3ZB-05

3次元キャラクタにおけるアニメ風髪モーションの自動生成

古川 健次† 仲田 晋‡
立命館大学 情報理工学部†‡

1. はじめに

日本のアニメ作品では，作業の効率化やクオリティ向上のために3DCGが用いられることが多くなってきている．しかし，作画アニメと 3DCG を見比べると，動きに様々な点で違和感を覚えてしまう．本研究では，その中でも特に違和感が大きい髪の動きに焦点を当てた．

作画アニメの髪の分裂や集束を3DCG上で再現しようとした研究は多々あるが，作画アニメ特有の動きを再現した研究はない．石塚の研究[1]では，作画アニメでよく見られる髪の分裂と集束を 3DCG 上で再現した．また，Sakai らの研究[2]では，陰関数曲面を用いることで，分裂と集束だけでなく，なめらかな動きとシェーディングを実現した．さらに，森らの研究[3]では，ベジエ関数と軸変形 FFD を用いることで，髪幅の変形もできるようにした．しかし，これらの研究で再現できるのはあくまで作画アニメの髪の形状だけであり，作画アニメ特有の動きは再現できない．

本研究は，作画アニメ特有の作画技法に基づき，3DCG 上で作画アニメ風の髪モーションを自動生成することを目的とする．

2. 提案手法

2.1. 作画アニメの髪の動き

本研究の目的を達成するために，作画アニメの髪の動きを定義する必要がある．そのために，作画アニメの教科書や実際のアニメの調査，さらにアニメーターへの聞き取り調査を行った．その結果，作画アニメにおける髪や布などの揺れものの動きは，球状の空気が髪の沿って流れていくように描かれていることが分かった．作画アニメにおける，髪の動かし方の例を(図 1)に示す．また，この作画手法の根源を調べると，日本アニメーションの父と称されている，政岡憲三が新人育成のために作った「政岡憲三動画講義録」にも，同じように描かれている作画例が存在する[4].

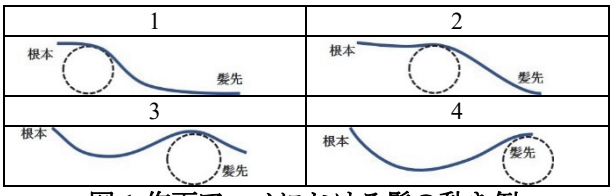

図 1:作画アニメにおける髪の動き例

これらの調査から，球状の空気が髪に沿って流れるように描く描き方を，作画アニメの代表的な手法として定義する．本研究では，この手法をアルゴリズム化することで，3DCG 上で作画風の髪モーションを自動生成できるようにする

2.2. 髪の動きの定義

本項では，前項で定義した作画アニメの髪の動きをアルゴリズム化することで，3D キャラクタの髪モデルを入力とし，髪モーションを自動生成できるようにする．

前項での定義を数式で定義するために，作画アニメの髪の動きを以下の 3 つの要素に分解した．

1. 球状の空気の塊が，髪に沿って移動する．
2. 重力の影響を受ける．
3. 髪の根本はあまり動かず，先端にいくほどよく動く．

この 3 つを数理的に表すことで，3DCG 上で作画アニメ風の髪モーションを自動生成できるようにする．

1 つ目の要素を定義した式を，以下のように示す(1).

$$f_1(x,t) = \sin\left(\frac{x}{k} - t + \frac{\pi}{2}\right) \qquad (0 \le x \le \pi) \quad (1)$$

この式において，tは時間，kは波の横幅を表す．また，x の値は，髪の根元を 0 とし，髪の先端に行くほど大きくなり，髪の先端の位置を π とする．

次に，2 つ目の要素である，重力による影響を考慮した式を，以下のように示す．

$$f_2(x,t) = -\frac{1}{s}\left(f_1(x,t) + \frac{1}{s}\right) \qquad (0 \le x \le \pi) \quad (2)$$

この式において，s は振幅に対する重力による偏りを表す．

最後に 3 つ目の要素である，髪の根本と先端のなびき具合を考慮した式を以下のように表す(3).

$$f_3(x,t) = a\left(\frac{x}{\pi}\right)^p f_2(x,t) \qquad (0 \le x \le \pi) \quad (3)$$

この式において，p は髪の根本のなびき具合を示し，p を大きくするほど髪の先端だけが動くよう

Automatic generation of cartoon-like hair motion in 3D character
†Furukawa Kenji, Ritsumeikan University
‡Nakata Susumu, Ritsumeikan University

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

になる．

これらから，$f_3(x,t)$を作画アニメの髪の動きとして定義し，これを3DCGで髪のボーンに適応させることで，モーションを生成する．

3. 実験

本研究の手法によって，どの程度作画アニメの髪の動きを再現できているかを実験によって数値的に検証する．実験内容としては，提案手法で生成したモーションと作画アニメの髪の動きを比較する．さらに，物理演算で動かした髪と作画アニメの髪の動きも比較する．この2つの比較を比較することで，提案手法で生成したモーションが，物理演算より作画アニメの動きに近づけられていることを証明する．提案手法との比較に使用したアニメを表1に示す．

また，作画アニメには比較がしやすいように，髪の中心となる場所にボーンを配置しておく．作画アニメと比較する数値は，各ジョイント位置と各ボーンの角度で，それぞれの差が小さいほど，作画アニメに近づけられていると言える．

4. 結果

提案手法で生成したモーションと，作画アニメの動きとの比較結果と，物理演算で自動的に動かした髪と，表1の5番の髪の動きとの比較結果を表2に示す．また，3Dキャラクタの髪に提案手法を適応させた例を(図 2)に示す．モデルはMMD(MikuMikuDance)[9]の付属のものを使用した．

表2から，1番のジョイントの位置差以外は，物理演算よりも小さな値となっており，提案手法で生成したモーションが作画アニメに近づけられたと言える．また，1番のジョイント位置差が物理演算よりも大きくなった原因としては，パラメータの調整が間違っていることや，作画アニメの動きが代表的な手法に従ってなかったことなどが挙げられる．

表 1:比較に使用したアニメ一覧

番号	作品タイトル	比較箇所
1	舞-HiME(2004)[5]	26話 12:47
2	魔法少女リリカルなのは StrikerS(2007)[6]	2話 8:06
3	劇場版　艦これ(2016)[7]	53:27
4	劇場版　艦これ(2016)[7]	58:09
5	戦姫絶唱シンフォギア AXZ(2017)[8]	1話 7:26
6	戦姫絶唱シンフォギア AXZ(2017)[8]	2話 8:54

表 2:提案手法との比較結果

番号	ボーンの角度差平均	ジョイントの位置差平均
1	18.1°	13.8%
2	19.2°	9.68%
3	10.9°	7.01%
4	7.39°	4.67%
5	10.6°	5.65%
6	9.76°	7.51%
物理演算	27.1°	11.0%

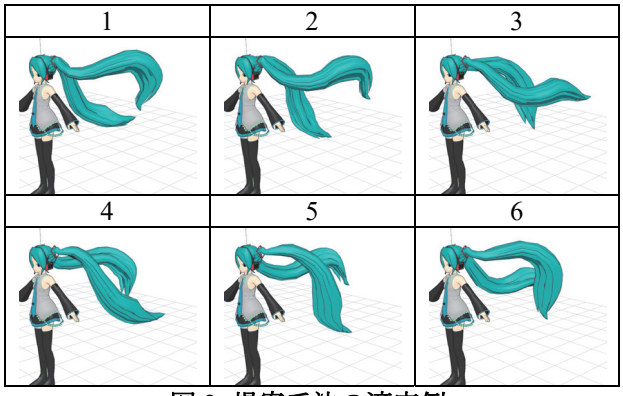

図 2: 提案手法の適応例

* 「初音ミク」はクリプトン・フューチャー・メディア株式会社の著作物です。© Crypton Future Media, INC. www.piapro.net

5. まとめ

提案手法によって，本研究の目的であった，3DCG上で作画アニメ風の髪モーションを自動生成することができた．

提案手法では，3Dキャラクタが動いたときの髪の動きは，考慮されていない．作画アニメにおけるキャラクタが動いたときの髪の動きは，風がなびいたときの動きとは別である．よって，これを3DCG上で再現するためには，キャラクタが動いたときの髪の動きを，調査，分析し，定義する必要がある．

参考文献

[1]石塚真貴男:“3DCG における作画アニメ調髪束先の形状変形手法に関する研究”，東京工科大学大学院，修士論文，2010.
[2]Takeyuki Sakai, Vladimir Savchenko:“Skeleton-based cartoon hair modeling using blobby model,” SIGGRAPH Asia 2013 Posters, Article No.17, 2013.
[3]森拓也，渡辺大地:“作画アニメ調髪動作の自動生成”，映像情報メディア学会技術報告，Vol. 40, No. 11, pp. 45-48, 2016.
[4]萩原由加里:“政岡憲三とその時代　「日本アニメーションの父」の戦前と戦後”，青弓社，東京，2015.
[5]サンライズ，バンダイビジュアル：“舞-HiME”，2004.
[6] セブン・アークス：“魔法少女リリカルなのは StrikerS”，2007.
[7] ディオメディア：“劇場版　艦これ”，2016.
[8] サテライト：“戦姫絶唱シンフォギア AXZ”，2017.
[9]Mogg：“MikuMikuDance,” http://www.geocities.jp/higuchuu4/.

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.