

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16181

研究課題名(和文) 多視点行列を用いた手描きアニメーション調CG表現に関する研究

研究課題名(英文) Hand Drawn Animation Style Rendering Using Multi-View Matrix

研究代表者

奥屋 武志 (OKUYA, Takeshi)

早稲田大学・理工学術院・助手

研究者番号：60754736

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：手描きアニメーションの合成工程によって生じる形状の特徴を3DCGで再現するため、多視点行列を用いた投影変換手法の開発を行った。具体的な課題として、(1)消失点移動、(2)遠近感強弱調整、(3)影のレンダリング、(4)ユーザインタフェースの開発を行った。
本研究の成果により、モデルの三次元を編集することなく見かけの形状の変形が可能となり、作画アニメーションの合成を3DCGで効率的に再現可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a projection transformation method using multi-view matrix to rendering the shape generated by the synthesis process of hand drawn animation. Specific issue were following topics: (1) Moving vanishing point, (2) Changing perspective strength, (3) Shadow rendering, and (4) Developing user interface.
The result of this study, it possible to deform the apparent shape without editing 3D shape of the model, and reproduce shape of hand drawn animation efficiently by 3DCG.

研究分野：コンピュータグラフィックス

キーワード：コンピュータグラフィックス ノンフォトリリスティックレンダリング 消失点移動 遠近感強弱調整 多視点行列

1. 研究開始当初の背景

3DCG によるアニメーション表現は従来の手描きによるアニメーション制作の効率的な代替手段として期待されており、制作現場でも従来の紙と鉛筆を用いた作画による制作から 3D モデルによる制作への移行が急速に進みつつある。しかし、日本のアニメーション市場では従来の手描きの作画に対する消費者の根強い支持が残ることから、3DCG による制作でも手描きの作画を再現し、作画と 3DCG を違和感なく合成する必要がある。そのため、諸外国に比べて 3DCG に移行するための敷居が高いという問題があった。また、ビデオゲームにおいても手描きアニメーション調の作品の人気の高まりから、作画を 3DCG で再現するための技術開発が求められていた。

3DCG で手描きの作画を再現するための課題としては線・塗り・形状・動き等が挙げられるが、研究代表者らは特に 3DCG と作画での形状の差異に着目した。これまで、3DCG と作画の形状の差異を解消する試みはアニメーションとビデオゲームの制作会社を中心に行われてきた。しかし、既存の手法では 3D モデルの三次元形状を頂点編集によって変形させていたため、制作工程の増加を招いていたことから、当初の目的である 3DCG の導入による制作効率化には至っていなかった。

従来の作画アニメーションでは人物や背景などの絵をそれぞれ独立して作成し、合成工程で合成することで画面を構成する。研究代表者らは作画独自の形状はこの合成工程によって必然的に生じる幾何学的な現象に起因していると考えた。予備実験から 3D モデルの三次元形状自体は変形させずに 3D から 2D への透視投影変換行列を従来のものから多視点行列に置き換えることにより作画の合成工程での形状の特徴を再現できる見込みを得ており、本研究ではこの多視点行列を拡張することによって 3DCG と作画の差異を解消することを目指した。

2. 研究の目的

本研究の目的は投影変換行列の多視点行列化による作画の形状の再現である。そのため、具体的な課題として以下の 4 項目を定めた。

(1) 消失点移動

物体が左右に移動するとき、実写や 3DCG による透視投影変換では図 1 の様に物体の移動に伴って物体の見かけの形状が変化し、見える部位が変化する。一方、作画の合成では複数の絵を移動しながら合成することから、移動後も見える部位が変化しない。この違いは 3DCG による透視投影変換では平行線は一点に収束するのに対し、作画の合成では合成元の絵毎に消失点が独立しており絵の移動に伴って消失点も移動という現象でモデル化できる。本研究では投影変換行列をモデル

毎に作成する多視点行列に置き換えることにより、作画で行われる消失点移動の再現を目指す。

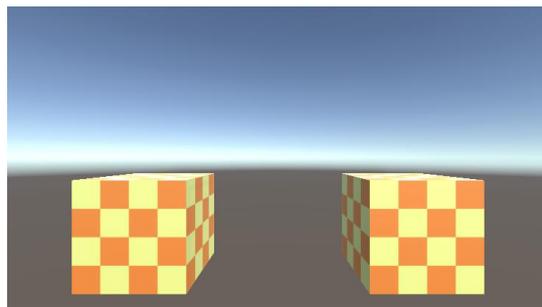


図 1. 通常の投影変換

(2) 遠近感強弱調整

作画の合成では背景は広角に描画しつつ人物はズームの遠近感にするなどして、物体毎に遠近感強弱を調整することにより画面全体のバランスをとっている。よって、作画の形状の再現のためには遠近感強弱調整も必要であることが本研究を進めていく過程で判明した。したがって、消失点移動と同様にモデル毎に遠近感強弱を調整できるように提案手法の多視点行列を拡張することを目指す。

(3) 影のレンダリング

提案手法では各モデルを本来とは異なる位置に投影することから、そのままでは影の位置にズレが発生することが判明した。したがって、多視点行列によって形状を変換した際にも正しい位置に影が投影される手法の開発を目指す。

(4) ユーザインタフェースの開発

本研究の背景として制作効率化があることから、提案手法を映像制作に用いる際には、制作者の作業量をできるだけ削減することが望ましい。したがって、提案手法を各プロジェクトへ組み込む際のコードの記述量を少なくし、シーン制作時にも作業者が扱いやすいように設定項目を整えることを目指す。

3. 研究の方法

(1) 消失点移動

まず、消失点と投影参照面(行列操作の前後で投影後の位置が変化しない面)を設定する。投影参照面上に存在して投影面上で消失点と一致する点のビュー座標 V を求め、 V をカメラの光軸上へ移動する行列 T_1 を得る。さらに、 V を通常の透視投影変換行列 P で投影した後に本来の投影箇所へ戻す行列 T_2 を得る。これらの行列を用いた式 1 により、任意の位置への消失点移動が可能な多視点行列 P' を得られる。

$$P' = T_1 P T_2 \quad (1)$$

(2) 遠近感強弱調整

まず、遠近感の基準となる仮想視点と 3.(1) と同様に投影参照面を設定する。カメラを仮想視点に移動する行列 T_3 を求め、さらに、そ

のカメラ位置から投影変換を行った際にモデルの投影後の大きさが従来の透視投影変換と一致するための画角 f を求め、 f を用いた透視投影変換行列 P'' を得る。これらの行列を用いた式2により、遠近感強弱調整が可能な多視点行列 P''' を得られる。

$$P''' = T_3 P'' \quad (2)$$

(3) 影のレンダリング

影のレンダリングは影を投影する場合と投影される場合に別れる。投影する場合は従来の手法をそのまま用いる。投影される場合は頂点毎に従来の投影変換行列と提案手法による二次元座標をそれぞれ求めて対応付け、提案手法による座標に従来法による座標の影を投影することにより、違和感なく影を投影する。

(4) ユーザインタフェースの開発

提案手法のアルゴリズムをUnityのアセットとして実装する。これを映像制作プロジェクトに組み込み、CG制作を専門としているユーザからの意見を収集することにより、設定項目やスクリプトの構造が適切であるか検証を行う。

4. 研究成果

(1) 消失点移動

消失点移動の結果を図2に示す。二つの立方体をそれぞれ消失点移動の対象として設定し、各立方体の左上の球を消失点として設定した。各立方体とも消失点として設定した球に向かってZ軸と平行な直線が収束している。また、二つの立方体の比較から、物体の移動に伴って消失点も移動させることにより、物体のレンダリング後の見かけの形状が維持され見える部位が変わらないままの移動が実現できていることがわかる。したがって、提案手法によって作画の合成による移動の再現が可能となった。

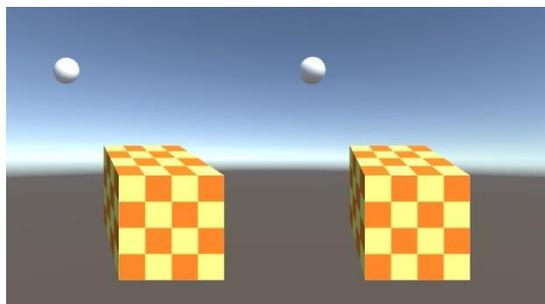


図2. 消失点移動の結果

(2) 遠近感強弱調整

遠近感強弱調整の結果を図3に示す。同じ大きさの二つの立方体に対し、それぞれ遠近感強弱の調整を行った。左側の立方体は仮想視点をカメラより奥に設定することで広角の遠近感となっている。反対に、右側の立方体は仮想視点をカメラより手前に設定することでズームの遠近感となっている。また、いずれも見かけの大きさを維持している。これらの結果から提案手法では見かけの大き

さを維持したまま遠近感強弱調整が実現できており、一度のレンダリングで広角とズームの混合が可能となった。

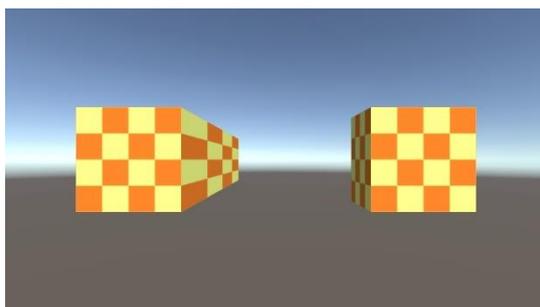
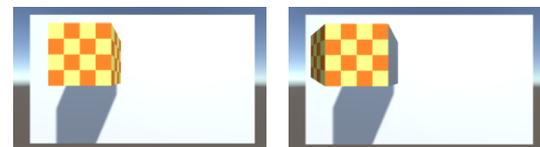


図3. 遠近感強弱調整の結果

(3) 影のレンダリング

図4に影のレンダリング結果の比較を示す。図4(b)では提案手法の多視点行列によって変形したモデルに対して従来手法の影のレンダリングアルゴリズムを適用しており、図4(a)と比較すると余分な影が生じている。図4(c)では影を投影する場合は従来の投影変換行列、投影される場合には3.(3)の手法を用いることにより、図4(a)と一致する正しい影をレンダリングしている。



(a) 通常の投影変換

(b) 提案手法による変形、従来手法の影



(c) 提案手法による変形、提案手法の影

図4. 影のレンダリング結果の比較

(4) ユーザインタフェースの開発

提案手法を実際の映像制作で利用するため、Unity用のスクリプトとして実装した。プログラム開発を担当するユーザが少量のコード記述で利用できるよう、提案手法をライブラリとして整理した。これにより、既存のシェーダコードに対して機械的にコードを置換・追加するだけで提案手法を利用することが可能となった。また、シーン制作を担当するユーザはカメラとモデルにスクリプトを追加する。設定項目は消失点移動では消失点と投影参照面、遠近感強弱調整では仮想視点と投影参照面のみであり、仮想視点の代わりに画角か焦点距離の値を用いることもできる。

本研究の成果により、モデルの三次元形状を編集することなく見かけの形状を変形させることが可能となり、作画アニメーションの合成を3DCGで効率的に再現可能となっ

た。今後の課題としては、リムライト等のシェーディング手法との整合性の検証、形状の複雑さが異なるモデルに対して提案手法を適用した際の影・ハイライトへの影響の検証、アニメーション以外の絵画表現で用いられるパース技法への応用が挙げられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3 件)

[1] 奥屋武志, “投影変換行列の操作によるアニメ的透視図法の再現”, CEDEC2017, 2017

[2] 奥屋武志, 坂井滋和, “セルアニメーション透視図法の 3DCG による再現”, 映像表現・芸術科学フォーラム 2017, 2017

[3] 奥屋武志, 坂井滋和, “CG アルゴリズム開発におけるゲームエンジンの活用 -消失点移動アルゴリズムの実装を通して-”, NICOGRAPH2016, 2016

[その他]

ホームページ等

本研究の成果をオープンソースとして公開した。

“GitHub: UnityCustomPerspective”

<https://github.com/Waseda-CG-Library/UnityCustomPerspective>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥屋 武志 (OKUYA, Takeshi)

早稲田大学・理工学術院・助手

研究者番号: 60754736