

# 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

深層学習を応用して対話的にラフスケッチのペン入れができるツール、スマートインカー (Smart Inker) を提案し、ACM SIGGRAPH2018 で発表した。(Simo-Serra, Iizuka, and Ishikawa, ACM ToG (Proc. SIGGRAPH2018))。スマートインカーは、途切れた線を自然につなぎ、不要な線を効率的に消すことが可能な“スマート”ツール機能をもち、自動出力された線画を効果的に修正することができる。このような機能を実現するため、本手法ではデータ駆動型のアプローチを取った。スマートインカーは全層畳み込みニューラルネットワークにもとづいており、このネットワークはユーザ編集とラフスケッチ両方を入力とし正確な線画を出力できるように学習させている。これにより、様々な種類の複雑なラフスケッチに対して高精度かつリアルタイムの編集が可能となる。これらのツールの学習のため、提案手法では 2 つの技術を考案した。ユーザ編集をシミュレーションして学習データを作成するデータ拡張手法、および線画のベクタデータにより学習した細線化ネットワークを用いた線画標準化手法である。これらの手法とスケッチに特化したデータ拡張を組み合わせることで、実際のユーザ編集データを用意することなく様々な編集パターンを含む学習データを大量に作成でき、効果的にそれぞれのネットワークを学習させることができる。実際に提案ツールを用いてラフスケッチにペン入れをするユーザテストを行った結果、商用のイラスト制作ソフトに比べ提案ツールは簡単かつ短時間で線画作成が可能となり、イラスト作成経験がほとんどないユーザでもきれいな線画を作成できることが確かめられた。

また、人間にも理解可能で、なおかつ被写体を考慮した写真の色調補正の手法を提案して、ACM SIGGRAPH Asia 2018 で発表した (SIGGRAPH Asia Technical Brief, 7:1-7:4, 2018)。明るさや彩度などの補正パラメータから構成される補正モデルを用いてパラメータを畳み込みネットワークによって推定することで、入力画像に適した補正を可能にし、人間にも補正内容を理解可能にした。また同時に、高品質画像のみからデータセットを自動構築するフレームワークも提案した。近い画像類似度評価関数の導入により、高品質なデータセットを自動で構築することが可能となった。ユーザテストによって既存手法との比較を行い、提案手法で

高品質なデータセットを得られること、ならびに効率的な学習が可能であることを示した。

### 3. 共同研究者

望月義彦（理工総研・主任研究員）

飯塚 里志（理工総研・次席研究員／10 月から筑波大学・助教）

シモセラ エドガー（JST さきがけ専任研究員／9 月から基幹理工学部・専任講師）

### 4. 研究業績

#### 4.1 学術論文

- [1] Edgar Simo-Serra, Satoshi Iizuka, Hiroshi Ishikawa. “Real-Time Data-Driven Interactive Rough Sketch Inking,” *ACM Transactions on Graphics (Proc. of SIGGRAPH)*, 37, 4, 98:1-98:14, 2018.
- [2] Mayu Omiya, Edgar Simo-Serra, Satoshi Iizuka, and Hiroshi Ishikawa (2018), “Learning Photo Enhancement by Black-Box Model Optimization Data Generation,” *Proc. SIGGRAPH Asia 2018 Technical Briefs*, Article No.7.

#### 4.2 総説・著書

石川 博, 北村嘉郎 (2018). 「高階グラフカットによる医用画像領域分割」, 画像ラボ, 2018 年 7 月号.

#### 4.3 招待講演

“Image Completion by CNN with Global and Local Consistency,” SIAM Conference on Imaging Science, University of Bologna, Italy. 2018 年 6 月 6 日

“Structured Prediction by Fully Convolutional Deep Neural Networks,” Irish Machine Vision and Image Processing Conference, Ulster University, Belfast, United Kingdom. 2018 年 8 月 29 日.

#### 4.4 受賞・表彰

#### 4.5 学会および社会的活動

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、データの持つ不変性や階層性などの構造に直接言及し、その言葉で CNN およびその学習（汎化性）の理解をめざし、それを一般化するトップダウンモデルに誘導されて一般の不変性について同様に学習する、より一般的な学習システムの実現をめざす。特に、ディープラーニングによる

構造つき予測問題の個別事例を検討し、そこに存在する対称性を抽象化・一般化し自動的・明示的に操作する方法を検討する。