

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：32613
研究種目：若手研究
研究期間：2019～2021
課題番号：19K20300
研究課題名（和文）低コストで高性能な無人観測ロボットのための多チャンネル劣化動画像同時復元技術の構築

研究課題名（英文）Simultaneous restoration technique for multi-channel degraded signals to realize low-cost and high-performance unmanned observation robots

研究代表者
雨車 和憲（Uruma, Kazunori）

工学院大学・情報学部（情報工学部）・准教授

研究者番号：50801180
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：低コストかつ高性能な無人観測ロボット実現のための、多チャンネル劣化動画像群の同時復元技術の構築を目指し、各チャンネル間の関係性を高度に利用した手法について研究を実施した。画像の多層グラフ表現による新たなモデリング手法や、深層学習を応用した手法を用いて、高精度な信号復元手法を提案している。また、各種信号に対するデノイジング手法についても高い性能を実現する手法を提案している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

災害現場や畜産産業をはじめとして、無人の観測ロボットが様々な場面で利用されており、本研究の成果はそういった利用場面において、その観測ロボットの低コスト化および高性能化を促すものである。この点が研究成果の社会的意義であると言える。また、縦横に画素が並んでいる従来の画像表現とは異なり、多層のグラフ信号としての画像表現を用いた画像復元手法を提案しており、新しい画像の表現方法として、学術的な意義があると言える。

研究成果の概要（英文）：Aiming to construct a simultaneous restoration technique for multi-channel degraded signals to realize low-cost and high-performance unmanned observation robots, I am studying restoration algorithms using of the relationship between each channel. I proposed a highly accurate video restoration technique by combining a new modeling method based on a multilayer graph representation of images and deep learning. I also proposed a denoising method for various signals with high performance.

研究分野：画像工学

キーワード：信号値復元 信号圧縮

1. 研究開始当初の背景

災害現場や畜産産業をはじめとして無人での観測ロボットが様々な場面で利用され始めている。その際、RGB 以外のセンサをロボットに搭載させることで同時に多くの情報を取得できるため有用である。しかし、ロボットの重量が多くなることによる稼働時間の低下とコストの向上が問題となるため、観測情報を相互に組み合わせることでこれを解決することが期待される。

2. 研究の目的

本研究の目的は、低コストかつ高性能な無人観測ロボット実現のための多チャネル劣化動画像群の同時復元技術の構築である。全チャネルに存在する共通情報と各チャネル間に存在する関連情報を考慮することで、高精度な情報復元技術の構築を目指している。

3. 研究の方法

従来より実施しているグラフ信号処理に基づく基底画像生成による画像復元手法を発展させ、各チャネルにおいての高精度な復元技術の構築を行う。その際、2次元信号である画像だけでなく、音声信号を想定した1次元、動画を想定した3次元信号についても拡張を行う。また、深層学習による認識技術を利用した手法も応用し、問題解決を目指す。さらに、実際のドローンを用いた実験により実応用についても目指す。

4. 研究成果

画像を大局的に表現するグローバルグラフと、局所領域を表現するローカルグラフの結合によって表現する方法を提案し、画像復元や圧縮技術に関して、高い性能を与える手法を構築した。さらにこのグローバルグラフの生成に関して、画像のオブジェクトの大きさを考慮した領域分割を応用することで、より高い性能を実現する手法についても提案を行っている。これらの知見により、画像の色復元、深度情報復元、情報圧縮、1次元波形の復元など、様々な信号に適用し、従来手法よりも高性能な手法を構築することに成功している。

図1に研究成果の一例を示す。図1では、画像の画素値がセンサーからの距離を表す深度画像の超解像の結果を提案手法と従来手法と比較している。高精細な深度画像の取得は、ロボットによるセンシングでは重要な技術である。図1において提案手法では、正解画像とほとんど違いが分からない程度に復元に成功しているのに対して、従来研究では、本来はエッジではない箇所に疑似エッジが発生していることが分かる。

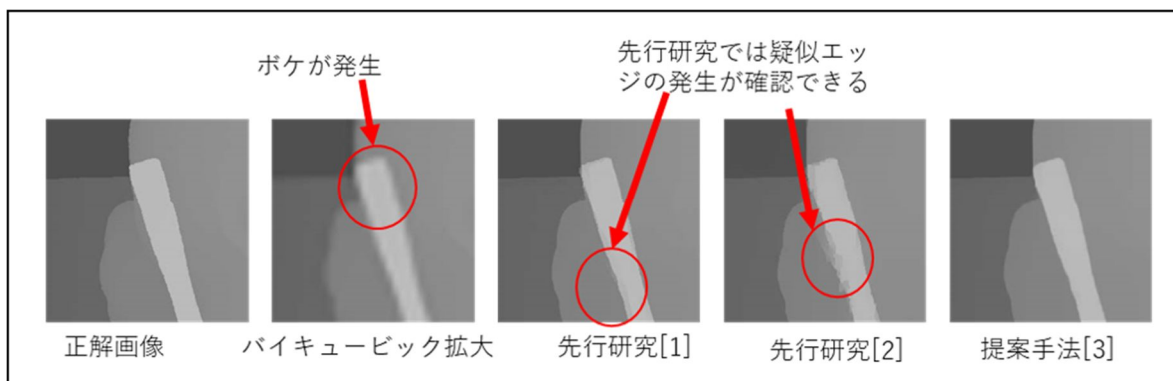


図1： 深度画像の超解像における提案手法の精度を確認する図

また、各種信号に関してデノイジングの手法に関する研究を実施している。これは、当初の計画では大きな問題とはしていなかったが、実際の映像を用いた際にデノイジングが重要であることが分かったためである。特に、ドローンによる観測で取得された映像において、ガラスに反射することで生じる鏡面反射ノイズは問題となる。この種のノイズ除去は従来のノイズの分布を仮定した信号処理による手法では除去が難しい。そこで本研究では、深層学習のアプローチによる鏡面反射除去技術を構築し、高い性能を実現した。

図2に、提案している鏡面反射除去手法の結果を示している。実データによるものなので、正解となる画像は存在しないことに注意されたい。左の観測画像には撮影者がガラスに反射して写り込んでいることが分かるが、右の除去画像では反射していた撮影者は確認できないことが見て分かる。

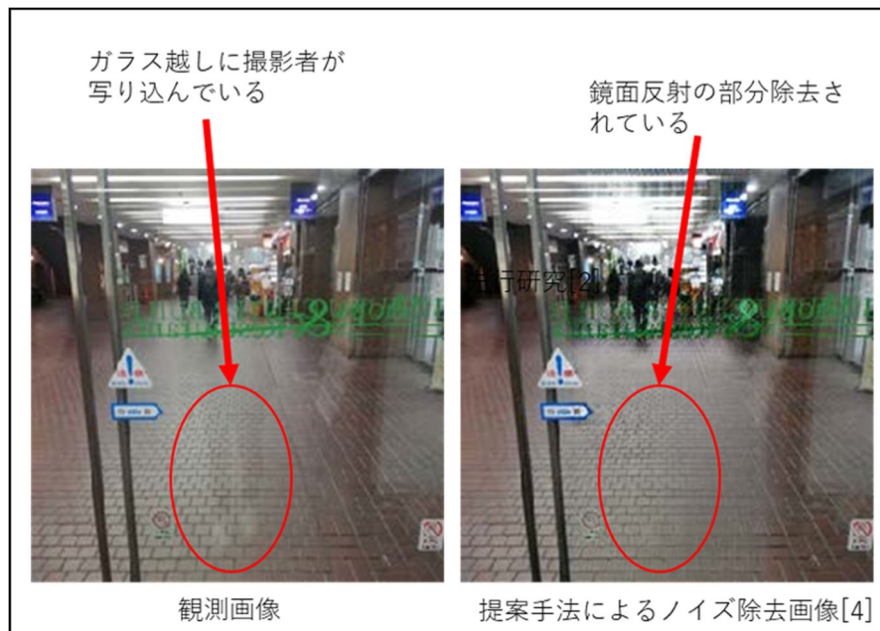


図 2：提案手法によって鏡面反射ノイズを除去した例

これらについては IEEE の査読付き論文誌や国際会議をはじめとして、多くの発表を行い、高い評価を得ている。

その他、多チャンネル画像群の表現方法として多元数を用いる方法、グラフ構造に関してグローバルグラフとローカルグラフの間に中間的なグラフ構造を持たせる方法を考案し、研究を実施した。しかし、高い性能を実現する場面のあるものの、効果は限定的であることが分かった。

[1] Y. Li, D. Min, M. Do and J. Lu, “Fast Guided Global Interpolation for Depth and Motion,” Proc. Eur. Conf. Comput. Vis., pp. 717–733, 2016.

[2] W. Liu, X. Chen, J. Yang and Q. Wu, “Robust Color Guided Depth Map Restoration,” IEEE Trans. Image Process., vol. 26, no. 1, pp. 315–327, Jan. 2017.

[3] Tsukasa Kubota, Kairi Ito, Kazunori Uruma, “Depth image restoration algorithm using graph signal processing based image colorization,” International workshop on advanced image technology, 2022.

[4] Tomohiro Takahashi, Kazunori Uruma, Keita Kobayashi, “Single Image Reflection Removal for Privacy Protection Using Deep CNN,” IEEE Int. Midwest Symp. Circuit and Systems, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 澤田 恵理華、雨車 和憲、土屋 文彦、高橋 智博	4. 巻 J105-D
2. 論文標題 描画特徴に着目したDnCNNによる漫画裏書き除去	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌D 情報・システム	6. 最初と最後の頁 217 ~ 226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2021PDP0005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sugawara Mamoru, Uruma Kazunori, Hangai Seiichiro, Hamamoto Takayuki	4. 巻 27
2. 論文標題 Local and Global Graph Approaches to Image Colorization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Signal Processing Letters	6. 最初と最後の頁 765 ~ 769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LSP.2020.2994817	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 田中勇帆, 雨車和憲, 中尾朋喜, 古川利博	4. 巻 J103-C
2. 論文標題 不均一磁場中におけるDOSYのための高速な観測データ行列分解法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌	6. 最初と最後の頁 100-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 菅原護, 雨車和憲, 半谷精一郎, 浜本隆之	4. 巻 J102-D
2. 論文標題 グラフ信号復元に基づくカラリゼーションアルゴリズムの提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌	6. 最初と最後の頁 628-638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2019IEP0005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Tsukasa Kubota, Kairi Ito, Kazunori Uruma
2. 発表標題 Depth image restoration algorithm using graph signal processing based image colorization
3. 学会等名 International workshop on advanced image technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤海里、窪田司、雨車和憲
2. 発表標題 カラー画像を用いたグラフ信号処理による深度画像の超解像手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田雄太郎、雨車和憲
2. 発表標題 顔領域に着目した顕著性マップとLIC法を用いた鉛筆画生成法
3. 学会等名 電気学会研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤大稀、佐々木亮平、雨車和憲
2. 発表標題 写真家特有の色調再現のための写真選択手法の提案
3. 学会等名 2021年度画像符号化シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomohiro Takahashi, Kazunori Uruma, Keita Kobayashi
2. 発表標題 Single Image Reflection Removal for Privacy Protection Using Deep CNN
3. 学会等名 IEEE Int. Midwest Symp. Circuit and Systems (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 窪田司, 雨車和憲
2. 発表標題 領域分割に着目した画像カラー化のためのグラフ生成手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山真央, 雨車和憲
2. 発表標題 インペインティングのためのグラフ信号処理を用いたK-SVD辞書改善手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazunori Uruma, Katsumi Konishi, Tomohiro Takahashi, Toshihiro Furukawa
2. 発表標題 A novel approach to image steganography based on the image colorization
3. 学会等名 IEEE Int. Conf. on Visual Communications and Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaito Abiko, Kazunori Uruma, Mamoru Sugawara, Seiichiro Hangai, Takayuki Hamamoto
2. 発表標題 Image segmentation based graph-cut approach to fast color image coding via graph Fourier transform
3. 学会等名 IEEE Int. Conf. on Visual Communications and Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuho Tanaka, Kazunori Uruma, Tomoki Nakao, Toshihiro Furukawa
2. 発表標題 Affine Approximation Approach to Matrix Factorization Problem for DOSY
3. 学会等名 IEEE Int. Midwest Symp. Circuit and Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐久間直哉, 雨車和憲, 合志清一, ナイワラPチャンドラシリ
2. 発表標題 スパースコーディングを用いた8K内視鏡画像のための画像修復法
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田悟, 雨車和憲, 田中勇帆, 菅宣理, 古川利博
2. 発表標題 NMRS信号のスパース性に基づいたデノイジング手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅原護, 雨車和憲, 半谷精一郎, 浜本隆之
2. 発表標題 階層的なグラフ表現によるカラリゼーションアルゴリズム
3. 学会等名 電子情報通信学会第34回信号処理シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安彦魁人, 雨車和憲, 半谷精一郎, 浜本隆之
2. 発表標題 領域分割に基づいたグラフカットによるグラフベースのカラリゼーション符号化の計算量削減手法
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 館上花歩, 雨車和憲
2. 発表標題 スパース最適化および AR モデルに基づくビル壁面の傷の自動検出
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 窪田司, 雨車和憲
2. 発表標題 カラリゼーションにおけるグラフ信号処理に適した領域分割アルゴリズムの提案
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 有田直矢, 雨車和憲, 名取隆廣, 古川利博
2. 発表標題 深層学習を用いたハウリング抑制法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020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