

2014年度 卒業論文

2Dイラストからのアニメーション作成における
作業効率化に関する研究

指導教員：三上 浩司 准教授
渡辺 大地 講師

メディア学部 ゲームサイエンス ゲームイノベーション プロジェクト
学籍番号 M0111017
安藤 彩乃

2014年度 卒業論文概要

論文題目

2D イラストからのアニメーション作成における
作業効率化に関する研究

メディア学部

学籍番号：M0111017

氏名

安藤 彩乃

指導
教員

三上 浩司 准教授
渡辺 大地 講師

キーワード

2D イラスト、アニメーション、Live2D

近年ではLive2DやE-moteなどのイラストをアニメのようにリアルタイムで動かすツールが発達している。これらのツールはイラストレーターが描いたキャラクタの良さを活かしたままアニメーションを作れるツールとして人気である。

しかしこれらのツールには問題が存在する。主な問題点は次の2つである。1つ目は、これらのツールは表情に特化したものが多いということである。会話型ゲームなどでの需要が高いこともあり、目や口の動きには強いが、腕の動きなどは考慮されてない場合が多い点である。2つ目は、これらのツールは一般人向けではなく、プロ向けのツールであることが多い点である。一般人でも手に入れることはできるが、できることが多く、作業工程が複雑なため、アニメーション作成に多くの時間がかかる。これらの問題点を解決するために、簡易身体アニメーション作成ツールを開発し、複雑な作業を効率よく行える手法を提案した。

本研究では効率的な簡易身体アニメーションとして、必要のないポリゴン化やパラメータ作成などの工程を省いた。またボーンを選択し、回転だけを行うシンプルな挙動により、わかりやすくアニメーションを作成することが出来た。ほかにあまり意識をしない、画像の描画順に関して、自動で変化させることにより、誰でも自然なアニメーションを作成できるようにした。

20人に対してLive2Dと比較実験を行い、その結果、提案手法では半分以下の時間で同質のアニメーションを作ることができた。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	問題提起	3
1.3	本研究紹介	4
1.4	結果	4
第2章	先行研究	5
2.1	既存研究	5
2.2	既存ツール	6
2.3	差異	7
第3章	提案手法	8
3.1	機能要件	8
3.2	Live2D と提案手法の比較	8
3.3	動作検証	17
第4章	実証実験	20
4.1	比較方法	20
4.2	時間について	22
4.3	質について	23
4.4	考察	25
第5章	まとめ	28
5.1	まとめ	28
	謝辞	29
	参考文献	30
付録A	章各アニメーション作成タイム	33

目 次

1.1	Live2D を用いてアニメーションさせたキャラクタの例（出典：『俺の妹がこんなに可愛いわけがない ポータブル』 ©2011NBGI） [1]	2
3.1	Live2D と提案手法のフローチャートの比較	9
3.2	Live2D 用テクスチャ	10
3.3	提案手法用テクスチャ	10
3.4	本実験で使用するパーツ分け	11
3.5	Live2D で行うポリゴン化作業	11
3.6	Live2DModelor 画面	12
3.7	パラメータに可動域を設定する例	12
3.8	Live2DAnimator 画面	13
3.9	キーフレームを設定する例	13
3.10	提案手法を用いて作成したツール画面	13
3.11	提案手法における回転方向の描画順の変更	14
3.12	腕を曲げたキャラクタの事例 1	15
3.13	腕を曲げたキャラクタの事例 2	15
3.14	自動で行ったとき	16
3.15	手動で変更させた場合	16
3.16	初期配置の時点で描画順を変更した場合	16
3.17	Live2D の場合	17
3.18	Live2D の場合	17
3.19	Live2D において手動で描画順を変更した場合	17
3.20	提案手法の場合	18
3.21	提案手法の場合	18
3.22	Live2D の場合	19
3.23	提案手法の場合	19
4.1	アニメーション 1	20
4.2	アニメーション 2	20
4.3	アニメーション 3	21
4.4	被験者 A のアニメーション 1 の場合（提案手法）	24

4.5	被験者 A のアニメーション 1 の場合 (Live2D)	24
4.6	被験者 A のアニメーション 2 の場合 (提案手法)	24
4.7	被験者 A のアニメーション 2 の場合 (Live2D)	24
4.8	被験者 A のアニメーション 3 の場合 (提案手法)	24
4.9	被験者 A のアニメーション 3 の場合 (Live2D)	24
4.10	被験者 B のアニメーション 1 の場合 (提案手法)	25
4.11	被験者 B のアニメーション 1 の場合 (Live2D)	25
4.12	被験者 B のアニメーション 2 の場合 (提案手法)	25
4.13	被験者 B のアニメーション 2 の場合 (Live2D)	25
4.14	被験者 B のアニメーション 3 の場合 (提案手法)	25
4.15	被験者 B のアニメーション 3 の場合 (Live2D)	25

表目次

2.1	各ツールの特徴	7
4.1	チェックポイント	22
4.2	アニメーション作成タイムの結果	22
4.3	チェックポイントの結果	23
4.4	より簡単に目的のアニメーションが作れたのはどちらか	26
4.5	提案手法の操作性は直感的であったか	26
A.1	被験者 A のアニメーション作成タイム	33
A.2	被験者 B のアニメーション作成タイム	33
A.3	被験者 C のアニメーション作成タイム	33
A.4	被験者 D のアニメーション作成タイム	33
A.5	被験者 E のアニメーション作成タイム	34
A.6	被験者 F のアニメーション作成タイム	34
A.7	被験者 G のアニメーション作成タイム	34
A.8	被験者 H のアニメーション作成タイム	34
A.9	被験者 I のアニメーション作成タイム	34
A.10	被験者 J のアニメーション作成タイム	34
A.11	被験者 K のアニメーション作成タイム	34
A.12	被験者 L のアニメーション作成タイム	35
A.13	被験者 M のアニメーション作成タイム	35
A.14	被験者 N のアニメーション作成タイム	35
A.15	被験者 O のアニメーション作成タイム	35
A.16	被験者 P のアニメーション作成タイム	35
A.17	被験者 Q のアニメーション作成タイム	35
A.18	被験者 R のアニメーション作成タイム	35
A.19	被験者 S のアニメーション作成タイム	36
A.20	被験者 T のアニメーション作成タイム	36

第 1 章

はじめに

1.1 背景

会話型ゲームにおいて、今まではキャラクターの立ち絵が採用されていた。2D 原画ならではの繊細な魅力を損なわず、キャラクターのイメージを壊さないで表現するためである。しかし立ち絵ではキャラクターの感情が表現しづらいなど、キャラクターの魅力を伝えるには不十分であった [2]。そのため、近年では Live2D Cubism(以下 Live2D)[3] や Emotional Motion Technology(以下 E-mote)[4] などのイラストをアニメのようにリアルタイムで動かすツールが発達している。

3D では昔からトゥーンレンダリングなどの手法を用いて、アニメ的なキャラクター表現を行う事も増えている。しかし、これらの手法で表現しても、キャラクターのイメージを壊す恐れがある。なぜなら 2D イラストを 3D モデルにする場合、形状的・表現的に困難な部分が多く存在するからである。

形状についていえば、2D イラストを 3D で表現する場合、原理的に困難な場合が存在する [5]。漫画やアニメのキャラクターの場合、作者がキャラクターの向きごとに最も魅力的に見えるように描いている。そのため、正面図・側面図を見比べると立体的な矛盾を内包している場合がある。極端な例であれば、ピカソなどの作品は立体モデルの構築が不可能な例である [5]。

表現についていえば、たとえ形状に矛盾を内包していないキャラクターであっても、3D にするにあたって、色や影、輪郭線など 2D とまったく同じ表現にするこ

とは不可能である。少しでも 2D に近い表現をするために、さまざまな技術が用いられる。詳細に関しては第 2 章で述べる。

これらのことから、2D のキャラクターのイメージを壊すことなく 3D にすることは無理が生じる。そのため、Live2D をはじめとする、2D イラストを動かせるツールが近年では普及をしている。これらのツールはアクションなど動きを重視したゲームには向かないが、会話型ゲームなど、キャラクターの魅力を重視するゲームには適している。実際 2011 年に発売された PSP ゲーム『俺の妹がこんなに可愛いわけがない ポータブル』[6]以降、多くのゲームやアプリで使用されている。図 1.1 はゲーム開発途中の Live2D キャラクターの静止画である。このように顔の向きや表情が会話にあわせて変化している。

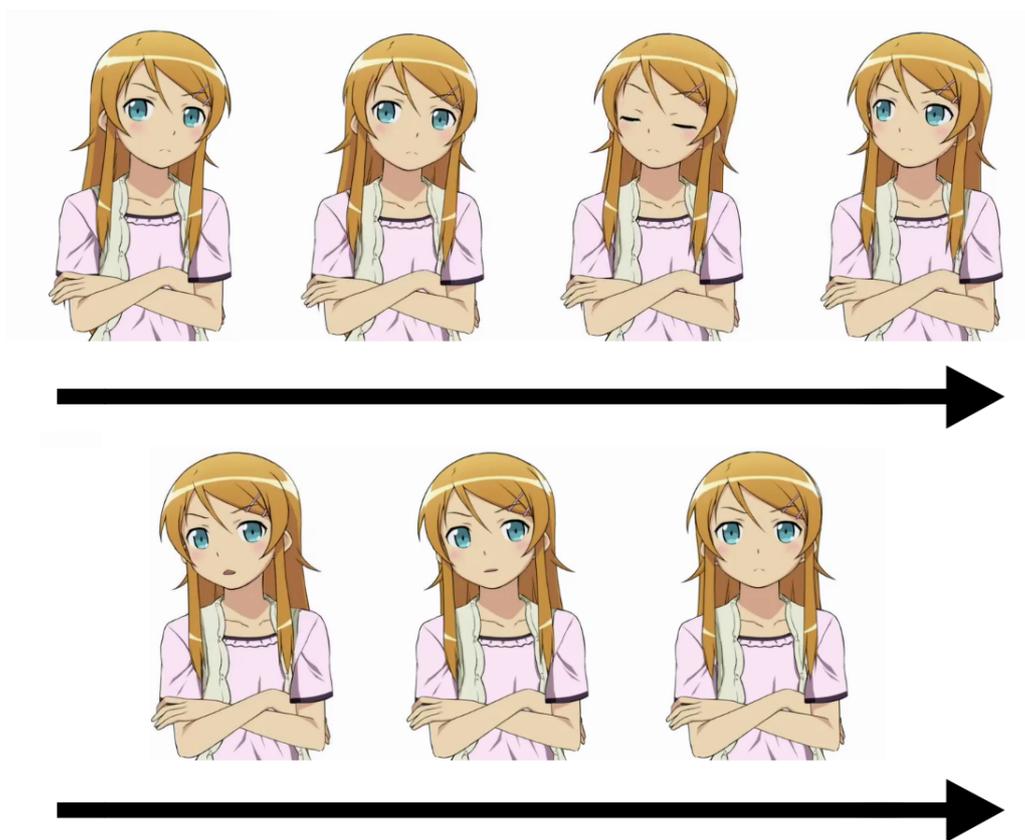


図 1.1: Live2D を用いてアニメーションさせたキャラクターの例 (出典:『俺の妹がこんなに可愛いわけがない ポータブル』 ©2011NBGI) [1]

このようなツールが使われるのはゲームだけではない。例えば電車内に流れる広告、トレインチャンネルでもこのようなツールが使われた動画が流れたり [7]、ミュージックビデオ [8] などに使われた例も存在する。また商業の作品だけではなく、誰もが簡単に作れるようになっている例もある。イラストの投稿に特化したソーシャル・ネットワーキング・サービスである『pixiv』 [9] では2014年から『うごイラ』という機能が実装され、簡単にアニメーション画像が投稿できるようになった。この機能はパラパラ漫画のように複数枚画像を用意すれば投稿することも可能である。うごイラ実装後、E-moteのフリー版である『えもふり』というツールを使用して画像を作成し投稿する人が増えている。pixivにて「うごイラ えもふり」で検索をすると、タグがついているものだけで3164件（2014年12月13日現在）も存在している。これらのようにアニメーションを作ったことがない人でも、「気軽にアニメーションを作りたい」という気持ちがある人は多く、様々な場所で需要が増えている。

1.2 問題提起

これらのような2Dアニメーションは多くの場所で利用されている。しかし、これらのツールには問題が存在する。問題の1つ目として、これらのツールは表情に特化している部分が多い [2]。1.1で述べたように、これらのツールが使われるのは会話型ゲームなど、キャラクターの魅力を重視するゲームである。したがって視線や口の動きなど、必然的に表情に特化される。確かに会話型ゲームにおいて、身体アニメーションより表情アニメーションは重要だが、身体アニメーションを作る事が出来れば、よりキャラクターの魅力を伝えることができる。問題の2つ目として、作業工程が複雑であることである。例えばLive2Dは、チュートリアル動画が充実しているが、さまざまな手順を踏む必要がある。そのため、動くものを作るようになるには時間がかかり、簡単に手を出してみようと思える状態ではない。E-moteはLive2Dに比べ非常に簡略化されており、すぐに動くものを作る事ができる。しかし、E-moteは身体アニメーションには対応しておらず、1つ目

の問題点を解決できない。よって筆者はこの2つの問題を解決するために、簡略化した身体アニメーションツールを提案する。

1.3 本研究紹介

本研究では、効率的な簡易身体アニメーションに限定したツールを開発する。ツールはUnity[10]を使って開発し、提案手法を実装したツールとLive2Dでアニメーション作成にかかる時間とアニメーションの質の比較実験を行うものとする。実験の詳細は4章で述べる。

1.4 結果

本研究では効率的な簡易身体アニメーションに限定し、より早く簡単に制作できるツールの開発を行った。Live2Dを触ったことのない20人を対象に実験を行い、アニメーション作成にかかる時間とアニメーションの質を比較した。その結果、Live2Dより提案手法の方が、同レベルの質のアニメーションを作成する上で作業時間・操作方法において良い結果を得る事ができた。

第 2 章

先行研究

2.1 既存研究

3D において、2D らしさを表現するためにさまざまな研究が行われている。

たとえば 2D イラストでは輪郭線は重要な役割を果たしている。3D でもトゥーンレンダリング [11][12] 処理を行う事によって、輪郭線を生み出すことは可能である。現在ではただの一定の太さの線だけでなく、強弱をつけるなど、2D に近い輪郭線を描くことも可能 [13] だが、作者が自由に描いた線をプログラムで完全に真似することは不可能である。彩色についても同様である。2D イラストにおいて、色を塗る方法は数多く存在する。アニメなどで使われるアニメ塗りをはじめとして、水彩調など作者それぞれの技法をもって描かれている。3D においてもテクスチャの描きこみで絵柄を 2D イラストに近づけることは可能である。しかし相当な技術が必要なうえ、近づけることはできても、同一にすることは不可能である。テクスチャの描き込みのほかにノンフォトリアルスティック・レンダリングという手法を用いて 2D イラストに似たようにレンダリングする技法も存在する [14][15] が、元のイラストと完全に同じものを作成することは不可能である。また陰影やハイライトにおいて、2D イラストでは現実的に正しく描かれているわけではない。したがって 3D において、計算された陰影やハイライトをつけることで、2D イラストの雰囲気とはかけ離れる恐れがある。そのため、2D イラストに似せたハイライトを入れるにはどのようにすべきかなどの研究が行われている [16][17]。また五十

嵐らによるアナログ画材を用いたアニメーションの作成を支援するシステム [18] の論文が 2014 年に発表されている。この論文によると、デジタルで描かれたことによって作品におけるイラストレーターの個性が失われたり、機械的な雰囲気になる傾向がある。そのため五十嵐らはアナログ画材で着彩したアニメーション作成を支援するシステムの研究を行った。

これらのように、3D に 2D イラストらしさを求める研究は他にも行われている。しかしこれらの手法を用いても、2D のキャラクタならではの魅力をそのまま伝えることは不可能である。したがって本研究では、2D イラストを擬似的に表現するのではなく、2D イラストを直接用いて、リアルタイムにアニメーションさせるツールに対し研究を行う。

2.2 既存ツール

2D アニメーションを行うツールとして有名なものは、Live2D・E-mote・SpriteStudio[19] の 3 つが存在する。これらのツールについてそれぞれ述べるものとする。

Live2D は 2D のモーフィング [20][21][22] によるシームレスアニメーションを可能とするツールである。読み込んだテクスチャ画像をポリゴン化し、位置や描画順、デフォーマの親子関係を設定することで、表情や身体アニメーション問わず細かいアニメーションを制作することが可能なツールである。2011 年にはじめてゲームで利用され、現在まで数多くのゲームなどで利用されている。また近年では FaceShifrStudio を利用してリアルタイムで表情をトラッキングし、Live2D キャラに当てはめるなど、リアルタイムな動作も可能となっている [23]。

E-mote は、イラストを立体的にアニメーションさせる技術である。Live2D はテクスチャを切り取り自分で配置し、アニメーションを制作するのに対し、E-mote はテンプレートに沿ってレイヤー分けした psd データを読み込むだけで自動的に口パクや瞬きといったアニメーションが作成できる。しかし、テンプレートにならないアニメーションを作ることは不可能であり、身体アニメーションもフェードを

利用したものでパーツを動かして自由にアニメーションを作ることは不可能である。E-mote は Live2D に比べ、自由度が少なく必要素材も多くなるが、簡易アニメーションに限定すれば Live2D よりも手軽にできる事が特徴である。

SpriteStudio は Live2D 同様にテクスチャを切り取り配置して使用する。Live2D とは違い、IK を用いることが可能であり、他の面においても Live2D より自由度が高い。たとえば Live2D はキャラクタむけのアニメーションツールだが、SpriteStudio では竜が炎を吹くアニメーションで炎を揺らすなど、人物キャラクタ以外のモーシオンにも作成可能である。自由度が高く、ポリゴン化を行わないため簡易アニメーションにおいては Live2D よりも準備が短時間で済むが、表情など細かいアニメーション作成においては動かすパーツ数が多く時間がかかるのが特徴である。

本研究では既存ツールの中で身体アニメーションが制作できる Live2D に限定し、Live2D と提案手法を用いて作成したツールの比較を行うものとする。

2.3 差異

Live2D、E-mote、SpriteStudio、提案手法の 4 つの適しているプロジェクト規模、身体モーシオンを作成する難易度を比較すると、表 2.1 のようになる。

表 2.1: 各ツールの特徴

	Live2D	E-mote	SpriteStudio	提案手法
プロジェクト規模	中～大	小～中	小～中	小～中
身体モーシオン		×		

表における × はそれぞれの規模において、身体モーシオンが作りやすいか否かで判別した。

第 3 章

提案手法

3.1 機能要件

本研究では、1章で述べたように身体アニメーションに限定したツール作成を行う。ツールとしてはポーズの作成からアニメーションの再生までを行うものとし、準備やアウトプットは除くものとする。

本研究では、次の2つの要件を満たすツールを作成した。

- 移動、拡大縮小は用いず、回転だけで従来のツールと同等のアニメーションを作成するため、ユーザーの動作が限定されわかりやすい
- パーツの描画順を自動で変更するため、意識せずにパーツの前後関係に整合性のあるアニメーションが作成できる

これらの2点が、Live2D と提案手法を比較した際、アニメーション作成部分での主な違いである。これらの点により、Live2D より簡単により早くアニメーションが制作できるツールを作成した。

3.2 Live2D と提案手法の比較

Live2D と提案手法を用いたツールでアニメーションを作成した際の、基本的なフローチャートは図 3.1 のとおりである。

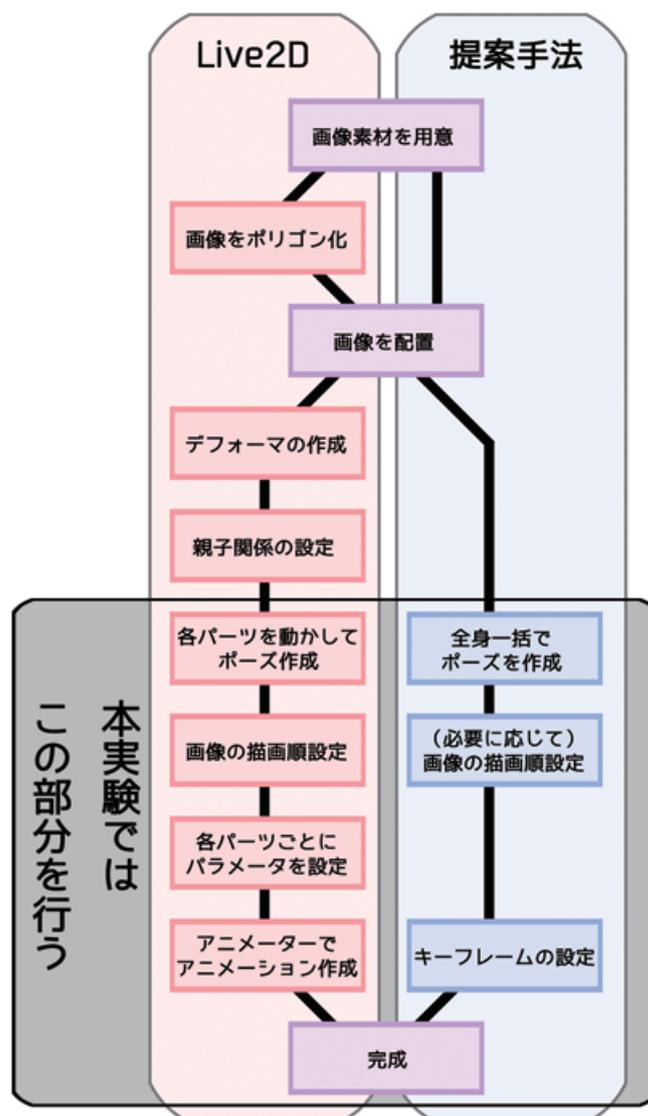


図 3.1: Live2D と提案手法のフローチャートの比較

はじめに Live2D と提案手法どちらにおいても 2D で描かれた画像素材を用意する。Live2D の場合は図 3.2 のようにパーツをまとめて 1 枚のテクスチャ画像を用意する。それに対し、提案手法では、図 3.3 のようにパーツごとに分かれた画像をパーツの枚数分用意する。本実験では図 3.4 のように胴体・頭・左腕・左手・右腕・右手・左足・左足先・右足・右足先の 10 パーツに分けたものをテンプレートとして使い、実験を行った。動かすのは 10 パーツであるが、顔パーツは顔と後ろ髪が分かれるため、全部で 11 枚の画像を用意した。



図 3.2: Live2D 用テクスチャ

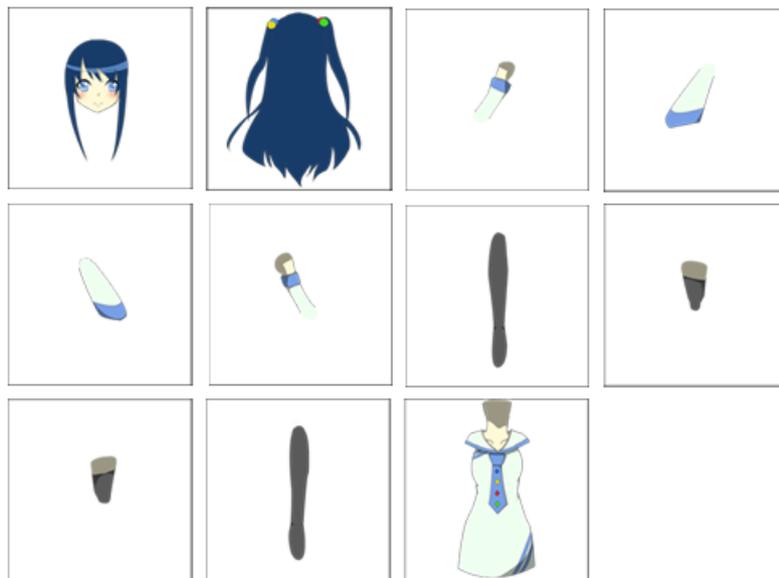


図 3.3: 提案手法用テクスチャ

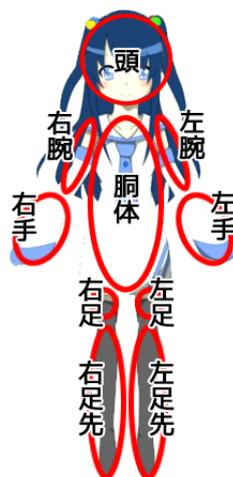


図 3.4: 本実験で使用するパーツ分け

次に Live2D の場合、Live2DModeler でテクスチャをパーツごとに切り分け、図 3.5 のようにポリゴン化を行う。これによって、3D 同様にモーフィングが行えるようになる。しかし、身体アニメーションの場合はモーフィングを使う必要性が少ない。そのため、身体アニメーションに限定した提案手法ではこの工程を省くことにした。

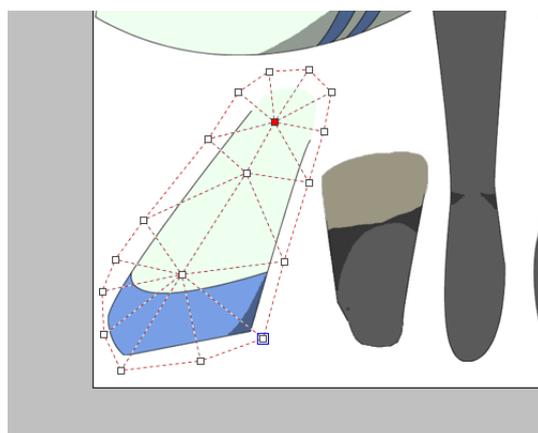


図 3.5: Live2D で行うポリゴン化作業

次にお互いパーツ画像を配置する。その後、Live2D ではデフォーマを設定したのち、親子関係を設定する。提案手法を用いたツールではこの部分はテンプレート化してある。

ここまでが準備となる。本実験ではこれより先の部分のみ行う。

ここから先の工程はツールごとにまとめて述べる。まず Live2D である。Live2D ではまず、図 3.6 の Live2DModelor で動かしたいパーツ、もしくは動かしたいパーツに設定したデフォーマを選択し、そのパーツの動かす範囲の限界地まで動かす。これを繰り返し、図 3.7 のように、パラメータを作成する。複数モーションが作る前提となるゲームなどでは、その複数モーションの中で一番動く範囲を考えて動かす必要がある。その後、レイヤーの描画順を初期と変えたい場合は、数値を入力して描画順の変更をする。これらの動かせる範囲・描画順をパラメータとして、すべてのパーツに設定する。



図 3.6: Live2DModelor 画面

図 3.7: パラメータに可動域を設定する例

パラメータの設定を終えたら、図 3.8 の Animator を起動し、Modeler で作ったデータを読み込む。Animator では、設定したパラメータをひとつずつ動かし、今度はパーツではなく全身のモーションを図 3.9 のようにキーフレームを打って設定する。この工程を繰り返してアニメーションを作成する。

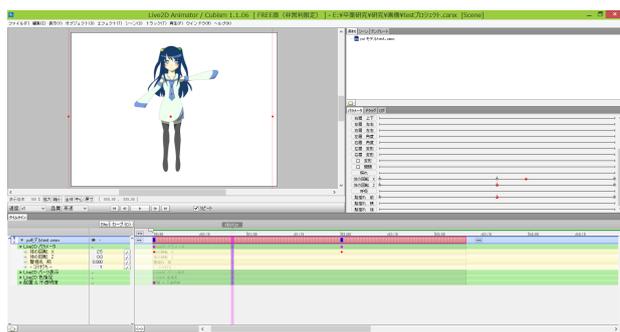


図 3.8: Live2DAnimator 画面

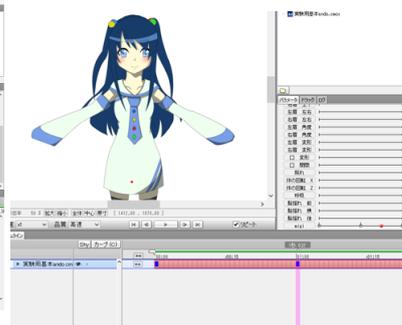


図 3.9: キーフレームを設定する例

次に提案手法である。画面は図 3.10 のようになっている。



図 3.10: 提案手法を用いて作成したツール画面

提案手法ではボーンを選択し、パーツごとに回転をさせ、アニメーションの初期ポーズを作成する。Live2D の場合、回転だけでなく移動と拡大縮小を行える。しかし通常の身体アニメーションを作ることにおいて、移動や拡大縮小を使用することはほとんどない。実際、本実験を行った際、Live2D を使用するときには操作ミスで移動などを行う被験者は存在したが、意図的に行う被験者は存在しなかった。そのため、提案手法では回転のみを行えるようにし、操作をシンプルなものにした。ポーズが作成されたら、キーを打ち、次のポーズを作成する。これを繰

り返してアニメーションとして再生する。必要に応じて、ポーズを作成する際に画像の描画順を設定するが、回転をさせると自動的に描画順が変わるようになっている。見た目上は2次元の動きだけだが、描画順を変更する際は奥行きを変更することで、擬似的に描画順の変更を行っている。

提案手法では、基本ポーズである A スタンスから、図 3.11 のようにどちらの向きに回転をさせるかによって描画順が変更される。



図 3.11: 提案手法における回転方向の描画順の変更

実際2次元に限定して、身体モーションを考えた場合、A スタンスの位置から肘から先を動かす場合、回転の向きに合わせて肘の向きが変わる。これをイラストで表現する場合、図 3.12、図 3.13 のように肘の部分におけるしわの位置が異なる。



図 3.12: 腕を曲げたキャラクターの事例 1



図 3.13: 腕を曲げたキャラクターの事例 2

提案手法では、これを表現するために描画順の変更を自動化した。したがって2次元の動きに限定した場合、手動で変更することなく、自然なアニメーションを作ることができる。

例外的に、2次元ではなく、手を前や奥に動かす3次元的な動きをするときのみ、図 3.14、図 3.15 のように描画順を変更させる必要がある。これらの図では右手のパーツを前面に描画するか背面に描画するかの差異が見られる。



図 3.14: 自動で行ったとき



図 3.15: 手動で変更させた場合

また 3 次元の動きにおいても、人間は一般的な動きでは手を体より前に持つてくることが多い。提案手法の場合、体の向きに肘から先を回転させた場合は描画順が自動で前面になるため手動で変更する必要はない。これに対し、Live2D では手動で変化をさせない限り、描画順は変わらない。初期の配置の場合から、描画順を前面にしておいた場合は、図 3.16 のように腕が肘から先の部分だけ体の上に表示され、肘の部分が線が途切れているのがわかる。図の右腕は、肘から先の描画順を前面にしたものであり、右腕は背面に設定したものである。



図 3.16: 初期配置の時点で描画順を変更した場合

このような事態を避けるために、Live2D の初期設定では肘から先のパーツの描画順を背面に設定することが望ましい。そのため、初期から設定することができず手間が生じる。

各ツールの作業工程はこのようになっている。本研究では実際のアニメーション制作にあたる、ポーズ作成以降を実験の対象とする。

3.3 動作検証

提案手法を用いたツールではキーフレームの数やアニメーションの再生スピードはスライダで設定できるようになっており、再生などのアイコンも画面右上に集め、感覚的にわかりやすいようにした。操作は基本的にマウスで行い、キーボードを使用するのは回転と描画順の変更である。

描画順に関しては図 3.17 ~ 3.21 のようになっている。

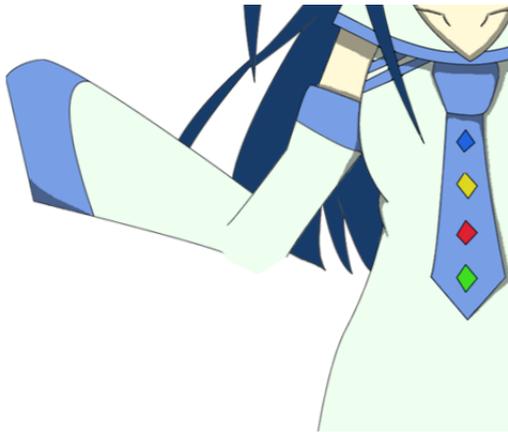


図 3.17: Live2D の場合



図 3.18: Live2D の場合



図 3.19: Live2D において手動で描画順を変更した場合



図 3.20: 提案手法の場合



図 3.21: 提案手法の場合

Live2D の場合、描画順の変更を行わず、腕を左右に曲げた場合は図 3.17、図 3.18 のようになり、常に右手パーツが右腕パーツより後ろにあるように描画される。したがって前面に持ってくる場合は図 3.19 のように手動で変更をする必要がある。しかし提案手法の場合は図 3.20、図 3.21 のように回転方向に合わせて描画順が自動で変更される。3.2 で述べたように、2次元に限定したモーションの場合は、手動で変更する必要がない。そのため初心者でも、意識しなくとも効率的に自然なアニメーションを作ることが可能である。

また他に提案手法の場合回転幅に限界を設定してある。Live2D の場合は図 3.22 のようにどこまでも移動できるが、提案手法は限界を設定しているため図 3.23 までの位置しか動かない。Live2D では手動で可動域をパラメータとして設定する必要があるが、提案手法では人間の動きに合わせ、事前に設定をした。そのため自由度が少なく、人間以外の身体アニメーションを作ることにはできないが、人間の身体アニメーションにおいては効率的に作成できる。



図 3.22: Live2D の場合



図 3.23: 提案手法の場合

第 4 章

実証実験

4.1 比較方法

20 人に Live2D と作成したツールを使用してもらい、作成時間とアニメーションの質を比較実験した。アニメーションは各 3 種類。同じアニメーションを 2 つのツールで作成する。各アニメーションについては後述する。被験者は Live2D を操作したことがない人に限定して行い、操作説明は用意したプリントを被験者に渡した。これは Live2D と提案手法で同レベルの操作説明を行い、タイムやアニメーションの質に影響をさせないようにするためである。

被験者が作成したアニメーションは次の図 4.1 ~ 4.3 の 3 点である。

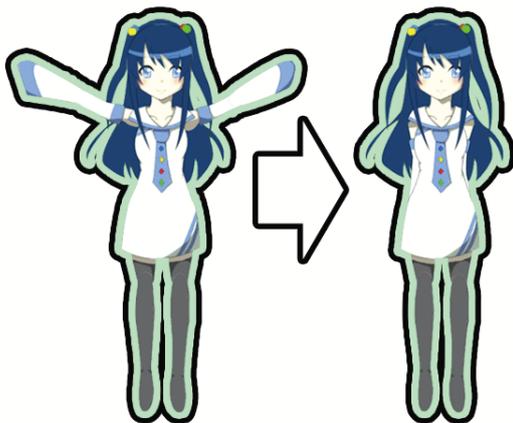


図 4.1: アニメーション 1

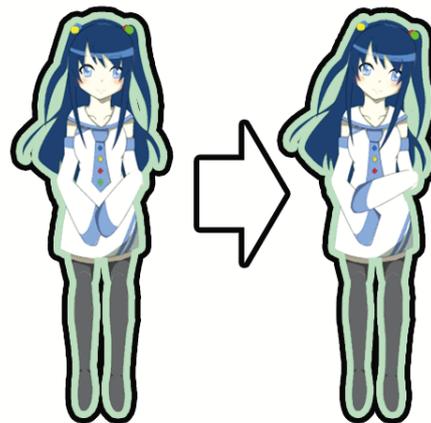


図 4.2: アニメーション 2

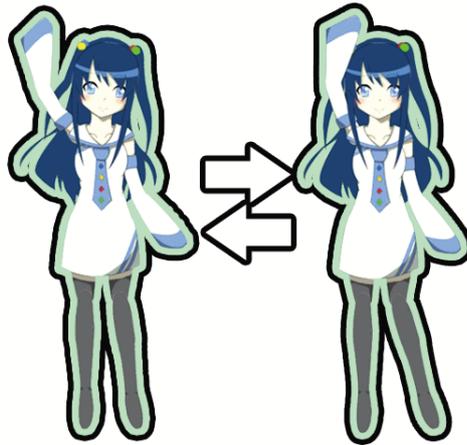


図 4.3: アニメーション 3

図 4.1 は T スタンスのように広げた腕を体の後ろまで下げるアニメーションである。動かすパーツ数も少なく、各ツールの使い方を知るためにと考え、基本となるアニメーションにした。図 4.2 は手を前に組み、首をかしげるアニメーションである。アニメーション 1 では手は体の後ろにあったが、アニメーション 2 では体の前にあるため、描画順の変更をする必要がある。図 4.3 は手を振るモーションである。アニメーション 1 とアニメーション 2 は最小 2 つのキーで作成できるが、アニメーション 3 は最低 3 つのキーが必要になる。また Live2D ではパラメータを設定するため、アニメーション 1 を制作する段階でアニメーション 3 を想定したパラメータを作成すると作業効率が上がる。被験者がそれらのことまで意識するかどうかを検証するため、アニメーション 3 は手を振るアニメーションにした。これらの 3 つのアニメーションを 2 つのツールで作成する。

比較する項目はタイムと質である。タイムに関して、操作説明を読みだす段階から計り、アニメーション 1 つごとに時間を計測する。質に関してはアニメーションが決められた通りに動いているか、描画順があっているか、ぶれないかなど決められたチェックポイントに合わせて確認する。アニメーションのスピードなどは実験被験者の感覚によって異なるので、本実験では自由とし、チェックの対象には含めない。チェックポイントは表 4.1 のとおりである。項目の前についている番号

は、作成するアニメーション1、アニメーション2、アニメーション3のどのアニメーションに対する項目かを表す。

表 4.1: チェックポイント

1:描画順が正しい
1:両腕を上げている
1:両腕を下げている
1:位置ががずれない
2:手の描画順が正しい
2:肩の描画順が正しい
2:首が動く
2:位置ががずれない
3:描画順が正しい
3:往復する
3:手が動く
3:位置ががずれない

4.2 時間について

20 人に実験を行った結果、20 人がアニメーション作成にかかった時間の平均値・中央値・最大値・最小値をまとめたのが表 4.2 である。

表 4.2: アニメーション作成タイムの結果

	平均値	中央値	最大値	最小値
提案手法 アニメーション 1	3 分 40 秒	4 分 32 秒	10 分 34 秒	2 分 39 秒
提案手法 アニメーション 2	1 分 45 秒	1 分 46 秒	3 分 58 秒	0 分 47 秒
提案手法 アニメーション 3	1 分 39 秒	1 分 39 秒	2 分 40 秒	0 分 23 秒
Live2D アニメーション 1	18 分 34 秒	20 分 35 秒	34 分 52 秒	13 分 21 秒
Live2D アニメーション 2	9 分 24 秒	9 分 56 秒	15 分 8 秒	5 分 20 秒
Live2D アニメーション 3	7 分 33 秒	7 分 48 秒	12 分 16 秒	3 分 6 秒

Live2D・提案手法ともにアニメーション 1 で時間がかかっている。これは初め

てツールを触るため、操作説明を読む時間や実際に操作方法を理解する時間がかかっているためである。Live2D に比べて提案手法の場合、約半分の時間でアニメーションを作成する事ができた。

4.3 質について

チェックしたポイントは各アニメーションごとに4点に注目してチェックを行った。結果は表 4.3 である。表の数値はそれぞれのツールでチェックポイントを満たした人の人数である。

表 4.3: チェックポイントの結果

	提案手法	Live2D
1:描画順が正しい	20人	19人
1:両腕を上げている	20人	20人
1:両腕を下げている	20人	20人
1:位置ががずれない	20人	20人
2:手の描画順が正しい	20人	20人
2:肩の描画順が正しい	19人	18人
2:首が動く	20人	20人
2:位置ががずれない	20人	20人
3:描画順が正しい	17人	17人
3:往復する	18人	20人
3:手が動く	19人	18人
3:位置ががずれない	20人	20人

この表を見ると分かるように質に関してはLive2D と提案手法のどちらにおいても同じような結果を得られた。

また一部の被験者の作成したアニメーションは次のとおりである。被験者が設定したキーフレームごとに画面をキャプチャした。

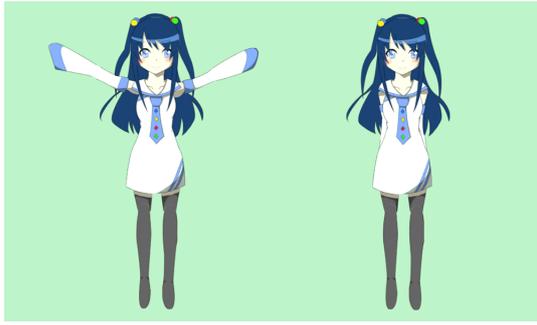


図 4.4: 被験者 A のアニメーション 1 の場
合 (提案手法)



図 4.5: 被験者 A のアニメーション 1 の場
合 (Live2D)

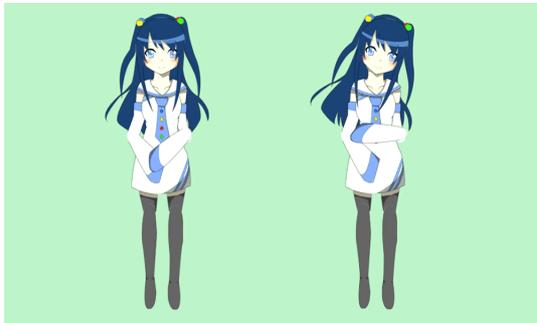


図 4.6: 被験者 A のアニメーション 2 の場
合 (提案手法)



図 4.7: 被験者 A のアニメーション 2 の場
合 (Live2D)

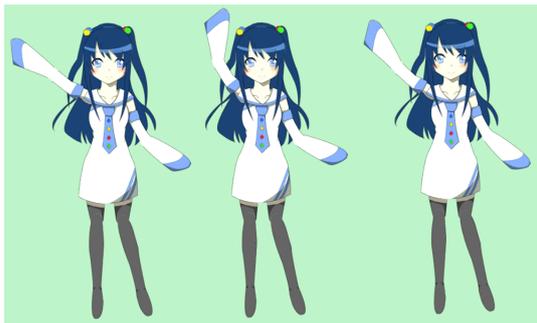


図 4.8: 被験者 A のアニメーション 3 の場
合 (提案手法)

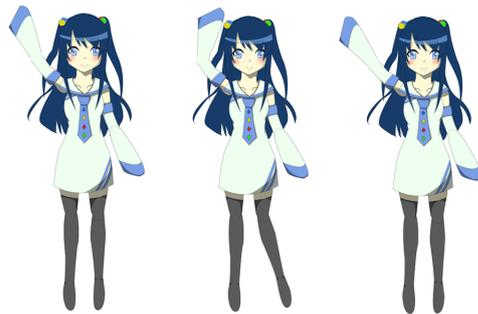


図 4.9: 被験者 A のアニメーション 3 の場
合 (Live2D)

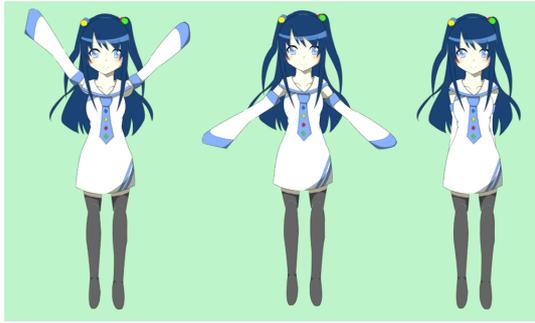


図 4.10: 被験者 B のアニメーション 1 の場合 (提案手法)



図 4.11: 被験者 B のアニメーション 1 の場合 (Live2D)

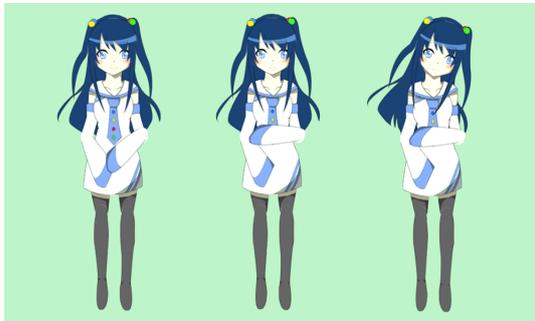


図 4.12: 被験者 B のアニメーション 2 の場合 (提案手法)

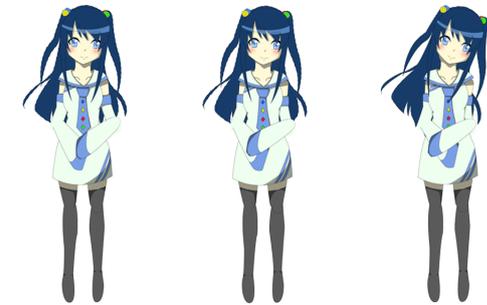


図 4.13: 被験者 B のアニメーション 2 の場合 (Live2D)

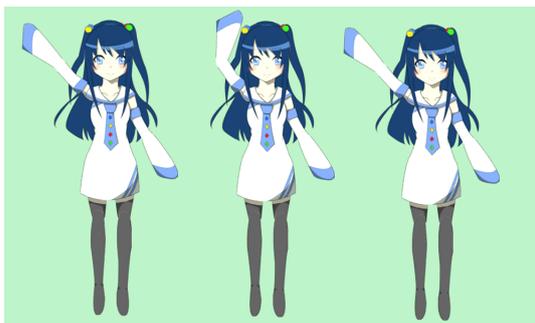


図 4.14: 被験者 B のアニメーション 3 の場合 (提案手法)

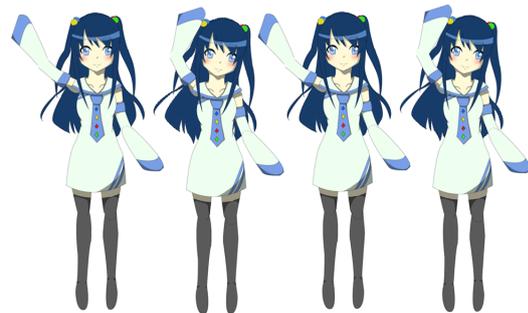


図 4.15: 被験者 B のアニメーション 3 の場合 (Live2D)

4.4 考察

4.2, 4.3 で述べたように 20 人の対象者に実験を行った結果、質をほぼ変えることなく、短い時間でアニメーションを作成することができた。また Live2D はやは

り操作方法を理解するのが困難であり、アニメーション 1 を作成したときの時間差を見ると非常に顕著な結果が出るのがわかった。理解できるまでに時間がかかってしまい、やめてしまう人や疲れたという感想を言う人も多く存在していた。

また描画順に関して悩む人が多く見られた。提案手法において描画順は自動で変更されるが、必要に応じて手動で変更する。手動で変更する場合、Q・W キーを長押しすることで変更できるが、どれほど押せばいいのか、押している間変化しているのか等がわかりにくいとの問題があった。また Live2D でも描画順をどのように変更すればいいのか。数値で変更するが数値の目安の値はいくつであるのかなどがわかりづらく、調べるのに手間取る人が多かった。Live2D と提案手法どちらにおいても、複雑な描画順の変更が必要となる場合は直感的とは言い切れないのが現状である。

本実験ではアニメーションを制作した後にアンケート調査を行った。その結果、100 % が提案手法のほうがより簡単にアニメーションを作成する事ができた、ということがわかった。また操作に関しても提案手法は約 90 % の人が直感的に操作できたという回答であり、わかりやすい操作方法であったといえる。

表 4.4: より簡単に目的のアニメーションが作れたのはどちらか

提案手法	17 人
どちらかといえば提案手法	3 人
ほぼ同じ	0 人
どちらかといえば Live2D	0 人
Live2D	0 人

表 4.5: 提案手法の操作性は直感的であったか

そうである	12 人
どちらかといえばそうである	6 人
どちらともいえない	2 人
どちらかといえば違う	0 人
違う	0 人

また問題を作成する際、4.1 で述べたようにアニメーション 3 は Live2D でパラ

メータを作る際に気をつければ短時間で作れるモーションとなっていた。しかし実際、初めて Live2D を触る人はそこまで考えている人はおらず、全員がパラメータを作り直す作業をしていた。数多くのモーションを作成し、ユーザーがある程度慣れているという条件下では Live2D のが効率が良い可能性もありうる。しかし小規模プロジェクトなど、作成するアニメーション数が少数であれば、Live2D より提案手法のほうが効率よくアニメーションを作成できることがわかった。

これらのことから、提案手法は簡易的な身体アニメーションツールとして適していたと判断できる。

第 5 章

まとめ

5.1 まとめ

本研究では効率的な簡易身体アニメーションに限定し、より早く簡単に制作できるツールの開発を行った。その結果 4 章で述べたように、Live2D より提案手法のほうが、同レベルの質のモーシヨンを作成する上で作業時間・操作方法において良い結果を得る事ができた。

謝辞

本論文制作にあたり、ご指導くださった指導教員の方々、アドバイスをくださった大学院生の方々全てに感謝いたします。行き詰ったときや実装で悩んだときに、アドバイスをもらい、また忙しい中実験を手伝ってくれた、研究室のメンバーと友達に、心から感謝します。皆様本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] 電撃オンライン. <http://dengekionline.com/>. 参照:2014-2-12.
- [2] CGWORLD2.5D ノススメ/プロダクションだからできる人材育成. *WORKS CORPORATION*, Vol. 177, pp. 28–31,50–51, 2013.
- [3] Live2d. <http://www.live2d.com/>. 参照:2014-1-20.
- [4] E-mote. <http://emote.mtwo.co.jp/>. 参照:2014-1-20.
- [5] 中城哲也. 2D の拡張により 3D っぽい表現を可能にする映像技術 2D キャラクタを 3D 化せずに立体的に表現する Live2D. CQ 出版, Vol. 1, pp. 78–86, 2011.
- [6] 俺の妹がこんなに可愛いわけがない ポータブル. <http://oreimo-game.channel.or.jp/orep/>.
- [7] エン転職. <http://employment.en-japan.com/>. 参照:2014-1-20.
- [8] ClariS 「nexus」. <http://www.clarismusic.jp/>. 参照:2014-1-20.
- [9] pixiv. <http://www.pixiv.net/>. 参照:2014-1-20.
- [10] Unity. <http://japan.unity3d.com/>. 参照:2014-1-20.
- [11] 木村真基 and 青木由直. トゥーンレンダリングにおける影のエッジ抽出法. 電子情報通信学会.

- [12] 大成高顕. DirectX を利用したトゥーンレンダリング. 2005.
- [13] 松尾隆志 and 三上浩司 and 渡辺大地 and 近藤邦雄. リアルタイム 3DCG における物体の形状を考慮した輪郭線の誇張表現手法の提案. 芸術科学会論文誌, Vol. 10, pp. 251–262.
- [14] Hideki Todo and Ken-ichi Anjo and William Baxter and Takeo Igarashi. Locally controllable stylized shading. *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 26, , 2007.
- [15] 川寄敬二 and 中丸幸治 and 大野義夫. NPR におけるストローク方向の決定と水墨画調レンダリングへの適用. 芸術科学会論文誌, Vol. 3, pp. 235–243.
- [16] 佐藤佑香. 切り込み型髪ハイライトのインタラクティブ生成に関する研究. 2013.
- [17] 田中遼平 and 森本有紀 and 高橋時市郎. シーン情報のパラメータ制御による 3D アニメーションのためのアニメ風ハイライト表現. VC/GCAD 合同シンポジウム, 2014.
- [18] 中嶋誠 and 助川正人 and 黒岩司 and 五十嵐健夫. アナログ画材を用いたアニメーションの作成を支援するシステム. VC/GCAD 合同シンポジウム, 2013.
- [19] WebTechnology SpriteStudio. <http://www.webtech.co.jp/spritestudio/>. 参照:2014-1-20.
- [20] 飯田英輔 and 渡辺大地. テクスチャの特徴箇所を考慮した 3DCG モーフィング. 情報処理学会, Vol. 4, pp. 335–336, 2008.
- [21] 小松璃子. パーツ単位のモーフィングによる似顔絵作成. 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 38, pp. 111–112, 2014.

- [22] Hideki Todo and Ken Anjyo. Hybrid framework for blendshape manipulations. *SIGGRAPH*, 2011.
- [23] Gigazine 人間の表情をリアルタイムでトラッキングして2次元のキャラクターになりきるところなる. <http://gigazine.net/news/20140606-live2d-2014/>. 参照:2014-1-20.

付録 A

各アニメーション作成タイム

表 A.1: 被験者 A のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3 分 19 秒	2 分 11 秒	1 分 27 秒
Live2D	28 分 14 秒	13 分 41 秒	6 分 2 秒

表 A.2: 被験者 B のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	10 分 34 秒	3 分 13 秒	2 分 06 秒
Live2D	23 分 20 秒	11 分 40 秒	11 分 57 秒

表 A.3: 被験者 C のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3 分 47 秒	1 分 53 秒	2 分 40 秒
Live2D	22 分 33 秒	9 分 38 秒	4 分 59 秒

表 A.4: 被験者 D のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	7 分 33 秒	2 分 7 秒	1 分 40 秒
Live2D	15 分 51 秒	10 分 26 秒	12 分 16 秒

表 A.5: 被験者 E のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3分 2秒	0分 57秒	1分 38秒
Live2D	13分 21秒	15分 8秒	9分 29秒

表 A.6: 被験者 F のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3分 51秒	0分 47秒	1分 8秒
Live2D	16分 12秒	10分 31秒	6分 59秒

表 A.7: 被験者 G のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3分 31秒	0分 54秒	1分 51秒
Live2D	18分 57秒	7分 4秒	7分 36秒

表 A.8: 被験者 H のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	6分 47秒	3分 58秒	1分 22秒
Live2D	23分 36秒	8分 28秒	8分 46秒

表 A.9: 被験者 I のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	5分 32秒	1分 27秒	1分 31秒
Live2D	34分 52秒	13分 50秒	6分 10秒

表 A.10: 被験者 J のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3分 10秒	1分 29秒	1分 9秒
Live2D	14分 56秒	8分 54秒	9分 8秒

表 A.11: 被験者 K のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	6分 47秒	1分 9秒	1分 51秒
Live2D	18分 2秒	12分 3秒	6分 6秒

表 A.12: 被験者 L のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	5 分 9 秒	1 分 48 秒	0 分 23 秒
Live2D	32 分 17 秒	8 分 49 秒	5 分 7 秒

表 A.13: 被験者 M のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	2 分 39 秒	1 分 20 秒	1 分 10 秒
Live2D	13 分 59 秒	5 分 20 秒	3 分 6 秒

表 A.14: 被験者 N のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	2 分 58 秒	1 分 50 秒	2 分 14 秒
Live2D	17 分 40 秒	10 分 39 秒	12 分 57 秒

表 A.15: 被験者 O のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3 分 34 秒	2 分 23 秒	1 分 23 秒
Live2D	16 分 12 秒	12 分 31 秒	10 分 2 秒

表 A.16: 被験者 P のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3 分 20 秒	1 分 14 秒	2 分 38 秒
Live2D	20 分 21 秒	8 分 54 秒	7 分 49 秒

表 A.17: 被験者 Q のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	4 分 51 秒	2 分 17 秒	2 分 23 秒
Live2D	15 分 49 秒	9 分 20 秒	7 分 31 秒

表 A.18: 被験者 R のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	2 分 41 秒	0 分 50 秒	0 分 57 秒
Live2D	22 分 39 秒	6 分 13 秒	4 分 8 秒

表 A.19: 被験者 S のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	4 分 28 秒	1 分 43 秒	1 分 40 秒
Live2D	25 分 14 秒	8 分 41 秒	9 分 25 秒

表 A.20: 被験者 T のアニメーション作成タイム

	アニメーション 1	アニメーション 2	アニメーション 3
提案手法	3 分 9 秒	2 分 9 秒	2 分 12 秒
Live2D	15 分 52 秒	7 分 2 秒	6 分 30 秒