

部位ごとに描き分けられた絵の関節点を一意に定める方法の検討

林 凌平^{1,a)} 鈴木 優^{1,b)}

概要: 本研究では、自分の体の姿勢に合わせて、体の部位ごとに描き分けられた絵のポーズを変えられるツールを目指している。絵のポーズを違和感なく変えるためには、部位ごとに関節点を適切に定める必要がある。そこで我々は、部位の位置関係が異なる絵を用いて、関節点が一意に定められる方法を見つける実験を行った。その結果、各部位の位置関係から、関節点が一意に定める方法を決定できることが明らかになった。

The Method for Uniquely Determining the Joint Point of a Picture Divided by Body Parts

RYOHEI HAYASHI^{1,a)} YU SUZUKI^{1,b)}

Abstract: In this research, we develop a tool that can change the pose of a picture divided by body parts according to the posture of user. In order to change the pose of a picture without discomfort, it is necessary to determine an appropriate joint point for each part. Therefore, we conducted an experiment to find a method of uniquely determining the joint point using pictures with different positional relationships of body parts. As a result, it is possible to determine the method of uniquely determining the joint point from the positional relationship of each body part.

1. はじめに

動物やキャラクターの絵を描くとき、描く対象が同じ場合であっても、違うポーズをさせるには絵をはじめから描き直す必要がある。例えば、はじめに直立しているキャラクターの絵を描き、つぎに腕を上げるポーズをさせたいと思ったときには、少なくとも腕の部分を消して、腕を描き直す必要がある。全ての部位のポーズを変えたいと思った場合は、すべて描き直さなければならない。このように、ポーズの異なる絵を何度も描き直すのは手間である。

本研究では、1つの絵を描くだけで、だれもが容易にさまざまなポーズの絵を描くことを可能にするツールの開発を目指す。

2. 関連研究

1つの絵を描くだけで、さまざまなポーズを生成することができるソフトウェアとしてLive2D [1]がある。Live2Dでは、原画を動かしたい部位ごとに分けた画像データを作成し、変形するためのポリゴンを割り当てる。そして、ポリゴンに対して「デフォーマ」「パラメータ」等の編集機能を使うことで、絵のタッチをそのままの状態に動かすことを可能にする。しかしながら、このソフトを使用する前提として、画像データを作成するスキルがなければ使用できないことから、だれでも容易にさまざまなポーズを生成することはできないといえる。そのほかの類似システムとしてAdobe Character Animator [2]がある。Adobe Character Animatorでは、PhotoshopまたはIllustratorを使い、キャラクターを作成し、体の部位を別々のレイヤーに配置する。そして、Webカメラで顔の表情の動きや音声に合わせて、リアルタイムにキャラクターをアニメーション化を可能にす

¹ 宮城大学
Miyagi University, 1-1Gakuen, Taiwa-cho, Kurokawa-gun,
Miyagi 981-3298, Japan

^{a)} p1422080@myu.ac.jp

^{b)} suzu@myu.ac.jp

る。ソフトウェアを使用する前提として、画像データを作成するスキルが必要であることは、前のソフトウェアと同じである。しかしながら、絵に動きをつける方法は、Webカメラで顔の表情を動かすだけで可能であるため操作しやすい。ただし、このソフトウェアでモーションキャプチャできるのは、顔の表情のみである。

3. 1つの絵から様々なポーズを作る方法

我々は、1つの絵を描くだけで、だれもが容易にさまざまなポーズの絵を描くことを可能にするツールの開発を目指す。そのために、以下の3つの方法をとる。

まず、紙とペンを使用し絵を描く方法である。だれもが容易に絵を描くことができる手段として、紙とペンを使用する方法が考えられる。この動作は、だれもが日常的に行う動作であるため、容易にできる。また、紙とペンを使用する描画方法は、絵の質感をそのまま残すことが可能であるため、描き手の個性を出しやすい。これらの点から、だれもが容易に絵を描くことができる手段として、紙とペンを使用する方法が適していると考え、この方法をとることとする。

2つ目は、体の部位ごとに絵を描き分けて関節を定める方法である。我々が身体を伸ばしたり、曲げたりできるのは関節があるからである。これは絵を動かすのにも同じことがいえ、関節がなければ体を動かすことができない。よって、絵にも関節点を定める必要がある。関節点を定める方法として、鈴木ら [3] のようにユーザに関節となる点を指定してもらうといった方法も考えられるが、ユーザが子どもである場合を想定すると、関節点を定めるのは困難であると考えられるため、関節点を自動で定める方法を必要とする。また、関節点を自動的に定めるには、それぞれの部位の情報が必要である。そこで、体の部位ごとに絵を描き分けることで、部位の情報を取得し、自動で関節点が定められるようにする。

3つ目は、絵のポーズを人の身体動作から決定する方法である。絵のポーズを変えるときの方法として、3Dモデルを例として考えると、マウス操作で部位を回転させ、ポーズを決定する方法が多く見られる。しかしながら、ユーザがその操作方法で絵にさせたいポーズを作成するには、どうやって部位を回転させれば、思い描いたポーズをさせることができるのか考えなければいけない。そのわずらわしさをなくすため、人の身体動作から絵のポーズを決定することとする。この方法をとれば、絵にさせたいポーズをユーザが実際にするだけで実現することが可能になる。

本論文では、2つ目の、体の部位ごとに絵を描き分けて関節点を定める方法の検討について報告する。

4. 一意の関節点を定める方法の検討

4.1 概要

絵を動かすには、関節点を定める必要がある。そこで、体の部位ごとに絵を描き、適当な関節点を定め、ポーズを変えてみることで、違和感がないか試作をしてみた。その結果、描く絵によってポーズに違和感が生じてしまった。描く絵によって、隣接する部位の位置関係や部位の形が異なることから体型に違いが生じ、関節点にも違いが生じてしまったと考えられる。このことから、絵にはそれぞれの体型に適した関節点を定める必要があると考えた。

そこで、それぞれの絵に適した関節点を定める方法を検討した。部位をいくつも描き分けることは手間になるため、最小限の関節の数に減らし、頭と腕と脚の3種類とする。なお、描く絵の対象は二足歩行型とし、正面向き、直立、腕は横に伸ばして絵を描くこととする。

4.1.1 頭の関節点を定める方法の検討

まず我々は、頭の関節点の定め方の検討を始めた。関節点の水平方向の座標は正面向きで描くことを条件としているため、頭の幅の midpoint とした。垂直方向の座標の定め方については3種類の高さと、頭と体を連動させて動かす方法を検討した。よって、検討した方法は次の4種類である。

(1)~(4)は図1(1)~(4)に対応する。

(1) 水平方向の座標：頭の幅の midpoint

垂直方向の座標：顔の高さの midpoint

(2) 水平方向の座標：頭の幅の midpoint

垂直方向の座標：顔の底面から上に顔の高さの4分の1

(3) 水平方向の座標：頭の幅の midpoint

垂直方向の座標：顔の底面

(4) 水平方向の座標：頭の幅の midpoint

垂直方向の座標：顔の底面、頭と体が半分ずつ回転

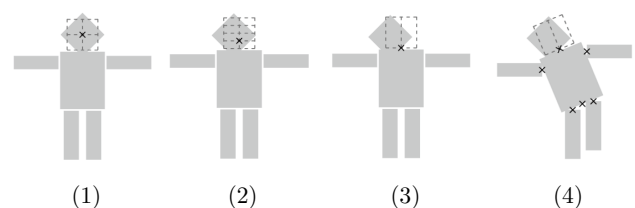


図1: 頭の関節点の位置 (点線は関節点を定めるのに使用したガイド、バツ印は関節点を表す。)

Fig. 1 Position of head joint

4.1.2 腕の関節点を定める方法の検討

次に、腕の関節点の定め方の検討を行った。関節点の垂直方向の座標は、高さの midpoint とした。水平方向の座標については、腕を回転させたときに、肩が外れて見えないよう、内側に関節点を置くことを検討した。よって、検討し

た方法は次の3種類である。(1)~(3)は図2(1)~(3)に対応する。

- (1) 水平方向の座標：腕の付け根の側面
垂直方向の座標：腕の高さの midpoint
- (2) 水平方向の座標：腕の付け根の側面から体の中心方向に腕の高さの $\frac{1}{4}$
垂直方向の座標：腕の高さの midpoint
- (3) 水平方向の座標：腕の付け根の側面から体の中心方向に腕の高さの $\frac{1}{4}$
垂直方向の座標：腕の高さの midpoint

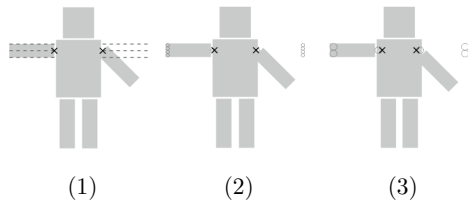


図2: 腕の関節点の位置 (点線は関節点を定めるのに使用したガイド, バツ印は関節点を表す.)

Fig. 2 Position of arm joint

4.1.3 脚の関節点を定める方法の検討

次に、脚の関節点の定め方の検討を行った。絵によって脚の生え方が異なることと、腰のあたりから脚を回転させる方法を検討した。よって、検討した方法は次の6種類である。(1)~(6)は図3(1)~(6)に対応する。

- (1) 水平方向の座標：体の側面から体の中心方向に体の幅の $\frac{1}{4}$
垂直方向の座標：体の底面から上に体の高さの $\frac{4}{5}$ の $\frac{1}{5}$
- (2) 水平方向の座標：体の側面から体の中心方向に体の幅の $\frac{1}{4}$
垂直方向の座標：体の底面から上に体の幅の $\frac{4}{5}$ の $\frac{1}{5}$
- (3) 水平方向の座標：脚の幅の midpoint
垂直方向の座標：体の底面から上に脚の幅の $\frac{2}{3}$ の $\frac{1}{3}$
- (4) 水平方向の座標：体の中心から見て脚の内側面と体の外側面の midpoint
垂直方向の座標：脚の内側面から体の外側に体の中心から見て脚の内側面と体の外側面の距離の $\frac{2}{3}$ の $\frac{1}{3}$
- (5) 水平方向の座標：体の中心から見て脚の内側面から脚の幅の $\frac{4}{5}$ の $\frac{1}{5}$
垂直方向の座標：脚の上面
- (6) 水平方向の座標：脚の幅の center
垂直方向の座標：脚の上面

4.2 アンケートの実施

検討した関節点の定め方を使用し部位を動かしたときに、どの定め方を使用することが絵に適しているのかを確認するためのアンケートを、大学生15人に実施した。使用し

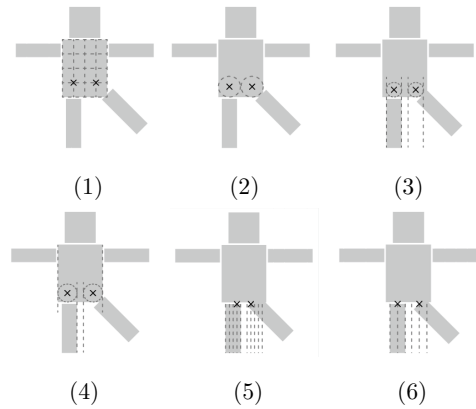


図3: 脚の関節点の位置 (点線は関節点を定めるのに使用したガイド, バツ印は関節点を表す.)

Fig. 3 Position of leg joint

た絵は次の6種類である(表1, 図4)。人の骨格と6種類の絵を並べ、検討した関節点の定め方を、それぞれの絵に適応させ、頭4種類、腕3種類、脚6種類の順に、部位を回転させるアニメーションを見せた(図5)。アニメーションに違和感がない場合は「○」、少し違和感がある場合は「△」、確実に違和感がある場合は「×」を選択し、評価をもらった。

表1: 使用した絵の種類
Table 1 Types of used pictures

	頭	腕	脚
(a)	小さい耳	横長	縦長, 体の端にある
(b)	大きい耳	横長	横長 (足首から先)
(c)	丸顔	横長	縦長
(d)	首が細い	手が腕より太い	足首から先が長い
(e)	首が太い	横長	横長
(f)	頭と体が一体	腕が短い	横長 (足首から先)

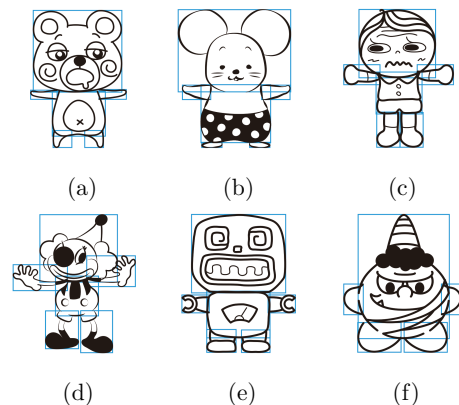


図4: 実験で使用した体型のキャラクタ

Fig. 4 The character of the body shape used in the experiment

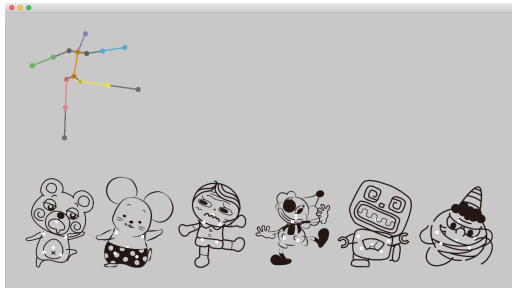


図 5: 実験で被験者に見せた画面

Fig. 5 The screen shown to the subject in the experiment

4.3 アンケートの結果

「 \cdot 」を数値化し、「 $=2$, $=1$, $\times=0$ 」とし、平均値を求めた。数値が 2 に近いほど評価が高い。結果を表 2, 3, 4 に示す。

表 2: 頭の関節点評価の平均値

Table 2 Average value of the joint point evaluation of the head

	頭 (1)	頭 (2)	頭 (3)	頭 (4)
(a)	0.73	1.20	0.80	1.67
(b)	0.60	1.67	1.27	1.80
(c)	1.87	1.73	1.00	1.47
(d)	1.53	2.00	1.87	1.93
(e)	0.20	0.27	0.47	0.80
(f)	0.60	1.47	0.40	0.47

表 3: 腕の関節点評価の平均値

Table 3 Average value of the joint point evaluation of the arm

	腕 (1)	腕 (2)	腕 (3)
(a)	2.00	1.80	1.73
(b)	1.87	1.67	1.47
(c)	1.93	1.33	0.93
(d)	1.73	1.27	0.87
(e)	1.67	1.53	1.00
(f)	1.40	1.53	1.60

表 4: 脚の関節点評価の平均値

Table 4 Average value of the joint point evaluation of the leg

	脚 (1)	脚 (2)	脚 (3)	脚 (4)	脚 (5)	脚 (6)
(a)	1.60	1.27	1.20	1.27	0.40	0.93
(b)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.00	1.00
(c)	1.73	1.87	1.87	1.80	0.93	1.27
(d)	1.93	1.93	1.67	1.87	1.67	1.67
(e)	1.07	1.07	1.40	1.60	0.53	0.80
(f)	0.87	1.53	1.13	1.00	0.87	0.73

アンケートの結果、ほとんどの体型の絵から適しているといえる関節点の位置を定めることができた。

頭の関節点については、全体的に (2) と (4) で高い評価

が得られた。(d) のような首が細い特徴がある絵は、適応力に優れており、どの方法も高い評価が得られた。しかしながら、(e) のような首が太いという特徴がある絵は、頭を回転させることによって生じる頭と体の間の隙間に違和感があるという意見が得られ、低い評価となった。(c) のような丸顔の絵は、その場で回転する (1) の方法が最も高い評価が得られた。

腕の関節点については、(a) ~ (e) は (1) の方法で、高い評価が得られた。(f) は (3) の方法で、高い評価が得られた。

脚の関節点については、どの絵からも 1.5 以上の高評価な関節点の位置を定めることができた。(b) のような足首から先だけの脚である絵は、(1) ~ (4) すべてで高い評価が得られた。(b) と (e) のような横長の絵には、(4) の方法が最も評価が高い。(f) のような頭と体が一体化している絵には、(2) の方法のみ高い評価が得られた。(d) のような脚が細く足首から先が長い絵は、適応力に優れており、どの方法も高い評価が得られた。

4.4 考察

頭の関節点については、アンケートの結果から、全体的に (2) と (4) で高い評価が得られたことから、(2) と (4) の方法を合わせた方法を提案すれば、よりよい関節点を定めることができると考えられる。しかしながら、(e) については、首が外れているように見えることから、低い評価しか得られなかったため、首元を動かさずして、顔を動かす方法を検討する必要がある。また、丸顔は、その場で回転させる方法の評価が高かったことから、他の絵においても耳をのぞいた顔の輪郭の中心を関節点として回せば適した関節点を定められるのではないかと考えた。

腕の関節点については、(a) ~ (e) は (1) の方法で、(f) は (3) の方法で高い評価が得られたことから、腕が長い絵は (1) の方法、腕が短い絵には (3) の方法を適応させることが最も適している。手の大きさによって、関節点を変えるべきではないかと考えていたが、大きな手でも他の絵と同じ関節点で動かしても問題ないとわかった。

脚の関節点については、脚全体の平均値を見てみると、(1) ~ (4) の評価が高い。このことから、腰のあたりに関節点を定める方がよいといえる。アンケートの結果から、脚が縦長の絵は (1) の方法、脚が短い絵は (4) の方法、頭と体が一体の絵は (2) の方法を適応させる。

(d) は、頭と脚ともに全体的に高い評価が得られたため、首や脚は細く描く方が違和感なくポーズを変えられる。

5. まとめと今後の展望

本論文では、部位ごとに描き分けられた絵の関節点を一意に決める方法の検討を行った。その結果として、絵の特徴が異なるさまざまな絵に対して、「頭・腕・脚」の適した関節点の定め方を明らかにすることができた。

今後は、本論文の結果を、1つの絵を描くだけで、だれでも容易に様々なポーズの絵を描くことを可能にするツールの開発に取り入れていく。本論文で得られた関節点の定め方を、絵の特徴に合わせて自動的に生成することで、体型が異なる絵に対しても適した位置に関節点を定められるようになり、違和感なくポーズを変えることが可能になる。本ツールを使用することで、だれでも1つの絵からさまざまな表現が可能になると期待できる。本論文で実施した関節点の定め方の検討は「頭・腕・脚」の最低限の関節点で

あった。今後、より多くの関節点の定め方を検討していけば、より細かい表現が可能になる。

参考文献

- [1] Live2D.<http://www.live2d.com/ja/>.
- [2] Adobe Character Animator.
<https://www.adobe.com/jp/products/character-animator.html>
- [3] 鈴木啓晃, 岡良祐, 宮岡伸一郎. 人物イラストのポーズ変更ツールの開発. 情報処理学会第73回全国大会公演論文集, pp.481-482, 2011年.