

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 7 月 3 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04657

研究課題名(和文) 住民が求める景観とは？-人工知能を活用した景観形成支援システムで明らかにする

研究課題名(英文) What is the landscape that residents want? -Clarify with a landscape formation support system using artificial intelligence

研究代表者

山本 義幸 (Yamamoto, Yoshiyuki)

愛知工業大学・工学部・准教授

研究者番号：10580508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、住民の景観の志向を推察可能とする、人工知能による景観形成支援システムの開発を目的とした。これにおいて、深層学習モデルの選定を行った。さらに、画像がもたらす感情を認識する人工知能を開発した。以上の深層学習モデルと感情認識の人工知能から、景観の志向を推察可能な景観形成支援システムを開発した。

深層学習モデルのImage Inpaintingにより、無電柱化の景観予測画像の作成を試みた。結果として、電柱が存在した箇所が周囲に調和し自然な修復が施された景観予測画像を作成できた。また、CNNで画像(GAPED等)から感情認識の人工知能を開発した。これらより、景観形成支援システムを作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本での景観形成は、諸外国と比較して目に余る景観の乱雑さを減らし、美しく調和を保つことに主眼が置かれてきた。かつての景観を無視した行政主導の一方的なプロジェクトへの批判から、近年では、市民の合意形成の位置づけが向上してきた。しかし、合意形成には多くの時間を費やす場合が多く、それにかかる費用や事業の遅れなど重要な問題をはらんでいる。学術的にも、住民の志向の合意を積み重ねるプロセスに関わる研究がほとんどであり、合意形成に要するコストを短縮する方策に力点を置いた研究はわずかであった。これにおいて、本研究で構築した景観形成支援システムは、合理的な合意形成支援において学術的・社会的意義を有す。

研究成果の概要(英文)： This study aimed to develop a landscape formation support system using artificial intelligence that makes it possible to infer the landscape intention of residents. In order to do that, we selected a deep learning model. Furthermore, we have developed artificial intelligence that recognizes the emotions brought about by images. We have developed a landscape formation support system that can infer landscape intention from the selected deep learning model and artificial intelligence of emotion recognition.

Using Image Inpainting, a deep learning model, we attempted to create a landscape prediction image without utility poles. As a result, we created a landscape prediction image in which the location of the utility pole was harmonized with the surroundings and seemed naturally restored. We also developed an artificial intelligence for emotion recognition from the images (GAPED, etc) with CNN. Finally, we created a landscape formation support system.

研究分野：地理空間情報工学

キーワード：景観形成支援システム 人工知能

1. 研究開始当初の背景

日本での景観形成に関する研究は、諸外国と比較して目に余る景観の乱雑さを減らし、美しく調和を保つことに主眼が置かれてきた。かつての景観を無視した行政主導の一方的なプロジェクトへの批判から、近年では、市民の合意形成の位置づけが向上してきた。しかし、合意形成には多くの時間を費やす場合が多く、それにかかる費用や事業の遅れなど重要な問題をはらんでいる。ところが、住民の志向の合意を積み重ねるプロセスを重視するといった理由から、プロセスに関わる研究がほとんどであり、合意形成に要するコストを短縮する方策に力点を置いた研究はわずかであった。そもそも「住民が求める景観とは何だろうか？ どのような点に価値を見出しているのか？ またどこはそれほど重要でないのか？」といった判断基準が明確化されない限り、効率的な合意形成は不可能である。しかしながら、実際には景観が持つ要素は非常に多く、その一つ一つを検討していくことは現実的ではない。これにおいて、感情を認識する人工知能を作成できれば、そのメカニズムを通じて、景観の志向を明らかにできる可能性がある。そこで本研究では、「人工知能を活用することで、住民の景観の志向を推察可能か？」を研究課題の核心をなす学術的「問い」として設定した。

2. 研究の目的

本研究では、住民の景観の志向を推察可能とする、人工知能を活用した景観形成支援システムの開発を目的とした。これにおいて、景観形成支援システムのコアとなる深層学習モデルの選定を行った。さらに、感情誘導標準画像刺激セットを利用して、画像がもたらす感情を認識する人工知能を開発した。以上で選定した深層学習モデルと感情認識の人工知能から、景観の志向を推察可能な景観形成支援システムを開発した。

3. 研究の方法

電柱化地域の無電柱化イメージ画像作成を通じて、景観形成支援システムの開発を行った。使用画像は、現地にてアクションカメラで取得した動画を分割したもの（フレーム）とした。

(1) フレーム取得位置の決定方法の検討

動画を分割したフレームによって景観を評価するためには、そのフレームがどこで撮影されたのかを明らかにする必要がある。カメラに GNSS が備えられているものもあるが、備えられていたとしても、10m程度の誤差を有するケースがある。そこで、振動を利用して GNSS から取得した位置をフレーム取得位置として決定する方法を検討した。

(2) 景観形成支援システムのコアとなる深層学習モデルの選定

最終的な開発ゴールである「景観形成支援システム」のコアとなる深層学習モデルとして3つのモデルを検討した。それらは、Neural Style Transfer (NST) 、CycleGAN (CGAN) 、Image Inpainting である。これらが、電柱化地域の無電柱化イメージ画像の作成において、違和感なく作成する生成特性を検討した。Image Inpainting での電柱のマスク画像の作成においては、U-Net を使用した。

(3) 感情認識人工知能の開発

本研究の特徴である、住民の意向を察するシステムを開発するために、感情誘導標準画像刺激セット GAPED (Geneva affective picture database) 、OASIS (Open Affective Standardized Image Set) 、NAPS (Nencki Affective Picture System) を使用して、感情を認識する人工知能を開発した。これらの画像には、感情を誘導（情動喚起刺激）する画像データセットで、画像それぞれに感情価（Valence）と覚醒度（Arousal）の度合いが示されている。感情価は喚起される情動の方向性を示し、覚醒度は喚起される情動の強さ・高さを示す。図1は、GAPED の画像それぞれにおける感情価と覚醒度のデータ組をプロットしたものである。ここに示す通り、感情価と覚醒度は相関性を有している。この GAPED、OASIS、NAPS を学習データとして、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) で感情認識の人工知能を開発した。

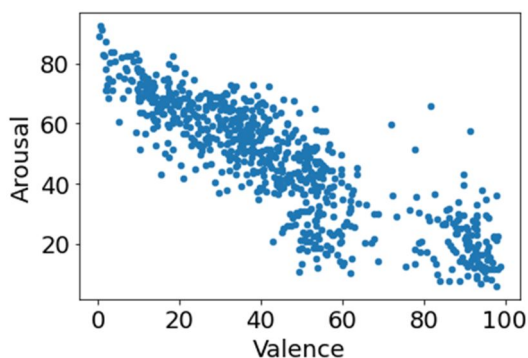


図1 Valence (感情価) と覚醒度 (Arousal) の関係

(4) 景観の志向を推察可能な景観形成支援システムの開発

上記で明らかにした深層学習モデルと感情認識人工知能から、景観の志向を推察可能な景観形成支援システムを開発した。



写真1 現地画像



写真2 CGAN



写真3 NST



写真4 入力画像（現地写真）



写真5 電柱抽出結果



写真6 景観予測画像

4. 研究成果

(1) 振動を利用したフレーム取得位置の決定

カメラにGNSSのアンテナを取り付け、その状態で振動させることで、フレーム上の特徴点の軌跡とアンテナ位置の軌跡に相関性を生み出すことができた。その相関性を利用することで、GNSSから取得した位置をフレームの取得位置として与えることが可能となった。その位置精度は、検証の結果、40km/h 走行時では0.54m、60km/h 走行時には0.81mの誤差程度で、景観評価におけるフレーム位置精度として十分な性能を有す手法であることが示された。

(2) 深層学習による景観画像の生成結果

写真1~3に、NSTとCGANの無電柱化イメージ画像作成事例を示す。本来ならば、テスト画像から電柱及び電線のみ除去され他の部分は変わらない変換結果が望ましいが、いずれの手法においても、それらを満たす結果は示されなかった。

写真4~6に、Image Inpaintingによる作成結果を示す。入力画像（写真4）からU-Netで抽出した電柱は写真5の白色箇所である。遠方に位置する電柱の抽出は不十分だったが、近方にある電柱は明確に抽出された。この不十分な抽出結果は、U-Netでの学習が学習データ量ならびに学習回数ともに十分でなかったためと考えられる。しかしながら、これらについては改善が容易であることから、U-Netによる電柱抽出精度の向上のハードルは低いものと推察される。景観予測画像（写真6）は、電柱抽出結果（写真5）からImage Inpaintingで作成したが、近方の電柱箇所は違和感を有する不自然な画像修復結果となった。一方で、遠方にある電柱箇所においては、周辺の色調に調和した違和感が少ない画像修復結果が確認された。これらの作成レベルの違いの要因は「対象周辺の色調」と「修復領域（マスク領域）のサイズ」の2つが考えられ詳細な検討が必要であるが、遠方に位置してサイズが小さな電柱については無電柱化の景観予測画像の構成を可能にするものと考えられる。よって、対象の画像内でのサイズを小さくするなど、求める対象自体の色調を周囲に調和させた景観予測画像を作成可能と考える。

以上のように、NSTとCGANは、残したい景観の様相までも変化させてしまうといった課題が示された。この課題解決を目的に、Image Inpainting（画像修復）を使用して、無電柱化などの景観予測画像の作成を試みた。結果として、NSTとCGANで見られた課題が解決され、電柱が存在した箇所が周囲に調和し自然な修復が施された景観予測画像を作成できた。

(3) 景観の志向を推察可能な景観形成支援システム

感情誘導標準画像刺激セットで学習したCNNで推論したValence値において、有電柱区間と無電柱区間で統計的有意差を確認した。景観に大きく影響を及ぼす電柱に関連する区間の画像から、このような結果が得られたことは、景観の質を人工知能で推論し、また、その志向を一般画像を例示して示す新たな景観評価システムを明示したものである。

住民の景観の志向を察するために、感性の解釈を人工知能に求める（実装する）必要がある。

これにおいて、CNNで、画像から感情価・覚醒度を推論する人工知能（感情認識人工知能）の開発を試みた。最終的に、Image Inpaintingと上述の感情認識人工知能を統合した景観形成支援システムを作成に至った。

<引用文献>

Gatys, L. A., Ecker, A.S. and Bethge, M: Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks, Proc. of IEEE ComputerVision and Pattern Recognition, 2016.

Zhu, J.-Y., Park, T., Isola, P. and Efros, A. A.: Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks, IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017.

Yu, Jiahui et al: Generative Image Inpainting with Contextual Attention, arXiv preprint arXiv:1801.07892, 2018.

Yu, Jiahui et al: Free-Form Image Inpainting with Gated Convolution, arXiv preprint arXiv:1806.03589, 2018.

JiahuiYu ,generative_inpainting, https://github.com/JiahuiYu/generative_inpainting, 2022/6 確認.

Dan Glauser, Elise and Scherer, Klaus R., The Geneva affective picture database (GAPED): a new 730-picture database focusing on valence and normative significance, Behavior Research Methods, 43(2), pp.468-177, 2011

Benedek K. et al. ,Introducing the Open Affective Standardized Image Set(OASIS),Behav. Res. Methods , 49(2) , 457-470, 2017

Marchewka A., Żurawski L., Jednoróg K., Grabowska A. :The Nencki Affective Picture System (NAPS): introduction to a novel, standardized, wide-range, high-quality, realistic picture database. Behavior Research Methods, 46(2), 596-610 , 2014

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山本義幸
2. 発表標題 Image Inpaintingによる景観予測画像の作成
3. 学会等名 令和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 山本義幸
2. 発表標題 景観イメージ画像作成への深層学習の利用可能性
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年～2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
オーストリア	Airborne Hydro Mapping GmbH			
オーストリア	Airborne HydroMapping GmbH			