

氏 名 (本 籍)	于 漪 (中国)
学 位 の 種 類	博士 (情報科学)
学 位 記 番 号	博課第424号
学位授与年月日	平成21年 3 月24日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 人間文化研究科
論 文 題 目	Scalable Content-Based Music Retrieval on Acoustic Datasets via Hasing (アコースティック・データを対象とするハッシュを用い たスケーラブルな内容に基づく音楽検索)
論文審査委員	(委員長) 教授 城 和 貴 教授 和 田 昌 昭 教授 加古 富志雄 准教授 高 橋 智

論文内容の要旨

近年ブロードバンド化が著しいインターネット上では、音楽ソーシャルネットワーキングの需要が増大している。多くの人々が自ら歌った歌曲アルバムを、ウェブにアップロードして互いに共有可能となってきた。このオーディオ・データを検索する場合、検索用のタグはテキスト・データで与えられなければならない、オーディオ・データの内容で直接検索することはできなかった。インターネットの利便性は、内容に基づく情報検索にあるため、オーディオ・データの内容に対して直接検索する需要は極めて大きいものがある。このような検索能力の改善は、膨大な音楽データを分類したり、類似の音楽データを発掘したりするのに役立つ。しかしながら、音楽データからセマンティクスを抽出する困難に加え、音楽データの特徴記述子そのものが高次元であるため、音楽データを格納したデータベースに対するクエリの計算量が問題となり、スケーラブルな検索が困難となっている。

本学位論文ではこの難問に対して、音楽の類似性検出を容易にするための新しい音楽データの表現方法と、類似性検出を高速に行うためのインデックス付加による近似手法という二つの解決策を提案している。これらの手法を使うことで、音楽データを与えるとインデックスに基づいた類似性検出を高速に行って、類似度によるランクリストを返すようなスケーラブルな音楽データ内容検索が可能となる。

本学位論文では、特徴シーケンスの抽出に着目し、ヒューリスティクスを用いた特徴シーケンス

の整数値へのマッピングを行うことで、ハッシュを利用した特長シーケンスの検索を提案している。これにより計算量の多い一対比較を避けることが可能となる。音楽データへのアクセス時間と検索時間を削減するために、Locality-Sensitive Hashing (LSH) と Exact Euclidian LSH (E2LSH) を使った動的プログラミング (DP) による網羅的検索で音楽データの内容検索を提案している。また、疎な動的プログラミング・アルゴリズム (SDP) を提案し、正確な特徴シーケンスの類似性比較を行っている。さらに、四種類 (LSH-DP, LSH-SDP, E2LSH-DP, E2LSH-SDP) の検索手法の性能を評価するために、インデックスが付加された音楽内容検索システムを構築している。

本学位論文では、また、類似性不変という原理を提案している。これは音楽特徴シーケンスを簡潔に記述し、音楽の最適な特徴表現の組み合わせを回帰的に求めるものである。申請者はセマンティックな特徴記述とハッシュ値の関係に着目し、二種類の新しい LSH、Exact Locality Sensitive Mapping (ELSM) と SoftLSH を提案している。これら二種類の手法を使うことで、複雑な検索が可能となる。例えば、単一の音楽データを与えると、類似した全ての音楽データを検出したり、複数の音楽データを与えると、共通するある特徴を有する音楽データを検出したりできる。これらの手法を評価するために、実際に使用される大規模な音楽データセットに対する COSIN (COVer Song IdeNtification) というカバーソングの検索を行う音楽内容検索システムを開発している。これにより音楽検索研究者が異なる検索手法を様々な評価尺度 (再現率、適合率等) で評価することができ、特定の類似性に対する検索結果の比較なども可能となっている。COSIN による音楽検索実験の結果であるセマンティック特徴の記録と LSH の変動量は、当該手法の検索速度と検索精度がバランス良く設計されていることを示している。

論文審査の結果の要旨

本学位論文ではスケーラブルな音楽検索手法を提案している。音楽の検索はインターネットの普及とブロードバンド化により長く切望されてきたが、いわゆるタグ付け検索ではない、内容すなわちアコースティック音源のデータのみを使っての検索は、現在最もホットな研究分野の一つである。国内外で広く研究が行われている音楽データによる音楽検索では、相対的な音階での検索、テンポ普遍の検索、スケーラブルな検索が困難な問題として知られていた。相対音階検索ならびにテンポ普遍検索に関しては、本学位論文では、既存研究の成果をうまく利用して、データの特徴抽出を行っている。得られた特徴から検索を行う場合、検索対象となる音楽データベースが大きくなれば計算量的に検索が困難になる場合が多いが、本学位論文では、得られた特徴を整数値にマッピングすることで、ハッシュを用いた高速検索を実現している。これが本学位論文における最大の成果と言える。本学位論文では、また、類似性不変という原理を提案しており、この原理に基づくセマンティックな特徴記述を考案している。この特徴記述とハッシュに基づく検索を複合利用することで、様々な種類の音楽検索が可能となることを示している。以上のように、本学位論文には新規性、有用性、独自性が認められるとの結論に至った。よって本学位論文は奈良女子大学博士号（情報科学）の学位を授与されるに十分な内容を有していると判断した。