

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23520189

研究課題名(和文) 音色記号からのコンピュータ音楽音の合成

研究課題名(英文) Computer Music Sound Synthesis from Timbre Symbol

研究代表者

小坂 直敏 (OSAKA, NAOTOSHI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：20366389

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：先端芸術音楽としてのコンピュータ音楽では、音楽の表現、伝達、保存および理論化のために、まず音色を記号化する必要がある。記号化にあたり、一般環境音に対する音色記号の知覚特性について調べた。その結果、ひとつの音の平仮名の中央文字列からの文字数で正規化した分散は一般に言語音より大きく、0.37-4.54まで広く分布することがわかった。また、同分野の制作支援ツールとして、任意の音色を音色記号から検索できる「電子音色辞書」を製作している。今期はWxWidgetsを用いた、MacOS, Windows, Linux上で動作するクロスプラットフォームの機能や多言語化などを実現し、一般ユーザに配布可能とした。

研究成果の概要(英文)：In order to represent, communicate and preserve artistic computer music, it is necessary to symbolize timbre. Firstly perceptive characteristics are studied for general environmental sounds by psycho-acoustic experiments. Both IPA (International Phonetic Alphabet) and "hiragana" were used as timbre symbols. The clarified facts from the experiments includes that the variance normalized by the number of symbols from median strings for one timbre written in "hiragana" largely varies from 0.27 to 4.54. We have also been developing "Electronic Timbre Dictionary" which enables timbre search from timbre symbol as a supporting system for a computer musicians. In this term, functions of cross platform for MacOS, Windows and linux, and multilingualization were realized. Moreover, the system was open to general users and available via network.

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：芸術学・芸術史・芸術一般

キーワード：音色 音色合成 電子音色辞書 音色記号 IPA

1. 研究開始当初の背景

先端芸術音楽としてのコンピュータ音楽では、音色を重要視する流れが二十世紀中に確立した。音楽の表現、伝達、保存および理論化のためには、まずこの音色を記号化することが必要である。そのための支援ツールとして、これまでに電子音色辞書の擬音語による検索ができるプロトタイプを作成した。この研究を発展するために、システムをさらに精緻化し、多くのユーザを獲得すべくシステムを発展させ、新たな記号の設計に向けて準備し、作曲家が必要と思う音をできるだけ容易に入手する方法を確立する必要がある。

2. 研究の目的

作曲家が作曲に必要な音を具体的に入手するシステムを構築するために、音の聞こえに基づく音色記号から音を検索/および合成するシステムを構築する。

3. 研究の方法

この目的のために、以下の研究を行った。
 (1)音色記号について、そもそも音の聞こえとどのような関連があるか、その知覚特性について検討する。
 (2)電子音色辞書は本研究年度の前年までに(2010年度中)プロトタイプを作成した。本研究期間中にシステムの精緻化と実用化(配布化)をめざした。
 (3)学会発表や、同システムを用いた楽曲の制作、およびレクチャーコンサート開催による音色データを用いた楽曲作りの啓蒙とシステムの広報を行い、同システムを用いる必要のある音楽構成の準備を行った。

4. 研究成果

(1)音色記号の知覚特性

さまざまな環境音に対し、音色記号を用いた場合の知覚特性を検討した。音色記号は、ひらがな表記と IPA(International Phonetic Alphabet)表記の2種類を検討した。記号列の距離を表すレーベンシュタイン距離を用いて中央文字列を定義し、この値を用いた分散値をさらに文字数で正規化して尺度とした。

表1に各音色の聞こえをIPAで記述したときの知覚実験の結果を示す。実験に用いた音の種類と平均文字列、および、文字数で正規化した分散値を示す。実験に用いた音を大分類すると、水音、動物の鳴き声、楽音、言語音、その他の環境音である。

環境音をひらがなで被験者に記述させると、その再現性は分散値で0.37-4.54まで分布した。全体の分散の平均は1.63と小さく、総じて再現性はあることがわかった。

また、被験者個人内の分散は0.012-2.33と幅広く分布し、同じ音に対して個人により知覚の難易度が異なることがわかった。

また、図1に表1と同じ音に対し音色の聞こえをひらがなで記述したときの同様の分

表1 IPAで表記した場合の音色記号列の分散値

番号	大分類	音の種類	平均文字列	分散
1	水音	水滴1	pitʃ pit	1.9
2		水滴2	puon	2.91
3		物が水にゆっくり入る音	tʃ ptʃ	3.47
4		物が水に素早	pon	2.61
5	動物	キビタキ	piui	8.28
6		象の叫び音	hu	2.88
7		雉	k	2.99
8		オウム	kntʃiwə	5.05
9	楽音	鈴	ʃrin	2.43
10		ピアノ	to	1.72
11		三味線	t n	1.55
12		フルート	le	1.65
13	言語音	h(中国音韻)	hə	0.75
14		f(中国音韻)	fə	1.02
15		r(中国音韻)	J, i, ε	2.14
16		er(中国音韻)	ə	1.89
17		金属を打つ音	ppk	4.55
18	環境音	鎖	gʃən	4.06
19		電子音1	do n	1.36
20		電子音2	kon	1.02

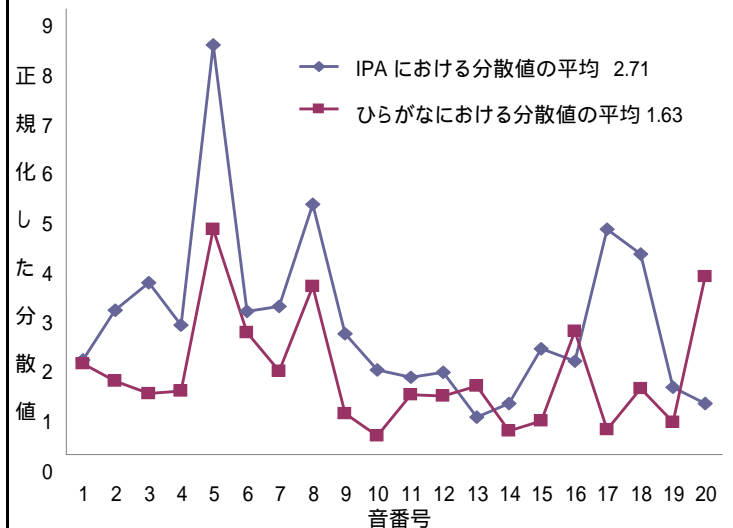


図1 IPAとひらがなで表記した音色記号分散値

析結果とを比較したものを示す。上記の図や一連の実験結果より、以下が結論づけられた。

- 1) 多くの音は聞き取り方が一貫性があるが、環境音、および被験者の一部に一貫性のない聴き方をすることがわかった。
- 2) IPA 記号における分散値の平均は 2.71、またひらがなにおける分散値の平均は 1.63 で、同一音に対する、2 種の記号の分散は、これらの比の 1.66 で変動することがわかった。
- 3) また、音の大分類による聞こえの揺れを調べた結果、分散値が動物音、環境音、水の音、言語の順で大きいことを確かめた。すなわち言語音がもっとも分散が少なく、その他の音は言語音ほど小さくないことを明らかにした。これらは音色の大分類上の特徴を明らかにしたが、さらに詳細に音の特徴と聞こえの揺れ幅との関係を調べる必要がある。

(2) 電子音色辞書

2010 年度までにシステムのプロトタイプを製作したが、これは基本的機能の確認のためであった。今期は実際にユーザに配布して使用を前提にしたため、より充実させ高機能化した。そのため、システムをスクラッチから作りなおし。今回は以下の機能を実装した。

- (a) ネットワーク版とスタンドアロン版の 2 種類を用意した。
- (b) WxWidgets を用いることにより、MacOS, Windows, Linux それぞれの OS で動作することができるクロスプラットフォームを実現した。
- (c) 日本語以外にも対応できるよう、多言語対応とした。

これらの機能を実装した新しいシステム（ネットワーク版）の構成を図 2 に示す。

また、システムの評価を行った。短いコマercialを制作する想定で、シナリオを与え、これに擬音語表記かさまざまな音を連想させる情報を与えた。この状況で必要な音を検索する問題を被験者に課し、その検索時間と心理評価値の対応を見た。

表 3 はタスク達成率について前システムと本システムとを比較したものである。前システムでは、検索に時間がかかりすぎて、検索に失敗したケースが多く見受けられた。本システムでは、多くの場合が 2 分以内に音を見つけることができた。

また、図 3,4 に、前システムと本システムにおける物理評価としての検索時間と各 18 条件の MOS(困難性)との相関を示す。両図より、前システムでは相関が低かったが、本システムでは両評価値の負の相関が高い。これは、前システムでは検索時間の中で GUI 操作に占める割合が多かったのに対し、本システムでは、GUI の効率化により、物理評価の検索時間が実質的な検索に使われていたためと考えられる。

これらはユーザに配布可能で、下記 URL よりダウンロードできる。

<http://www.srl.im.dendai.ac.jp/ETD/>

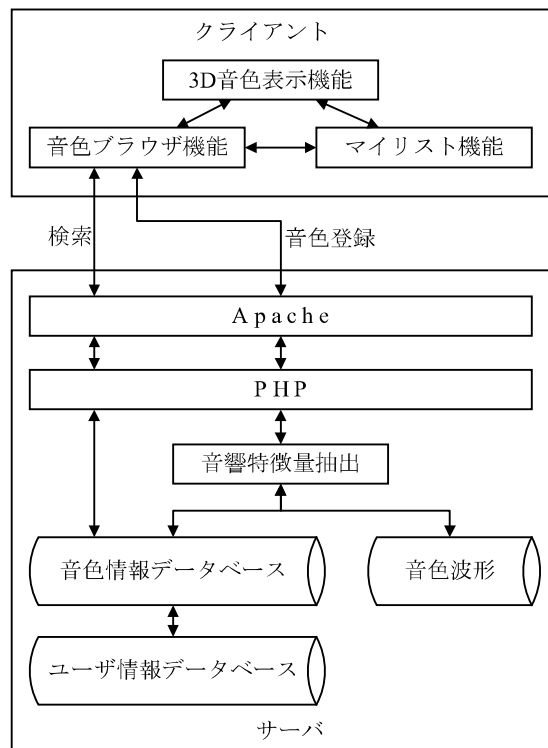


図 2 新しい電子音色辞書の構成

表 2 タスク達成率比較表

	全検索回数	検索失敗回数	タスク達成率
前システム	126 回	24 回	81.0%
本システム	324 回	12 回	96.3%

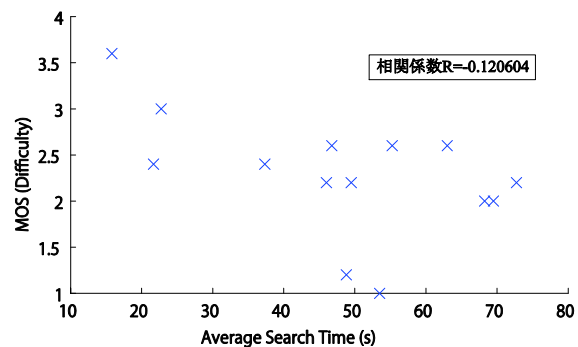


図 3 前システムの物理評価と主観評価の相関

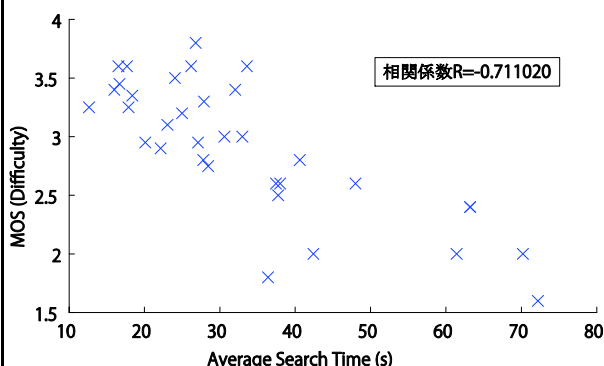


図 4 本システムの物理評価と主観評価の相関

(3)音色記号と電子音色辞書の啓蒙および成果の広報

本研究が主張している音色を記号化する問題はあまり研究されていないため、さまざまな場所でこの考えを啓蒙、宣伝した。ACMP, WOCMAT, ICMC などの国際会議で電子音色辞書について発表した。また、レクチャーコンサートでは、Media Project の企画を毎年開催し、特に昨年は個展として、自作曲ばかりを紹介し、そこに横たわる音色の重要性と電子音色辞書を実作を交えて紹介した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 11 件、内 査読あり 4 件、招待 1 件)

Naotoshi Osaka, Hiromichi Tsuda and Yoshitada Yamada, "Construction of an Electronic Timbre Dictionary in C++ for Multiple Platforms," Proc. of ICMC 2013, Perth, Australia, 2013.8.14 (査読あり)

Naotoshi Osaka, "Music by structured timbre," WOCMAT 2013, TaoYuan, Taiwan, 2013.12.14 (招待)

山田祐雅、小坂直敏、「マルチプラットフォーム上の C++による電子音色辞書の構築」情処学会研究報告、2013-MUS-98(11), 1-6, 2013. 3.08,

津田浩利、小坂直敏、「環境音の 3 D 空間上への表示方法に関する研究」先端芸術音楽創作学会第 15 回研究会報告 pp.21-22, 2013. 2.23.

Marcelo Caetano and Naotoshi Osaka, "A formal Evaluation Framework for Sound Morphing," the Proc. of ICMC 2012, Ljubljana, Slovenia.2012. 9. 10 (査読あり)

Naotoshi Osaka and Atsushi Mita, "Time/Pitch Modification using narrowband AM-FM signals," the proceeding of ICMC (International Computer Music Conference) 2012," Ljubljana, Slovenia. 2012. 9.10. (査読あり)

Naotoshi Osaka, "New Horizons for computer music via sound Hybridization," World Congress of Cultural and Creative IT Industries 2012 (WCEIT 2012, CCI-IT 2012) Dalian, Aug.29,2012. (招待)

長谷川 尚人、小坂直敏、「マルチプラットフォームで動作する電子音色辞書の構築」、信学会学生会 29, 東海大学(高輪) 2012.3.3.

Naotoshi Osaka, "The role and realization of sound morphing and hybridization in computer music," Proceedings of Asia Computer Music Project 2011, pp. 27-30, Tokyo, 2011. 12. 16. (査読あり)

李耿、小坂直敏、「擬音語標記された環境音の知覚特性」, 音講論 23 年度秋季 2-9-7, 平 23.9.21

根本翔多、小坂直敏、「電子音色辞書」の音響特徴量を用いた検索機能に関する検討」, 音講論 23 年度秋季 1-9-16, 平 23.9.20.

[図書](計 2 件)

小坂直敏、「サウンドエフェクトのプログラミング-Cによる音の加工と音源合成」オーム社、ISBN978-4-274-06894-2, 2012.10.

小坂直敏、「音合成」、柳田益造編「楽器の科学」内、サイエンスアイ新書 pp178 pp199, ISBN 978-4- 7973-4622-0, 2013.4.

[その他]

招待講演 1 件

Naotoshi Osaka, "Sound/Performance Hybridization and its Music: My creation Method," KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology), Daejeon, Korea, Aug. 28, 2013.

音楽作品発表 6 作品 14 件 内審査あり 2 件 招待 3 件

小坂直敏 / 循環相似 コンピュータと映像のための(Circular Similarity for Computer and Video)

1)2014.3.22,23 次項 音楽企画 「メディア道夢」

2)2013.11.13 次項 音楽企画 "個展 音色的構造による音楽"

3)2011.11.3 主催 慶州アートセンター 韓国.(招待)

4)2011.11.3-6 SOUNDTRACK_COLOGNE (STC) VM(Visual Music)コンサート, ケルン芸術協会、(招待)

小坂直敏 / 漣 映像とコンピュータのための

1)2014.3.22,23 次項 音楽企画 「メディア道夢」

2)2013. 11.13 次項 音楽企画 "個展 音色的構造による音楽"

小坂直敏 / シリーズ今若冲 蝶の図より 「ベニシジミ」「キペリタテハ」「アオバセリ」 - フルート、ヴァイオリン、ピアノのための

1)2013.11.13 次項 音楽企画 "個展 音色的構造による音楽" 多久潤一郎 (Flute), 中澤沙央里 (Violin), 秦はるひ (Piano)

2)2013.10.3 主催:水野みか子、あいちトリエンナーレ実行委員会共催:音楽の未来形 2013 実行委員会、日本現代音楽協、GloviII、音楽の未来形 vol.1~gendai-ongaku ~新作室内楽・電子音響音楽フェスト~ [愛知県芸術劇場小ホール] 丹下聡子

(Flute), Gerge Kentros (Violin), 内本久美 (Piano) (審査あり)

小坂直敏 / Max との対話 バイオリンとコンピュータのための

- 1)2013.11.13 次項 音楽企画 “ 個展 音色的構造による音楽 ” 中澤沙央里 (Violin)
- 2)2011.12.18 ACMP コンサート 主催 共催 東京電機大学 未来科学部 星野沙織 (Violin)
- 3)2011.7.16 Sonic Arts Project Vol. 2 主催 JSSA, 共催 東京電機大学 未来科学部, 木村まり (Violin)
小坂直敏 / String streams - 電子音響のための 箏音源:丸田美紀
2012.12.21 主催:東京電機大学未来科学部
小坂直敏 / 鏡石 フルートとコンピュータのための
2012.12.1 WOCMAT 2012 主催 コンサート (招待)
小坂直敏 / 音・能・音 - 謡と電子音響のための
2012.1.21 日本現代音楽協会 主催 現音・特別音楽展 2011 新しい音楽のカタチ 軌跡と未来 2days コンサート、 謡:青木 涼子 浜離宮朝日ホール 小ホール. (審査あり)

啓蒙を目的とした音楽企画 6 件

小坂直敏 3 メートルドーム上映像音楽上映「メディア道夢」、主催および場所:足立区マルチ体験ドーム ギャラクシティ 東京電機大学・国立音楽大学映像制作発表会 2014.3.22,23

小坂直敏 “ 個展 音色的構造による音楽 ” ,メディアコンサート, Media Project Vol. 12. 主催: 東京電機大学 未来科学部 後援: 日本現代音楽協会、(社)作曲家協議会、先端芸術音楽創作学会 [すみだトリフォニー 小ホール] 2013.11.13

小坂直敏 メディアコンサート “ Media Project Vol. 11 ” , 主催: 東京電機大学 未来科学部、後援:先端芸術音楽創作学会 [東京電機大学 千住キャンパス丹羽ホール], 2012.12.21

小坂直敏 メディアコンサート “ Asia Computer Music Project 2011 ” , 共催: 東京電機大学未来科学部、先端芸術音楽創作学会、Asia Computer Music Project, 後援: 日本電子音楽協会 [東京電機大学 神田キャンパス丹羽ホール] 2011.12.18

小坂直敏 メディアコンサート “ Sonic Arts Project Vol. 3 ” , 主催: 東京電機大学未来科学部、後援:先端芸術音楽創作学会 [東京電機大学 神田キャンパス丹羽ホール] 2011.12.17

小坂直敏 メディアコンサート “ Media Project Vol. 10 ” , 主催: 東京電機大学 未来科学部、後援:先端芸術音楽創作学会

[東京電機大学 神田キャンパス丹羽ホール] 2011.12.16

ホームページ等

<http://www.srl.im.dendai.ac.jp/people/osaka/>

電子音色辞書の URL (システムのダウンロードも含む)

<http://www.srl.im.dendai.ac.jp/ETD/>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

小坂直敏 (OSAKA NAOTOSHI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号: 20366378