

ヒストグラムマッチングによる Background Matting の精度向上

入江 友基[†] 河合 紀彦[†]

大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科[†]

1 はじめに

近年、リモートでの仕事や授業が多くなったことで、自身をカメラで映しながら架空の背景などを合成する機能を使用して会議などに参加する機会が増えた。このような、特殊な環境を必要とせずに画像の前景（被写体）を切り抜いたデータを生成する技術の一つとして Alpha Matting が研究されている。

従来研究の中でも、手軽かつ最も高精度な結果を示しているのがワシントン大学で研究された Background Matting^[1]である。この手法は、被写体有りの動画と背景のみの画像を入力として前景を切り抜いた Alpha Matte と前景色を推定する。しかし、問題点としてカメラの自動露出機能が付いている場合、精度が著しく低下することが挙げられる。この精度の低下は、明るさが補正されて変化するため、フレーム毎に同一箇所でも明るさが変化することが原因となっている。

本研究では、自動露出機能が付いた状態で撮影された動画から、フレーム毎の輝度ヒストグラムを調整することで Background Matting の精度低下を解消する手法を提案する。

2 提案手法

2.1 概要

本研究ではまず、入力として被写体が映っている自動露出機能付きの動画、被写体なしの背景画像、合成させる背景となる動画を入力する。DeepLabv3^[2]によって被写体の映った各フレーム画像に対して、セグメンテーションマスク画像を自動生成する。ここまでの処理は、従来手法の Background Matting と同様である。次に、各フレームに対して、被写体なしの背景画像を参照画像としてヒストグラムマッチングを行うことで輝度値を調整する。輝度調整を行ったフレームと各フレームに対応したセグメンテーションマスク画像、被写体なしの背景画像を入力として Background Matting の深層学習ネットワークによりアルファ値を持つ

マスク画像を出力する。以下、提案手法のヒストグラムマッチングについて詳述する。

2.2 ヒストグラムマッチング

画像中の輝度値 0～255 を横軸とし、各輝度値の画素数を縦軸とする画像のヒストグラムから、各輝度値の画素数を順に足し合わせていった累積ヒストグラムを作成し、その累積ヒストグラムを輝度値が 255 のときの頻度が 1 となるように正規化した累積ヒストグラムを用いて輝度値の補正を行う。ヒストグラムマッチングとは、累積ヒストグラムを別の累積ヒストグラムと一致するように調整するプロセスである。図 1 に示すように、輝度値を調整したい対象画像の正規化累積ヒストグラムにおけるある確率を持つ輝度値の青点を、参照画像の正規化累積ヒストグラムにおける同確率を持つ輝度値の黄色点に置き換えるように対象画像の輝度値を変換する。この処理を輝度値 0～255 すべてで行う。また、本手法においては、自動露出機能によって明るさが変化することを想定し、入力画像の RGB 値を HSV 色空間に変換し、明度 V のヒストグラムのみを対象としてヒストグラムマッチングを行う。

本研究においては、図 2(a) のような各フレームのセグメンテーションマスク画像の黒色で示される背景領域に対応する、各フレームの画素値および図 2(b) に示す被写体なしの背景画像の画素値を用いて、各フレームの明度を被写体なしの背景画像の明度に合わせるようにヒストグラムマッチングを行う。各フレームでは前景が動くことで、画像内に占める前景部分の領域が異なるため画像全体をマッチングすると前景のヒストグラムが影響し、自動露出による背景の明度の変化のみを解消できない。そのため、マスク画像を使用することで前景領域の影響を排除して背景のみを調整する。

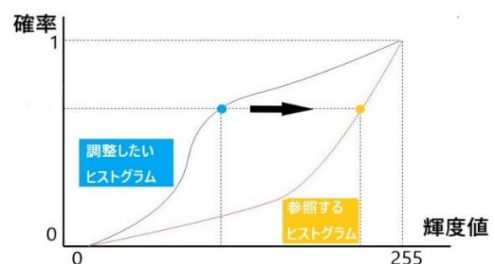


図 1 ヒストグラムマッチング

Improving the accuracy of Background Matting by Histogram Matching

Tomoki Irie, Norihiko Kawai, Osaka Institute of Technology

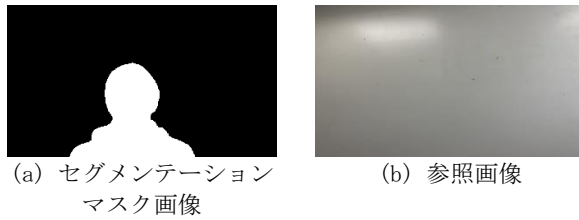


図2 マッチングに用いた画像

3 実験

3.1 概要

本実験では、スマートフォンの自動露出機能が付いた状態で撮影された解像度が 1920×1080 画素の動画を用いて、何の処理も行わずに Background Matting により生成した動画と、ヒストグラムマッチングを行い Background Matting により生成した動画を比較することで精度の変化を検証する。

3.2 ヒストグラムマッチングの適用結果

1 フレームのマッチング前の画像と参照画像、マッチング後のヒストグラムと累積ヒストグラムを図3に示す。図3(a)において青の点線で描かれる累積ヒストグラムは、輝度値 150~200 にかけて確率が大きく上がっている。それに対して、図3(c)はヒストグラムマッチングを行ったことにより、同図(b)の参照画像の累積ヒストグラムと同様に輝度値 100~200 にかけて確率が上がる累積ヒストグラムに変化していることが分かる。マッチング前後の画像を示した図4で、マッチングにより背景部分の明るさが変化したことが確認出来る。

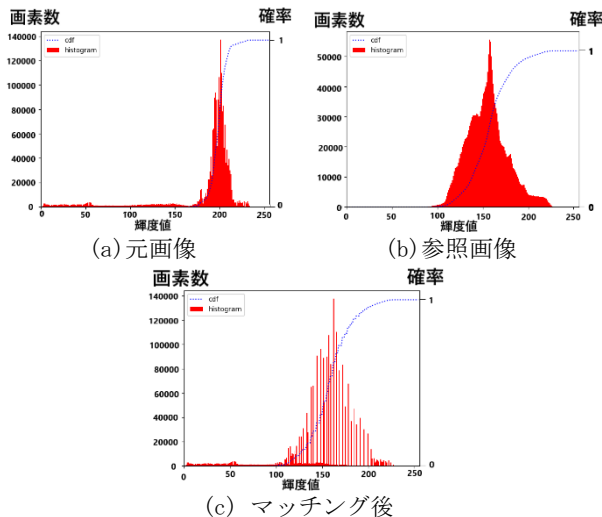


図3 マッチング前後のヒストグラム

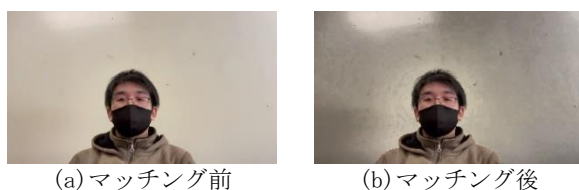


図4 ヒストグラムマッチング前後の1フレーム

3.3 Background Matting の適用結果

ヒストグラムマッチングを適用して輝度調整を行ったフレームに対して Background Matting を適用した。図5や図6に示すように、マッチング前では前景周囲の精度が悪く、前景以外の部分まで切り抜いてしまっていた。対して、ヒストグラムマッチング後の同フレームは、セグメンテーションマスク画像を適用した影響で髪の毛の先端部分にマスクとの境界が少し映ってしまっているものの、前景部分のみを正確に切り抜くことが出来た。また、図5,6に示すフレーム以外の全フレームにおいてもマッチング後の精度の向上を確認することが出来た。

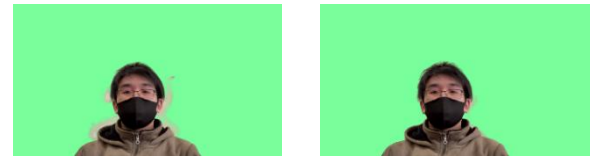


図5 Background Matting を施したフレーム(1)

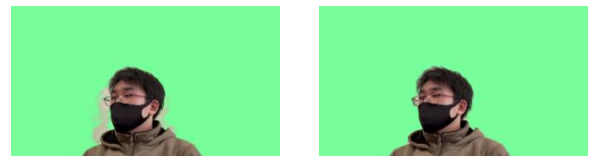


図6 Background Matting を施したフレーム(2)

4 おわりに

本稿ではヒストグラムマッチングによって Background Matting の精度を向上させる手法を提案した。実験では、自動露出機能が付いた状態で撮影された動画に対してヒストグラムマッチングを適用した上で Background Matting を行った。実験の結果、マスクによる境界は見られるが、自動露出によって発生していた精度の低下は解消することが出来た。今後は、手持ちのカメラで撮影した際の手振れも考慮したマッチングが課題となる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP18H03273, JP18H04116, JP21H03483) の助成を受けて実施した。

参考文献

- [1] Soumyadip Sengupta, Vivek Jayaram, Brian Curless, Steve Seitz and Ira Kemelmacher-Shlizerman, "Background Matting: TheWorld is Your Green Screen", Proc. CVPR, (2020)
- [2] Liang-Chieh Chen, Yukun Zhu, George Papandreou, Florian Schroff, and Hartwig Adam "Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation", Proc. ECCV (2018)