

単眼全周囲画像における視点移動表現

情報システム研究室

管 99-50 才野 真里江

1. はじめに

近年、計算機能力の急速な向上に伴う高品質な CG 描画により、より臨場感の高い仮想現実空間の提供が可能となった。仮想現実空間の生成は、実写パノラマ画像を 3 次元モデルにテクスチャマッピングする手法が主流となっているが、一枚の平面パノラマ画像には奥行き情報がないため視点は定位置に限られる。マルチカメラシステムにより全周囲動画を取得することにより奥行き感のあるウォークスルーを実現する手法も提案されているが[1]、ウォークスルー方向は動画取得時のカメラ移動方向に依存するという問題点がある。

本研究では、単眼カメラで取得した全周囲画像から、視線方向の変更及び視点の前進・後退移動の効果を同時に可能にする手法を提案する。全周囲画像における任意の視線方向の歪み補正画像を、透視投影法を用いて分割しテクスチャとして 3 次元モデルにマッピングすることにより、奥行き感のある視点移動を表現する。

2. 画像取得と歪み補正

画像の取得には魚眼レンズを使用する。魚眼レンズは光学レンズの一種で、対象物を図 1 のような球面として捉える事で 180 度近い広視野の撮影を可能とする。しかしレンズの特性から、撮影した画像は現実世界での見え方とは大きく異なるため歪み補正が必要である。

図 2 のように補正画像を横幅 W の仮想スクリーンに水平角 Ω で射影する場合、射影面上の (X_p, Y_p) と元画像の (x_p, y_p) の対応は式(1)により求めることができる[2]。

$$x_p = \frac{R}{\sqrt{1+v'}} \cdot \lambda' \quad , \quad y_p = \frac{R}{\sqrt{1+v'}} \cdot \mu' \quad (1)$$

ただし、入射光の方向余弦 (λ, μ, ν) は以下の式により決定されるが、この状態での視線方向は天頂を向いているため、 θ, ϕ によって決まる視線方向変更行列により、 (λ', μ', ν') へ変換し、式(1)に代入する。

$$\lambda = \frac{X_p}{\sqrt{(X_p)^2 + (Y_p)^2 + (Z_p)^2}} \quad \mu = \frac{Y_p}{\sqrt{(X_p)^2 + (Y_p)^2 + (Z_p)^2}} \quad \nu = \frac{Z_p}{\sqrt{(X_p)^2 + (Y_p)^2 + (Z_p)^2}}$$

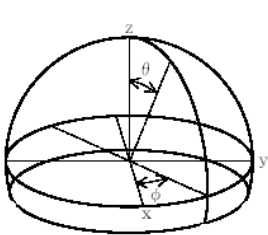


図 1 像高と入射角の関係

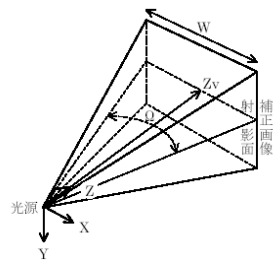


図 2 仮想スクリーン

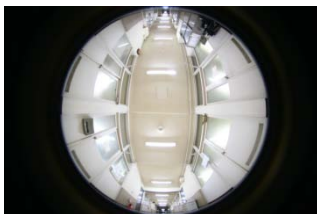


図 3 撮影した画像



図 4 補正後の画像

図 1 は撮影した画像、図 2 は歪み補正を行った結果である ($\theta = 90, \phi = 0$)。 θ, ϕ は任意で決定できるので、視線方向は利用者が自由に決めることができる。

3. 透視投影と視点移動

透視投影において、投影面上の点 (x, y) と 3 次元空間の点 P との関係は、式(2)のように表せ、座標 (x, y) は式(3)のようになる[3]。

$$\frac{x}{P_x} = \frac{y}{P_y} = \frac{N}{-P_z} \quad (2) \quad (x, y) = \left(N \frac{P_x}{-P_z}, N \frac{P_y}{-P_z} \right) \quad (3)$$

式(2)(3)を用いて 3 次元モデルと平面画像の対応する座標を計算し画像を分割する。分割した画像を 3 次元モデルにマッピングし、投影面を Z 軸上で動かすことで、視点の前進・後退を表現する。図 6 は補正画像の分割イメージである。

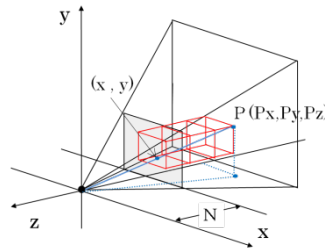


図 5 透視投影と投影面

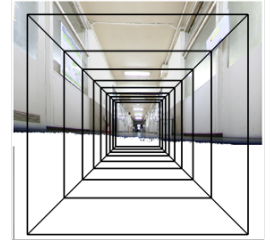


図 6 画像の分割

4. 実験

4368×2912 画素の全周囲画像(図 3) を用いて視線方向の変更と視点移動による視覚効果を検証した。視線水平方向は利用者が自由に決定できるように変数とし、視線垂直方向 θ は地面と水平とするため 90 度に固定した。また補正画像は 1024×1024 画素である。図 7 は視線方向 $\phi=240$ の画像、図 8 は $\phi=180$ の補正画像を 3 節の理論によりテクスチャマッピングした画像、図 9 は図 8 から視点を Z 方向奥に進めた画像である。



図 7 視線移動画像

図 8 マッピング画像

図 9 視点移動画像

5. 考察とまとめ

実験から、平面画像を拡大した場合に比べ、本研究による手法の方が奥行き感を体感できることが確認できた。しかし、視点を奥へ進めるとテクスチャ画像生成の際の画像補正による歪みが目立ち、仮想現実空間としてのリアリティが損なわれてしまうという問題点があることもわかった。

今後の課題としては、消失点の自由設定とテクスチャ分割法の改善、テクスチャをマッピングする 3 次元モデル形状の検討が挙げられる。

参考文献

- [1]池田聖ら, "全方位マルチカメラシステムを用いた高解像度な全天球パノラマ動画の生成とテレプレゼンスへの応用", 日本 VR 学会論文誌, Vol. 8, No. 4, pp. 443-450, Dec. 2003.
- [2]都築修, "超広視野画像情報システム" 情報処理振興事業協会 (IPA) 情報ベンチャー事業化支援ソフトウェア等開発事業報告資料, 2001.
- [3]魏大名ら, "コンピュータグラフィックス", オーム社, 2005.