

モーションデータを用いた バレエ古典作品の群舞シミュレーション

吉田 逸生† 曾我 麻佐子†

本研究の目的は、モーションデータを用いて複数のダンサーによる舞踊シーンをCGアニメーションで再現可能なシステムを開発することである。本研究では、コール・ド・バレエと呼ばれるクラシックバレエにおける群舞のシミュレーションを行うシステムを開発した。まず、バレエの古典作品に見られる群舞のフォーメーションを分析し、主要なものを選出した。次に、仮想ステージ上に複数のダンサーの位置や移動経路、振付動作を指定し、群舞のシミュレーションを行うシステムを開発した。本システムは、フォーメーションの分析結果を使用し、あらかじめ用意したフォーメーションによるCGダンサーの配置や、フォーメーションの遷移のシミュレーションを行うことができる。CGダンサーのアニメーションには、プロダンサーの実演より取得して加工した、群舞用のモーションデータを使用している。本システムを用いて、「白鳥の湖 第2幕 白鳥たちの登場」の群舞をCGアニメーションで再現することを試みた。

A Simulation for Dancing Groups of Classical Ballet Pieces using Motion Data

Itsuo Yoshida† and Asako Soga†

The purpose of this research is to develop a system that can represent dancing groups by CG animation using motion data. We have developed a system to simulate dancing groups of classical ballet called a Corp de Ballet. Typical formations used for classical ballet pieces were analyzed, and four formation patterns were obtained. The system arranges dancers on a virtual stage and simulates dance animations by specifying the number of dancers, the formation pattern, and dancing motion. This system simulates transitions of dancers when changing formations as well as formations of dancers. Basic motions for group dances are obtained by a professional dancer using motion capture system and edited them to use the system. We tried to represent a scene of group dance, "The swan lake - act 2, Entrance of the swans" with CG animation by using the system.

1. はじめに

近年、祭礼行事や伝統舞踊といった無形文化財のデジタルアーカイブ化が注目されている。デジタルデータとしてアーカイブ化することによって文化財を劣化や消失から守ることが可能となるだけでなく、継承や教育に活用することが可能となる。アーカイブ化したデータは、バーチャルリアリティ (Virtual Reality: VR) や群集表現などを用いて祭礼行事や、歴史の時代背景や風景といったものを再現し、展示・紹介するといった形で活用されている。

また近年は、モーションキャプチャ技術の発達により、舞踊などの人体動作のモーションデータもデジタルアーカイブやデータベースに蓄積されるようになった。そのため、人体動作のモーションデータを利用したコンテンツも広まってきている。例えば、芸術的価値の高い伝統舞踊の教育や振付創作支援などの研究が行われている。

筆者らは、モーションキャプチャシステムを用いて収録したバレエのモーションデータを利用して様々な研究を行っている。これまでに、バレエレッスン用の振付を自動生成する振付シミュレーションシステムの開発や、古典作品の分析とシミュレーション[1]などを行ってきた。近年では、多人数で踊る群舞のシミュレーションに関する研究も行っている。群舞は単独でのダンスと違いフォーメーションを形成し、さらに何度もフォーメーションが変化するため、舞台演出や振付創作を行ううえで、ステージ上にダンサーをどう配置するかは重要なことである。

そこで本研究では、コール・ド・バレエと呼ばれるクラシックバレエにおける群舞を対象とし、ダンサーの配置シミュレーションを行うシステムを開発し、そのシステムを用いてクラシックバレエの古典作品である「白鳥の湖」の一部の再現を試みた。本システムは、クラシックバレエにおける主要なフォーメーションでCGダンサーを仮想ステージ上に配置することができ、3次元アニメーションでシミュレーション結果を得ることができる。すべてのダンサーの動きをタイムラインで制御することで、時系列順にダンサーの移動、フォーメーションの形成をすることができる。CGダンサーのアニメーションは、「白鳥の湖」を再現するために、プロダンサーから取得した群舞用のモーションデータを使用した。

本システムは、誰でも簡単にダンサー配置のシミュレーションを行うことができ、舞台のCG再現ができるシステムの開発を目的としている。プロのダンサーや舞台演出家が使用し振付創作に役立てることや、一般の人が使用し振付創作の体験などに利用できるものを目指している。そして最終的には、クラシックバレエの舞台作品を完全に再現することを目標にしている。

† 龍谷大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University

2. 関連研究

VR を用いた群集表現や文化を再現する研究として、京都を舞台とした祇園祭の山鉾の巡行[2]や、熊本城を舞台とした参勤交代の様子[3]を CG 映像で再現したものがある。これらに対し、本システムはユーザの対話的な操作によって、様々なパターンによってフォーメーションの再現や、任意の視点からの確認が可能である。

ダンスのシミュレーションに関する研究として、ダンスの振付を対話的に創作するシステムがある[4]。このシステムはモーションデータを加工・編集してダンスの振付を創作する。本システムでは、複数のダンサーを同時に踊らせることができる点、クラシックバレエでよく見られるフォーメーションを容易に形成することができる点、フォーメーションの移り変わりをシミュレーションできる点において異なっている。

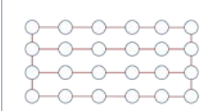
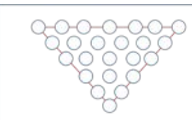
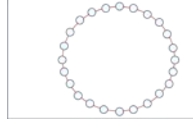
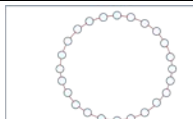
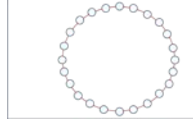



群集シミュレーションに関する研究としては、ペンインターフェースを用いて群集アニメーションを生成するシステムがある[5]。このシステムは、ペンタブレットなどのインターフェースを用いて仮想空間内に線を引いて群集の移動経路を作成しシミュレーションを行う。本システムではダンサーの動作も指定できる点、舞踊を対象としている点において異なっている。

3. 群舞フォーメーションの分析

ダンサー配置シミュレーションで使用するために、新国立劇場バレエ団、K バレエカンパニー、パリ・オペラ座バレエ団の3つの公演の映像より使用されるフォーメーションパターンを分析した。対象はマリウス・プティパ原振付のクラシックバレエの古典作品「白鳥の湖 第2幕 白鳥たちの登場」とし、ダンサーの入場から約2分、演奏されている音楽57小節目の群舞のフォーメーションパターンの分析を行った。表1はそれぞれの群舞の小節目単位でのフォーメーションを示したものである。表中の図はステージを上から見たものを表しており、図の下側がステージ手前になり、図中の円がダンサーである。

ダンサーたちは音楽が始まってから5小節目に1人ずつ入場を始め、18小節目に全ダンサーが最初のフォーメーションの位置に付く。初めは6人4列（新国立劇場バレエ団の最後列のみ4人）で四角く並ぶ。何度かダンサーの位置が入れ替わるが全体の形としてはこのフォーメーションを維持する。K バレエカンパニーとパリ・オペラ座バレエ団は30小節目前後でダンサーが移動し、三角形のフォーメーションを形成する。次に45小節目前後で度の群舞もフォーメーションを変更し、ダンサー全員で円を作る。そして53小節目に移動し、新国立劇場バレエ団とパリ・オペラ座バレエ団は2列に、K バレエ団はステージ上手側に固まるように並び、移動が終わる57小節目に音楽が一段落する。

表1 フォーメーションの分析

小節番号	新国立劇場 (22人)	K バレエ (24人)	パリ・オペラ座 (24人)
1~4		↓	
5~18	入場開始		
19~28			
29~30		移動	↓
31~36			移動
37~42	↓		
43~44		↓	移動
45~46	移動		
47~52			
53~56	移動		
57~			

4. 移動経路の分析

分析した群舞から、新国立劇場バレエ団の群舞の前半部分を再現することとした。再現するフォーメーションは次のようなものである。

まず、ダンサーは一列になって一人ずつ舞台上手から入場する。舞台下手側へ向かいしばらく直進したのち折り返し、今度は上手側へ向かう。このように直進と方向転回を繰り返しジグザグに移動し、方形のフォーメーションを形成する。ダンサーの移

動経路を図 1(a)に示す。

19 小節目から 22 小節目までその場で踊り、23・24 小節目で舞台中央より上手側のダンサーは下手側へ、下手側のダンサーは上手側へ、上手側と下手側の位置が入れ替わるように移動する。このときのダンサーの移動経路を図 1(b)に示す。図 1(b)には一列分のダンサーの移動経路しか示していないが、四列すべて同様に移動する。移動後 25・26 小節目はその場で踊り、続く 27・28 小節目で先の移動と同様に上手側と下手側を入れ替えるように移動する。この移動で元の位置に戻ってきたことになる。

次は 31 小節目に移動する。各列の下手側のダンサーから順に、先頭のダンサーの後ろについて上手側に移動する。その後は 45 小節目までその場で踊る。ダンサーの移動経路を図 1(c)に示す。

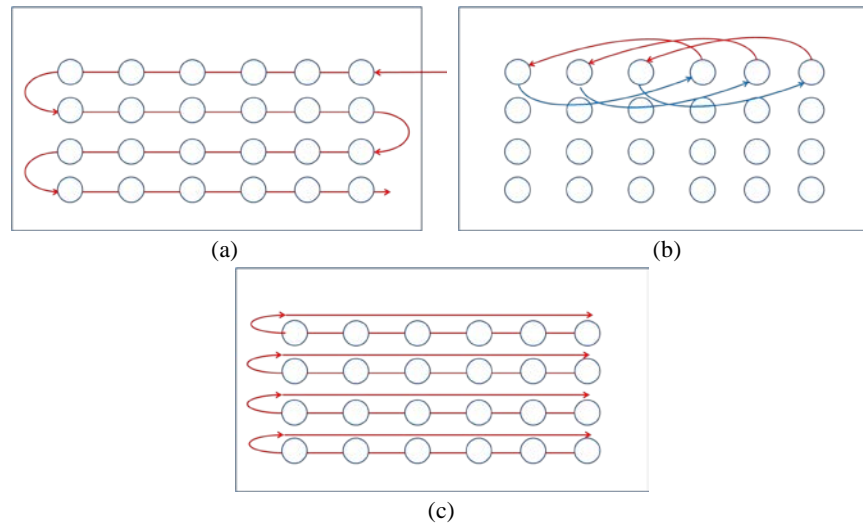


図 1 再現するフォーメーション

5. 群舞シミュレーションシステム

5.1 システム概要

本システムは、群舞におけるダンサーの配置シミュレーションを行うものであり、ダンサーがステージに入場してから退場するまでの流れをシミュレーションできる。ダンサーの人数、フォーメーション、振付動作などを指定し、ダンサーを配置する位

置を指示する線を入力し、仮想空間内のステージ上に CG ダンサーを配置して 3 次元アニメーションでシミュレーションを行う。分析した結果から、バレエの群舞において主要なフォーメーションを 4 種類用意しており、それらのフォーメーションでステージ上の任意の位置にダンサーを配置することが可能である。

本システムの特徴は、入力機器にゲームパッドを用いており、ゲーム感覚で誰でも簡単にシミュレーションが行える点、およびバレエの定型的なフォーメーションを容易に入力できる点である。

本システムは Windows OS のパソコン上で動作し、入力機器にゲームパッドを使用し、操作はすべてゲームパッドで行う。システムの外観を図 2 に示す。

開発環境として DirectX と Visual C++ 2010 を使用し、DirectX を扱うライブラリとして DX ライブラリを使用している。

ダンスのアニメーションには、プロのバレエダンサーの動作をモーションキャプチャにより取得した群舞用のモーションデータを用いる。取得したモーションデータは、動作ごとに短時間データにカットし繰り返し動作に加工した。「白鳥の湖」で使われる舞踊のモーションデータは 11 種類用意してあり、その中から任意の動作を選択してダンサーを踊らせることができる。ダンサーの CG モデルは 3DCG ソフトである Maya で作成し、アニメーションを適用し、X ファイルとして出力したものを扱う。



図 2 システム外観

5.2 GUI

本システムは、パラメータの入力などを行う操作モードと、配置したダンサーの CG アニメーションを確認するプレビューモードを必要に応じて切り替えて使用する。

操作モードの画面を図3に示す。操作モードの画面は、仮想ステージ、タイムライン、パラメータ表示部で構成される。仮想ステージには、配置されたダンサーが表示される。この仮想ステージ上に指示線を入力することで、ダンサーのフォーメーションを指定する。視点は上方から固定されているが、CGアニメーションを確認することもできる。タイムラインには、フォーメーションが時系列順に表示される。ここでは各種パラメータの設定やシミュレーション結果の再生を行うことができる。パラメータ表示部には、タイムラインで現在選択しているシーケンスのパラメータが表示される。

プレビューモードでは、作成した群舞のCGアニメーションを全画面に表示し、任意の視点から確認することができる。ゲームパッドのアナログスティックや十字キーにより、視点の移動やカメラのズームイン・ズームアウトが可能である。

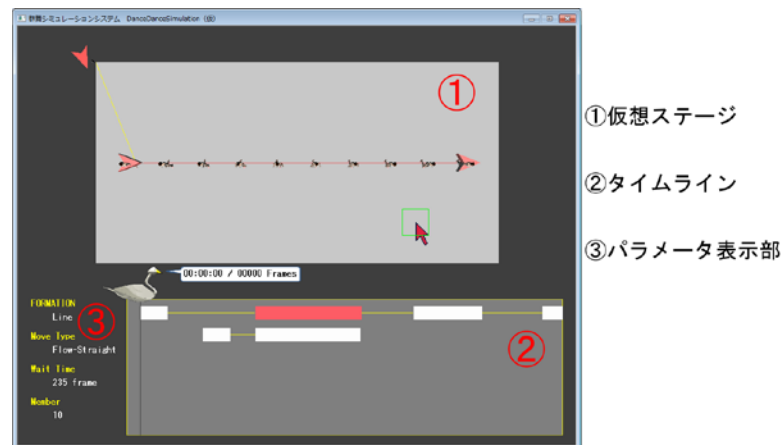


図3 操作モードの画面

5.3 タイムライン

タイムラインにはフォーメーションを表すアイコンとアイコン間を繋ぐ線が表示される。タイムライン上でのアイコンの位置がフォーメーションを形成する時間を表し、線がダンサーの移動を表す。ゲームパッドの十字キーを操作してアイコンや線にカーソルを合わせて決定ボタンを押すことで、メニューが表示されパラメータを設定することができる。

アイコンを選択すると、そのフォーメーションのパラメータを設定することができる。メニューにはフォーメーションの変更、ダンスモーションの変更、アイコンの位

置の移動、フォーメーションを維持する時間の変更、その他のオプション設定の項目がある。各項目から設定したいものを選択すると追加のメニューが表示される。フォーメーションやダンスモーションの変更は表示される一覧の中から任意のものを選択する。アイコンの位置やフォーメーション維持時間の変更は十字キーの左右でアイコンの移動や時間の延長や短縮をする。オプションではダンサー人数の変更、タイムライン上の他のフォーメーションのコピー、フォーメーションの左右・前後反転ができる。

アイコン間の線を選択すると、メニューに移動経路の変更や移動中のダンスモーションの変更の項目が表示される。どちらも追加のメニューの一覧から任意のものを選択することで変更できる。

ダンサーは同じフォーメーションを形成する者同士でグループ分けされ、ひとつのグループで一列のタイムラインを使う。タイムラインには最大10グループまで表示できる。

また、再生ボタンを押すことでシミュレーション結果を再生することができる。再生していないときに右アナログスティックでインジケータを動かすことができ、任意の時間から再生することができる。再生中にスティックを動かした場合は早送りや巻き戻しができる。結果の再生を行うと、インジケータが動き、インジケータがアイコンの位置にあるときはダンサーがフォーメーションを形成し、線の位置にあるときはダンサーが次のフォーメーションの位置に向かって移動する。

5.4 仮想ステージ

仮想ステージは、シミュレーション結果を再生していないときは、現在タイムラインで選択しているアイコンのフォーメーションでダンサーを配置して表示する。現在のフォーメーションが赤色の指示線で、ひとつ前のフォーメーションが青色の指示線で、各ダンサーの移動経路が黄色い線が表示される。赤い指示線の位置を決定する場所にピンが立っており、このピンの位置を動かすことで指示線の形状を変えることができる。左アナログスティックでカーソルを動かす、ピンにカーソルを合わせてキャプチャボタンを押してピンをつかみ、任意の位置でもう一度キャプチャボタンを押すことでその位置にピンが置かれる。

シミュレーション結果の再生中は、タイムラインの内容の通りにすべてのグループのダンサーを表示する。

5.5 フォーメーション

群舞のフォーメーションは、分析した結果から直線配置、円形配置、曲線配置、方形配置の4種類のフォーメーションを用意した。ステージ上の任意の位置にこれらのフォーメーションでダンサーを配置することができ、これらを組み合わせることで群舞を再現することができる。仮想ステージ上に入力した指示線から各ダンサーの位置を計算することで各フォーメーションを形成する。

直線配置の場合の指示線は、ステージ上の任意の二点を指定することで、二点を結ぶ直線を入力する。入力した指示線上に等間隔にダンサーを配置する。

円形配置の場合の指示線は、円の中心となる点と円上の点となるもう一点指定することで、二点間の距離を半径とする円が入力される。この場合も指示線上に等間隔にダンサーを配置する。

曲線配置の指示線は、曲線の両端と中点の三点を指定することで入力する。曲線は、3次のベジェ曲線の作図法を用いて描かれる。本システムのベジェ曲線は制御点を60個用いており、各ダンサー間の制御点の数が等しくなるようにダンサーを配置する。

方形配置の場合はダンサーに形成させる四角形の左上と右下を決めて範囲を指定し、列数変更ボタンを押して列数を決めることで入力する。最少列数は二列で、最大列数はダンサーの数の半分であり、ボタンを押すたびに列数が増え、最大列数のときにボタンを押すと最少列数に戻る。ダンサーは複数の列の中に等間隔で並べられる。各フォーメーションの例を図4に示す。

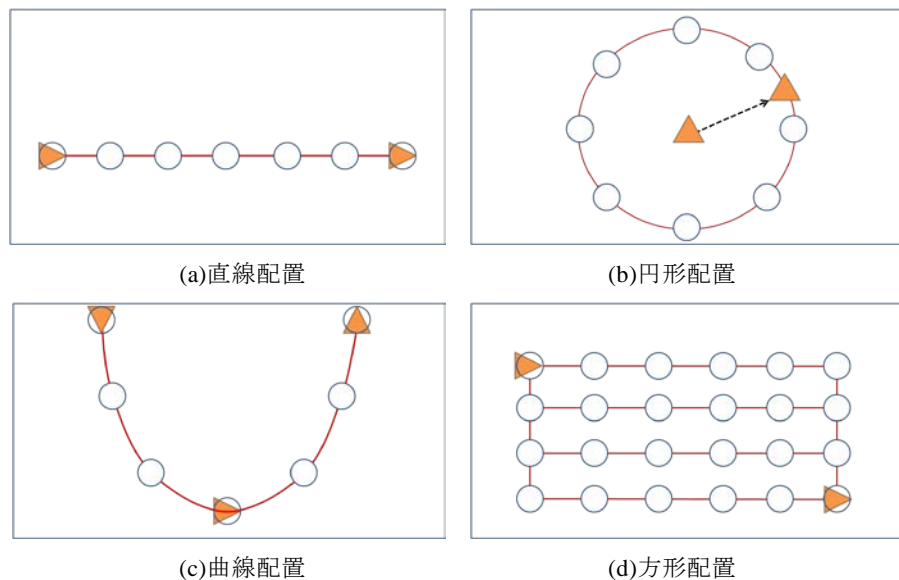


図4 フォーメーション例

5.6 移動経路

移動経路は、2つの指示線に沿って移動する経路と各ダンサーが現在の位置と次の位置を結んだ線上を移動する経路の2種類があり、それぞれまっすぐ移動する経路と

カーブしながら移動する経路の計4種類がある。図5は指示線に沿った経路を選択した場合で、(a)は指示線間をまっすぐ移動する場合、(b)は指示線間をカーブしながら移動する場合である。この場合は、一度指示線の先端まで移動し、次の指示線の末端を通って、次の配置位置に移動する。図6は各ダンサーが次の位置へ直接移動する経路で、(a)は現在の位置から次の配置位置までまっすぐ移動する場合で、(b)はカーブしながら移動する場合である。

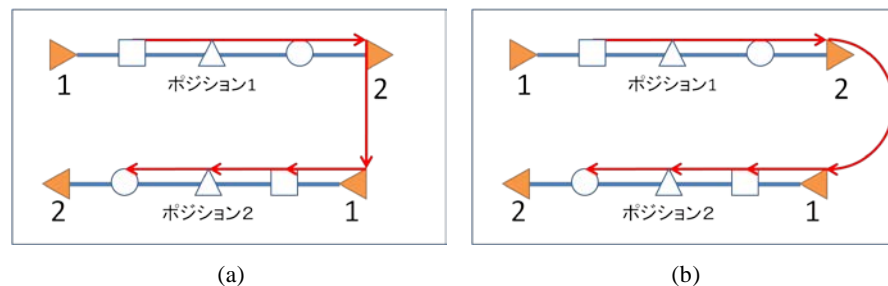


図5 指示線に沿った移動

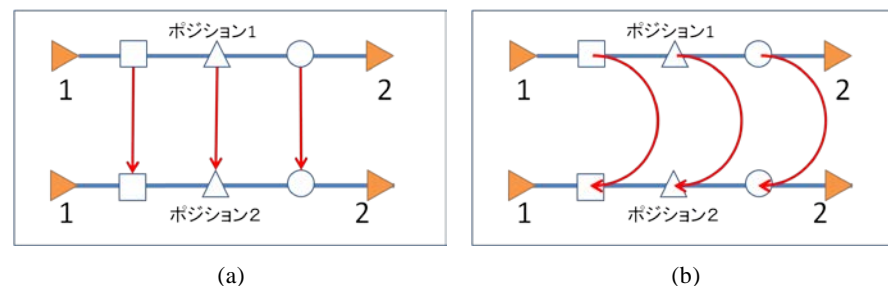


図6 次の位置へ直接移動

6. 舞台作品の再現

本システムを用いて再現した群舞を図7に示す。図は、シミュレーション結果を再生し、プレビューモードで確認している様子である。

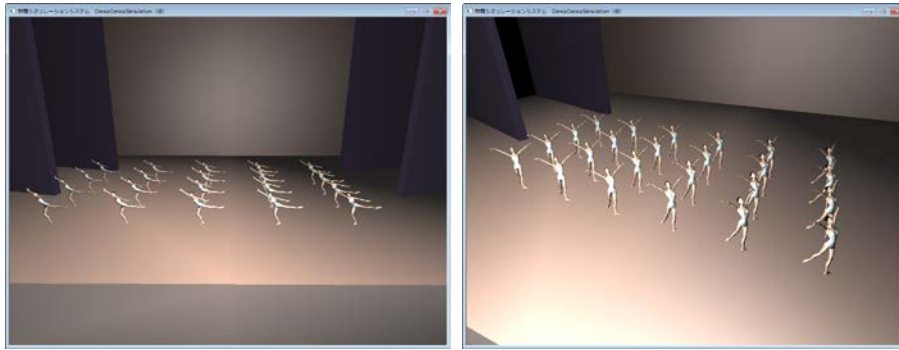


図 7 再現例

7. まとめ

本研究では、クラシックバレエの群舞を対象とし、ダンサーの配置シミュレーションを行うシステムを開発した。まず、バレエの古典作品「白鳥の湖」に見られる群舞のフォーメーションを分析し、主要なものを選出した。本システムは、仮想ステージ上に複数のダンサーを任意の位置や移動経路、振付動作を指定して、3次元アニメーションで群舞のシミュレーションを行うことができる。さらに、フォーメーションの分析結果を用いて、ダンサーの配置やフォーメーションの遷移のシミュレーションを行うことができる。CGダンサーのアニメーションには、プロのバレエダンサーから取得したモーションデータを使用した。そして、本システムを用いて「白鳥の湖 第2幕 白鳥たちの登場」の群舞をCGアニメーションで再現することを試みた。今後の課題として、今回再現した群舞の続きや、より複雑なフォーメーションや移動経路の再現などが挙げられる。

参考文献

- 1) 曾我麻佐子, 海野敏: クラシックバレエの振付構成分析による創作シミュレーション, 情報処理学会研究報告, 2008-CH-80, pp.45-52, 2008.
- 2) 崔雄, 西浦敬神, 矢野桂司, 八村広三郎: 祇園祭バーチャル山鉾巡行, 電子情報通信学会技術報告, vol.110, No.381, pp.365-370, 2011.
- 3) 西岡貞一, 小木哲郎, 茅原拓郎, 高橋修二: デジタルミュージアムのための「賑わい感」表現の検討, 第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.112-115, 2010.

4) Life Forms, Credo Interactive Inc., <http://www.charactermotion.com/products/lifeforms/>

5) 荻原佑輔, 尾下真樹: ペンインターフェイスを用いた群集アニメーションの作成, 情報処理学会研究報告, 2008-CG-133, pp. 43-48, 2008.