

事例に基づく演奏表情生成システムにおける 事例検索結果の調査とその評価

清水 厚志[†] 鈴木 泰山[‡] 野池 賢二^{††} 金子 雄介^{‡‡} 徳永 幸生[†] 杉山 精[†]

[†]芝浦工業大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 [‡]株式会社ピコラボ

^{††}株式会社トランス・ニュー・テクノロジー ^{‡‡}株式会社日本総合研究所

1. はじめに

事例に基づく演奏表情生成システムの一つ "Kagurame Phase-II"[1][2][3]では、演奏表情生成の過程において楽譜の類似度を評価するために入力楽譜と演奏事例 DB の楽譜を旋律断片に分割する。そして、旋律断片類似性評価式によってそれぞれの旋律断片を比較し、算出した類似度に基づいて演奏事例 DB の実演奏情報を入力楽譜に適用する。

本報告では、本システムにおける演奏表情生成過程の根本部分である「楽譜構造の類似性の評価」に着目し、入力楽譜のそれぞれの旋律断片に対して演奏事例 DB のどの旋律断片が使われたかの調査を行った。また、調査によって得られたデータを統計的に処理し、定量評価を行った。

2. 事例に基づく演奏表情生成システム

本研究で用いた事例に基づく演奏表情生成システム "Kagurame Phase-II" の構成を図 1 に示す。

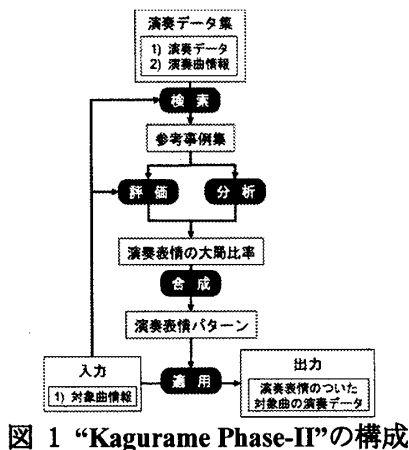


図 1 “Kagurame Phase-II”の構成

Kagurame が類似事例を検索するときに必要なとする情報のひとつに、楽曲の境界情報がある。これは、楽曲の階層的な「まとまり」を示す情報であり、これを基に楽曲を階層的な旋律断片に区切り、それを検索単位として類似フレーズを探し出す。

入力楽譜の旋律断片の集合を $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_m\}$ 、演奏事例 DB の旋律断片の集合を $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ とする。 S と T の直積 $S \times T = \{(s_1, t_1), (s_1, t_2), (s_1, t_3), \dots, (s_m, t_n)\}$ を求め、すべての旋律断片の対 (s_i, t_j) について s_i と t_j の類似度を評価する。旋律の類似性を評価する際には、以下の 4 つの旋律類似性評価式を用いる。

- 1) LengthEvaluator : 旋律の長さの類似性 $D_l(s_i, t_j)$
- 2) KeyRateEvaluator : 音高の類似性 $D_k(s_i, t_j)$
- 3) RhythmEvaluator : リズムの類似性 $D_r(s_i, t_j)$
- 4) HarmonyEvaluator : 音階の類似性 $D_h(s_i, t_j)$

これらの 4 つの旋律類似性の値をさらに式(1)により正規化して合計し、 s_i に対する t_j の重要度 $R(s_i, t_j)$ とする。 R が大きいほど、重要度が大きい旋律断片であることを表す。

$$R(s_i, t_j) = e^{-(A_l D_l + A_k D_k + A_r(1 - D_r) + A_h(1 - D_h))} \quad (1)$$

$A = (A_l, A_k, A_r, A_h)$ は重み付け変数であり、それぞれ 0 以上の値をとる。この変数を増加させると演奏生成に用いられる参考事例の数は絞られ、類似性の高い旋律断片の重要度が相対的に高くなる。

対象曲の 旋律断片	旋律断片ID	位置・深さ・長さ	検索結果
	1937	13.0 (6) 6.0	3 samples

類似している 演奏事例DBの 旋律断片のリスト	旋律断片ID	位置・深さ・長さ	重要度
	1937	13.0 (6) 6.0	0.6209
	1972	25.0 (6) 6.0	0.0029
	2030	49.0 (6) 6.0	0.0010

図 2 参考事例となる旋律断片のリスト

3. 楽譜構造の類似性と演奏表情生成の関係

Kagurame では、楽譜構造の類似性評価によって算出された重要度に従って演奏表情生成を行う。このため、類似性評価の精度を高めることは人間らしい演奏を生成する上で重要である。そこで、演奏事例 DB に入力楽譜と同一の曲を含める Closed-Test で演奏生成を行い、評価式パラメータ A と重要度の関係を分析する。

Investigation and Evaluation of Search Results of Case in a Case-Based Performance Rendering System

- [†] Atsushi SHIMIZU
- [‡] Taizan SUZUKI
- ^{††} Kenzi NOIKE
- ^{‡‡} Yusuke KANEKO
- [†] Yukio TOKUNAGA
- [†] Kiyoshi SUGIYAMA

- [†] Department of Electrical Engineering and computer Science, Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology
- [‡] PicoLab Co., Ltd.
- ^{††} Trans New Technology, Inc.
- ^{‡‡} The Japan Research Institute, Limited.

s_i と同一の旋律断片 t_j を「 s_i における正解の旋律断片」と仮定する。そして、 s_i における正解の旋律断片の重要度の比率 $R_c(s_i)$ を式(2)で算出する。

$$R_c(s_i) = \frac{R(s_i, t_j)}{\sum_{k \leq n} R(s_i, t_k)} \quad (2)$$

この $R_c(s_i)$ から、入力楽譜全体の正解の旋律断片の重要度の比率 $ratio_R$ を式(3)で算出する。なお、 $l(s_i)$ は旋律断片 s_i の長さ、 L は入力楽譜から生成された旋律断片の長さの総和である。

$$ratio_R = \sum_{i \leq n} \frac{R_c(s_i) \cdot l(s_i)}{L} \quad (3)$$

また、楽譜構造の類似性が演奏表情生成に及ぼす影響を調べるために、システムが生成した演奏と演奏事例 DB の実演奏データの相違度 $ratio_E$ を式(4)で算出し、定量評価を行う。

$$ratio_E = \frac{1}{n} \sum_{i \leq n} \left| \ln \frac{E_{kp2}(i)}{E_h(i)} \right| \quad (4)$$

$E_{kp2}(i)$ はシステムが生成した i 番目の音符の演奏表情の値であり、 $E_h(i)$ は人間の実演奏の i 番目の音符の演奏表情の値である。また、 n は楽曲中に含まれる音符の総数である。相異度が小さいほど、実演奏とシステムの演奏に近いことを表す。

4. 実験結果

今回の実験では、楽譜情報および演奏事例 DB として CrestMusePEDB[5]に収録されている以下の4曲を用いた。

- F. Chopin, Preludes No. 4 Op.28-4
- F. Chopin, Preludes No. 7 Op.28-7
- F. Chopin, Preludes No. 20 Op.28-20
- F. Chopin, Waltzes No. 4 Op.64-2

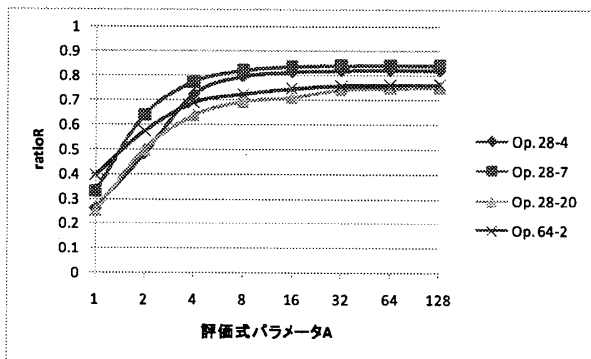


図3 評価式パラメータと $ratio_R$ との関係

図3は、Closed-Testにおける評価式パラメータ A と楽曲全体の正解の旋律断片の重要度の比率 $ratio_R$ との関係グラフ化したものである。 A の値が大き

くなるにつれて $ratio_R$ の値が増加し、一定の値に収束していることがわかる。

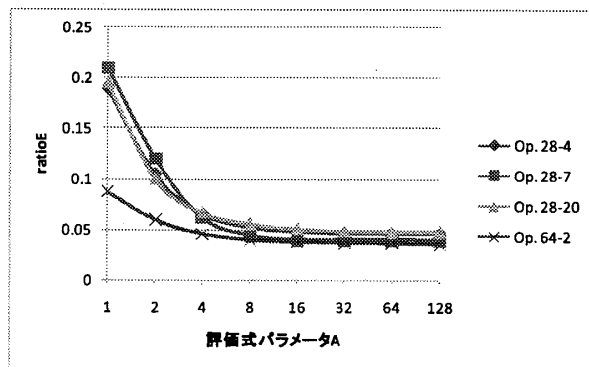


図4 評価式パラメータと $ratio_E$ との関係

図4は、Closed-Testにおける評価式パラメータ A と相異度 $ratio_E$ との関係グラフ化したものである。曲によって違いはあるが、 A の値が大きくなるにつれて $ratio_E$ の値が減少し、一定の値に収束していることがわかる。

図3と図4を比較すると、 $ratio_R$ の値が増加するに従って $ratio_E$ の値が減少していることがわかる。これらのことから、楽譜構造の類似性評価と演奏表情生成との強い関連が明らかになった。

5. まとめ

本報告では、本システムにおける演奏表情生成過程の根本部分である「楽譜構造の類似性の評価」について述べた。

今後は、対象曲と異なる曲を演奏事例 DB に用いた Open-Test 形式で生成を行い、さまざまな組み合わせで生成した演奏を定量的、定性的に評価していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 鈴木泰山, 徳永健伸, 田中穂積: 事例に基づく演奏表情の生成, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.4, pp1134-1145, 2000.
- [2] 金子雄介, 鈴木泰山, 徳永幸生: 事例に基づく演奏表情生成システムにおける表情生成式の最適化, 情報処理学会研究報告 音楽情報科学, 2004-MUS-58, Dec 2004.
- [3] 清水厚志, 鈴木泰山, 野池賢二, 金子雄介, 徳永幸生, 杉山精: 事例に基づく演奏表情生成システムにおける旋律断片自動生成アルゴリズムの改良と評価, 情報処理学会研究報告 音楽情報科学, 2007-MUS-72, Oct 2007.
- [4] 平賀瑠美, 平田圭二, 片寄晴弘: 蓮根, 目指せ世界一のピアニスト, 情報処理, Vol.43, No2, pp.136-141, 2002.
- [5] CrestMusePEDB - 音楽演奏表情データベース <http://www.crestmuse.jp/pedb/>