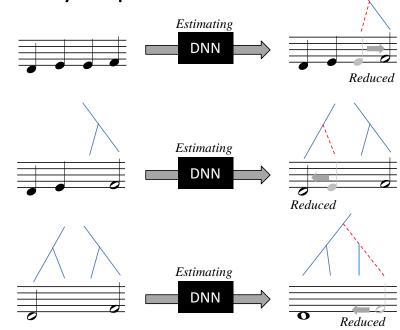
提案1: メロディ逐次簡約の提案

- 4音から3音、3音から2音、2音から1音という、1音ずつの簡約として 学習を行う
- 一音ずつの推定を繰り返すことでタイムスパン木を構成









• メロディモーフィング手法の実装

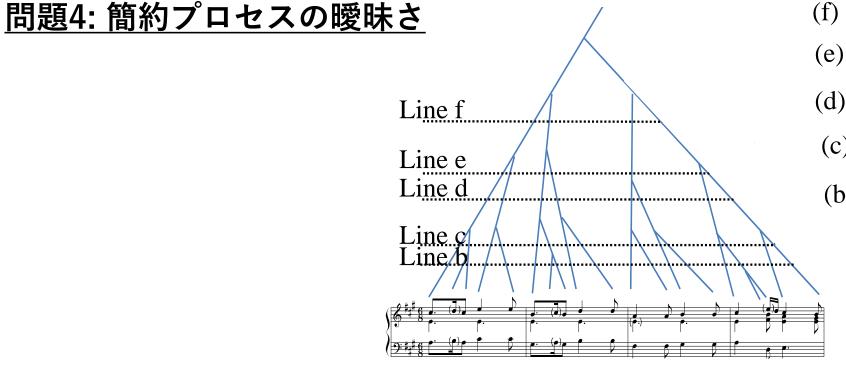
問題1: 音符の簡約順が決まっていない

問題2: 時間的に重複した音符が生成される

• タイムスパン木分析器の実装

問題3: 学習データの件数が少ない

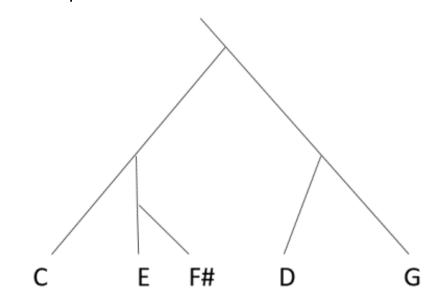
Time-span tree



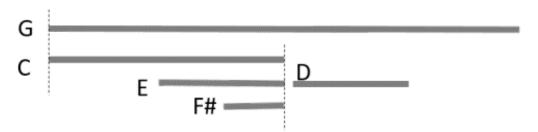
Muximumタイムスパン長によるタイムスパン木の枝のレベル

Muximumタイムスパン長とは、 あるピッチイベントが最も支配的 である時間. 区間の長さ

Time-span tree



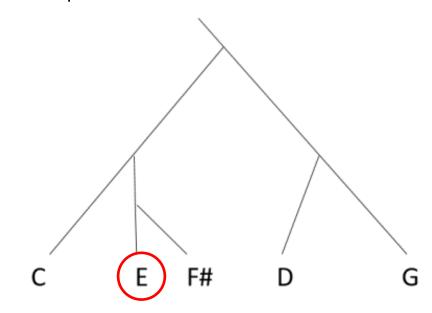
Maximum time-span



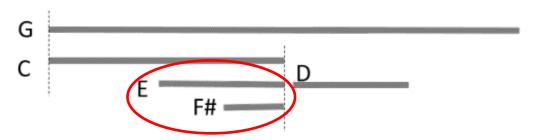
Muximumタイムスパン長によるタイムスパン木の枝のレベル

Muximumタイムスパン長とは、 あるピッチイベントが最も支配的 である時間. 区間の長さ

Time-span tree

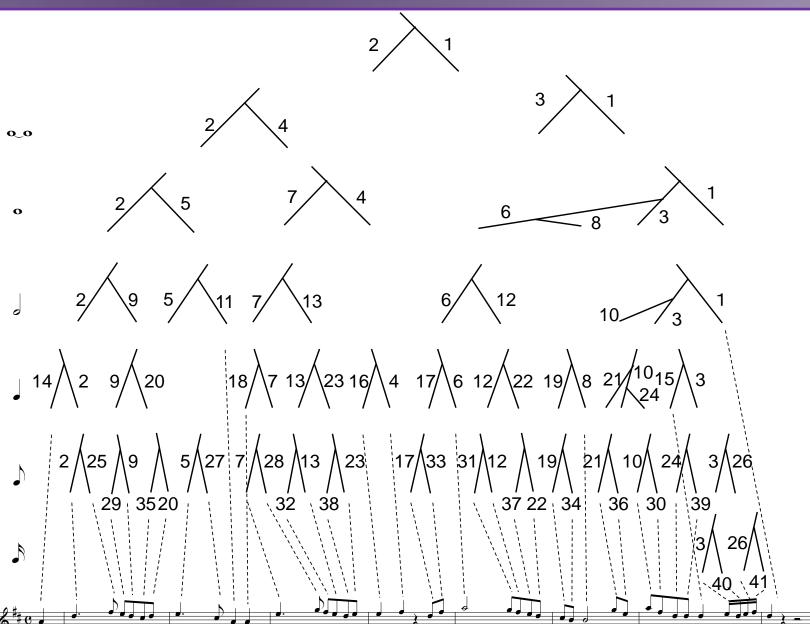


Maximum time-span



提案2: Maximumタイムスパンの長さに基づく優先順位付け

枝の優先順位を Maximumタイムスパン の長さに応じて決定



結果1: メロディモーフィングの自動化を実現

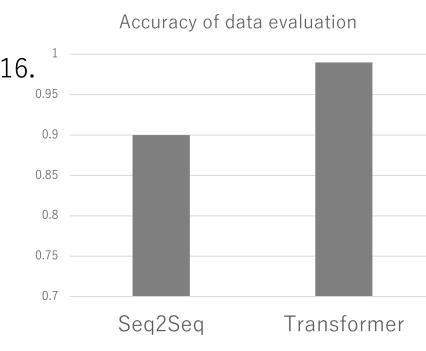
・上向き符幹はA,下向きはB



結果2: 逐次簡約の深層学習

- 300曲のGTTM分析データの9割で学習(7362件)、1割で評価(849件)
- 逐次簡約の前を入力、後を出力として深層学習
- 一つの音符を音名のアルファベットと整数化した音価で表現
- 簡約された音符の位置に"r" をいれる

Before reduction. \rightarrow After reduction. c14 c16 d30 c14 c12 c16 d20 c16. \rightarrow c14 c16 d30 c26 r c16 d20 c16. c14 c16 d30 c26 c16 d20 c16. \rightarrow c14 c16 d30 c26 r d36 c16. c14 c16 d30 c26 d36 c16. \rightarrow c14 c16 d30 r d62 c16. c14 c16 d30 d62 c16. \rightarrow c30 r d30 R2 d62 c16. c30 d30 d62 c16. \rightarrow c60 r d62 c16. c60 d62 c16. \rightarrow c62 r c78. c60 c78. \rightarrow r c138.



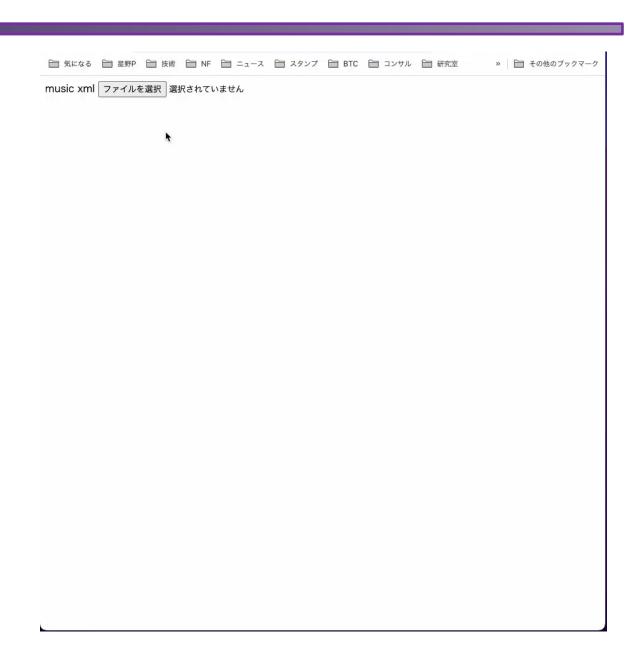
結果3: 逐次簡約の逆(逐次具体化)も深層学習可能

- 簡約後から簡約前の関係も深層学習可能であった
- 音符を追加したいところに"r"を入れると、そこに音符が追加されたメロディが生成できる

```
Before reduction. \leftarrow After reduction. c14 c16 d30 c14 c12 c16 d20 c16. \leftarrow c14 c16 d30 c26 r c16 d20 c16. c14 c16 d30 c26 c16 d20 c16. \leftarrow c14 c16 d30 c26 r d36 c16. c14 c16 d30 c26 d36 c16. \leftarrow c14 c16 d30 r d62 c16. c14 c16 d30 d62 c16. \leftarrow c30 r d30 R2 d62 c16. c30 d30 d62 c16. \leftarrow c60 r d62 c16. c60 d62 c16. \leftarrow c62 r c78. c60 c78. \leftarrow r c138.
```

作曲支援システム

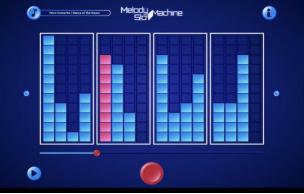
- ・タイムスパン木の逐次簡約・逐次 具体化・演算の自動化が可能に
- それらを利用した作曲支援システムを構築中
- メロディに変更を加えたい部分を 選択すると変更候補が提示される
- 音楽初心者でも曲の編集が可能に
- プロの作曲家は制作効率を向上

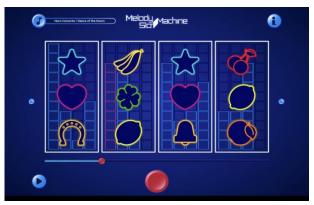


アプリ版Melody Slot Machine

- iPad版ではバリエーションの変化をマークで表現
- 同じマークがそろうとExcellentなどと表示される











iPhone版

https://gttm.jp/hamana ka/melodyslotmachine/



iPad 版 https://gttm.jp/hamanak a/melodyslotmachinehd/



アプリ版Melody Slot Machine (ビデオ)

- iPad版ではバリエーションの変化をマークで表現
- 同じマークがそろうとExcellentなどと表示される





iPhone版

https://gttm.jp/hamana
ka/melodyslotmachine/



iPad 版 https://gttm.jp/hamanak a/melodyslotmachinehd/

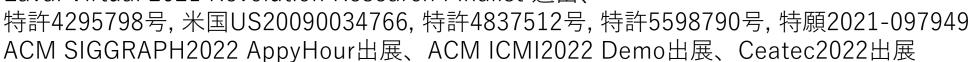


コンサート体験アプリSound Scope Phone/Pad

- からダウンロード
- フロントカメラ映像から頭部方向を検出し3D音響を再現
- 耳を澄ませるポーズで正面の楽器音を強調











iPad版 https://gttm.jp/ hamanaka/ soundscopepad/



コンサート体験アプリSound Scope Phone/Pad

App Store からダウンロード

- フロントカメラ映像から頭部方向を検出し3D音響を再現
- 耳を澄ませるポーズで正面の楽器音を強調



iPhone版

https://gttm.jp/ hamanaka/ soundscopephone/



iPad版 https://gttm.jp/ hamanaka/ soundscopepad/



Sound Scope Phone/Padに新コンテンツ追加

App Store からダウンロード

iPhone版

hamanaka/

https://gttm.jp/

- Wild Birds: 国立環境研究所 生物多様性領域 福島地域協働研究拠点の提供
 - 帰還困難区域とその周辺で野鳥の声のモニタリングを行いその音声から種を判別する イベント「バードデータチャレンジ」を開催(2015年-18年)
 - アプリに野鳥の声コンテンツを追加することで、野鳥の声の聴き分け体験が可能に



soundscopephone/





https://gttm.jp/ hamanaka/ soundscopepad/



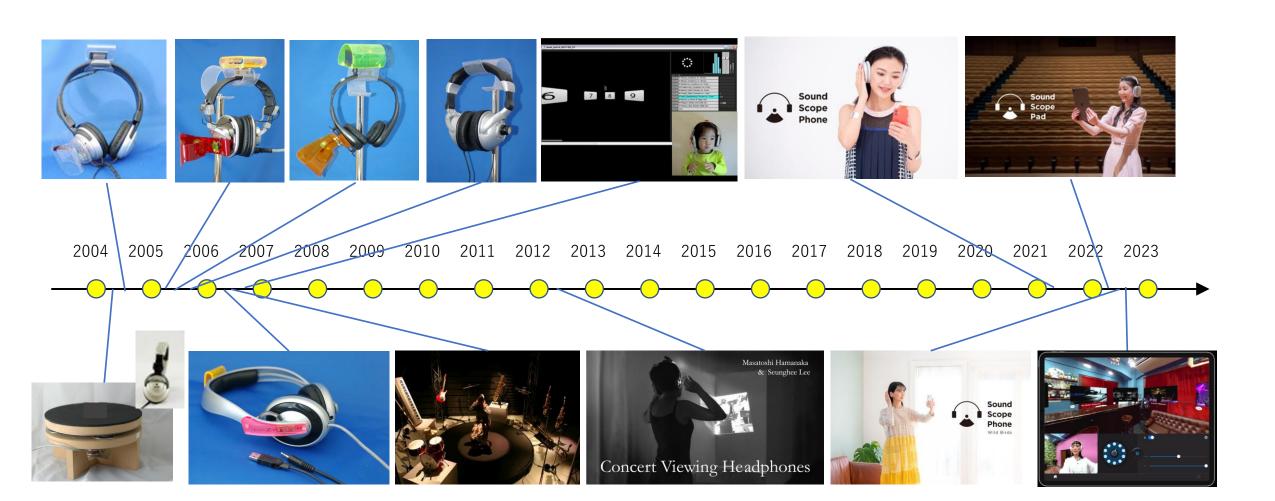
Summarization

Reproducing music

Melody expectation

• タイムスパン木の獲得・演算の自動化が可能になった deepGTTM-I deepGTTM-II Time-span tree Interactive GTTM Analyzer $\sigma GTTM II$ generation tool ATTA: Automatic Time-span Tree Analyzer pGTTM based on PCFG $\sigma GTTM$ B B P P B <u>Web-based Time-span Tree Edit</u>or PATTA: Polyphonic Music Time-Span deepGTTM-III Tree Analyzer FATTA: Full ghas in secure sooil secures wil exercise Metrical structure analyzer Automatic Time-span σGTTMIII Tree Analyzer based on PCFG الماليل الماليل الماليل الماليل Grouping structure analyzer Polyphonic Music Time-Span Tree 2019 202b 2024 2022 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 music xml ファイルを選択 選択されていません Composing system Melody AND Melody extrapolation morphing Melody ShakeGuitar HD Rendering ShakeGuitar

• 能動的な音楽鑑賞がiPhone/iPadのみで可能に



今後の予定

- 作曲支援システムの操作性を改善し公開
- ユーザビリティを向上したバージョンへのアップデート
- プロミュージシャンが提供する曲を追加予定(作曲中)

