

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
  - ・パーソナルアプ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29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

近年、ディープニューラルネットワーク(DNN)が様々なタスクで著しい成果をあげ注目されているが、計算負荷の高さが応用の際の問題となっている。ハードウェアアクセラレーションによる解決方法では、煩雑な計算環境セットアップ手順やハードウェアの価格等が問題となり、ユーザの端末に同様の環境を構築することは困難である。そこで、この問題を解決するために、WebDNNというウェブブラウザを利用したインストール不要なDNN実行環境を開発した[1]。WebDNNにより、ウェブブラウザ上での実行を前提とした積極的な最適化が学習済みモデルに行われるため、パラメータデータの配信サイズを小さく抑え、高速な実行が可能となった。

人の行動データは個体差や取得状況、センサ特性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。様々な取得条件下において安定して高い性能を供するモデルの構築には、データ間の関係性を考慮した学習が必要になる。今年度はセンサ特性の違いによる性能低下に注目して手法の開発を進めた。無線電波強度の屋内測位を例に、無線電波アンテナ特性の差異による測位性能の低下を抑制する枠組みを開発した[2](図1)。

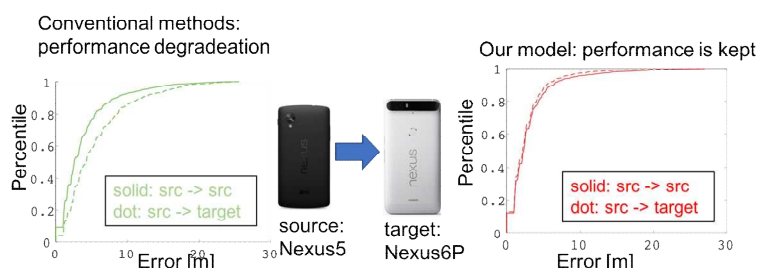


図1:機種依存性を解消する屋内測位手法

### (2)認識を支えるための知識獲得

これまでに開発してきた正例とラベルなしデータからの学習技術を、現在主流の深層ニューラルネットワークに適用できるよう拡張を行い、その有効性を理論的・実験的に示した[3]。また、間違っただけからでも正しく学習が行えるという全く新しい学習理論を構築し、その有効性を理論的・実験的に示した(図2)。

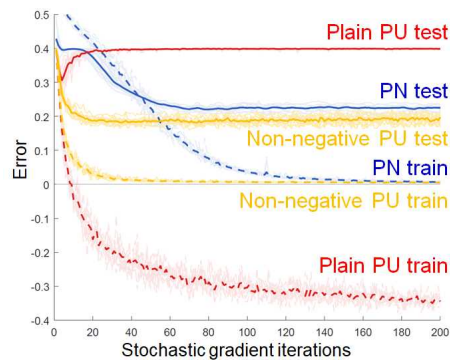


図2:これまでに開発してきた正例とラベルなしデータからの学習技術(Plain PU)は、深層ニューラルネットワークに対しては、訓練(train)誤差が負の値を取ってしまう傾向があり、過適合によりテスト(test)誤差が大きくなってしまいう傾向があった。それに対して、修正を施した新手法(Non-negative PU)では、過適合が抑えられ、通常の教師付き学習(PN)よりもテスト誤差が小さくなり得ることを示した。

### (3)理解・要約・検索技術の有益さの検証

パーソナルアプリケーション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28年度までに試作した「実世界での部品の組立過程を自動記録するサービス」や「サービスと連携可能な記録用ハードウェア」について、実際の FabLab 環境に導入を開始し、データ収集や運営スタッフからのフィードバックに基づくシステム改善に着手した。さらに、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について、画像認識を用いて「道具の利用」「両手作業」「参加者の笑顔」等を強調表示するシーン探索機能を実装し、ワークショップで試験運用を通して動作精度の検証や基礎的なユーザテストを実施した。また、「実世界での部品の組立過程を自動記録するサービス」とスマートウォッチを連携させ、両手につけたスマートウォッチから身体動作／脈拍等のセンサデータを動画と合わせてサービス上に記録／アノテーションするシステムを構築した。

また、実世界で自律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、理解・要約・検索技術の有用性の検証を目指す。平成29年度は、ロボットや人間の意思決定を支援するために長期間蓄積したセンサデータから意味のある情報を認識・理解し、地図に集約する方法を開発した。また、蓄積したデータを他の研究者に提供することを進めた。さらに、地図を利用して自律移動するための SLAM や経路計画などの智能化ソフトの開発を継続して行った。

代表的な原著論文

- [1] Masatoshi Hidaka, Yuichiro Kikura, Yoshitaka Ushiku, Tatsuya Harada. WebDNN: Fastest DNN Execution Framework on Web Browser. ACM Multimedia Open Source Software Competition, 2017. (Honorable Mention Open source software)
- [2] Ryuichi Kiryo, Gang Niu, Marthinus C. du Plessis, Masashi Sugiyama.

Positive-unlabeled learning with non-negative risk estimator. NIPS2017, Oral Presentation (採択率: 40/3240=1.2%).

- [3] Masato Sugasaki, Masamichi Shimosaka. Robust indoor localization across smartphone models with ellipsoid features from multiple RSSIs. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, Vol. 1, No. 3, pp. 103:1--103:16, 2017.