

多視点行列を用いた消失点操作に関する研究

奥屋武志
早稲田大学基幹理工学研究科
t-okuya@asagi.waseda.jp

坂井滋和
早稲田大学基幹理工学部
sakai@sakai.nishi.fukuoka.jp

キーワード: 投影変換, 消失点, アニメ

1 はじめに

3DCG で手描きアニメーション (以下, アニメ) を再現する試みは日本の CG 制作会社において積極的に行われているが, そこではアニメ特有の形状表現との差異が問題となる. 3DCG による透視投影変換では投影面上でのモデルの見え方は視点との位置関係によって決定するため, 視点を固定したままモデルを移動すると投影面上での見え方が変化する (図 1). 一方, アニメでは一枚の絵を移動して使い回すことから, 物体が移動しても見え方が変わらないことがある (図 2). このようなアニメ特有の形状表現を作図で再現すると, 本来は一カ所に固定されている消失点がモデルと共に移動していることがわかる (図 3). 本研究では 3DCG でアニメの見え方を再現するため, 多視点行列を用いて投影変換行列をモデル毎に生成し, 消失点操作を行った.

2 関連研究

アニメ特有の形状表現を 3DCG で再現するため, Rademacher ら[1]は視点によってモデルの形状が変化することから, 同一のキャラクターに対して視点毎に複数のモデルを作成し, 視点に応じて重みを変化させながら各モデルの頂点を合成することにより, 視点による形状表現を再現した. この手法と手描きモデリングを組み合わせることにより, Xiang ら[2]はアニメ用モデルの総合的な制作システムを開発した. しかし, いずれもアニメ制作者が意図的に行った形状表現をモデルの 3 次元形状の変形によって再現しており, 1 章で述べた絵の使い回しから必然的に生じる形状表現について, 3 次元形状を固定したまま 2 次元に変換する投影変換の際の消失点の状態に基づいてアニメ表現を再現する試みは行われていない. また, 亀田ら[3]は Multi-View 投影を用いてモデルの 3 次元形状は固定したまま投影変換時に広角画像での歪み補正を行っているが, この際の消失点の状態については触れられてこなかった.

3 多視点行列による消失点操作

視点とモデルの位置関係からモデル毎に生成される多視点行列を用いて, モデル毎に消失点を操作する. 各モデルはそれぞれ 3 次元座標で定義された基準点 r を持つ. この基準点 r が投影変換後にカメラの光軸と平行な直線の消失点 (Z 消失点) となれば, r を移動することで消失点の操作が可能となる. r が Z 消失点となるように下記の手順

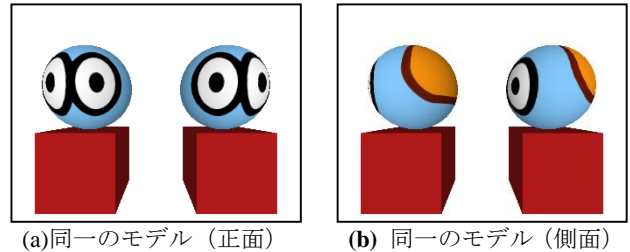


図 1 透視投影の見え方

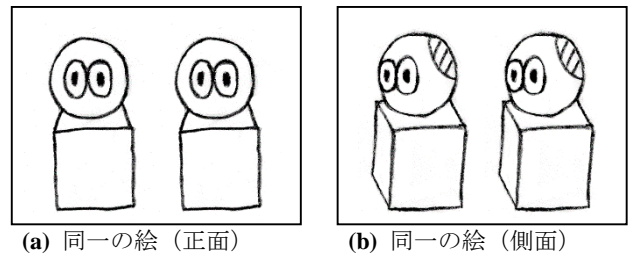


図 2 同じ絵を使い回したときの見え方

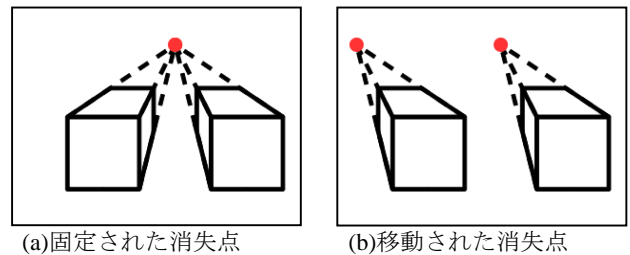


図 3 固定された消失点と消失点移動の比較

で操作を行う. 以下, 図の例では二つの直方体で構成されたモデルを用いる.

1. ビュー座標上で Z 軸上にある点が投影面上の原点 O に投影され Z 消失点となることから, ビュー変換を行った後に位置 p_n にある r が Z 軸上に位置するようにモデルを xy 平面と平行な向きで移動する (図 4)
2. 通常の透視投影変換で r が位置する座標 p_{np} を予め求め, 手順 1 の後に投影変換を行って O にある r が p_{np} と一致するようにモデルを移動する (図 5)

モデル毎に上記の手順 1, 2 の移動を含む投影変換を行う多視点行列 P' を生成する. ワールド変換行列を W , ビュー

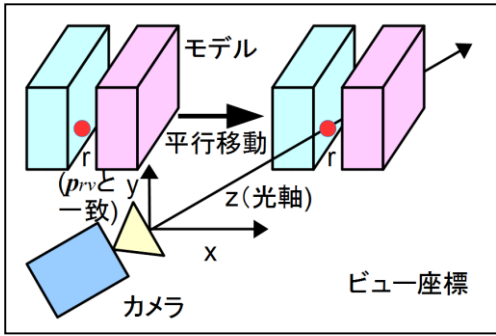


図 4 ビュー座標上での平行移動

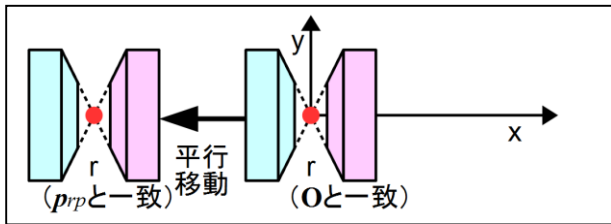


図 5 投影面上での平行移動

変換行列を V 、通常の透視投影変換行列を P 、手順 1, 2 の移動をする行列をそれぞれ T_1, T_2 とすると、モデル座標 \mathbf{p}_m にある点の投影面上での座標 \mathbf{p}_p は

$$\mathbf{p}_p = \mathbf{p}_m W V T_1 P T_2 \quad (1)$$

となることから、

$$P' = T_1 P T_2 \quad (2)$$

と表すことができる。

ここで、 \mathbf{r} のモデル座標を \mathbf{p}_{rm} 、通常の透視投影変換での \mathbf{r} のビュー座標を (x_{rv}, y_{rv}, z_{rv}) 、投影面上での座標を (x_{rp}, y_{rp}) とすると、 T_1, T_2 の移動量はそれぞれ $(-x_{rv}, -y_{rv}, 0)$ 、 (x_{rp}, y_{rp}) となることから、

$$\begin{pmatrix} x_{rv} & y_{rv} & z_{rv} & 1 \end{pmatrix} = \mathbf{p}_{rm} W V \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} w x_{rp} & w y_{rp} & w z_{rp} & w \end{pmatrix} = \mathbf{p}_{rp} = \mathbf{p}_{rm} W V P \quad (5)$$

$$P' = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -x_{rv} & -y_{rv} & 0 & 1 \end{pmatrix} P \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_{rp} & y_{rp} & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

となる。したがって、 \mathbf{p}_{rm}, W, V, P から P' を求めることができた。従来法と提案法で用いられる変換行列の差異について表 1 にまとめる。

表 1 変換行列の差異

	従来法	提案法
ワールド変換行列	モデル毎	モデル毎
ビュー変換行列	1つ	1つ
投影変換行列	1つ	モデル毎
\mathbf{p}_{rp} を求める為の通常の透視投影変換行列	-	1つ

4 評価

ここで提案した手法を用いてレンダリングした結果を図 6 に示す。図 6(a)より、モデルの移動に合わせて \mathbf{r} を移動することにより、 Z 消失点が移動し、位置が異なっても同一の見え方をする事が確認できた。図 6(b), (c)より、曲面を含むモデルでも平面のみで構成されたモデルと同様に Z 消失点が移動していることが確認できた。従って、提案法は平面と曲面の双方に対して Z 消失点の操作が可能である。また、図 6(d)より、各モデルの Z 消失点を独立して自由に配置することにより、絵画技法における多視点描画のような表現にも応用が可能であることがわかった。

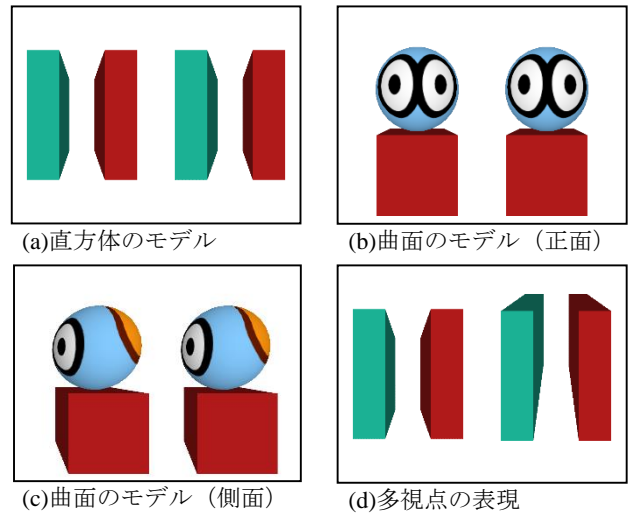


図 6 提案法によるレンダリング結果

5 結び

本研究では多視点行列を用いて投影変換行列を生成することにより、 Z 消失点の操作を行った。本研究によって、従来はモデル形状の変形によって行われていた 3DCG でのアニメ作画や絵画技法の再現がモデル毎に設定された消失点の操作によって可能となる。今後の課題としては、(1) Z 消失点以外の消失点の操作、(2)各種アニメ作画技法における消失点の状態の解析、(3)本研究の成果を取り入れたアニメ制作システムの開発、(4)歪み補正への応用が挙げられる。

参考文献

- [1]Rademacher P. View-dependent geometry. In Proceedings of the 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive, 1999; 439–446.
- [2]Xiang Li, Jun Xu, Yangchun Ren and Weidong Geng. Animating cartoon faces by multi-view Drawings. COMPUTER ANIMATION AND VIRTUAL WORLDS, 2010
- [3]亀田 則行, 金森 由博, 西田 友是. 3D シーンのための Multi-View 投影を用いた広角透視投影における歪みの修正. 情報処理学会研究報告. グラフィクスと CAD 研究会報告 2010-CG-140(6)