

確率場による高次元データ解析

研究代表者 石川 博
(基幹理工学部 情報理工学科 教授)

1. 研究課題

画像や音声データのように物理世界をセンシングして得られる高次元実データから意味情報を引き出すことは長年の努力を跳ね返してきたが、例えば画像中の物体や状況などを人間のように認識させることは、ロボットの能力向上に不可欠で、介護などの労働力不足が予想される日本における社会的必要性の高い技術である。本プロジェクトでは、高階・多層確率場を主な道具として、既存の情報技術で実現困難な「認識」という現象の数学的モデルを構築することをめざしている。そのための研究項目として、トップダウン認識モデルによる確率場の動的生成、確率場最適化の高度化と応用実用化、多層モデルが高性能を示す原因の解明、高階・多層モデルの関係の検討などがある。

2. 主な研究成果

深層学習により画像の欠損部分を補完するアルゴリズム(図 1)を開発し、ACM SIGGRAPH2017で発表した。(Iizuka, Simo-Serra, and Ishikawa, ACM ToG (Proc. SIGGRAPH2017))。これは、写真の一部が欠損しているときに、CNN を用いて情景の大域的かつ局所的な整合性を考慮した画像補完を行う。この CNN は大きく分けて 3 部分からなる。補完ネットワークは任意のサイズの画像における自由な形状の欠損を補完し、大域および局所識別ネットワークは本物の画像と補完された画像を識別し、補完ネットワークに情景の整合性を考慮した画像補完を学習させる。大域識別ネットワークは画像全体が自然な画像になっているかどうかを評価し、局所識別ネットワークは補完領域周辺のより詳細な整合性によって画像を評価する。この両方に補完した画像を本物だと識別させる、つまり「だます」ように補完ネットワークを学習させることで、情景全体で整合性が取れており、局所的にも自然な補完画像を出力することができる。一方で 2 つの識別ネットワークもまた同時に、補完ネットワークに「だまされない」ように学習させる。これにより、様々な情景において自然な画像補完が可能となり、さらに従来のパッチベースの手法ではできなかった、入力画像に写っていないテクスチャや物体を新たに生成することもできる、人間の顔の一部を補完するなどの複雑な画像補完を実現した。

また、ラフスケッチの自動線画化を効果的に学習するための統合的なフレームワークにおいて、教師データのない入力画像のみを教師なし学習することで、入力画像に対する線画化ネットワークの最適化を行う、「敵対的データ拡張」の手法を開発した。これにより、教師付学習のみの場合に比べて、学習データの必要性を削減できる。

3. 共同研究者

望月義彦 (情報理工学科・助教)

飯塚 里志 (基幹理工学研究科・次席研究員)
シモセラ エドガー (基幹理工学研究科・次席研究員)
小山田 雄仁 (鳥取大学 助教)
杉本 晃宏 (国立情報学研究所 教授)
北村 嘉郎 (富士フイルム)

4. 研究業績

4.1 学術論文

- [1] Ryutaro Kitagawa, Yoshihiko Mochizuki, Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, Hiroshi Matsuki, Naotake Natori, and Hiroshi Ishikawa (2017), "Banknote Portrait Detection Using Convolutional Neural Network", Proc. Fifteenth IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2017).
- [2] Masahiro Masuda, Yoshihiko Mochizuki, and Hiroshi Ishikawa (2017), "Unsupervised Video Object Segmentation by Supertrajectory Labeling", Proc. Fifteenth IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2017).
- [3] Toshiya Takaoka, Yoshihiko Mochizuki, and Hiroshi Ishikawa (2017), "Multiple-organ Segmentation by Graph Cuts with Supervoxel Nodes", Proc. Fifteenth IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2017).
- [4] Kazuma Sasaki, Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, and Hiroshi Ishikawa (2017), "Joint Gap Detection and Inpainting of Line Drawings", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2017).
- [5] Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, and Hiroshi Ishikawa (2017), "Globally and Locally Consistent Image Completion", ACM Transactions on Graphics (Proc. Of SIGGRAPH2017), August 2017.
- [6] Kazuma Sasaki, Yuya Nagahama, Zheng Ze, Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, Yoshihiko Mochizuki, and Hiroshi Ishikawa, "Adaptive Energy Selection for Content-Aware Image Resizing", The 4th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR 2017).
- [7] Naoto Inoue, Edgar Simo-Serra, Toshihiko Yamasaki and Hiroshi Ishikawa, "Multi-Label Fashion Image Classification with Minimal Human Supervision," Proceedings of the Computer Vision for Fashion Workshop at the International Conference on Computer Vision (CVF-ICCV2017).
- [8] Moeko Takagi, Edgar Simo-Serra, Satoshi Iizuka and Hiroshi Ishikawa, "What Makes a Style: Experimental Analysis of Fashion Prediction," Proceedings of the Computer Vision for Fashion Workshop at the International Conference on Computer Vision (CVF-ICCV2017).
- [9] Edgar Simo-Serra, Satoshi Iizuka, and Hiroshi Ishikawa, "Mastering Sketching: Adversarial Augmentation for Structured Prediction," ACM Transactions on Graphics, Volume 37, Issue 1, Article 11, January 2018.
- [10] 北村嘉郎, 石川博, "高階エネルギー最小化による医用画像セグメンテーション", 電子情報通信学会 和文論文誌 D, Vol.J101-D, No.1, Jan. 2018.

4.2 総説・著書

石川 博, 「人工知能で白黒写真をカラーに」, 画像ラボ, 2017年10月号.

4.3 招待講演

石川、飯塚、シモセラ「ディープラーニングによる画像生成」第42回光学シンポジウム, 東京大学, 2017年6月21日

飯塚「Globally and Locally Consistent Image Completion」, Visual Computing/グラフィクスとCAD合同シンポジウム2017, 一橋講堂, 2017年6月24日

石川、飯塚、シモセラ “Frontiers of Image Processing and Computer Graphics by Deep Learning”, Computer Graphics International (CGI2017), 慶應義塾大学, 2017年6月27日

石川 “Rules and Models versus Data and Machine Learning in Graphics and Vision” (Panel Discussion), Computer Graphics International (CGI2017), 慶應義塾大学, 2017年6月29日

石川 「□えるものは頭で作られる：視覚による空間認識の数理モデル」, 文部科学省 数学連携ワークショップ「数学だからできる現実世界を超えた「メタ」現実の可能性」, 山形大学, 2017年9月12日

飯塚「深層学習の画像処理・生成への応用」, 情報処理学会 第208回コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM)研究会, 東京大学, 2017年9月15日

シモセラ「深層学習による画像変換」, 情報処理学会 第208回コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM)研究会, 東京大学, 2017年9月15日

シモセラ “Leveraging the Web for Fashion and Image Understanding”, Workshop on E-Commerce and Entertainment Computing (ECEC), つくば国際会議場, 2017年9月18日

石川「視覚の数理モデルと構造付き予測問題」, 東北大学情報科学研究科 重点プロジェクト第17回講演会 兼 第64回応用数学連携フォーラム, 東北大学, 2017年10月11日

飯塚「ディープラーニングの基礎と導入に向けて」, 平成29年度次世代放射線治療計画技術開発AI編(ベーシック), 国立がん研究センター東病院, 2017年10月12日

シモセラ “Exploiting the Web to Understand Fashion”, ICCV2017 Computer Vision for Fashion Workshop, Venice Convention Center, 2017年10月29日

飯塚「ディープラーニングによる画像変換」, 第20回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2017), 東京大学, 2017年11月10日

石川「深層学習による画像変換について」, 第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA2017), 産業技術総合研究所臨海副都心センター, 2017年11月13日

シモセラ「ディープネットワークを用いた白黒写真の自動色付け」, 3Dフォーラム第122回研究会, 機械振興会館, 2018年1月24日

シモセラ「ディープネットワークを用いた画像変換」, 第69回 Stereo Club Tokyo 例会【春】+先進映像表現研究会, 早稲田大学, 2018年3月3日

飯塚「深層学習が変える画像処理・変換」, 第80回情報処理学会全国大会, 早稲田大学, 2018年3月15日

シモセラ「深層学習の基礎と導入に向けて」, 電子情報通信学会総合大会, 東京電機大学, 2018年3月20日

シモセラ “Semi-Supervised Learning of Sketch Simplification”, The Deep Learning

Workshop 2018, 理研 AIP, 2018 年 3 月 22 日

4.4 受賞・表彰

4.5 学会および社会的活動

General Chair, IAPR International Conference on Machine Vision Applications (MVA2017).

Associate Editor in Chief, IPSJ Transactions on Computer Vision Applications.

Editorial Board Member, International Journal of Computer Vision.

幹事, 情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究運営委員会

5. 研究活動の課題と展望

本プロジェクトの最終目標は、高階・多層確率場を主な道具として、既存の情報技術で実現困難な「認識」という現象の数学的モデルを構築することである。これらの目標へ向けて、引き続きディープラーニングモデルに内在する対称性とトップダウン認識モデルとの関連を考察し、CNN を一般化した多層モデルの動的生成を試行する。

- ・エネルギー最小化による 3 次元復元アルゴリズムの開発
- ・多層モデルのより少ない教師データによる効率的学習方法の模索
- ・多層モデルのグラフィクスへの応用