

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：20103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26280089

研究課題名(和文)木構造に基づく時系列メディアの表現法の提案とその操作系の実現

研究課題名(英文) Proposal of Representation Method for Time-Series Media Based on Tree Structure and Realization of its Calculus

研究代表者

平田 圭二 (HIRATA, Keiji)

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：30396121

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：意図を表現する木構造の代表として音楽理論GTTMのタイムスパン木を取り上げ、その形式化と演算体系構築を追究した。楽曲のモーフィングを行うアルゴリズムの理論的性質の解明、flip演算を用いた相対擬補元の近似解を提案した。木構造を利用した音楽応用に関しては、旋律概形を用いた作曲システムとポリフォニの声部数を縮約する編曲システムを実現した。音楽分析器に関しては、深層学習を採用した新しいアルゴリズムを考案し、80%から90%の高い正解率を達成した。他メディアへの展開として、議論タイムスパン木の提案、その実応用システムを実現した。

研究成果の概要(英文)：We have been pursuing the formalization and construction of an algebraic system for a time-span tree provided by music theory GTTM as a typical example for representing intention. We have clarified the theoretical properties of a musical morphing algorithm, and proposed an approximating solution of a relative suedo complement using the flip operation newly introduced. As for musical applications employing tree structures, we have prototyped a composition system using melodic contour and an arrangement system reducing the voices included in polyphony. As for a musical analyzer, we have invented a new algorithm adopting a deep learning, and achieved a high precision rate of 80% to 90%. As for the deployment towards different media, we have proposed a discussion time-span tree and implemented an application system.

研究分野：情報学

キーワード：知能情報処理 時系列メディア

1. 研究開始当初の背景

(1) 音楽理論 GTTM (generative theory of tonal music)は Lerdahl と Jackendoff が 1983 年に提案した楽曲の旋律、拍節、和声の構造を分析するための理論である。提案以来、幾多の批判と検証実験をくぐり抜け、研究開始当初、最も妥当な音楽理論の 1 つと考えられ、音楽認知、音楽情報処理以外の多くの研究においても参照され続けていた。人は楽曲に含まれる時間順に並んだ音どうしからさまざまなゲシュタルトを認知するが、GTTM は認知の結果を木構造として表現し分析結果として出力する。その木構造を生成するための選好規則が 32 個提案されている。

(2) 応募者らは、時間順に並んだ会議発言は一種の時系列メディアであり、人はそれからさまざまなゲシュタルトを認知していることから着想を得て、先行して獲得した科研費[HTHN11]にて、(a) 音楽理論 GTTM の規則群をマルチメディア会議記録の分析に適用し、得られたタイムスパン木が発言の意図や会議の意味構造を正確かつ細粒度に表現していることを確認し、(b) マルチメディア会議記録に対して join, meet などの演算を適用して会議記録の再利用を実現した。

<引用文献>

[HTHN11] 研究代表者：平田圭二，分担者：東条敏，浜中雅俊，長尾確，音楽理論を会議記録の分析に応用したディスカッションマイニングの実現（課題番号 23500145），基盤研究(C)(一般)，平成 23 年度～平成 25 年度。

2. 研究の目的

本提案の目的は (1)音楽や言語のように意図を表現する木構造が割り当てられる時系列メディアについて、計算機上での木構造表現とそれに対する join/meet などの演算を定式化すること、(2)定式化された枠組みを複数の時系列メディア（音楽、会議での発言、映像・物語）に適用してアプリケーションを試作し定式化の有効性を実証することである。人の認知に一貫して整合した定式化を達成することで、ユーザは演算を自由に組み合わせ、時系列メディアに関する意図の表現、コンテンツの表出、理解を数理的かつ直感的に操作できるようになる。その結果、複数種類の時系列メディア生成に関し、トレードオフの関係にあった操作の簡便さと意図表現の正確さが両立する。時系列メディアの種類を問わず同一の方法論でシステム構築が可能となる。

3. 研究の方法

本提案では、このような木構造を割り当てられる時系列メディアに限定して、意図の表現、コンテンツの表出、相互理解を計算論的な立場から定式化する。計算論的な立場とは、入力された木構造を加工して出力するような演算が定義できることを意味する（このような木構造を導入すると人の認知(cognition)を整合的に理解できるという意味で、本提案では木構造は認知的リアリティを持つという）。

4. 研究成果

(1) 時系列メディアに込められた意図を表現する木構造の表現法とそれらに対する演算体系の設計など理論的基盤の構築：

(H26) 楽曲の意味を表す木構造の操作法を代数の枠組に沿って精練し、楽曲のモーフィングを行うアルゴリズムを提案し、その性質を定理として証明し、被験者実験を行い認知的リアリティを確認した。

(H27) ある旋律の逆行を考えた場合、逆行旋律のタイムスパン木は元の旋律から抽出されたタイムスパン木を flip した（反転した）ものに近いあるいは類似していることに注目し、flip と補元の関係を考察した。さらに、flip を用いると相対擬補元の近似解を効率良く計算できることを示した。

(H28) 前年度までに確立した演算系を統合するため、タイムスパン木の構造(トポロジーとノードの高さ)を行列によって表現することを提案した。これより、簡約、join, meet, flip などの演算が行列演算として実現できる。また、スペクトログラムから音楽的な知識を殆ど使わずに、直接タイムスパンセグメンテーションを生成する手法を提案した。

(2) 音楽応用の実現

(2-1)旋律概形を用いた作曲システムの実現：

(H26) 旋律概形を多重解像度解析(離散ウェーブレット変換を再帰的に繰り返す方法)に基づいて再定義することを試み、旋律概形を簡約する概念を内包する二分木を提案した。

(H27) これまで離散ウェーブレット変換として Haar ウェーブレットを用いていたが、基底が不連続なため得られた旋律概形も不連続となっていた。代わりに Daubechies ウェーブレットを用いることでなめらかな旋律概形を得ることができた。

(H28) 旋律概形を採用し幾つかのアプリケーションを実装したが、中でも非専門家向けの直感的な作曲支援ツールの有用性評価は高かった。また、その作曲支援ツールとの融合を想定して、カラオケを盛り上げるためのタンバリン演奏支援システムおよび複数人が同一空間で音楽を聴くための選曲・再生システムを実現した。

(2-2) ポリフォニの声部数を縮約する編曲システムの実現:

(H26) GTTM タイムスパン木生成において曖昧であった音高と和声を考慮した選好ルールを拡張し、ピッチを考慮したタイムスパン木 (pitch sensitive time-span tree, 以降 pTS 木) を提案した。まず pTS 木において音高間の距離を計算するために、GTTM の後継である音楽理論 Tonal Pitch Space におけるピッチクラス階層性の枠組みを用い、次に和音間の距離を計算するために TS 木におけるローカルキーの概念を用いた。

(H27) 重要な音のより精密な順序付けを実現するために、タイムスパン木に構造レベル (ノードの高さ) という概念を導入し、認知的リアリティに関する検討を行った。

(H28) 声部数の縮約には楽曲構造の分析が欠かせず、特にケードンス同定が重要なため、Tonal Pitch Space を利用した Cadential Retention の発見アルゴリズムを提案した。

(2-3) 音楽分析器の機能拡張:

(H26) 楽曲分析のデータベースを充実させた。具体的には 300 楽曲のデータを揃えた。

(H27) 楽譜から得られる基本特徴量を自動獲得することで認識率向上を狙い、深層学習を用いた局所グルーピング構造抽出器 deepGTTM-I をプロトタイプ化した。

(H28) 音楽を記述する楽譜に関してその音楽の識別に最適な基本特徴量を自動獲得することを狙い、深層学習を用いた局所グルーピング構造抽出器 deepGTTM-III をプロトタイプ化した。GPR や MPR の結果を生成する中間ノードを学習 (pre-training) させてから最終的なグルーピング構造と拍節構造を生成する新学習法を提案し、80% から 90% の高い正解率を達成した。

(3) 他メディアへの展開

(3-1) Q&A 議事録システムの実現:

(H26) ディスカッションマイニングによって得られた会議録から自動的に議論タイムスパン木を分析・生成するアルゴリズムを構築し、グループ構造認識に関する正解率 0.72、重要発言同定に関する正解率 0.61 を達成した。

(H27) ルールの重みパターンと得られる要約の種類に対応を検討した。議論タイムスパン木の妥当性や評価方法について関連研究を調査した。

(H28) 会議における発話どうしの関係が音楽におけるピッチイベントどうしの関係と適切に対応づけられるという仮説に則って、議論タイムスパン木を提案しその妥当性や評価方法について関連研究を調査し、ISM 法などを用いて定量的な妥当性評価を行った。

(3-2) 映像・物語の要約器の実現:

(H26) GTTM の考え方に沿って映画の構造化のためのルール設計・提案を行い、実際に映画

のタイムスパン木の獲得を試みた。

(H27) 目標である要約器の実現が達成されたので、27 年度をもって本研究テーマを終結させた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4 件)

栗原拓也, 木下尚洋, 山口竜之介, 横溝有希子, 竹腰美夏, 馬場哲晃, 北原鉄朗, カラオケを盛り上げるためのタンバリン演奏支援システム, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol.58 (2017) 採録決定

金森光平, 浜中雅俊, 星野准一, 類似楽曲の決定木学習に基づく音楽理論 GTTM のグルーピング構造検出システム, 電子情報通信学会論文誌 J100-D, 査読有, pp129-139 (Feb, 2016).

鈴木潤一, 北原鉄朗, 複数人が同一空間で音楽を聴くための選曲・再生システム, 情報処理学会論文誌(テクニカルノート), 査読有, Vol.57, pp.2526-2530 (2016).

三浦寛也, 長尾確, 平田圭二, 音楽理論 GTTM に基づく議論タイムスパン木の生成方式とその評価, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol.56 No.3, pp.942-950 (March 2015).

[学会発表](計 49 件)

Katashi Nagao, Naoya Morita, Shigeki Ohira, Evidence-Based Education: Case Study of Educational Data Acquisition and Reuse, 8th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC), 査読有, Orlando (USA), (Mar. 21, 2017).

澤田隼, 竹川佳成, 平田圭二, スペクトログラムの階層的クラスタリングを用いたグルーピング構造分析について, (社)情報処理学会 音楽情報科学研究会, 査読無, 2017-MUS-114, No.7, ヤマハ株式会社 (静岡県浜松市), (2017/2/27).

Tetsuro Kitahara, Yuichi Tsuchiya, A Machine Learning Approach to Support MUsic Creation by Musically Untrained People, the Constructive Machine Learning Workshop, in conjunction with NIPS 2016, 査読有, Barcelona (Spain), (Dec. 10, 2016).

Tetsuro Kitahara, Smart Loop Sequencer: An Audio-based Approach for Ease of Music Creation, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America (ASA) and the Acoustical Society of Japan (ASJ), 査読有, Hawaii (USA), (Nov. 28, 2016).

Takuya Kurihara, Yukiko Yokomizo, Minatsu Takekoshi, Tetsuaki Baba, Tetsuro Kitahara, A Tambourine Support System to Improve the Atmosphere of Karaoke: Support of Play by Multiple

Players, 8th IEEE International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE 2016), 査読有, Hanoi (Vietnam), (Oct. 6, 2016).
Junichi Suzuki, Tetsuro Kitahara, A Bluetooth-Networked Music Player for Playing Musical Pieces Stored in Separate Devices, 8th IEEE International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE 2016), 査読有, Hanoi (Vietnam), (Oct. 6, 2016).
Masaki Matsubara, Takafumi Kodama, Satoshi Tojo, Revisiting Cadential Retention in GTTM, 8th IEEE International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE 2016), 査読有, Hanoi (Vietnam), (Oct. 6, 2016).
Shouki Sakamoto, Sean Arn, Masaki Matsubara, Satoshi Tojo, Harmonic Analysis based on Tonal Pitch Space, 8th IEEE International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE 2016), 査読有, Hanoi (Vietnam), (Oct. 6, 2016).
Hong Xuan, Minh Nguyen, Satoshi Tojo, Reranking CCG Parser for Jazz Chord Sequences, 8th IEEE International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE 2016), 査読有, Hanoi (Vietnam), (Oct. 6, 2016).
三浦寛也, 平田圭二, 竹川佳成, 議論構造に基づく対話的議事録生成システム - 意図の抽出, 要約, 観点の切り替え -, 人工知能学会 第 78 回 言語・音声理解と対話処理研究会 (SLUD), 査読無, 早稲田大 (東京都新宿区), (2016/10/5).
Tetsuro Kitahara, Masaki Matsuura, Extracting Melodic Contour Using Wavelet-based Multi-resolution Analysis, 9th International Workshop on Music and Machine Learning (MML 2016) 査読有, Riva del Garda (Italy), (Sep. 23, 2016).
Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo, deepGTTM-II: Automatic Generation of Metrical Structure based on Deep Learning Technique, Proceedings of the Sound and Music Computing Conference 2016 (SMC 2016), pp.203-210, 査読有, Hamburg (Germany), (Aug. 31, 2016).
東条敏, 平田圭二, 浜中雅俊, 長尾確, 北原鉄朗, 大村英史, 松原正樹, 吉井和佳, 統計的文法理論と構成的意味論に基づく音楽理解の計算モデル, (社) 情報処理学会 音楽情報科学研究会, 2016-MUS-112, オーガナイズドセッション, 査読無, 東京理科大 (千葉県野田市), (2016/7/30).
Tetsu Tanahashi, Yumie Takayashiki,

Tetsuro Kitahara, Support System for Improving Speaking Skill in Job Interviews, HCI International 2016 - Posters' Extended Abstracts, Part II, Communication in Computer and Information Science (CCIS) 査読有, Toronto (Canada), (July 17, 2016).
Yuya Toyoda, Saori Nakajo, Tetsuro Kitahara, An Android Application for Supporting Amateur Theatre, HCI International 2016 - Posters' Extended Abstracts, Part II, Communication in Computer and Information Science (CCIS) 査読有, Toronto (Canada), (July 17, 2016).
Keiji Hirata, Satoshi Tojo, Retrograde of Melody and Flip Operation for Time-Span Tree, Proceedings of the 12th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR 2016), pp.298-305, 査読有, Sao Paulo (Brazil), (July 5, 2016).
Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata and Satoshi Tojo, deepGTTM-I: Local Boundaries Analyzer based on a Deep Learning Technique, Proceedings of the 12th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR 2016), pp.8-20, 査読有, Sao Paulo (Brazil), (July 5, 2016).
中村栄太, 浜中雅俊, 平田圭二, 吉井和佳, GTTM に基づくメロディ音符列の確率的木構造モデル, 2016 年度 人工知能学会全国大会 (第 30 回) 論文集, 3G3-0S-15b-4, 査読無, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市), (2016/6/6).
平田圭二, 大村英史, 北原鉄朗, 旋律の微分と簡約の導入, 2016 年度 人工知能学会全国大会 (第 30 回) 論文集, 3G3-0S-15a-4, 査読無, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市), (2016/6/6).
澤田 隼, 竹川佳成, 平田圭二, 音楽音響信号を対象とする GTTM 的アプローチによるグルーピング構造の抽出について, (社) 情報処理学会 音楽情報科学研究会, 2016-MUS-111, No.23, 査読無, 東海大 (東京都港区), (2016/5/21).
21 Kazuyoshi Yoshii, Katsutoshi Itoyama, Masataka Goto, Nonnegative Matrix Factorization and Positive Semidefinite Tensor Factorization for Single-Channel Audio Source Separation, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), 査読有, Shanghai (China), (Mar. 20, 2016).
22 Eita Nakamura, Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, and Kazuyoshi Yoshii, Tree-Structured Probabilistic Model of Monophonic Written Music Based on the

- Generative Theory of Tonal Music, Proceedings of the 41st IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2016), pp.276-280, 査読有, Shanghai (China), (Mar. 20, 2016).
- 23 大内彬裕, 北原鉄朗, ギター弾き語り演奏を入力した自動編曲システムの試作, 情報処理学会第78回全国大会, 2Q-07, 査読無, 慶應大 (神奈川県横浜市), (2016/3/10).
- 24 中條早織, 豊田裕也, 北原鉄朗, Androidを用いた演劇支援のためのUnity3Dアプリケーションの開発, 情報処理学会第78回全国大会, 6Z-05, 査読無, 慶應大 (神奈川県横浜市), (2016/3/10).
- 25 金森光平, 浜中雅俊, 星野准一, クラスタリングと機械学習を用いた音楽理論GTTMに基づく楽曲構造分析システム, (社)情報処理学会音楽情報科学研究会, 2016-MUS-110, No.18, 査読無, 相愛大 (大阪府大阪市), (2016/2/29).
- 26 Hiroya Miura, Keiji Hirata, Data Model for Representing Discussion Structure based on Relative Importance of Utterance, 2nd International Workshop on Argument for Agreement and Assurance (AAA 2015), pp.16-25, 査読有, 慶應大学 (東京), (Nov. 17, 2015).
- 27 Masaki Otsuka, Tetsuro Kitahara, Improving MIDI Guitar's Accuracy with NMF and Neural Net, Proc of the 16th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2015), 査読有, Malaga (Spain), (Oct. 26, 2015).
- 28 Tetsuro Kitahara, Kosuke Iijima, Misaki Okada, Yuji Yamashita, Ayaka Tsuruoka, A Loop Sequencer That Selects Music Loops based on the Degree of Excitement, Proc of the 12th Sound and Music Computing Conference (SMC2015), 査読有, Maynooth (Ireland), (July 26, 2015)
- 29 Tsubasa Fukuda, Yukara Ikeniya, Katsutoshi Itoyama, Kazuyoshi Yoshii, A Score-Informed Piano Tutoring System with Mistake Detection and Score Simplification, Proc of the 12th Sound and Music Computing Conference (SMC2015), 査読有, Maynooth (Ireland), (July 26, 2015)
- 30 Ayaka Dobashi, Yukara Ikeniya, Katsutoshi Itoyama, Kazuyoshi Yoshii, A Music Performance Assistance System based on Vocal, Harmonic, and Percussive Source Separation and Content Visualization for Music Audio Signals, Proc of the 12th Sound and Music Computing Conference (SMC2015), 査読有, Maynooth (Ireland), (July 26, 2015)
- 31 Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo, Structural Similarity based on Time-span Sub-trees, Proc of The 5th International Conference on Mathematics and Computation in Music (MCM2015), 査読有, London (UK), (June 22, 2015).
- 32 Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo, σ GTTM III: Learning based Time-span Tree Generator based on PCFG, Proc of The 11th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR 2015), pp.303-317, 査読有, Plymouth (UK), (June 16, 2015).
- 33 三浦寛也, 竹川佳成, 平田圭二, 議論構造を利用した発言録の自動要約 - 議論タイムスパン木による重要発言の同定とその応用 -, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 3N4-1, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 34 浜中雅俊, GTTM IIIの構築, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 2C5-0S-21b-1, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 35 平田圭二, 東条敏, 旋律の逆行とタイムスパン木に対するflip操作, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 2C5-0S-21b-3, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 36 松原正樹, 東条敏, 平田圭二, GTTM タイムスパン木における構造レベルの導入と線形代数的操作 ~ GTTM とシェンカー理論の統合的枠組み構築に向けて ~, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 2C5-0S-21b-4, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 37 北原鉄朗, 音符表現によらない旋律の木構造の予備検討, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 2C4-0S-21a-2, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 38 松原正樹, 小玉昂史, 東条敏, GTTM におけるカデンツ発見アルゴリズム, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 39 小玉昂史, 東条敏, モード依存の Tonal Pitch Space, 2015年度人工知能学会全国大会(第29回)論文集, 査読無, はこだて未来大 (北海道函館市), (2015/5/30).
- 40 平田圭二, 東条敏, 浜中雅俊, 長尾確, 北原鉄朗, 松原正樹, 吉井和佳, 木構造に基づく時系列メディア表現法の提案とその操作系の実現に向けて, (社)情報処理学会音楽情報科学研究会, (2015)

- 2015-MUS-106, No.21, 査読無, 甲府富士屋ホテル (山梨県甲府市), (2015/3/2).
- 41 Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo, Musical Structural Analysis Database Based on GTTM, Proceedings of ISMIR 2014, pp.325-330, 査読有, Taipei (Taiwan), (Oct. 27, 2014).
- 42 Keiji Hirata, Satoshi Tojo, Masatoshi Hamanaka, Algebraic Mozart by Tree Synthesis, Proceedings of Joint ICMC and SMC 2014, pp.991-997, 査読有, Athens (Greece), (Sept. 14, 2014).
- 43 Masaki Matsubara, Keiji Hirata, Satoshi Tojo, Distance in Pitch Sensitive Time-span Tree, Proceedings of Joint ICMC and SMC 2014, pp.1166-1171, 査読有, Athens (Greece), (Sept. 14, 2014).
- 44 平田圭二, 東条敏, 浜中雅俊, 松原正樹, Beyond GTTMism - 音楽の意味論と計算体系, (社) 情報処理学会 音楽情報科学研究会, 2014-MUS-104, No.20, 査読無, 京都大 (京都府京都市), (2014/8/25).
- 45 浜中雅俊, 平田圭二, 東条敏, タイムスパン部分木一致率に基づく楽曲間類似度, (社) 情報処理学会 音楽情報科学研究会, 2014-MUS-104, No.21, 査読無, 京都大 (京都府京都市), (2014/8/25).
- 46 松原正樹, 東条敏, 平田圭二, 音楽理論 GTTM に基づく木構造を用いた旋律の認知的類似度の導出 ~ パッサカリアとフーガの分析を例に ~ 2014 年度 人工知能学会全国大会 (第 28 回) 論文集, 1K4-0S-07a-2, 査読無, ひめぎんホール (愛媛県松山市), (2014/5/12).
- 47 平田圭二, 東条敏, バーンスタインの「答えのない質問」再考: 計算論的音楽の理論の枠組みについて, 2014 年度 人工知能学会全国大会 (第 28 回) 論文集, 1K4-0S-07a-1, 査読無, ひめぎんホール (愛媛県松山市), (2014/5/12).
- 48 北原鉄朗, 土屋裕一, 旋律を簡約・操作する一手法, 2014 年度 人工知能学会全国大会 (第 28 回) 論文集, 査読無, 1K4-0S-07a-3, ひめぎんホール (愛媛県松山市), (2014/5/12).
- 49 竹内星子, 浜中雅俊, 音楽理論に基づく映画の構造化, 2014 年度 人工知能学会全国大会 (第 28 回) 論文集, 1K4-0S-07a-4, 査読無, ひめぎんホール (愛媛県松山市), (2014/5/12).

〔図書〕(計 5 件)

東条敏, 平田圭二, 音楽・数学・言語-情報科学が拓く音楽の地平, 近代科学社 (2017), 223
Keiji Hirata, Satoshi Tojo, and Masatoshi Hamanaka, An Algebraic Approach to Time-Span Reduction, David Meredith (Ed), Computational Music

Analysis, Chapter 10, pp.251-270, Springer (2016).
Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, and Satoshi Tojo, Implementing Methods for Analysing Music Based on Lerdahl and Jackendoff's Generative Theory of Tonal Music, David Meredith (Ed), Computational Music Analysis, Chapter 9, pp.221-249, Springer (2016).

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 圭二 (HIRATA, Keiji)
公立ほこだて未来大学・システム情報学部・教授
研究者番号: 30396121

(2) 研究分担者

東条 敏 (TOJO, Satoshi)
北陸先端科学技術大学院大学・情報学研究科・教授
研究者番号: 90272989

浜中 雅俊 (HAMANAKA, Masatoshi)
京都大学・医学(系)研究科(研究院)・研究員
研究者番号: 30451686

長尾 確 (NAGAO, Katashi)
名古屋大学・情報科学研究科・教授
研究者番号: 70343209

北原 鉄朗 (KITAHARA, Tetsuro)
日本大学・文理学部・准教授
研究者番号: 00454710

松原 正樹 (MATSUBARA, Masaki)
筑波大学・図書館情報メディア研究科(系)・特任助教
研究者番号: 90714494

吉井 和佳 (YOSHII, Kazuyoshi)
京都大学・情報学研究科・講師
研究者番号: 20510001

(3) 連携研究者

寺澤 洋子 (TERASAWA, Hiroko)
筑波大学・図書館情報メディア研究科(系)・助教
研究者番号: 70579094

以上