

全方位画像からの全天球画像空間の構築とその応用に関する検討

星 勇次 中山 慎哉 加藤 誠巳
(上智大学理工学部)

1. まえがき

近年、インターネット上での物件紹介や飲食店の内装紹介といった屋内空間を表現する際に、周囲 360 度を見渡すことのできる全方位画像が用いられるようになってきている。全方位画像の取得方法としては、複数枚の画像を統合する方法と全方位ミラーを用いて一度に 360 度を撮影する方法がある。時間的整合性を失うことなく周囲 360 度の画像を取得できることや画像同士を統合する際の煩雑な処理が不要であることから全方位ミラーを用いる方がより容易ではあるが、1 枚の全方位画像では、その仰角に制限があるという問題がある。

そこで本稿ではミラーを水平方向下向きにして撮影した下半球全方位画像に加え、それと逆向きの水平方向上向きにして撮影した上半球全方位画像の 2 枚を一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方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

本システムでは上下 2 枚の全方位画像を入力として読み込み、そのデータを元に全天球画像空間を構築する。より臨場感のある全天球画像空間を表現するため、全方位画像を球面投影変換し、マウスドラッグにより変換画像の表示領域を上下左右にずらし、仰角の値により上下 2 枚の全方位画像間の切り替えを行うことで実現した。

3. システムの構成

3.1 入力データ

本システムではデジタルカメラ (OLYMPUS C5050Zoom) に全方位ミラー(映蔵 S04xx01)を装着した全方位カメラを用いて撮影した全方位画像(1280×960 pixel)を入力としている。

A Construction Method for Celestial Image Space from Omnidirectional Images and Its Application
Yuji HOSHI, Shinya NAKAYAMA, Masami KATO
Sophia University

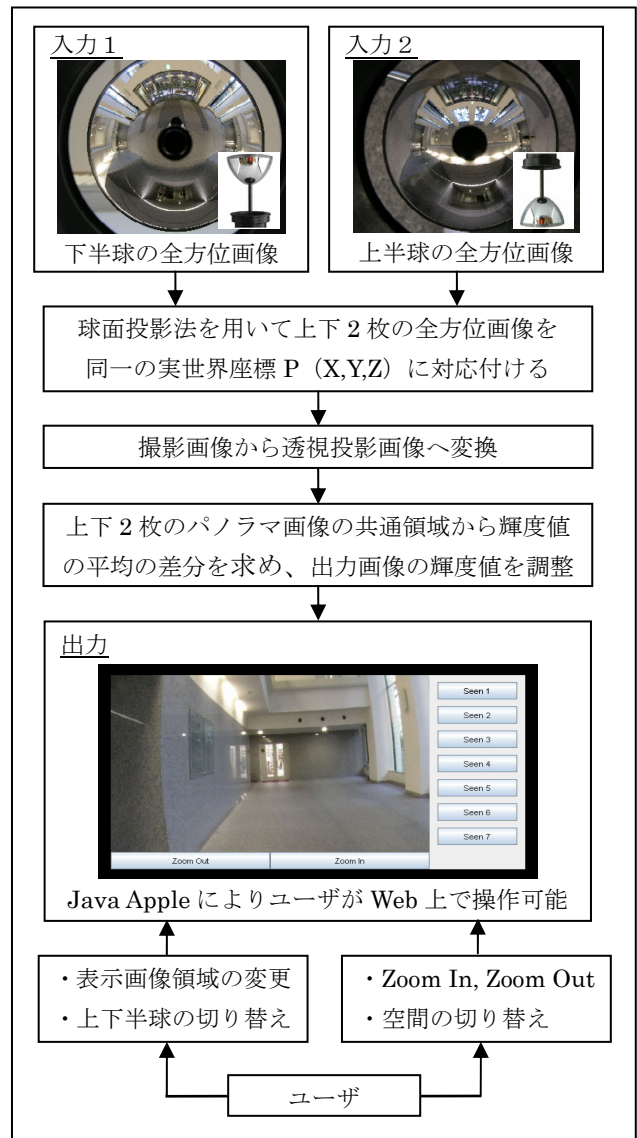


図 1 システムの流れ

3.2 全方位画像の透視投影変換

本システムで使用した全方位カメラは双曲面ミラーを用いているが、この双曲面ミラーの光学特性は透視投影であるため、カメラの焦点距離を f 、ミラー固有のパラメータを b, c とすると、実世界座標 $P(X, Y, Z)$ に対応する全方位画像上の座標 $p(x, y)$ は式(1)(2)より算出することができる[1]。

$$x = \frac{X \times f \times (b^2 - c^2)}{(b^2 + c^2)Z - 2bc\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}} \quad (1)$$

$$y = \frac{Y \times f \times (b^2 - c^2)}{(b^2 + c^2)Z - 2bc\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}} \quad (2)$$

3.3 投影面の形状による表示画像の比較

上述の透視投影変換式を正軸円筒図法を用いてパノラマ展開を行った結果を図2に示す。この図に見られるように360度を一度に表示するために水平面(仰角 $\theta = 0$)から遠ざかるにつれ $\arccos(1/\theta)$ 倍に上下左右に拡大表示されてしまうため、仰角(または俯角)が大きくなるにつれ現実に肉眼で見る画像とは異なってしまふ。

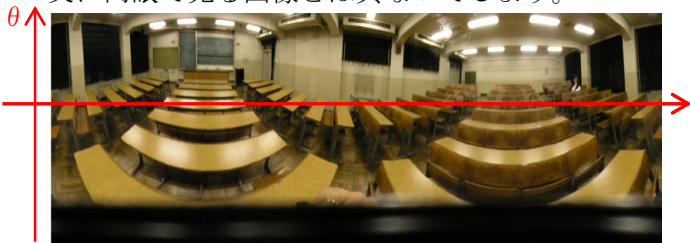


図2 円筒投影(パノラマ展開)

通常、画像の表示領域の視野角は制限されるが、制限された視野角の範囲内で円筒投影した画像を図3に、球面投影した画像を図4に示す。

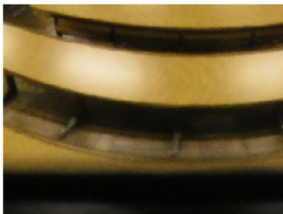


図3 円筒投影

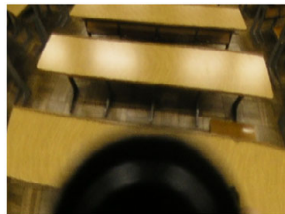


図4 球面投影

3.4 上下2枚の全方位画像の統合

下半球を撮影した通常的全方位画像に加え、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枚を入力として読み込み、上述の球面投影法を用いて変換した画像の表示領域をマウสดラッグに応じて上下左右にずらし、仰角の値により上下半球の全方位画像間の切り替えを行う。

また、通常屋内では照明、屋外では太陽といった光源が頭上にあることを考慮に入れ、下半球と上半球の各パノラマ画像の共通となる撮影領域(図5)における全ピクセルのRGB値から輝度値の平均を求め、その平均値の差分から出力画像の輝度値の補正を行った。



図5 上下2枚のパノラマ展開の共通領域

4. 実行結果

下半球の全方位画像のみの場合の上限仰角画像と、上下2枚を統合した場合の画像を図6, 7にそれぞれ示す。このように仰角の制限をより少なくすることが可能となった。本システムの出力画像ではJava Appletを用いることにより、ユーザがWebブラウザ上で画像空間の閲覧が可能であり、マウス操作による表示画像領域の変更と上下半球の切り替え、ボタン操作によるZoom In, Zoom Outと各空間の切り替えも可能である。

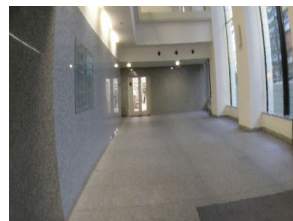


図6 下半球のみ

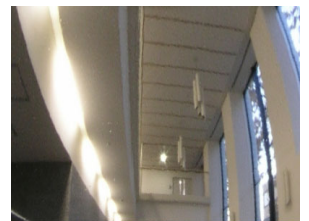


図7 上下統合

5. むすび

本システムの概念の応用用途として、上述の方法で構築した全天球画像空間を複数個用いることにより、水平方向ならびに斜め上下方向への移動を可能とし、ユーザがより臨場感のある仮想空間をウォークスルーできるシステムについて現在検討中である。

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

- [1] 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).