



アニメーションの中割りアルゴリズムによるキャラクターの描写Ⅲ

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 宮崎大学工学部 公開日: 2023-11-01 キーワード (Ja): キーワード (En): Animation, Mid-sectioning method, Miura algorithm Tourism support 作成者: 武村, 架, 園田, 彰悟, 坂本, 真人, 飯干, 淳志 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10458/0002000293">http://hdl.handle.net/10458/0002000293</a>

## アニメーションの中割りアルゴリズムによるキャラクターの描写Ⅲ

武村 架<sup>a)</sup>・園田 彰悟<sup>b)</sup>・坂本 真人<sup>c)</sup>・飯干 淳志<sup>d)</sup>**Description of the Character  
by the Inbetweening Algorithm for Animation Ⅲ**

Kakeru TAKEMURA, Shogo SONODA, Makoto SAKAMOTO, Atsushi IIBOSHI

## Abstract

The number of foreign visitors to Japan continues to increase year after year. As a result, the amount of travel spending by foreign visitors to Japan also continues to increase year after year. This is due to various measures implemented by the Japan Tourism Agency, and computer animation is one of the tourism support measures. However, the number of visitors to the country has plummeted due to the impact of the new coronavirus since 2020. Each regional tourist city must take various initiatives to recover as a tourist destination. I wondered if I could support each tourist city by creating animations such as tourist characters. The problem with computer animation is that it is time-consuming to produce. In this study, we used an algorithm created based on the Miura algorithm, which is a typical mid-sectioning algorithm. We created an animation focusing on the movements and facial expressions of a character named "Chihomaro" from the Maroudo Sake Brewery in Takachiho Town.

**Keywords:** Animation, Mid-sectioning method, Miura algorithm Tourism support

## 1. はじめに

日本の訪日外国人旅行者数は年々増加し続けており、それに伴い訪日外国人旅行者の旅行支出額も年々増加し続けている。その背景には、観光庁が「観光立国実現に向けたアクション・プログラム」を策定し、様々な施策を打ち出していることが大きく、コンピュータアニメーションも観光支援施策の1つである。しかし、2020年初頭からの新型コロナウイルス感染拡大により、全世界で渡航制限が行われ、訪日客数は3月以降激減。それに伴い、インバウンド宿泊者数は前年比90%台の減少が続いた。国内旅行も、緊急事態宣言が発令され、不要不急の外出、県境をまたぐ移動の自粛などで大きく減少。政府肝いりの政策であるGoToキャンペーンで昨夏以降は宿泊者の増加も見られたが、感染第2波、第3波の影響もあり、12月に入り再び減少に転じた。<sup>5-11)</sup>

そのため、各地方の観光都市は、より一層、観光

a) 工学専攻機械・情報系コース大学院生

b) 工学部情報システム工学科学部生

c) 工学基礎教育センター教授

d) (株)高千穂ムラたび代表取締役

地としての復旧を目指し、様々な取り組みを行わなければならない。

そこで、制作過程を簡単にする方法の一つである、コンピュータの中割り法を用いて、観光キャラクターなどのアニメーションを制作し、各観光都市の支援ができないかと考えた。コンピュータアニメーションは制作に時間がかかるという問題点を抱えているが、コンピュータを用いた中割りを行うことで、2枚のキーフレームと言われる画像データから、一連の中間画像を自動生成と、高速モニタリングを行うことができるようになる。

本研究では、代表的な中割りのアルゴリズムであるMiuraアルゴリズムをもとに作成されたアルゴリズムを用いて、高千穂のまろろど酒造の「ちほまる」のキャラクターの簡単な動作と表情の目に着目したアニメーションを作成した。<sup>3, 12, 13)</sup>

## 2. 原理

## 2.1. 中割り法

従来の手書きアニメーションにおける中割り手法(in-between)としては、大量の絵を多人数の協

同業者が描く“キーフレーム法”が採用されてきた。すなわち、アニメーションの流れの中で動作の主要な変化点の絵を1人の“キーアニメーター”が描き、これらの絵を参考にしながら中間フレームの多数の絵を複数の“補助アニメーター”が描き、全体を統合して1本のアニメーションを効果的に完成していく

コンピュータを用いたキーフレーム法の利点としては、第1に高速モニタリングが行えることである。従来は、中間画像を描かなければキャラクターの動きのチェックが行えなかったが、中割り法を利用することにより、中間画像の自動生成とそのモニタリングが行え、細かい動きの調整ができるようになる。

第2に、コンピュータ中割り法を用いて制作したフレーム画像は次の処理である彩色を容易にする。

第3に、精密な動きの発生が可能になる。コンピュータにより対象物体の正確な物理法則に従った動きを算出し、表示することができる。

第4に、3次元の動きの表現が可能になる。従来、3次元物体の複雑な動きに対する中割りは極めて困難であった。例えば宇宙空間内に数多くの大小様々な隕石が飛翔するシーンなどはセルアニメーションでは困難な作業であったが、コンピュータでは比較的容易に画像生成を行える。

2.2. 原理

Miura アルゴリズムは、データを連続的に入力した場合、つまり2つのキーフレームの関連性が強い場合に限り、物体の動きに自然さを与えることができる。

このアルゴリズムは6個の座標データより1個の中間画像の座標を求める手法であり、2つのキーフレームが時間的に接近しているときに、効果的であるが、そうでないときは中間画像に歪を発生させてしまう。

2.3. 修正版アルゴリズム

Miura アルゴリズムでは一方のキーフレームが他方のキーフレームに依存してしまうため、今回の研究では Miura アルゴリズムをもとに作成された中割りアルゴリズムを使用する。修正版アルゴリズムは2枚のキーフレームの関連性が弱い場合やデータが不連続に入力された場合でも中間画像を生成することができる。<sup>1,2)</sup>

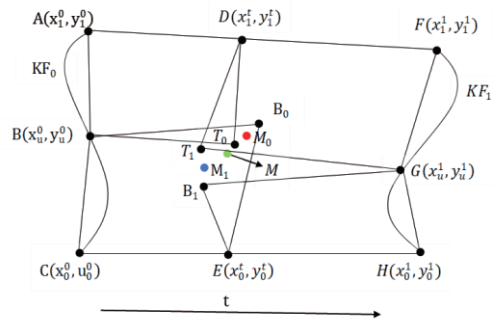


図1：修正版アルゴリズム

図1における中間画像の端点D,Eについて、中間画像の端点Mp(x0^t, y0^t)およびMp(x1^t, y1^t)については式(1)により求める。

$$x^t = (1-t)x^0 + tx^1$$

$$y^t = (1-t)y^0 + ty^1 \tag{1}$$

その他については、次の式(2)より求める。

$$P(x_u^t, y_u^t) = (1-t)A^0 + tA^1 \tag{2}$$

次にKF0基準と考え、AD、ABを二辺とする平行四辺形を考える。これによって得られる第4点をT0(xT0, yT0)とする。また、CB、CEを二辺とし同様にB0(xB0, yB0)を求める。

この2点を用いて次式よりM0(xM0, yM0)を求める。

$$x_{M0} = (1-K_0)x_{T0} + K_0x_{B0}$$

$$y_{M0} = (1-K_0)y_{T0} + K_0y_{B0} \tag{3}$$

$$\text{ただし、 } K_0 = \frac{\sqrt{(x_u^0-x_1^0)^2+(y_u^0-y_1^0)^2}}{\sqrt{(x_0^0-x_1^0)^2+(y_0^0-y_1^0)^2}}$$

次にKF1基準とし、同様にDF、FGよりT1(xT1, yT1)を、GH、HEよりB1(xB1, yB1)を求め、式(4)より、M1(xM1, yM1)を求める。

$$x_{M1} = (1-K_1)x_{T1} + K_1x_{B1}$$

$$y_{M1} = (1-K_1)y_{T1} + K_1y_{B1} \tag{4}$$

$$\text{ただし、 } K_1 = \frac{\sqrt{(x_u^1-x_1^1)^2+(y_u^1-y_1^1)^2}}{\sqrt{(x_0^1-x_1^1)^2+(y_0^1-y_1^1)^2}}$$

式(3)、(4)より求めたM0、M1より中間画像の座標M(xM, yM)を式(5)より求める。

$$x_M = (1-L)x_{M0} + Lx_{M1}$$

$$y_M = (1-L)y_{M0} + Ly_{M1} \tag{5}$$

$$\text{ただし、} L = \frac{\sqrt{(x_1^t - x_1^0)^2 + (y_1^t - y_1^0)^2}}{\sqrt{(x_1^t - x_1^0)^2 + (y_1^t - y_1^0)^2}}$$

式(5)を用いて、時間パラメータ  $t$  を一定にしたときの座標  $M$  を直線で接続することにより、時間  $t$  における中間画像が得られる。ここで、実際の  $L$  の値は、 $t$  の値と等しくなる。

### 3. シミュレーション結果

まろろ酒造「ちほまろ」のキャラクター一体を使用したシミュレーションを行った(図2、3)。キーフレームとなる2つの画像データの中割りをを行い、なめらかな中間画像が生成されるかシミュレーションを行った。2つの画像は節点数を等しく設定し、データ数が一対一になっている。



図2:ちほまろ 図3:ちほまろのキャラクター

動作環境は以下の表1に示す通りである。

表1:動作環境

OS	Microsoft Windows 10 Pro
環境	Eclipse
言語	Java

図4では、キーフレームとなる画像の腕が体の前面に描かれているため中間画像で体の線と腕が重なって描画されてしまい、アニメーションとして不自然な描写になった。それを修正すべく、右手の変化後の座標を洋服の線に重ね、対処しようと試みたが、図5のように、左手では不可能であることと、右手の中間画像におおきな歪みが生じた。また、下半身(図6)も同様の結果となった。しかし、腕や足を曲げる動作についてはなめらかに中間画像が生成できた。



KF0

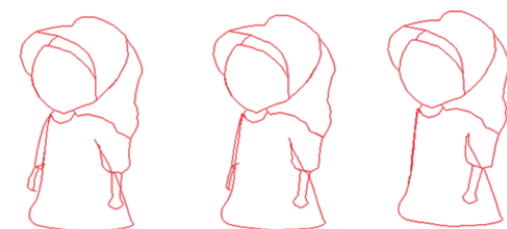


KFI

図4:ちほまろのキャラクターの上半身1



KF0



KFI

図5:ちほまろのキャラクターの上半身2

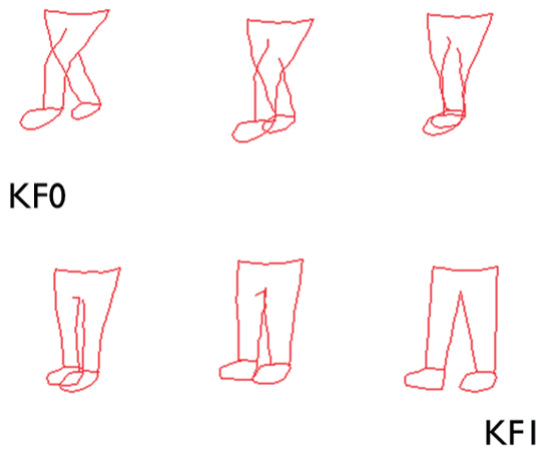


図 6：ちほまろのキャラクターの下半身

図 7 は、2つのキーフレームを目に近づけた画像で、X 軸対称でかつ、Y 座標の最大値と始点または終点の差を小さくしたものである。4 枚目の中間画像の始点に不自然な線が描写されているものの、中間画像がなめらかに変化していることが分かる。



図 7：ちほまろのキャラクターの目

#### 4. 結論

ちほまろの体の中割りは、図 4 ではキーフレームとなる画像の腕が体の前面に描かれているため中間画像で体の線と腕が重なって描画されてしまい、アニメーションとして不自然な描写になった。それを修正すべく、右手の変化後の座標を洋服の線に重ね、対処しようと試みたが、図 5 のように、左手では不可能であることと、右手の中間画像におおきな歪みが生じた。また、下半身も同様の結果となった(図 6)。しかし、腕や足を曲げる動作についてはなめらかに中間画像が生成できた。ちほまろの表情(目)については、さまざまな条件で試

した結果、図 7 の 2つのキーフレームをより目に近づけた画像で、X 軸対称でかつ、Y 座標の最大値と始点または終点の差を小さくしたものが中間画像に歪みなく変化していた。

また、ちほまろの体や表情では、キーフレームの画像を描く際に、曲線部分などをより細かく表すために、接点数が多くなってしまった。そのためデータ量も大きくなり処理時間が長くなってしまった。

#### 5. 今後の展望

本研究では、コンピュータによる中割り法を用いた観光キャラクターの中間画像および人の手の動きの中間画像の生成を行った。人の指の動きやキャラクターの腕や足を曲げたりする動作、表情(目)の変化、どれも動き自体はなめらかに生成できた。しかし、人の手の動きと表情の変化では、始点から不自然な線が見られ、改善が必要である。特に、アニメーションにおいてキャラクターの表情はキャラクターの感情や心理描写を表す重要な部分であるため、表情の中割りについてはこれからも研究が必要である。

また、キャラクターの腕が体の線と重なって中間画像が生成され、その改善策として右手の変化後の座標を洋服の線に重ね、対処しようと試みたが、中間画像が大きく歪んでしまった。このことからキャラクターを描画できる動きに制限があると感じた。

総括として、本研究では、観光キャラクターのアニメーションこそ作成できたものの、観光支援を行えるほどのアニメーション作成には至らなかった。

今後の課題として、始点からの不自然な線の修正と 3 次元を考慮したキャラクターの動きについての研究が必要になる。主に、始点、終点での歪みが多く見受けられたので、画像データを作成する際はなるべく変化のない部分を始点と終点として設定するといった工夫や端点が歪まないようなアルゴリズムの修正が必要である。

#### 6. 謝辞

本研究に際して、多くの助言を頂いた坂本研究室の皆様に深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 安居院猛、中嶋正之、大江茂：コンピュータアニメーション、産報出版、1983.
- 2) 友添直子：コンピュータアニメーションの中割り法に関する研究、平成 17 年度宮崎大学工学部情報システム工学科卒業論文、2006.
- 3) 那須航：中割り法を用いた観光キャラクターのアニメーションに関する研究、平成 30 年度宮崎大学工学部情報システム工学科卒業論文、2019.
- 5) やまところ.jp | HOME | データインバウンド [Online].  
[https://yamatogokoro.jp/inbound\\_data/43651/](https://yamatogokoro.jp/inbound_data/43651/)
- 6) 日本経済団体連合会 | 活動 [Online].  
[https://www.keidanren.or.jp/journal/times/2021/0805\\_02.html](https://www.keidanren.or.jp/journal/times/2021/0805_02.html)
- 7) JTB 総合研究所 | 観光データベース | 観光統計 [Online].  
<https://www.tourism.jp/tourism-database/stats/>
- 8) 国土交通省観光庁 観光統計 [Online].  
<https://www.mlit.go.jp/common/001441385.pdf>
- 9) 国土交通省観光庁 | 観光庁ホーム | 統計情報・白書 | 統計情報 | 経済波及効果 [Online].  
<https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/kouka.html>
- 10) 国土交通省観光庁 訪問外国人消費動向調査 [Online].  
<https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/content/001335741.pdf>
- 11) やまところ | HOME | インバウンドコラム [Online].  
[https://yamatogokoro.jp/column/corona\\_world/40098/](https://yamatogokoro.jp/column/corona_world/40098/)
- 12) 高千穂町 | ホーム | 暮らし・行政 | 行政情報 | 町の紹介・歴史 | 高千穂の概要 [Online].  
<https://www.town-takachiho.jp/top/gyosei/shokai/738.html>
- 13) 高千穂ムラたび [Online].  
<http://takachiho-muratabi.com/>