

原田 達也

東京大学大学院情報理工学系研究科
教授

膨大なマルチメディアデータの理解・要約・検索基盤の構築

§ 1. 研究成果の概要

膨大なマルチメディアデータを要約する基盤技術構築には、(1)データのコンテンツ認識アルゴリズム、(2)認識を支えるための知識獲得、(3)理解・要約・検索技術の有益さの検証、の3つの要素が必要不可欠である。これらの平成30年度の成果を述べる。

(1) データのコンテンツ認識アルゴリズム

認識アルゴリズムに関して今年度は特に、弱教師付き学習と限られたデータから分類器を学習する教師あり学習法について研究をおこなった。

弱教師付き学習に関しては、2つのサンプルが同じクラスに属するという情報だけが与えられれば、それらがどのクラスに属するかわからなくても、正と負のクラスの境界を学習できるアルゴリズムを開発した[1]。これは、給料や宗教、政治的な意見など直接的に正負のラベル付きデータを集めるのは困難な場合に有効な分類技術である。また、正のクラスのデータしか取れない場合でも、その信頼度さえ得ることができれば、負のデータがまったく無くても分類器を学習できるアルゴリズムを開発した。両方のアルゴリズムとも理論的な最適性を持ち、実験的にも実用的な性能を持つことを確認した。

さらに本年度は、クラス間学習と呼ばれる分類問題のための新しい学習法を提案した[2]。クラス間学習では、異なるクラスに属する2つのデータをランダムな比率で混合してクラス間データを生成する。次に、混合されたデータをモデルに入力し、混合比を出力するようにモデルを訓練する。クラス間学習は特徴分布の形状に判別的な制約を課す能力を有するために、識別性能が改善される。クラス間学習は単純な手法でありながら、環境音認識や画像認識において通常の学習方法と比較して性能向上が可能であることを実験により確認した。

(2) 認識を支えるための知識獲得

認識を支える知識獲得について、本年度では、ラベル付きデータが大量に入手可能なソースド

メインで獲得した知識を教師データが得られないターゲットドメインに転移する教師なしドメイン適合の新規手法を実現した。この手法が実現できれば、シミュレーション上作成した予測モデルを実世界で利用可能となり、大幅なアノテーションコストの削減を実現できる。従来はソースとターゲットの特徴分布をカテゴリ情報を無視して一致させる手法が主流であるが、提案手法はソースにおけるカテゴリ毎の分布にターゲットの分布を一致させるように特徴抽出器を学習させることで、カテゴリ情報を反映したより適切なドメイン適合が可能となった。

(3)理解・要約・検索技術の有益さの検証

理解・要約・検索技術の有益さについて、行動認識、パーソナルファブ리케이션、ロボティクスの観点から検証を行った。

人の行動データは個体差や環境の違いなどの複合的な要因で影響を受け記録されている。本年度は、大規模人の位置履歴データ(GPS 情報)を活用した、活動人口の予測問題を例に、要素間の関係の理解の研究を進めた。活動人口のパターンは地域の特性によって異なり、より精細・広範囲に人口パターンの予測ができれば様々な応用につながる。一方、予測対象地域を細分化すれば過剰適合は避けられず、多タスク回帰による解法が必要である。本研究では、空間的な近接性に着目した多タスク回帰を提案し、高精細な状況でも高い予測性能を示すことを確認した。

パーソナルファブ리케이션において、実世界のモノづくり過程をマルチモーダルに蓄積・共有・再現する基盤システムを構築し、提案アルゴリズムを応用して認識検索や手順書作成の支援等を目指している。本年度は、「実世界での部品の組立過程を自動記録するサービス」を FabLab 等で運用して机上作業を中心としたデータ収集を進めつつ、現場のフィードバックを踏まえて、デザイン/ユーザビリティ/筐体等を含むシステム改善を行った。また、昨年度試作した「両腕に装着したスマートウォッチを用いてモノづくり中の動作を記録するシステム」について、上記サービスと主要な機能を統合し、Web 上からのタグ付け/機械学習サーバーと連携した自動タグ付け/タグに基づくモノづくり動画の高速再生機能を実装し、基礎的な認識精度の調査やユーザテストを実施した。

ロボティクスへの応用では、自律型の探査システムを用いて、災害に関係する情報を能動的に獲得、実時間で状況を認識し、地図として情報共有する方法の開発を目指している。本年度は、自動走行車両、動物、ヘリなどの探査システムで、能動的に情報を収集・蓄積することに取り組んだ。具体的には、LiDAR などの自動走行のための高度なセンサ機器を搭載した車両を利用して公道の走行データの蓄積、災害救助犬の模擬被災環境での被災者探査データの蓄積、橋梁点検ヘリを利用した橋梁の損傷の蓄積に取り組んだ。また、蓄積したマルチモーダルなセンサデータから3次元の密なセマンティクス地図を構築する方法の開発、リアルタイムにイヌの移動軌跡や地形や探査行動を可視化する方法の開発に取り組んだ(図1)。



図1: 移動体が能動的に収集したヘテロなセンサデータから空間や行動を認識: (左) マルチモーダル 3D LiDAR 点群認識, (中) イヌの移動軌跡から堆積物の高さを計測, (右) 災害救助犬の探査行動の可視

【代表的な原著論文】

- [1] Han Bao, Gang Niu, Masashi Sugiyama. Classification from pairwise similarity and unlabeled data. In International Conference on Machine Learning (ICML2018), pp.452-461, 2018.
- [2] Yuji Tokozume, Yoshitaka Ushiku, Tatsuya Harada. Between-class Learning for Image Classification. The 31st IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp.5486-5494, 2018.
- [3] Masamichi Shimosaka, Yuta Hayakawa, Kota Tsubouchi. Spatiality preservable factored Poisson regression for large scale fine-grained GPS-based population analysis. In Proceedings of the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-19), official publication to appear, February 2019.

§ 2. 研究実施体制

(1) 原田グループ

- ① 研究代表者: 原田 達也 (東京大学大学院情報理工学系研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・研究全体の統合・統括
 - ・膨大なマルチメディアデータを認識する手法の開発
 - ・獲得したデータ間の関係性を発見し記述・要約する手法の開発

(2) 杉山グループ

- ① 主たる共同研究者: 杉山 将 (東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・マルチメディアデータの認識技術を支える数理的基盤の構築

(3) 大野グループ

- ① 主たる共同研究者: 大野 和則 (東北大学未来科学技術共同研究センター 准教授)
- ② 研究項目
 - ・能動的センシングにより獲得される実世界データの理解

(4) 塚田グループ

- ① 主たる共同研究者: 塚田 浩二 (公立はこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・パーソナルファブリケーションにより獲得される実世界データの理解

(5) 下坂グループ

- ① 主たる共同研究者: 下坂 正倫 (東京工業大学情報理工学院情報工学系 准教授)
- ② 研究項目
 - ・人の行動データにより獲得される実世界データの理解と能動的知識獲得