

線画に着目した 2D アニメーション制作のための髪パーツの自動分割方式 An Automatic Parts Segmentation Method for Creating 2D Animation based on line drawing

シュ カトウ† 阿倍 博信†
Huadong Zhu Hironobu Abe

1. はじめに

2D キャラクターアニメーションは、2 次元のキャラクターを使用して作成されるアニメーションの形式であり、現在、テレビ番組、映画、ゲーム、ウェブコンテンツなど、さまざまなメディアで使用されている。



図 1 2D アニメーションの制作手順

図 1 に示した通り、2D アニメーションの制作手順は、5 つのステップで構成される。その工程の 1 つであるパーツ分け作業は、2D のイラストを動かすために目や髪などのパーツに分ける作業である。この作業は複雑であるため、作業時間がかかってしまうという問題があった。

そこで、本研究では、2D アニメーション制作作業において、パーツ分け作業の自動化を行うことで、制作時の時間と手間を減らすことを目標とする。

2. 関連研究

2.1 パーツ分けの自動化

アニメーション制作におけるパーツ分けの自動化に関する関連研究として、Watanabe らは髪を対象にキャラクターアニメーションに必要なと考えられる 4 パーツ(前髪、横髪、前横髪、後ろ髪)に対して、U-net[1]を用いてパーツ分けを自動化する研究に取り組んでいる[2]。



図 2 パーツ分け結果の修正

しかし、図 2 に示した通り、U-net を用いた自動処理だけでは、そのままアニメーション制作には使用できず、必ず、図 2 のような修正作業が必要となる。そこで、本研究では、この修正作業の作業時間を短縮するための修正アルゴリズムについて検討する。

一般的に、2D アニメーションは複数のレイヤーが重なって構成されているため、上のパーツが動くとき、下のパーツの隠れている部分が露出してしまふ。一方、U-net に基づくセグメンテーション処理では、一般的に見えている箇所を分ける処理であるため、隠れている部分の識別精度が不十分になる可能性があるため、下のレイヤーのパー

† 東京電機大学 Tokyo Denki University

ツは、隠れている部分も含めて修正していく必要がある。

2.2 線画抽出

前述した Watanabe らの取り組みでは、カラーイラストとカラーイラストから抽出した線画の両方を入力とすることで、セグメンテーションに基づくパーツ分けの精度向上を図っている[2]。以上を参考に、本研究では、カラーイラストから線画を抽出し、抽出した線画を元に推定した輪郭とフィッティングするように、セグメンテーション結果を修正するアルゴリズムを提案する。

カラーイラストからの線画抽出アルゴリズムとしては、Xiang らによる Anime2Sketch(以下 A2S)[3]、Hepesu らによる LineDistiller(以下 LD)[4]があり、今回は両者を評価して、線画抽出アルゴリズムを選択する方針とする。

3. 修正アルゴリズムの提案

3.1 提案方式の概要



図 3 に提案方式の概要について示す。

図 3 提案方式の概要

図 3 において、まず、カラーイラストからセグメンテーション処理と線画抽出を行い、抽出した線画から輪郭推定を行い、その結果を元にパーツ分け結果の修正を行う。

3.2 線画抽出アルゴリズム

まず、線画抽出アルゴリズムとして、前述した A2S と LD の比較を行う。図 4 に、同じカラーイラストに対して、A2S、LD を適用した結果について示す。

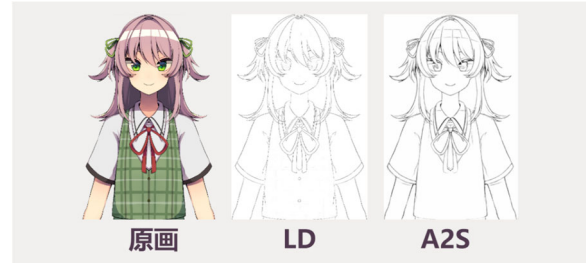


図 4 線画抽出の結果

まず LD は、線画全体の色が薄いものの、全体的に線が少なく人物自身の線をより重視していることが分かった。特に本研究の輪郭抽出に不要となる衣服の模様、髪と目のハイライトなどの線画を抽出しないことが分かった。一方、A2S は抽出された線画が濃く、検出される線も多いことが分かった。この結果を踏まえて、本研究では、LD を選択する方針とした。

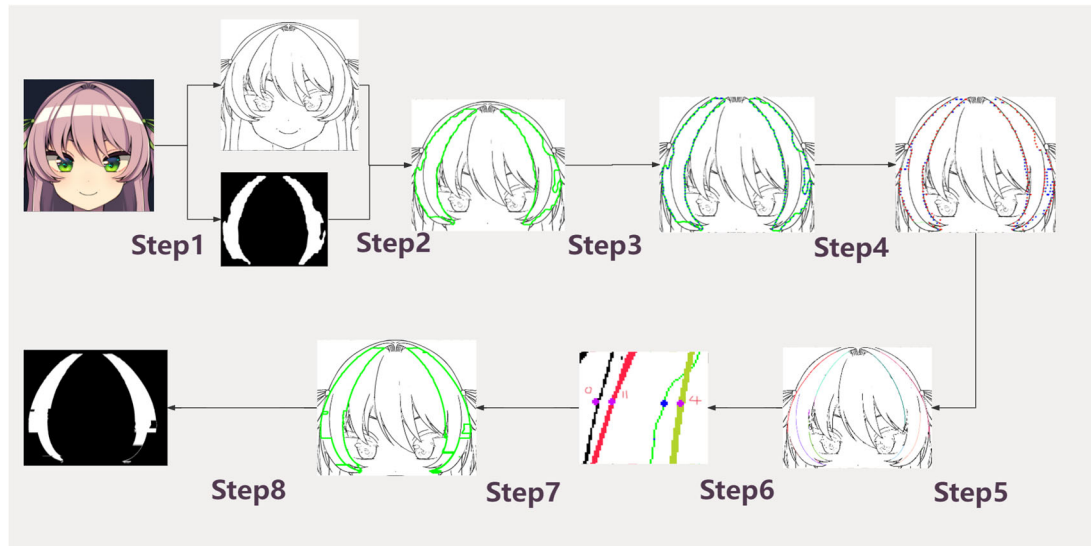


図 5 修正アルゴリズムの概要

3.3 修正アルゴリズムの提案

図 5 に本研究にて提案する修正アルゴリズムについて示す。以下、各 Step の内容について示す。

(Step1)線画抽出、U-net : LD の方法で抽出した線画と U-net の結果を準備する。

(Step2)輪郭抽出：U-net の結果の輪郭を抽出し、線画と合わせる。緑の線は U-net の結果の輪郭とする。

(Step3)サンプリング：Step2 の結果を y 軸等間隔でサンプリングする。青い点がサンプリング結果である。

(Step4)検出：サンプルとの左右距離が一番近い、輪郭にある点を検出する。

(Step5)グループ分け：検出した点をグループに分ける。同じ線上にある点は同じグループ。各グループの点の数を数える。この数をグループのウェイトとする。

(Step6)再検出：輪郭にある点をループして、左右一定範囲内の線にある点を検出する。それらの中に、グループのウェイトが一番高い点を選ぶ。グループが存在しないとウェイトがゼロ、ウェイトが同じの時距離が近い点を選ぶ。

(Step7)修正：Step6 が選ぶ点を用いて輪郭を修正する。

(Step8)マスク生成：Step7 で得た輪郭を用いて U-net の結果を修正する。

4. 評価

提案した修正アルゴリズムの評価を修正前後の IoU の評価と修正時間の計測により実施した。具体的には、評価用データとして髪型の異なる 6 種類イラストを準備し、前横髪のパーツ分割作業を評価対象とすることとした。

4.1 IoU の比較

表 1 修正前後の IoU の評価結果

	ハーフ ツイン	ロン グ	ポニ ーテ ール	ショ ート	セミ ロン グ	サイド ポニー
修正 前	0.75	0.27	0.48	0.66	0.37	0.44
修正 後	0.80	0.17	0.41	0.48	0.43	0.41

修正前と修正後のパーツ分け結果に対する IoU の評価結果を表 1 に示す。表 1 を確認した結果、ハーフツインとセ

ミロングについては修正により IoU が改善されたが、他の髪型は修正により IoU が低下してしまうことが分かった。

4.2 修正時間の比較

修正時間は修正アルゴリズムによる修正前後の画像を手作業で修正する際に必要な時間である。表 2 に修正前後の修正時間の評価結果について示す。

表 2 修正前後の修正時間の評価結果

	ハーフ ツイン	ロン グ	ポニ ーテ ール	ショ ート	セミ ロン グ	サイド ポニー
修正 前	6 分 43 秒	5 分 38 秒	7 分 25 秒	4 分 32 秒	6 分 21 秒	5 分 53 秒
修正 後	5 分 12 秒	4 分 6 秒	4 分 32 秒	4 分 29 秒	5 分 24 秒	5 分 10 秒

表 2 より、全ての髪型に対して、修正アルゴリズムの適用により、修正時間の削減が見込めることが分かった。

5. おわりに

本研究では、髪パーツを対象としたパーツ分割の自動化を目的として、カラーイラストから抽出した線画を元に輪郭推定を行いその輪郭とフィッティングするように、セグメンテーションの結果を修正するアルゴリズムを提案し、その有効性について評価を行った。その結果、一部有効性は認められたが、髪色、髪型などに対するロバスト性の向上が課題であるため、引き続きアルゴリズムの評価、改良を実施していく予定である。

参考文献

- [1] O.Ronneberger,P.Fischer,T.Brox: "U-net:Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation", Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention(MICCAI)Vol.9351, pp.234-241(2015).
- [2] Yu Watanabe and Hironobu Abe: "Automation of parts segmentation in 2D character animation production", International Workshop on Advanced Image Technology 2021, pp.537-542, (2021).
- [3] Hepesu : "LineDistiller", <https://github.com/hepesu/LineDistiller>.
- [4] X. Xiang, et al., "Adversarial Open Domain Adaptation for Sketch-to-Photo Synthesis", 2022 IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), pp.944-954, (2022).