

複数枚の全方位画像を用いた仮想ウォークスルー空間構築のための 画像補間法に関する検討

星 勇次 加藤 誠巳

(上智大学 理工学部)

1. まえがき

近年、周囲 360 度を一度に撮影可能な全方位カメラにより得られる画像を用いて仮想空間を構築し、施設案内や物件紹介を行っている Web ページが多数ある。ユーザはマウス操作により任意視線で仮想空間の周囲を見回すことができ、あたかもその施設内や物件内にいるような疑似体験が出来る。しかし、従来の手法で構築された仮想空間には「①撮影領域の仰角に制限がある」、「②別の空間へのウォークスルーが不可能である」という問題があった。

そこで、本稿では 2 枚の全方位画像を 1 つの空間として統合することで仰角の制限を実質的に解消するとともに、統合された空間同士を効果的に補間し、ウォークスルー画像を生成することで、視点の移動も可能とした。以下、仮想ウォークスルー空間の構築法について検討を行った結果について述べる。

2. システムの概要

本システムは図 1 に示すように「①データ入力」、「②画像処理」、「③ユーザ操作」の 3 つに大別できる。まず初めに、基となる入力データを読み込み、画像処理の段階で仮想空間を構築し、これを Java Applet を用いて Web ページとして出力する。ユーザは指定された URL にアクセスし、マウス操作することで仮想空間内を自由に見回し・移動することが可能である。

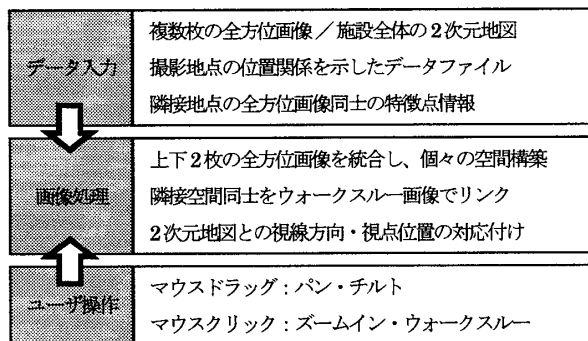


図 1 システムの構成図

3. システムの構成

3.1 上下 2 枚の全方位画像の統合

本システムで使用した全方位カメラは、デジタルカメラ (OLYMPUS C5050Zoom) に双曲面ミラー (映蔵 S04xx01) を装着したものである。撮影した実空間の点 $P(X,Y,Z)$ に対応する全方位画像上の点 $p(x,y)$ を算出することで、撮影した全方位画像を任意の透視投影画像に変換することができる¹⁾。

双曲面ミラーは設計の特性上、撮影領域の仰角に制限があるという問題がある。そこで、下半球を撮影した通常の全方位画像と、カメラを逆向きにして上半球を撮影した全方位画像の 2 枚を入力として 1 つの空間を構築することで、仰角の制限を実質的に解消した。

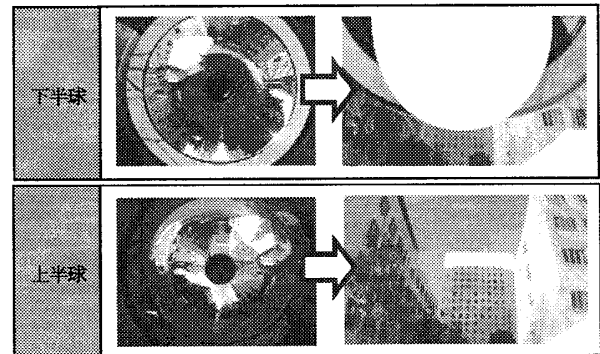


図 2 表示領域の最大仰角の改善

3.2 ウォークスルー画像の生成

■ 軌跡の移動

本システムで使用した双曲面ミラーの形状は(3-1)式で表される。(a, b, c はミラーの固有値である)

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} - \frac{z^2}{b^2} = -1 \quad (3-1) \quad z = kx - c \quad (k = \frac{z_0}{x_0}) \quad (3-2)$$

ここで(3-1)式の座標系に対して、 $x = x_0$, $z = z_0$ で表される xz 平面に垂直な直線と点(0,0, -c)を通る平面は(3-2)式で表され、この平面と双曲面ミラー(3-1)式の光線を xy 平面に投影したものは(3-3)式で表される。

$$(b^2 - a^2 k^2)x^2 - 2a^2 kcx + b^2 y^2 = a^2(c^2 - b^2) \quad (3-3)$$

これは楕円の方程式を表しており、k の値に関わらず全方位画像上の 2 点を通っている。すなわち、図 3 に示すように、全方位カメラを用いて直線上を水平移動しながら連続撮影を行い取得した画像列上においては、任意の点の軌跡が楕円の弧を辿る²⁾。

A Method of Image Interpolation for Constructing Virtual Walkthrough Space Using Omnidirectional Images

Yuji HOSHI, Masami KATO

Sophia University

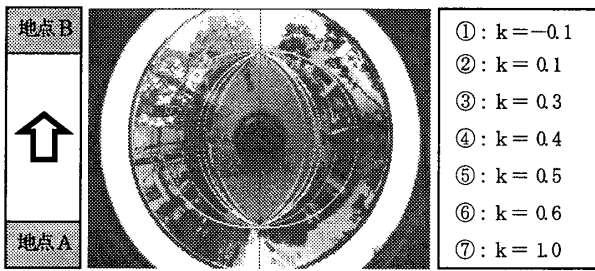


図3 全方位画像上の点の軌跡

■ モーフィングの適用

前述の双曲面ミラーの特徴を利用し、撮影した全方位画像における全ピクセルを移動量に応じて変化させることで、1枚の全方位画像からウォークスルー画像を生成することができる。この手法を移動前後の2枚の全方位画像に用いて前進・後退を表す2つの画像列を生成し、これらの画像列にモーフィングを適用することで最終的なウォークスルー画像を生成する。モーフィングの処理の流れを以下に示す。

- | | |
|---|--------------------------|
| ① | 移動前後の全方位画像における特徴点を入力する |
| ② | 特徴点に応じてドロネー分割し、三角パッチを生成 |
| ③ | 「軌跡の移動」の特徴を利用して中間画像列を生成 |
| ④ | 対応画像同士にモーフィングを適用し合成画像を生成 |
| ⑤ | 合成した全方位画像から透視投影画像を生成 |

処理の流れ①②におけるドロネー分割を行った全方位画像を図4に、そして処理③④における中間画像列とモーフィングにより生成した合成画像列を図5に示す。そして、処理⑤における透視投影変換を行った最終的なウォークスルー画像を図6に示す。

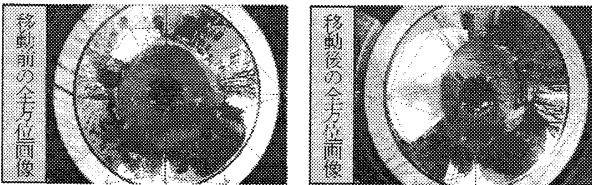


図4 全方位画像における三角パッチの生成

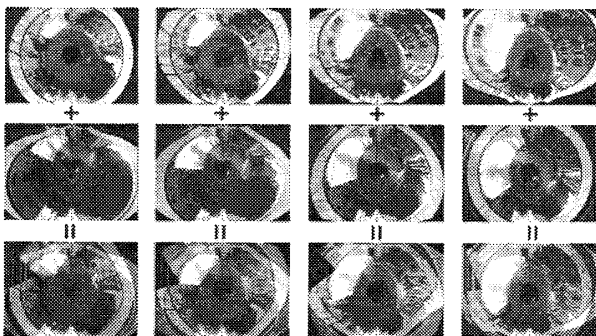


図5 モーフィングによる合成画像生成

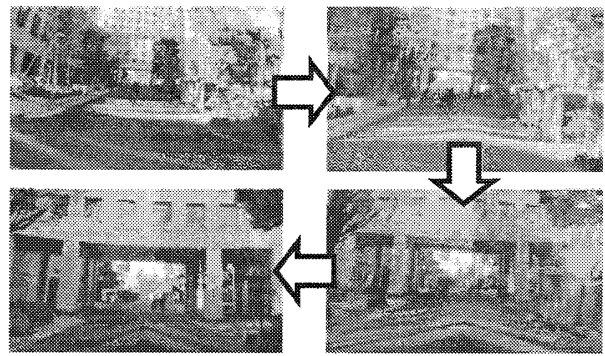


図6 ウォークスルー画像

4. 実行結果

本システムの実行画面例を図7に示す。画面左は前述の手法で構築したウォークスルー空間であり、ユーザのマウス操作に応じて任意視点の画像表示、任意方向への移動が可能である。画面右は施設全体の2次元地図であり、画面左の仮想空間に対応した現在地と視線方向、移動可能な位置を示している。

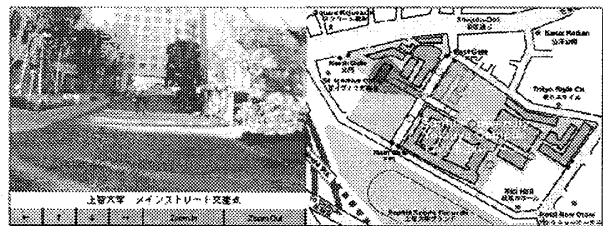


図7 実行画面例

5. むすび

本稿では、ユーザが Web 上に構築された仮想空間において「任意の視線方向の閲覧」だけでなく「任意方向への移動」も可能とするため、モーフィング手法を適用したウォークスルー画像の生成法について述べた。本システムは CG やイラスト等ではなく実画像を元としているため、空間の形状に依らず様々な施設に対しても同様の手法で空間構築が可能である。また、構築した仮想空間（実行画面左）と2次元地図（画面右）を対応付けさせることで、視線方向・視点位置の確認を行うことができる。

最後に、有益な御討論を戴いた本学 e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す。

参考文献

- 山澤：“全方位視覚センサHyper Omni Visionに関する研究”奈良先端技術大学院大学博士論文、pp.3-19(1997)。
- 高橋：“全方位画像を用いた広域都市空間の全自動生成”東京大学大学院修士論文、pp.44-58(2001)。
- S. Lee, G. Wolberg, K. Chwa：“Image Metamorphosis with Scattered Feature Constraints,” IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, pp.337-354, 1996。