

任意経路で撮影された全方位画像群からのステレオ画像生成

Stereo Image Generation Using an Omnidirectional Image Sequence Captured along an Arbitrary Path

堀 磨伊也[†]
Maiya HORI

神原 誠之[†]
Masayuki KANBARA

横矢 直和[†]
Naokazu YOKOYA

1. はじめに

遠隔地の情景を利用者に提示し、あたかもその場にいるのと同様の感覚を与える仮想現実感技術はテレプレゼンス [1] と呼ばれ、いかに遠隔地の情景を臨場感豊かに提示するかが課題となっている。遠隔地の情景を臨場感豊かに提示するアプローチとして、大量の画像を蓄積しこれらの実画像を加工・処理し、再構築することにより撮影点以外での視点映像を作り出す Image-Based Rendering (IBR) と呼ばれる手法が提案されている。これにより、両眼ステレオ画像を生成し、テレプレゼンスシステムの臨場感を向上させる試み [2] が行われている。しかし文献 [2] の手法では撮影が等速直線移動で行わなければならないという制限があり、屋外などの広域環境には適さなかった。また、GPS を用いて撮影位置を取得することにより屋外環境に対応して任意視点画像を生成する手法 [3] が提案されているが、任意経路を含む全方位画像系列からの任意視点生成に対応しておらず、精度よくステレオ画像を生成することは困難であった。そこで本稿では、屋外環境において曲線経路を含む任意経路で撮影された全方位画像と RTK-GPS から得られる撮影位置情報から、光線情報を用いることにより撮影点以外での視点画像を生成する手法を提案する。さらに、任意方向のステレオ画像を生成し、利用者に提示することにより自由な見回しと立体視を可能とする。

2. 任意経路で撮影された全方位画像群からの両眼ステレオ画像生成手法

本章では、まず曲線経路を含む任意経路で撮影された全方位画像群を用いて撮影点以外での新視点画像を生成する手法について述べ、次に、提案手法を両眼それぞれの視点位置に適用することにより両眼ステレオ画像を生成する手法について述べる。

2.1 任意視点画像生成

全方位画像センサにより取得された全方位動画画像群から新しい視点の画像を生成する手法を説明する。本手法は、Light Field Rendering と同様に、光が伝播により減衰などによる変化がないとすると、新視点位置と生成する画像面が図 1 のような位置関係にあるときに光線 AP と光線 QP は同じとすることができること [2] に基づいている。例えば新視点 A での点 P の画素は撮影経路上の点 Q での光線を用いて生成することができる。新視点を撮影経路周辺の光線が多く存在する場所に限定した場合、新視点画像を複数の全方位画像を用いて擬似的に生成することができる。しかし、全方位画像は移動経路上で離散的に存在しているため、点 Q のように生成に用いる全方位動画画像が存在しない場合がある。その場合には、図 1 に示すように存在する全方位画像の中で必要な光線に最も近い位置の全方位画像を用いて画像の生成を行うこととする。

2.2 両眼ステレオ画像生成

生成したい両眼ステレオ画像の左右の視点位置が全方位動画画像の撮影平面上にあり、物体までの距離を考慮し

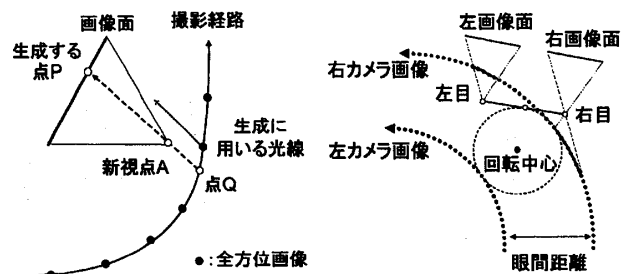


図 1: 新視点と全方位画像群の関係

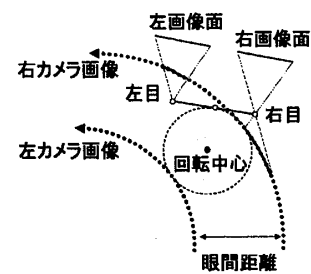


図 2: 2 経路の全方位画像群からの両眼ステレオ画像生成



図 3: 撮影車両

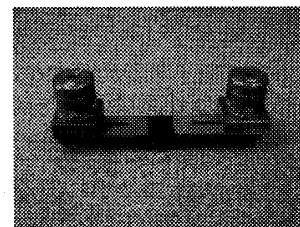


図 4: 車載カメラ設置例

て正しく画像面を設定すれば、2.1 の任意視点画像生成手法を用いて、撮影経路周辺の光線が多く存在する領域において左目画像と右目画像をそれぞれ生成することができる [2]。本研究では、図 2 のように左右眼間距離を直径とする円周を左右の眼間中心が回転したときのステレオ画像を生成する。生成に用いる画像は新視点位置から距離が近い方の撮影経路の画像を用いる。また全方位画像群の取得は、2 台の全方位画像センサのベースラインを眼間距離に設定し、移動しながら撮影することにより行う。これにより、1 台の全方位カメラ画像で撮影した場合には困難であった撮影経路に平行な視線方向の両眼ステレオ画像生成を左右の撮影経路の全方位画像の一部をそのまま利用することで可能とした。

3. 予備実験

屋外環境において曲線経路を含む平面上の任意経路で撮影した全方位画像群を用いて、複数地点の両眼ステレオ画像を生成し、見回しと立体視が可能であるか検証を行った。なお、生成する画像において視点位置から画像投影面までの距離を 10m とした。

3.1 実験環境

全方位型マルチカメラシステム 2 台とリアルタイムキネマティック GPS (RTK-GPS) を搭載した車両 (図 3) を任意経路で移動させながら全方位画像と撮影位置を取得した。全方位型マルチカメラシステムは、Point Grey Research 社製の Ladybug2 を使い、図 4 に示すように 2 台を一定距離離して固定しながら撮影を行った。計算機への入力画像として図 5 に示すような解像度が 1024 × 512 画素のパノラマ画像を用いた。RTK-GPS には Nikon-Trimble 社製 LogPakII を使い、画像取得時のカメラ位置の計測を行った。なお撮影は図 6 に示す通り曲線を含む経路で行った。

[†]奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Nara Institute of Science and Technology (NAIST)



(a) 左カメラ画像



(b) 右カメラ画像

図 5: 全周パノラマ画像

3.2 実験結果

図 6 中の A~D 地点における視点を回転させたときに生成されたステレオ画像を図 7 に示す。それぞれの画像の解像度は 1024×768 画素である。図 7 において、近い位置に存在する物体は、それよりも遠くにある物体と比較して視差が大きくなっており、立体視が可能である。また回転角によって生成画像に縦方向の歪みが生じている時があったが、これは生成する画像において視点位置から画像投影面までの仮定距離と実際の物体までの距離のずれに起因すると考えられる。

図 6 中の D 地点での右視点画像生成に必要な画像枚数と回転角との関係を図 8 に示す。横軸は視線方向が進行方向に対して左になす角で、縦軸は生成に必要な画像の枚数を示す。直線経路で撮影された画像を用いて生成した場合と異なり、進行方向に対して真後ろの視線方向の画像生成においても複数の画像が必要であることがわかる。

4. まとめ

本稿では、屋外環境において曲線経路を含む任意経路で撮影された全方位画像と GPS から得られる撮影位置情報を用いて、任意方向のステレオ画像を生成する手法を提案した。また実験から経路周辺の複数地点において両眼ステレオ画像を生成し、利用者に提示することにより自由な見回しと立体視が可能であることがわかった。

提案手法では、全方位動画像の撮影位置から物体までの仮定距離と実際の物体までの距離とのずれにより生成された両眼ステレオ画像に縦方向の歪みが生じた。そこで撮影位置が既知である全方位画像を取得した位置から物体までの距離をあらかじめ推定し、撮影環境に応じて仮定距離を変更して歪みを軽減することが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] S. Moezzi: "Special Issue on Immersive Telepresence," IEEE MultiMedia, Vol.4, No.1, pp. 17-56, 1997.
- [2] 山口, 山澤, 竹村, 横矢: "全方位動画像を用いた両眼ステレオ画像の実時間生成によるテレプレゼンス", 信学論(D-II), Vol. J84-D-II, No. 9, pp. 2048-2057, 2001.
- [3] S. Ono, K. Ogawara, M. Kagesawa, H. Kawasaki, M. Onuki, K. Honda, K. Ikeuchi: "Driving View Simulation Synthesizing Virtual Geometry and Real Images in an Experimental Mixed-Reality Traffic Space," Int. Sympto. on Mixed and Augmented Reality, pp. 214-215, 2005.

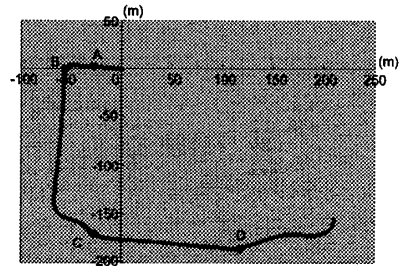
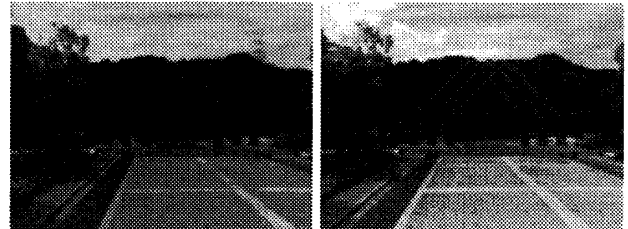
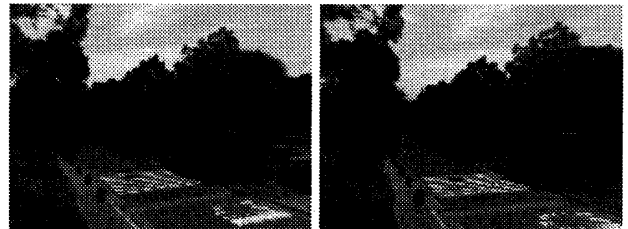


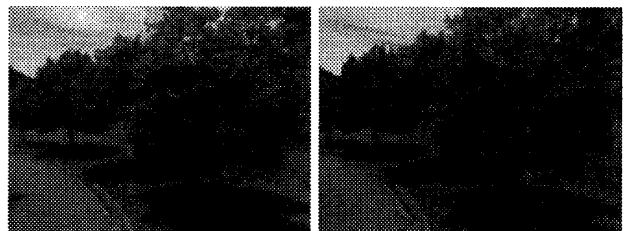
図 6: 撮影経路



(a) A 地点・進行方向の画像
使用した画像枚数 (左眼画像 1 枚, 右眼画像 1 枚)



(b) B 地点・進行方向に対して左に 60 度回転した画像
使用した画像枚数 (左眼画像 2 枚, 右眼画像 6 枚)



(c) C 地点・進行方向に対して左に 150 度回転した画像
使用した画像枚数 (左眼画像 9 枚, 右眼画像 7 枚)



(d) D 地点・進行方向に対して左に 45 度回転した画像
使用した画像枚数 (左眼画像 2 枚, 右眼画像 4 枚)
左眼画像 右眼画像

図 7: 生成されたステレオ画像

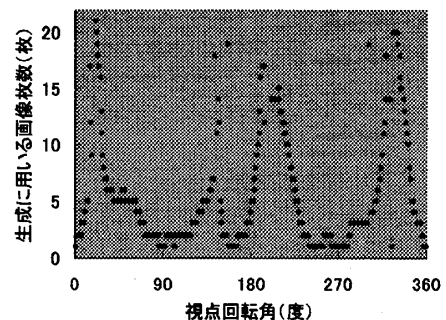


図 8: 視点方向と生成に必要な画像枚数の関係 (D 地点)