研究概要報告書

研究題目	MPEG-7 用楽器音タグ付けのための楽器音オントロジーの研究	報告書作成者	奥乃　博
研究従事者	奥乃　博　・　北原鉄朗　・　櫻庭洋平　・　吉井和佳　・　吉岡拓也		
研究目的	デジタル技術の進展により、膨大な音楽データがオンライン（インターネット）あるいはオフラインで利用可能となっている。しかし、そのような音楽データ、あるいは、音響データを活用していくためには、豊富な情報を包含したアーカイブ技術と、ユーザの多様な要求に応える検索技術が必要とされている。このようなアーカイブと検索のために、MPEG-7 の標準化が進められている。しかし、MPEG-7 の標準化はあくまで、タグ付けの標準を決めることであり、具体的なタグの内容までは規定していない。 本研究では、タグ付けの問題に焦点を絞り、 ① タグ集合を階層的に定義する**楽器音オントロジー**の構築、 ② 楽器音オントロジーの自動構築とそれに基づいた自動タグ付け方、 ③ 複数の楽器音オントロジー間での自動変換、 を開発する。 ①により、従来人手で構築されていた楽器音階層（音オントロジー）が内在していた曖昧性を解消することができ、音楽データ検索の精度を向上させることができる。②により、音楽データベースに対して自動的に MPEG-7 のタグ付けができ、さらに、③により、複数のオントロジー間で定義が異なる場合に、その齟齬（アライメント）を自動的に解消ができるので、MPEG-7 タグ付けの可搬性を高め、音楽データの高度利用を切り開くことができる。		

研究内容	本研究では、研究目的①～③までの各項目について、以下のように研究を進める。 ① **楽器音オントロジー構築のための音響的な特徴量の抽出** 楽器音は楽器個体、演奏方法、さらに打楽器の場合にはチューニングにより音響特性は大きく変化する。このような変化による曖昧性を解消するために、これまでに音高依存特徴量と音高非依存特徴量に分けること特徴量変動に対応できることを示してきた。本手法をより多くの楽器に適用できるように、音響的な特徴量の洗練化を行う。 ② **楽器音オントロジーの自動構築とそれに基づいた既知楽器･未知楽器認識** 音高を考慮した本手法により大規模楽楽器音データベースから楽器音オントロジーを特徴量間の距離に基づいて構築する。楽器音認識は、個体差、演奏手法の違いから既存楽器であっても難しいだけでなく、世界中にはさまざまな民族楽器があり、さらに、デジタル音楽処理により未知な楽器が無限に作成できる。このように学習データに含まれない未知楽器が認識できるように、楽器音オントロジーの上位概念による認識手法を確立する。 ③ **複数楽器演奏での楽器音を利用した音源分離と自動採譜** 上記の項目では、単音を対象としていたが、通常の音楽では複数楽器が演奏されている。そのような混合音に対応するために、ステレオ信号を用いて、音色類似度（楽器音認識）、定位類似度、音高遷移度、音高高低維持度、という4つの特徴を組み合わせる。これにより、3 楽器の演奏、あるいは、4 楽器の演奏から、音符（音高とタイミング）を抽出し、パート譜を自動生成する。 ④ **打楽器音演奏からのドラムス認識法** 上記の項目では、瞬時的なパワーの強い打楽器音を含む混合音は考慮していない。一般に、打楽器音は個体差･演奏差が大きく、かつ、打楽器の単音データベースは非打楽器音のそれと比較してはるかに少ない。このような問題点に対応するために、一つのサンプルデータを種として使用し、それを実際の音響信号に適合させることにより、バスドラムとスネアドラムの認識法を確立し、さらに、MPEG-7 タグの自動付与システムを開発する。 ⑤ **和音区間認識と和音名同定を同時並行に進める和音認識法** 楽器音タグ以外の MPEG-7 タグとして和音を取り上げ、和音区間が所与として認識していた従来研究の制約を、和音区間と和音メイトを対として仮説を生成することにより、認識する手法を開発する。 上記の研究項目により、多方面からの MPEG-7 用のタグを設計し、自動付与する機能を実現する。。

研究概要報告書

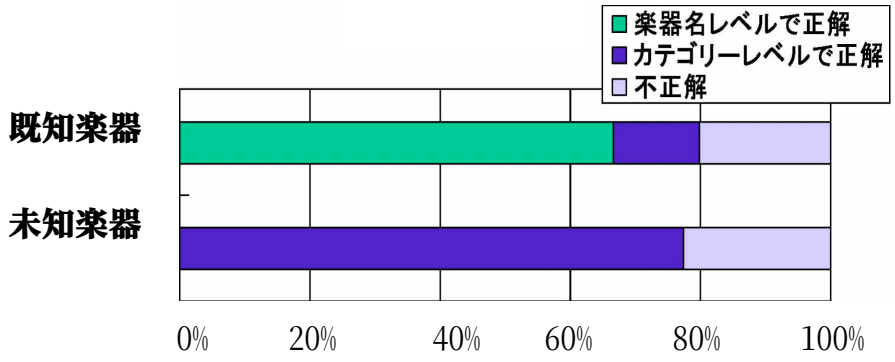
研究のポイント	(1)　音高による音色変化に着目したＦ０依存多次元正規分布による楽器音識別法の使用、 (2)　打楽器音のために、単一のサンプルデータを使用し、音響データに適合させる打楽器音認識手法の開発、 (3)　音響的特徴間の距離に基づく楽器音の階層的定義である楽器音オントロジーの自動構築、 (4)　既知楽器および未知楽器を区別したカテゴリーレベルでの認識法の提案、 (5)　複数の音響的特徴を統合した複数楽器演奏からのパート形成手法の開発、 (6)　和音区間を所与としないで、和音区間認識と和音名認識を同時に進める手法の開発
研究結果	(1)　単音の非打楽器音の楽器名を７５％の精度で認識　(情報処理学会論文誌)、 (2)　打楽器音を８５％の精度で認識　(情報処理学会研究会･全国大会･国際会議投稿中)、 (3)　タグ集合を階層的に定義する楽器音オントロジーの自動構築　(情報処理学会論文誌)、 (4)　未知楽器をカテゴリーレベルで７７％の精度で認識　(情報処理学会論文誌･全国大会、ICASSP-04)、 (5)　複数の楽器演奏から８０％～８５％の精度でパートを形成　(情報処理学会全国大会･ICASSP-04)、 (6)　和音区間を推定して７５％の精度で和音を認識(情報処理学会全国大会･国際会議投稿中)
今後の課題	音楽情報検索(Music Information Retrieval)システムへと発展させる。具体的には以下の項目が考えられる： (1)　単音楽器の各種奏法(ピッチカート奏法･ビブラート奏法)に対応した楽器音認識法の開発と MPEG-7 自動タグ付けへの応用、 (2)　複数楽器演奏に対する上記手法の拡張と MPEG-7 自動タグ付けへの応用、 (3)　シンバルを含んだドラムスの打楽器音認識法の開発と MPEG-7 自動タグ付けへの応用、 (4)　和音認識に基づいたメロディー認識の開発と MPEG-7 自動タグ付けへの応用、 (5)　MPEG-7 用音楽オントロジーの音楽アーカイブと検索への適用と試作システムの開発、 (6)　他の MPEG-7 用音楽オントロジー間との自動アライメントと相互運用。

楽器の発音機構に基づく階層表現

大分類	中分類	小分類	属する楽器
弦楽器	——	打弦楽器	PF
		撥弦楽器	CG, UK, AG
		擦弦楽器	VN, VL, VC
管楽器	木管楽器	無簧楽器	PC, FL, RC
		複簧楽器単簧楽器	OB, FG SS, AS, TS, BS, CL
	金管楽器	——	TR, TB
打楽器	（省略）	（省略）	（省略）

楽器カテゴリー設計結果

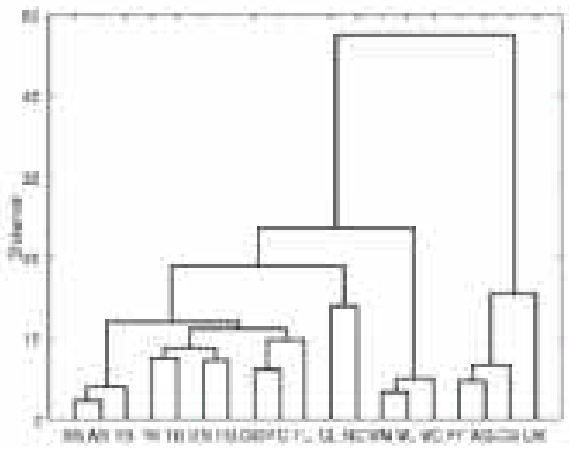
大分類	中分類	小分類	属する楽器
減衰系楽器	——	ウクレレ以外	PF, CG, AG
		ウクレレ	UK
持続系楽器	弦楽器	——	VN, VL, VC
	管楽器	サックス	SS, AS, TS
		クラリネット	CL
		リコーダー	RC
		低音系＋α	TR, TB, BS, FG
		高音系	OB, PC, FL



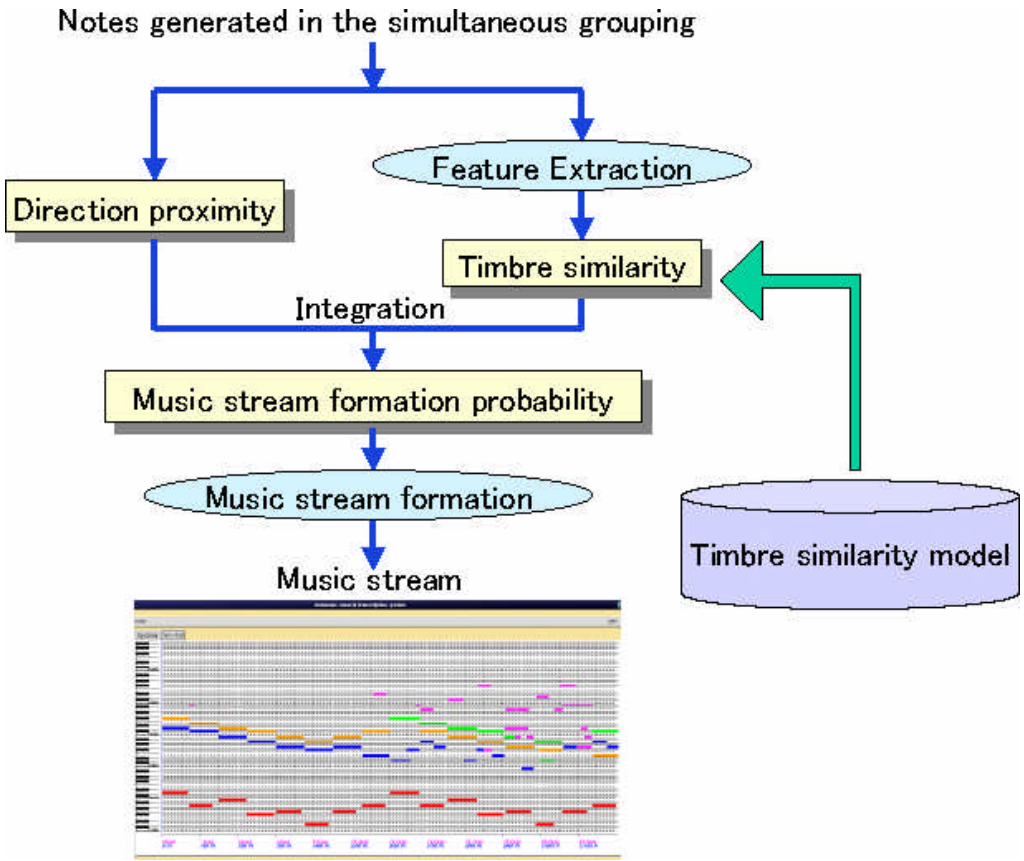
楽器音の認識結果

楽器間の音響的距離から構築した楽器音オントロジー

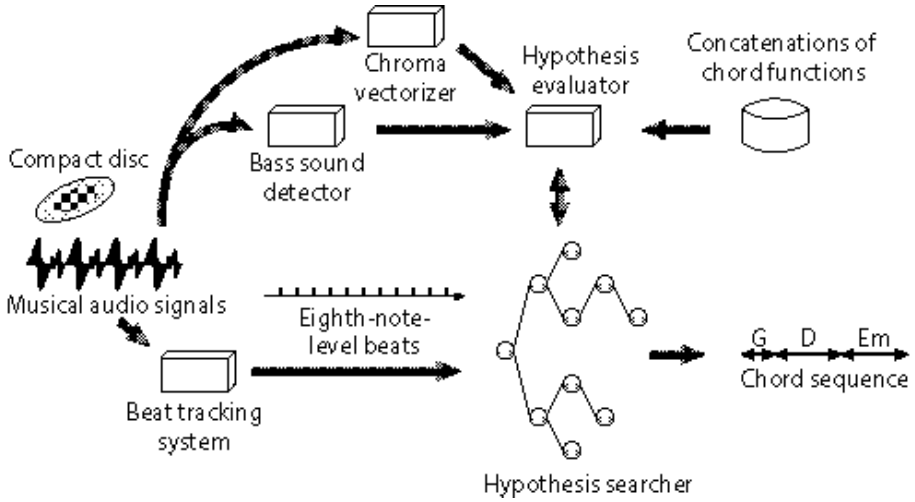
表の形は上図



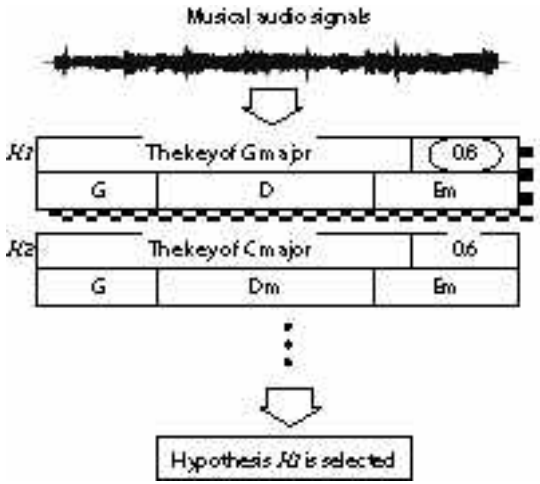
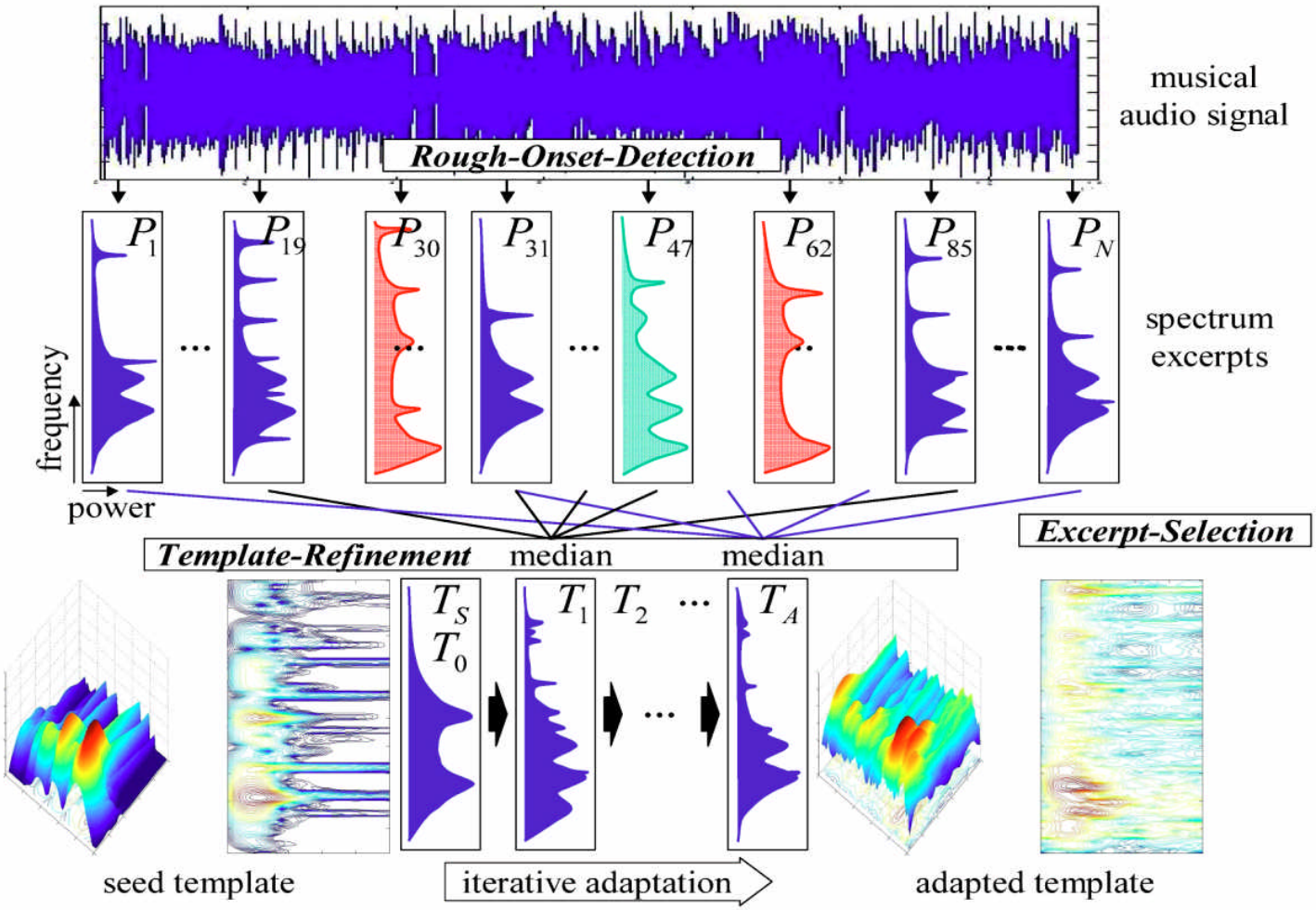
方向類似度 ･音色類似度等の特徴を利用したパート形成システム



和音認識システムの概略



和音区間と和音名の対から構成される仮説を用いた**仮説推論による和音認識法**



一つの種を成長させるドラムパターンの認識法