

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔令和2（2020）年度 研究進捗評価用〕

平成29年度採択分
令和2年3月31日現在

機械可読時代における文字科学の創成と応用展開

From Text Engineering to Text Science

課題番号：17H06100

内田 誠一（UCHIDA, SEIICHI）

九州大学・システム情報科学研究所・教授



研究の概要（4行以内）

本研究では、「言語であり画像でもある」という文字の二面性に注目しながら、文字の持つ多様な機能の本質を総合的に解析する新分野「文字科学」を推進する。特にこれまで注目されることのなかった文字の4機能（周囲の明確化、知識・意味伝達、雰囲気伝達、可読性維持）について、広汎で挑戦的かつ世界にも類例のない基礎的研究群および応用展開研究群を実施する。

研究分野：マルチメディア・データベース

キーワード：文字科学、文字工学、文字認識、機械学習、フォント

1. 研究開始当初の背景

「文字」は我々の文化的活動やコミュニケーションを支える最重要メディアである。機械学習の深化とデータの大規模化によって、我々の身の回りの存在するあらゆる文字の大半が機械可読になった。この好機を活かせば、様々な文字情報を計算機科学の俎上に載せ、そして新技術に基づいた綿密なる解析により、文字の持つ様々な機能が解明できると考えた。

2. 研究の目的

機械学習および大規模文字情報データを活用し、文字の持つ多様な機能の客観的解明を目的とする。具体的には、これまで注目されることのなかった文字の4機能（周囲の明確化、知識・意味伝達、雰囲気伝達、可読性維持）について、広汎で挑戦的かつ世界にも類例のない基礎的研究群および応用展開研究群を展開する。

3. 研究の方法

文字がもはや機械可読であるという前提のもと、文字が次の4機能を持つことに着目し、各機能の原理解明を目指した基礎研究ならびにそれらの応用展開を目指す。

(1)「周囲の明確化」機能：物体表面のラベル、注意書き、看板などの文字情報は、周囲の理解に不足している情報を補完している。では、具体的に補完される情報は何で、それによりどのように周囲理解が容易になっているのか？すなわち、周囲と文字はどのようにインタラクションをするのか？逆に、

ある状況をより深く理解するために不足している文字情報を指摘できるか？

(2)「知識・意味伝達」機能：日々我々が目にする文字列は、どこから来ていて、我々に何を伝えているのか？また、文字列からメッセージとして提供される言語的情報は、画像記述で与えられる言語的情報とどう異なるのか？

(3)「雰囲気伝達」機能：言語的情報と文字デザイン（フォント・タイポグラフィ）の対応関係を定量化できるか？それを深化させ、文字デザインと雰囲気（質感）の関係を解明できるか？その逆に、特定の雰囲気を持たせるための自動デザインは可能か？さらに(1)と関連して、特定情景に適した文字デザインを提案できるか？

(4)「可読性維持」機能：文字はなぜ・どのように読めるのか？変形・ノイズ下での可読性維持能力ならびにクラス間差異の維持能力は？逆に、強い変形があっても可読性を維持できるように個々の文字およびアルファベット全体を最適デザインできるか？

4. これまでの成果

機械学習の急速な進展という追い風もあり、先述した文字の4機能に関する研究については、幸いなことに、すべて予想を上回るスピードで進捗している。紙面の都合上、すべての成果を網羅するのは困難なので、各機能に関する成果のうち、主なものについて述べる。それらのいずれも課題自体が世界初である点（すなわち従来研究の改良ではない点）

が、本成果の強みである。なお、これらの機能解明に寄与する基盤技術に関する成果も複数存在するが、紙面の都合上、割愛する。(1)「周囲の明確化」機能：①どのような物体の上にもどのような単語が存在しうるかを、膨大な実データ解析により解明した。②同様に、単語による場所の明確化状況についても検証した。③画像説明文の自動生成 (Image Captioning) の枠組みに情景内単語を埋め込み、文字のラベル機能を利用したより詳細な説明文生成にも成功した。

(2)「知識・意味伝達」機能：④Scene Text Eraser を開発し、情景内のメッセージの除去を可能にした。⑤逆に情景内の文字だけを拡大表示する手法 Scene Text Magnifier も発表した。⑥書籍タイトルをメッセージの例として、書籍ジャンル毎のタイトルの差異を解析した。⑦文字を印字する際の色情報を用いた、新たな単語埋め込みの方法を提案した。(3)「雰囲気伝達」機能：⑧GAN や Neural Style Transfer を駆使して、フォントやロゴの自動生成を行った。⑨フォント F1 とフォント F2 の「差異」を、フォント G1 に適用することで、新たなフォント G2 を作るような方法も提案した。⑩企業のロゴのうち、favicon と呼ばれる小アイコンを対象として、通信や運輸、金融などの業界毎の傾向を分析した。⑪書籍タイトルの印字に利用されているフォントの色とタイプ (セリフ体、サンセリフ体、デザイン書体など) と、書籍ジャンルの相関関係を調べるといふ、極めて大規模な実験を行った。⑫書籍表紙内に映っている物体とジャンルの相関についても解明を試みた。

(4)「可読性維持」機能：⑬文字画像から筆記情報が復元可能なこと、二つの Variational Auto Encoder により実証した。⑭文字独特の超解像度特性の把握を把握した。⑮手書きと活字の相互変換を可能にした。⑯難読手書き (花押) を題材とした文字間の類似度の機械学習を実現した。⑰認識を伴わない異言語画像間のアルファベット変換が可能なることを示した。⑱A と B のような異なる文字種でも同一フォントか否かを判定できることを示した。これらはいずれも「文字の可読」に関する本質的疑問に通じる課題であると考えている。

以上の成果の大部分は査読付き国際会議や国際学術誌に発表済み、もしくは投稿中である。特に文字関係のトップカンファレンスである ICDAR2019 には 12 本という世界最多の論文が採択された。また基盤技術については、計算機科学の最高峰国際会議である CVPR や ICCV において論文が採択されている。

5. 今後の計画

文字の 4 機能解明という目的に対して、今後も網羅的に深化させていく予定である。また特に 2020 年度以降には応用展開についても注力する予定である。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む) 【受賞】

1. 内田誠一、平成 31 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞」(研究部門)「文字パターンに関する包括的研究」、2019 年 4 月 17 日
2. 内田誠一、電子情報通信学会 フェロー称号付与、「画像および時系列パターンの認識・解析技術の開発とその多分野応用」、2019 年 3 月 21 日

【主要発表論文】

1. Hideaki Hayashi, Kohtaro Abe, Seiichi Uchida, GlyphGAN: Style-Consistent Font Generation Based on Generative Adversarial Networks, Knowledge-Based Systems, vol.186, Dec. 2019 (査読有)
2. Wataru Shimoda and Keiji Yanai: Self-Supervised Difference Detection for Weakly-Supervised Semantic Segmentation, Proc. of IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV2019, Seoul, Korea), Oct. 2019. (査読有)
3. 内田誠一、あなたがいま読んでいるものは文字です ~ 画像情報学から見た文字研究のこれから ~ , 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2019-35, 2019 年 10 月 (査読無, 電子情報通信学会フェロー受賞記念講演用原稿)
4. Yuto Shinahara, Takuro Karamatsu, Daisuke Harada, Kota Yamaguchi and Seiichi Uchida, Serif or Sans: Visual Font Analytics on Book Covers and Online Advertisements, Proceedings of The 15th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2019), Sept. 2019. (査読有)
5. Takuhiro Kaneko, Yoshitaka Ushiku, and Tatsuya Harada, Label-noise robust generative adversarial networks, IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2019, Long Beach, USA), June 2019. (査読有)

【報道等】

1. DeNA、AI で一人ひとりの声からオリジナルグラフィックが作れる「fontgraphy(フォントグラフィー)」を公開、日経産業新聞、2019 年 9 月 13 日
2. 人工知能でラーメンをより美しく、日刊工業新聞、2018 年 12 月 26 日
3. 画像認識技術で説明文を生成~東大の牛久講師、日本経済新聞、2018 年 1 月 25 日
4. 拓く研究人 (178) 東京大学大学院情報理工学系研究科講師・牛久祥孝氏、日刊工業新聞、2017 年 11 月 8 日

7. ホームページ等

<http://human.ait.kyushu-u.ac.jp>