

広視野 3 次元 CG における歪除去

加藤崇 石井充 服部進実
金沢工業大学 情報工専攻

Removal of Distortion in Wide View CG

Takashi Kato, Mitsuru Ishii and Shimmi Hattori
Division of information and Computer Science,
Kanazawa Institute of Technology

アブストラクト

この研究は、3次元CG上での表示のされ方の違いについて調べ、より私たちがCGを知覚する際に違和感のないCGを作成するにはどうしたらよいかについて調べたものである。

今回取り上げた事象は、広視野での歪である。通常CGでの投影法には平行投影と透視投影があり、我々が普段見ている投影法をあらわしたものが透視投影である。しかし、透視投影法による物体の見え方は、広い視野で物体を見た時には、端のほうに歪んで見えてしまう。普段人間が広い視野で物体を見た時にもこの歪は生じるが、普段生活している上では意識してその歪を知覚しようとしないうりこの歪は感じない。しかし、CGでは平面上に表現するため、その歪は異様に感じてしまう。そこでこの歪がCG上で起こらないようにする研究を行った。

In this paper, we investigate the effect of projection in computer graphics (CG). In the ordinary CG libraries, a plane is taken as the projection screen, which leads to extraordinary distortion at the edge of a view. To eliminate this effect, we take a projection plane that is always normal to the line from the viewpoint to an object. In this way, we obtain a natural view of objects at any point of the space under consideration.

1. はじめに

透視投影法を使用したCGの作成においては、広視野の外輪部に物体を配置すると、配置した外輪部の方向に対して伸びたような歪が起こる。

この歪自体は、私たちが物体を知覚しているときにも起こることはわかっている[1]。また、この歪を意識的に使用することで、CGに立体感を持たせることも可能である[2]。しかし、通常CGを表現する際には平面的な画面を通して見るのが一般的であるため、端の方が歪むと違和感を受ける。この歪を解消することで写真を連結しパノラマ写真を作成するようにCGで上でもパノラマ表現ができるものとする。そこでこの歪を解消し3次元CG上で写真を眺めるようなフォトリアスティックなCGを構築することを研究目的とした。

図1, 図2では、それぞれ球体と文字を描いた立方体を原点から、 x 軸正の方向へ平行移動させたときの、歪を示している。



原点

図1: 広視野での球体の歪



原点

図2: 広視野での立方体の歪

2. 歪の原因

透視投影法で物体を投影したときに歪む原因としては、視体積が錐台であるために広視野の端に物体を表示させた場合、投影面に物体の奥行きが、投影面と視点との角度の分だけ伸びて投影されてしまうことが挙げられる。この歪について、式を用いどれだけの歪が起こるかを検証する。まず、立方体と視点を結ぶ線が投影面に対して垂直に配置した物体を立方体Aとし、その立方体Aを x 軸方向に視点を基点として45度の角度を取り平行移動させたものを立方体Bとする。そして、立方体Aを投影した面の長さを m とし、立方体Bを投影した面の長さを n とし正弦定理等を使用し計算を行う。計算に使う値としては、立方体の一辺の長さを0.5、視点から物体までの距離を12、平行移動した距離を12、視点から投影面までの垂

Removal of Distortion in Wide View CG
Takashi Kato, Mitsuru Ishii and Shimmi Hattori
Division of information and Computer Science,
Kanazawa Institute of Technology

直な距離を 5 とした場合について考える。その結果 n, m の値はそれぞれ、

$$m = 0.2128$$

$$n = 0.4168$$

となる。平行移動後の投影された幅 n は、物体を斜めに見ているため $\sqrt{2}$ 倍になる。しかし、立方体までの距離が平行移動する以前と比べて $\sqrt{2}$ 倍になるため、投影された立方体の幅は $1/\sqrt{2}$ となり、 n は m と同じになるはずである。しかしながら、平行移動する以前と以後の m, n を比較すると、 n は m の 1.96 倍で約 2 倍になっており、歪がみとめられる。

3. 歪の検証

実際に 2 章で挙げた歪が起こっていることをこの章で検証する。検証には OpenGL を使用し、2 章と同じ状況を考える。検証の方法は、実際に OpenGL で各面ごとに色を変えた立方体を作成し、平行移動前と平行移動後の歪を描画後のピクセル数により導き出す。なお、透視投影は `gluPerspective` で与えてあり、視野は 110 度とした。結果をあげると、平行移動する以前では、表示された像の幅のピクセル数は 17 であった。次に平行移動後では、平行移動以前に見えていた面の部分が 17、新たに平行移動により見えるようになった部分が 16 であった。この結果、平行移動以前と平行移動後では約 1.94 倍になっており、2 章で式より求めた歪と近い値となっており、2 章で推測した歪の原因が確認されたといえる。

4. GDI による補正

今回歪の補正方法として、GDI による補正を示す。補正方法としては、投影面と物体とに平行移動によって現れる角度により歪が発生するために平行移動後の状態でも、平行移動以前のような、投影面、物体、視点の関係を作り出してやればよい。よって、視点と物体の中心を結ぶ線に垂直な投影面に物体を投影してやり、導き出された投影図を平行移動後に実際に描画される投影面の位置に直接描画すればよい。

5. 実行結果

図 3、図 4 に平行移動以前、以後の状態を示す。

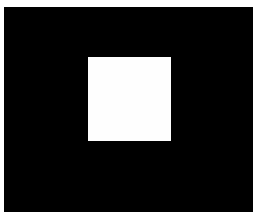


図 3: GDI による補正結果

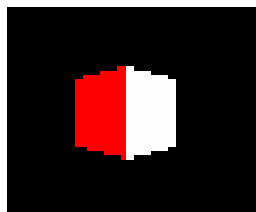


図 4: GDI による補正結果

図 3、図 4 とともに平行移動する以前、以後の物体の表示されている位置のみを切り出したものである。

それぞれ平行移動以前、以後の幅のピクセル数は平行移動以前が 19、平行移動後が 23 となっており、補正が行われていることがわかる。

GDI による補正を行う際に用いた値は、2 章、3 章で与えた値と同じで、視点から物体までの距離が 12、平行移動した距離が x 軸正の方向に 12 とした。

6. まとめ

本研究では、CG 上で起こる歪についての補正法を示した。CG 上で起こる歪として取り上げた事象は、物体に対し平行移動を行った時に、視野が広視野の場合に起こる、物体の伸びである。この歪は、平行移動される前の状態では物体を表示したい面に対して、視点、投影面が平行に配置されているのに対して、平行移動後では投影面と物体との角度が変わり、平行に配置されていないため、 z 軸方向（奥行き方向）の面が平行移動された角度の分だけ伸びて投影され、起こる現象であった。そこで、この歪を補正するために、平行移動後の物体と視点を結ぶ直線に垂直な投影面を用いる方法を、GDI での実装という形をとり実現した。その結果として、GDI での実装では、物体を投影面上の描画したい位置に、理想的な形を表現することができた。

参考文献

[1] 大山 正/佐藤 隆夫/大島 尚 著

大山 正 編

「実験心理学入門」3 章、4 章、5 章

財団法人 東京大学出版会

1984 年 3 月 26 日 初版発行

[2] Daniel N. Wood / Adam Finkelstein

Jhon F. Hughes / craig E. Thayer / David H. Salesin

「Multiperspectiv Panoramas for Cel Animation」

Proceedings of SIGGRAPH 97

[3] 加藤 崇/石井 充/服部 進実

「広視野 3 次元 CG における歪除去」

第 20 回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集
pp. 83-88