

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：32617

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700099

研究課題名(和文) マルチメディアデータベースを対象とした即時分析及びメタデータ自動抽出

研究課題名(英文) An Immediate Analysis and an Automatic Metadata Extraction for Multimedia Databases

研究代表者

吉田 尚史 (Yoshida, Naofumi)

駒澤大学・グローバル・メディア・スタディーズ学部・准教授

研究者番号：10338238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、マルチメディアデータベースを対象とした即時分析及びメタデータ自動抽出を行っている。具体的には、メディアデータを対象とするデータベースにおいて、即時にかつ高速に分析を必要とされる応用を目的とし、メディアデータの持つ物理的特性からメタデータを自動抽出することにより、即時かつ高速に利用者へ分析結果を提供可能とする機構を実現する。

研究成果の概要(英文)：In this research, an immediate analysis method and an automatic metadata extraction method for multimedia databases are presented. A target is databases for multimedia data, including texts, images, videos, etc. The purpose of these methods is immediate and fast analysis. These methods enable us to provide results of analysis immediately and fast by analyzing physical features for media data in multimedia databases.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：マルチメディア 即時分析 メタデータ 自動抽出 メタデータ自動抽出 データベース メディア情報学

1. 研究開始当初の背景

本研究の学術的背景は、さまざまなメディアデータを対象としたメタデータ抽出の重要性および困難性にある。グローバルかつデジタルなネットワーク上に流通するデータは、生データであり、それらを説明するためのデータはメタデータと呼ばれる。メタデータによってデータを有効に活用することが可能となる。しかし、メタデータを抽出する方法は、様々な種類の様々なレベルのデータを対象とするため、一般に困難を伴う。第一は、これまでのメタデータ自動抽出の方法は、特定の環境の特定の応用のための方法論であり、汎用的な方法ではない。第二に、様々な分析方法の乱立と、それぞれの長所・短所による限界である。以上のような背景をもとに、研究を開始した。

2. 研究の目的

本研究では、マルチメディアデータベースを対象とした即時分析及びメタデータ自動抽出を行っている。具体的には、メディアデータを対象とするデータベースにおいて、即時にかつ高速に分析を必要とされる応用を目的とし、メディアデータの持つ物理的特性からメタデータを自動抽出することにより、即時かつ高速に利用者へ分析結果を提供可能とする機構を実現する。

予想される成果として、これらの基本的な方法論を融合し、発展させ、即時高速分析を可能とするメディアデータベースからのメタデータ自動抽出機構の実現を行った結果、様々な実際的な応用を生み出すことが可能となる。さらに、新しい研究分野を開拓することにより、日本から新しい技術を発信して大きく社会貢献することが挙げられる。デジタル機器の普及により複数カメラやセンサ機器を用いた記録は広く普及することが考えられ、また、デジタル放送および動画共有サイトにより配信され記録されたメディアデータを有効活用する要求が高まると予想される。そのような状況では、本研究で実現する即時高速分析は本質的かつ不可欠であり、新しい研究分野を開拓できると考えられる。

3. 研究の方法

本研究課題において実現した方法[学会発表①]は、既存の検出方式を複数ハイブリッドに組み合わせることによって、正確かつ高速な機械学習を実現し、それを用いて、電力の消費の時系列変化からデバイスの特性を特定する。この方法は、複数の検出方式を、条件によって切替え、組み合わせるため、位置づけとしては、大規模かつリアルタイム性の度合いがそれぞれ異なる方式の利点を、全て享受できる。この位置づけを図1に示す。

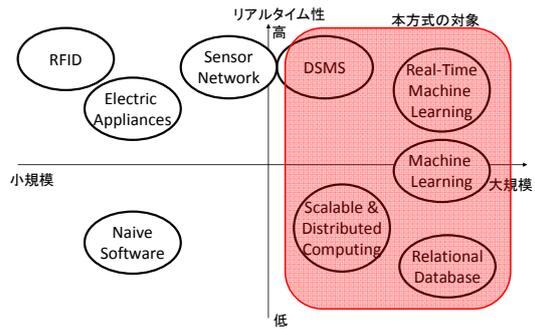


図1: ハイブリッドデバイスプロファイル検出方式の位置づけ

本方式は、次のアプローチによってハイブリッドに複数の検出方式を組み合わせる。消費電力の時系列変化の先頭部分、発生時刻のパターンが既知の場合、機械学習や複雑な検出方法を利用することなく、パターン的一致によって、関係データベース (RDB: Relational Database) 等を用いることによってそのデバイスの種類を特定可能である。また、一定の期間 (例えば数秒間) の時系列変化のみによってデバイスの種類を特定できる場合には、DSMS (Data Stream Management System) を用いてデバイスの検出をすることが有効である。一般に時系列変化が学習できる場合には、機械学習やそれらをリアルタイムに行う方法やシステムが有効であると考えられる。それらの検出方法を、並列に実行し、特定できた瞬間に本方式による検出結果とすることによって、複数の検出結果のうち最も早く得られた検出結果をリアルタイムに得ることが可能となる。このとき、先に得られた検出結果と、後に別の検出方式によって得られた検出結果が異なる場合があることが予想されるが、応用によって、先に検出された結果を最終結果とするか、後に得られた結果を最終結果とするか、選択可能とする。

本方式では、既存のコンシューマ・デバイスに改良や改造などの手を加えることなく、デバイスの消費電力の時系列変化のみから、デバイスプロファイルを複数の機械学習方法をハイブリッドに組み合わせることによって検出する。消費電力のみからでは、デバイスの個体を識別することは困難である。しかし、消費電力が時系列変化について一定であるデバイス、周期的に変化するデバイス、一時的に多くの電力を消費するデバイス、周辺の環境に依存して変化するデバイス、およびそれらの組み合わせなど、消費電力の時系列変化にもパターンが存在し、それらを識別すれば、省電力化に対応可能なデバイスのプロファイル (デバイスの特性の集合) の検出が可能となる。

技術的な課題は、消費電力が時系列変化からデバイスプロファイルを検出する際に、複

数の機械学習方法をハイブリッドに組み合わせる点にある。何故なら、機械学習には様々な方法があり、単一の方法で目的を達成することは難しいからである。教師付きまたは教師なしといった性質が異なるもの、Support Vector Machine (SVM)のようなパターン認識に優れたもの、リアルタイム性に優れたもの、スケーラビリティに優れたものなど、多くの方法が存在する。本方式では、ハイブリッドデバイスプロファイル検出方式を設計および実現する。

本方式の第一の応用例および直接の応用例としては、多くのデバイスが接続されている一室やビル全体の一定の割合の電力を削減する場合、各デバイスの消費電力の時系列変化からデバイスプロファイルを検出し、予め与えられた優先順位を参考に、削減対象となるデバイスを順に選択し、実際に電力を削減し、これらを繰り返すことによって目的の割合の電力削減を実現する。外部から一定の割合の電力削減に関する要求がある場合、それらは刻一刻と変化することが考えられるので、その要求に応じて、電力を削減することが可能となる。また、電力を計測する装置のみを導入すれば実現可能なので、スマートハウスやスマートメータのように、初期導入の大きなコストが必要ない。この場合、ある家庭 or 組織全体の $x\%$ の電力を削減する場合、次のような手順で省電力化が可能となる。

(1) 1秒単位で電流を計測して時系列パターン分析する。消費電力量と、パターンから、推定する。

(2) 全ての機器のデバイスプロファイルを推定した後、優先順位を決定する。

(3) 複数の機器間において、優先順位に応じて電力を削減し、要求された $x\%$ に達しているかどうかチェックし、達していたら終了する。

第二の応用として、ヘルスケア分野への応用も期待できる。ヘルスケア分野において重要なのは、人間の様々な状態（体重、血圧、心電図など）を計測して、その状態を正確に取得する点である。心電図や脳波のような時系列的に変化するものは、本方式によってハイブリッドに状態を取得することが可能となり、単一の検出方法を用いた場合よりも、より確実な状態の取得が可能となる。

第三に、Machine-to-Machine (M2M) 環境において、ソーシャルメディアや画像など、従来と比較して複雑なメディアや時系列データを扱う場合、よりリアルタイムに、より確実に実世界の情報から状況を判断する機会が増えると考えられる。このような複雑な環境においては、ハイブリッド方式は適用範囲が広く、有効性が高いと考えられる。その他、多くの環境や分野に適用可能と考えられる。

4. 研究成果

動画データを対象としたデータベースの性能分析、デバイス間連携方式、および、モバイルコンピューティングにおける資源管理方式について下記の発表を行った。動画データを対象としたデータベースの性能分析については、動画を文脈分析する方式を設計しその性能評価を行った[雑誌論文②]。デバイス間連携方式については、すでに提案されているデバイス間連携方式をソーシャルネットワークサービスと連携する方式の設計と実現を行った[学会発表②]。モバイルコンピューティングにおける資源管理方式については、デバイスの電力消費の時系列変化からデバイスの種類を推定する方式とモバイルコンピューティング環境で資源を相互利用する方式の設計を行った[学会発表①]。さらに、これらの方法の基礎となるメディアのリソース管理に関する論文を国際論文誌として行った[雑誌論文①]。これらに関連する分野の図書の編集を行った[図書①][図書②]。これらによって、様々な環境において様々なデータを対象として、メタデータを自動抽出し、抽象度の高い状況を即時にデジタル化する基盤を構築した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

① Naofumi Yoshida: A Mutual Resource Exchanging Model in Mobile Computing and its Applications to Universal Battery and Bandwidth Sharing, Information Modelling and Knowledge Bases XXV, Vol.260, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, pp. 264 - 271, ISBN: 978-1-61499-360-5 (print), 978-1-61499-361-2 (online), Feb 2014.

② Pekka Sillberg, Shuichi Kurabayashi, Petri Rantanen, Naofumi Yoshida: A Model of Evaluation: Computational Performance and Usability Benchmarks on Video Stream Context Analysis, Information Modelling and Knowledge Bases XXIV, 251 of Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, pp. 188 - 200, ISBN: 978-1-61499-176-2, January 2013.

[学会発表] (計 2 件)

① 吉田 尚史, 石橋 直樹, 南 政樹, 鷺尾 哲, 松原 大悟, 斎藤 信男, 石川 憲洋: ハイブリッドデバイスプロファイル検出方式とその省電力化への応用, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOM02012), July 2012. 石川県加賀市

② Naoki Ishibashi, Naofumi Yoshida, Masaki Minami, Satoshi Washio, Norihiro Ishikawa, and Nobuo Saito: "Machine-Machine Communications Using Relationships in Social Media," The 2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet 2012), Vol. 4, pp. 2688-2691, April 2012. 湖北省宜昌市 (中華人民共和国)

[図書] (計 2 件)

① Takehiro Tokuda, Yasushi Kiyoki, Hannu Jaakkola, Naofumi Yoshida: Information Modelling and Knowledge Bases XXV, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 2014.
(total 336 pages)

② Peter Vojtáš, Yasushi Kiyoki, Hannu Jaakkola, Takehiro Tokuda, Naofumi Yoshida: Information Modelling and Knowledge Bases XXIV, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 2013.
(total 376 pages)

[その他]

ホームページ

<http://www.komazawa-u.ac.jp/~naofumi/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 尚史 (Yoshida, Naofumi)
駒澤大学・グローバル・メディア・スタディーズ学部・准教授
研究者番号：10338238