

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리케이션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

§ 2. 研究実施の概要

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28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

重要部分の切り出しに関して、2部グラフとして表現される依存関係をもつデータの依存構造を少ない標本から精度良く推定できる学習法を開発した。

また、データの適切な理解には、データから得られる特徴量間の類似度計算が重要となる。そこで、特徴量間の非線形な類似度を定量化した関数であるカーネル関数の新たな近似手法を提案した。提案手法はデータの情報を用いるため従来手法と同等の近似性能をもち、また特徴関数があらかじめ計算されているためにより高速に計算可能である[1]。

さらに、データ間の関係性を考慮した学習に基づく枠組としてデータ間の関係性ならびにデータを構成している共通要素の抽出を、従来実現が困難であった閉形式での変分推論により効率良く行なうベイズ統計モデルを構築し、実データにより有用性を明らかにした。

(2)認識を支えるための知識獲得

正例とラベルなしデータからの学習の理論解析を行い、負例を一切用いないにも関わらず、従来の教師付き学習よりも高い汎化能力を達成できる場合があることを証明し、その条件を理論的に明らかにした[2]。

また、認識システム等のサービス運用に際して事前に必要なデータ収集の効率化を念頭に、ベイズ最適化に基づく能動学習アルゴリズムを構築し、実スマートフォンセンサデータで有用性を示した[3]。

(3)理解・要約・検索技術の有益さの検証

パーソナルファブ리케이션における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行う。本年度は、平成27年度までに試作した実世界でのモノづくり過程を動画等で記録し Web 上で共有するサービスに対応した、汎用性・拡張性を考慮したスマートフォンクライアントや筐体を構築した。さらに、モノづくり過程の動画データに対して人手によるアノテーションを効率的に付加するための手法として、モノづくりワークショップの振り返りと一体化したアノテーションシステムの実装を進めた。また、学生主体での FabLab の運用に引き続き取り組み、函館駅前に新設された市営博物館「はこだてみらい館」の一角に Fab スペースを設置して、ファブデータを収集／活用するための拠点作りを進めた。

また、実世界で自立的に情報収集を行うロボットや動物を利用したデータの蓄積と、蓄積したデータを利用して、技術の有用性の検証を目指している。平成28年度は、継続して自動運転可能な車両、サイバー救助犬、飛行ロボットなどを利用して道路、模擬被災環境、老朽化した建造物の映

像や形状データを収集した。ロボット技術で収集したデータをユーザーと共有し、活用する土台作りを進めた。さらに、ロボットが自律的に情報収集を行うことが難しいとされる狭隘路を、移動ロボットが自律的・半自律的に移動する方法や、LIDARで計測した3次元点群データから階段などの対象を認識する方法を開発した。狭隘路で周囲に接触しても自動で走行する自律化の技術は、国内外で複数の賞を受賞した。

- [1] Yusuke Mukuta, Tatsuya Harada. Kernel Approximation via Empirical Orthogonal Decomposition for Unsupervised Feature Learning. The Twenty-Ninth IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2016), pp. 5222–5230, Las Vegas, June 26–July 1, 2016.
- [2] Gang Niu, Marthinus Christoffel du Plessis, Tomoya Sakai, Yao Ma, Masashi Sugiyama. Theoretical comparisons of positive–unlabeled learning against positive–negative learning. In Advances in Neural Information Processing Systems 29 (NIPS2016), pp.1199–1207, Barcelona, Spain, Dec. 5–8, 2016.
- [3] Masamichi Shimosaka, Osamu Saisho. Efficient Calibration for RSSI–based Indoor Localization by Bayesian Experimental Design on Multi–Task Classification. In Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp2016), pp. 244–249, Heidelberg, Germany, 9 2016.