

秋芳洞の 3D レーザースキャン画像のカラー化 (報告)

1. 背景・目的

観光洞である秋芳洞では、安全配慮のため LED ライトや蛍光灯、白熱電球などによりライトアップされている。その結果、光や熱の影響により洞窟には植物が繁茂し、本来の洞窟の姿から変容しつつある。植物繁茂の対応について検討する前段階として、どこにどのように繁茂しているかを詳しく調査する必要がある。調査の基本はカメラ撮影で得られた画像から色合いを確認し繁茂の状況を判断するが、カメラ撮影が容易にできない場所（天井や狭い隙間など）は、探査ロボットなどを用いる必要がある。その場合、カメラ撮影は難しいがレーザースキャンによる三次元計測は可能である。ただし三次元計測により得られるデータには色情報が含まれていないため植物繁茂の状況判断ができない。

そこで、三次元計測により得られる反射率情報からグレースケール画像を生成し、機械学習を用いてグレースケール画像をカラー化することにより植物繁茂の状況判断を試みる。

2. グレースケール画像のカラー化

グレースケール画像のカラー化は、早稲田大学の石川ら[1]が Web サービスにて提供している。このサービスを用い、秋芳洞内の三次元計測から生成したグレースケール画像（図 1(a)）のカラー化を試みた（図 1(b)）が、本来の色合い（図 1(c)）を復元することはできなかった。これは汎用性の高いサービスにおいて仕方がないことであり、秋芳洞という特殊性を考慮するには、秋芳洞内のカラー画像をこの Web サービスが利用している手法（機械学習：U-Net）へ適用する必要がある。そのためには、膨大な数の秋芳洞内のカラー画像を必要とする。



(a)入力画像

(b)出力画像

(c)本来の色合い

図 1 既存 Web サービスを用いたカラー化と本来の色合いの乖離

3. 秋芳洞内のカラー画像の取得および生成

膨大な数の秋芳洞内のカラー画像を準備するためには、現場で直接撮影する方法と、すでに撮影された画像から新しく画像を生成する 2つの方法が考えられる。今回、後者に対して SinGAN と呼ばれる機械学習の手法を用いて画像生成を試みた。しかし、一般的なコンピュータでは 1 時間に 50 枚程度しか生成できず、U-Net に必要な約 10 万枚の画像生成には膨大な時間がかかる（概算で約 84 日）ことが問題であった。そこで、しまねソフト研究開発センターの Deep Learning Box の計算機に、画像生成の高速化について望みを託した。その結果、計算機の設定に 2 日間を要したが、画像生成は約 10 時間で終わることができ、想定より早く必要な枚数の画像を揃えることができた。

4. 秋芳洞内の三次元計測から生成したグレースケール画像のカラー化実験

既存 Web サービスと同じ方法である U-Net に、生成した画像を学習させ学習器を作成した。その後、秋芳洞内の三次元計測から生成したグレースケール画像を学習器に入れカラー画像を生成した。図 2 に結果を示す。

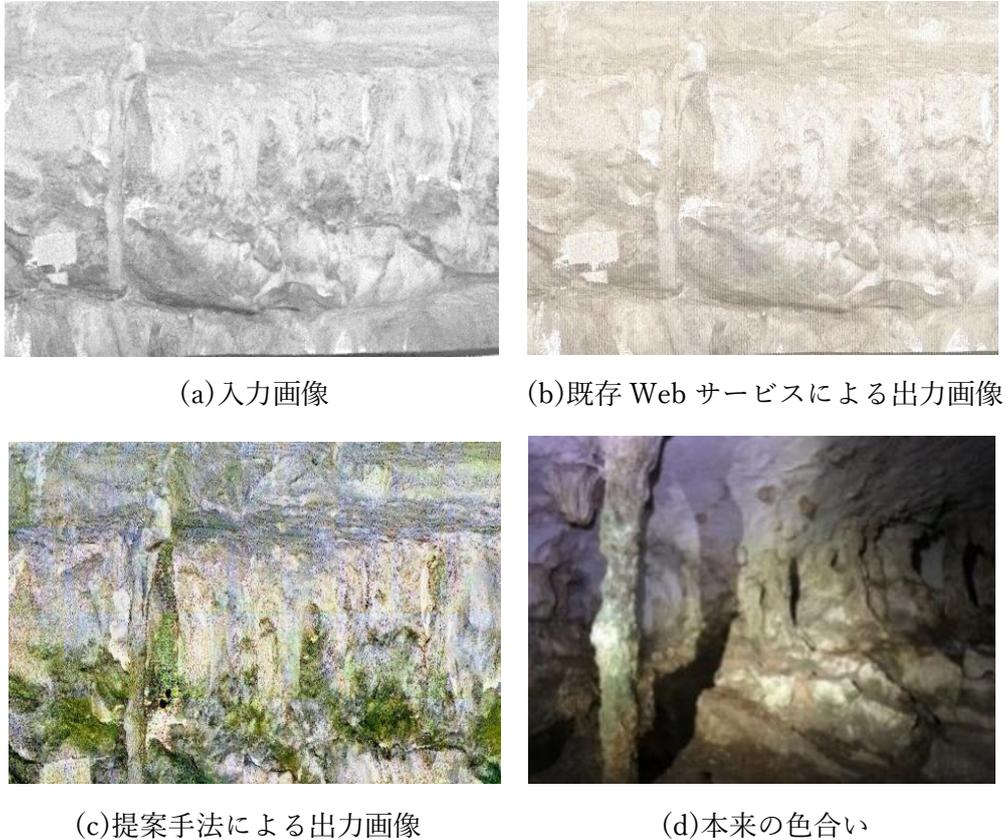


図 2 提案手法によるカラー化と既存手法との比較

既存手法 (図 2(b)) と比べて提案手法 (図 2(c)) は、明らかに本来の色合いが出ていることがわかる。しかし、緑の部分が本来の色合い (図 2(d)) に比べて濃くそして多く表現されている。これは、学習に利用した画像 (生成した画像) に色合いの偏りがあったことが原因と考えられる。さらに多くの画像を学習させることにより、本来の色合いに近いカラー化が可能と考える。

5. まとめ

しまねソフト研究開発センターの Deep Learning Box の計算機のおかげで、機械学習を用いたカラー化に対する初見をいち早く確認することができた。本来であれば 3 か月弱必要であったことから、本計算機の利用は非常に有用であった証左と考える。当該センターへ深い感謝の意を表したい。

参考文献

[1] Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, and Hiroshi Ishikawa, "Let there be Color!: Joint End-to-end Learning of Global and Local Image Priors for Automatic Image Colorization with Simultaneous Classification", ACM Transaction on Graphics (Proc. of SIGGRAPH), 35(4):110, 2016.