

# 統計モデリング技術による技能者の暗黙知解明の研究 - 音楽情報処理 / 自動演奏表情付けの事例 -

愛知産業大学・准教授 奥村 健太

## 1: 問題と解法の設定

### 演奏者が楽譜から演奏を生成する過程の捕捉と再現

- 人間の演奏者による演奏事例を蓄積して選択的に使用
- 事例の特徴を保持しつつ自然な滑らかさを持つ演奏を生成
- 蓄積可能な事例は有限・生成する楽曲は事例に対して未知

### 既存の演奏事例からいかに最適な素片を選択するか

- 動的計画法による最適解の探索を提案
- 局所的情報に基づく指標により、選択すべき事例の相応しさを評価

### 演奏内容に最適な表情の評価

- 楽譜の情報を関連付けて事例の特徴を表現する確率モデル (提案済) を活用
- それらを分類した木構造により、事例の特徴とその生成条件を共に説明可能
- 未知の楽曲に対してもその特徴を反映した演奏の生成に有効

## 2: 指示情報を用いた暗黙知のモデル化

### 事例の生成条件の説明

Each value of contexts are added as a label to deviation of each note to build a context-dependent model.

- 演奏表情の生成に楽譜中の局所的な演奏指示への依存を仮定
- 網羅的な楽譜情報を関連付けた確率モデルを事例ごとに学習

音符の演奏表情に関連

- 和声に関する楽譜の情報

拍の演奏表情に関連

- 律動に関する楽譜の情報

事例の生成条件の体系化

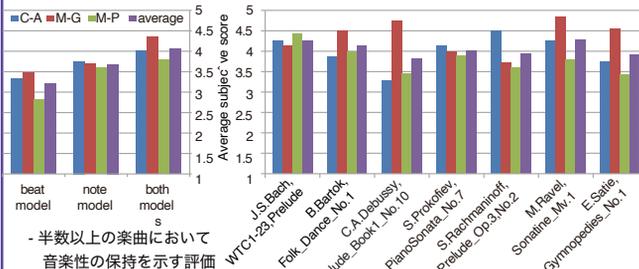
- 代表的な演奏パターンを局所的な楽譜の情報に基づいて自動分類
- 未知の演奏指示にも対応可能
- 今回の問題に高い親和性

## 4: 手法の評価

- 3名の演奏者の特徴をモデル化
- C-A: F. F. Chopin's 12 titles by V. Aashkenazy
  - M-G: W. A. Mozart's 4 titles by G. Gould
  - M-P: W. A. Mozart's 11 titles by M. J. Pires

### 生成した仮想演奏の人間性と音楽性

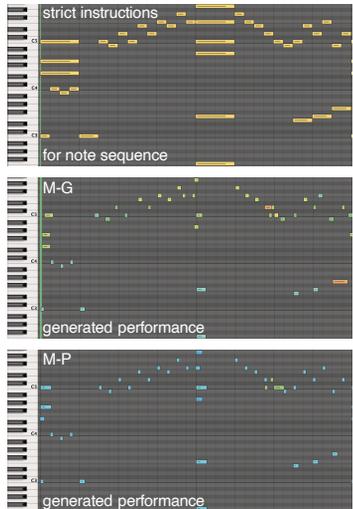
- モデルの学習内容と大きく異なる内容の楽曲の演奏を生成
- 一般の聴者 20 名による主観評価を実施 (score: 1 = random, 3 = with humanity, 5 = with musicality)



- 半数以上の楽曲において音楽性の保持を示す評価
- 任意の演奏指示に適切な表情を持つ仮想演奏を限られたデータから生成しうる

### 可視化による評価

- 2名の演奏者の特徴を比較し、既知演奏の再現を検証
- 生成演奏の表情における拍と音符の変動を可視化



### 拍に関する表情の再現

- 特徴の捕捉と再現には音符よりも高い困難さがある
- 楽譜の情報と最適事例選択のための評価尺度の設計にさらに検討が必要

### 音符に関する表情の再現

- 声部などによる特徴的パターンの相違の生成を確認
- 各種装飾記号による演奏指示下では一般的に妥当な演奏表現の生成を確認
- 変更部分の捕捉と再現に成功：記譜外音符の生成の可能性にも適切に対応

## 3: 演奏生成過程の自動化手法の提案

### 楽譜に基づく演奏の生成過程



### 芸術的な意図に基づく逸脱

- 楽器の操作と厳密な演奏内容との相違：表情を形成する主要因
- 音符と拍の変動に関する要素の並走
- 確率過程に基づく生成：内容の変更がある程度許容される

### 変更の可能性への対応

- 演奏内容との照合に際し、演奏者の想定による架空の楽譜を定義
- 変更の生成の可能性とその内容を楽譜の情報と逸脱の値により捕捉

### 最適な表情を付与する事例の評価

contents of sequence to generate performance expression

モデルの木構造が示す演奏パターン

- ルート：事例全体の大きな傾向
- リーフ：任意の文脈に特化した傾向

演奏内容に最適な表情を持つ事例

- 木構造上で対応する事例とは限らない
- 全事例の探索は現実的に困難

決定木のバックオフ

- 適切な表情を持つ事例の探索に決定木の構造を活用
- 評価対象とする事例の段階的拡大を実現

### 最適な表情を持つ事例の評価

- 直前と当該の局所的演奏指示に対して任意の事例の選択と連結を仮定
- 選択事例自身の尤度と直前の事例とのデルタの尤度の直積を評価尺度に使用

### 演奏指示に最適な表情の転写

- 動的計画法による最適解系列の一意な決定
- 音符と拍の演奏指示に対して最適解となった演奏パターンの逸脱量を転写
- 楽譜の情報と逸脱量により楽譜に不一致な変更系列の再現にも対応

## 5: まとめ・今後の展望

### 楽譜の局所的情報に基づく最適な演奏パターンの探索による演奏の生成過程の自動化手法の提案

- 生成演奏の人間性・音楽的に一定の評価を獲得
- 局所拍変動のモデル化能力の向上や最適系列の評価関数の見直しが必要
- 生成演奏が保つ個性の評価、自動演奏生成システムとしての提案など