

氏 名	吉 井 和 佳
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 293 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	情 報 学 研 究 科 知 能 情 報 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Studies on Hybrid Music Recommendation Using Timbral and Rhythmic Features (音色とリズムの特徴量を用いたハイブリッド型音楽推薦に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 奥 乃 博 教 授 河 原 達 也 教 授 田 中 利 幸

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、システム主導型推薦として、ユーザによる評価データと音響信号処理から得られる音楽特徴量からなる内容データとを活用したハイブリッド型音楽推薦システムに関する研究をまとめたものである。ユーザ評価に基づく協調型フィルタリングでは、未知の楽曲の推薦ができないという問題点があり、また、楽曲の特徴に基づいた内容に基づく推薦では、ユーザの嗜好性に基づいた推薦が難しいという問題点がある。本論文は、両者を統合したハイブリッド型音楽推薦システムによりこれらの問題点を解決するアプローチが述べられている。

第1章は序論で、音楽推薦システムの観点からハイブリッド型音楽推薦について述べ、従来手法の楽曲推薦の問題点を明らかにしている。

第2章では、音楽推薦システムの研究動向、ユーザ評価に基づく協調フィルタリング、音楽音響信号の特徴量を使用した内容に基づく音楽推薦、および、両者のハイブリッド型音楽推薦の従来研究について概観し、それらの問題点を解決するために4つの課題を提示している。第1の課題は、データ変化への適応性である。第2の課題は、データ量に対するスケーラビリティへの対応である。第3の課題は、混合音に対する音楽特徴量の表現法である。第4の課題は、複数の音楽特徴の統合方法である。

第3章では、ハイブリッド型音楽推薦を設計し、その詳細について述べている。ユーザ、楽曲、特徴という3つの観測データの生成過程を、ジャンルを潜在変数とした3相アスペクトモデルで定式化した確率モデルを提案し、4つの課題の解決法について述べている。この確率モデルの学習に対して、第1の課題にはインクリメンタル学習を、第2の課題にはクラスタに基づく学習を適用し、解決を図っている。第3の課題に対しては、多数の特徴量の存在確率からなるbagで音楽特徴量の表現とするBag-of-Featuresモデルを考案し、時系列の音楽特徴量群を表現している。第4の課題を解決するために、音色とリズムの特徴量を1つのBag-of-Features表現に統合している。

第4章では、音楽三大特徴の1つであるリズム特徴量を自動抽出するために、ドラム音検出システムについて述べている。ドラム音のパワースペクトログラムをテンプレートとするテンプレートマッチング法に、テンプレート適応と調波構造抑制とを併用し、市販CD音楽に対する頑健なドラム音抽出システムを開発している。実際、ポピュラー音楽70曲を用いた実験では、バスドラム、スネアドラム、ハイハットシンバルについて、83%、58%、46%の認識精度を達成している。

第5章では、提案したハイブリッド型音楽推薦システムの評価実験について述べている。市販CDから抽出した音楽特徴量とインターネットショッピングサイトから得られた評価データとを用いて実験を行い、ユーザによる評価データの有無にかかわらず、多様性に富む高精度な推薦が可能であることを示している。さらに、クラスタに基づく学習がモデル学習時間の100倍程度的高速化と、推薦精度向上に貢献することを示している。これにより、精度と効率のトレードオフを改善できる可能性を実証した。さらに、音色とリズムの特徴量の統合により、高精度な推薦が可能とも確認している。

第6章では本研究のまとめを行い、音楽推薦研究および音楽分析研究の今後の展開について述べている。

第7章は、結論である。

なお、付録では第4章で述べたドラム音認識技術の応用として、2つのシステムについて述べている。まず、ドラム音イコライザとドラム音実時間編集機能付音楽プレーヤに応用し、能動的音楽鑑賞への展開について述べている。さらに、音楽をロボットが自分自身の耳で聞いて足踏みをする知的音楽ロボットについても述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ユーザによる評価データと音響信号処理から得られる音楽特徴量からなる内容データとを活用したハイブリッド型音楽推薦システムに関する研究をまとめたものである。得られた主な成果は次の通りである。

1. ユーザ評価に基づく協調フィルタリングと、音楽音響信号の特徴量を使用した内容に基づく音楽推薦とを統合するハイブリッド型音楽推薦システムを、実用化する上での課題を洗い出すとともに、ユーザ、楽曲、特徴という3つの観測データの生成過程を、ジャンルを潜在変数とした3相アスペクトモデルで定式化した確率モデルを提案し、現実的な解決策となることを示した。
2. ユーザ評価の追加、新規ユーザ・新規楽曲の追加登録といったデータの部分的変化への容易な対応という課題に対して、まず一定数の代表的なユーザや楽曲に対するコンパクトなモデルを構築し、次にデータの部分的変化をインクリメンタル学習により吸収する手法を考案し、その有効性を示した。
3. データサイズに対してスケーラビリティを保証するという課題に対して、ユーザ数や楽曲数にかかわらず一定コストでモデルを効率的に構築するクラスタに基づく学習法を考案し、その有効性を示した。
4. 混合音中に含まれる様々な音楽特徴量の表現法という課題に対して、事前に定めた複数の特徴量の存在確率で表現するBag-of-Features表現を提案し、時系列の音楽特徴量群の表現法を確立し、その有効性を示した。さらに、高次の音楽特徴である音色とリズムも同表現の中で統一的に扱えることを示した。
5. 音楽音響信号処理として、ドラム音自動抽出に取り組み、テンプレート適応と調波構造抑制を備えたテンプレートマッチング法を考案し、CD音楽に対してバスドラムで83%の認識性能を得ており、世界トップの性能である。本技術はドラム音イコライザや音楽ロボットへも応用し、その有用性は高い。

以上のように本論文は、ハイブリッド型音楽推薦システムの実用化に貢献する技術を確立するとともに、ドラム音の音楽分析技術も開発することにより、その効果を具体的に示しており、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成20年2月22日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。