

再現画像の品質を考慮した3次元映像データ獲得の一検討

5K-6

植本尚子 堀口賞一 長井茂 杉村利明  
NTT ヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

近年、VR空間においてインタラクション可能なシステムを構築する研究が注目を集めている。従来、VR空間表現法としてはCGが代表的であったが、幾何情報獲得の難しさやリアリティの追求から実写画像に基づいた再現法(IBR:Image-Based Rendering) [1][2][3]の研究が盛んになってきた。

また景観といった広範囲な対象を扱う場合には、データ獲得の効率化とデータ量削減は不可欠である。IBRではデータ量と品質はトレードオフの関係にあるため、品質の向上には大量のデータを必要とするという課題があった。

本稿では、IBRの一手法である光線空間に幾何情報を組み込み、再現画像品質を維持したままデータ量を削減する手法[4]を提案し、更に同手法により景観という対象の再現画像品質と作業の容易性を考慮したデータ獲得法についても考案する。

2. 光線情報に幾何情報を組込んだ再現法の効果[4]

ある点から発する光線は拡散反射し、減衰しないとすると、異なる観測視点から同じ点を見た場合、得られる光線情報は同じとなる。

以上の定義を用い、光線情報に幾何情報を組込む効果について示す。ここでは、対象の幾何情報を基準面に反映させることで光線情報に幾何情報を組込むこととする。図1において、対象の形状・位置に近いほど基準面の幾何情報精度(基準面精度)が高いとするので、基準面1の方が精度が高い。仮想視点Vvから対象上のPの光線情報を読み出す場合、基準面2で読み出すP2よりも基準面1で読み出すP1の方が読み出したいPに近いことが分かる。このとき、基準面2上においてP1の光線情報を得るには、更に観測視点V2が必要となるため、基準面精度が高いほど観測視点数、つまり光線情報量を削減できる。

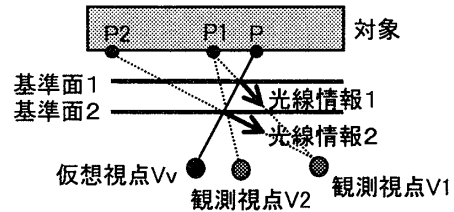


図1. 光線情報に幾何情報を組込む効果

以上より、基準面精度と光線情報量はトレードオフの関係にあることが分かった。次章で、屋外での撮影条件の設定法、及び、基準面精度と光線情報量の関係について述べる。

3. 基準面精度と光線情報量の関係

3-1. 理想値

景観の効率的なデータ獲得を考えた場合、移動体を使用して短時間で広範囲のデータを獲得することが望ましい。そこで、車載カメラを使用して撮影したビデオ画像を利用する場合の基準面精度と光線情報量との関係を求める。観測視点は一直線上を水平方向に移動するものとして、縦方向の視差は考慮しない。

撮影条件は図2となる。ここで、bは対象と基準面との距離で基準面精度を表し、dは観測視点間の距離で光線情報量に関連し、Lは対象から観測視点までの距離、fは焦点距離、Δは正解とのずれとする。また、基準面、画像面、観測視点移動軌跡線は、Lがb、d、f、に対して十分に大きいとして平行であると見なす。

観測視点1、2の間にある仮想視点Vvから対象上のAの光線情報を読み出す場合、基準面上のCからは観測視点1からの異なる位置の光線情報が読み出され、Aの光線情報は基準面上のBから読み出される。つまり、画像面上のEに書き込まれるべきAの光線情報は、再現画像上ではDに書き込まれ、正解からΔのずれが生じることになる。

以上の撮影条件において次の関係が成り立つ。

$$\Delta = (d * f * |b|) / [2 * L * (L - b)] \quad [式 1]$$

ここで、画像品質を表すΔを一定とした場合のbとdの関係から、式1は基準面精度と光線情報量はトレードオフの関係にあることを表している。

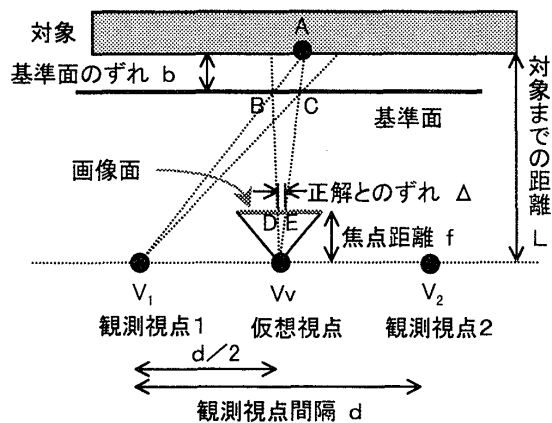


図2. 撮影条件

3-2.理想値と実測値の比較

観測視点間隔固定で基準面精度を7段階設定し、対象上の4つの特徴点の正解とのずれΔを求めたグラフが図3である。また、基準面精度固定で観測視点間隔を5段階設定し、同様に4つの特徴点のΔを求めたグラフが図4である。両図における実線は式1より求めた理想値である。

両図とも実測値は理想値に即していることが分かる。ここで実測値と理想値とのずれは、屋外撮影という条件での誤差と考えられる。

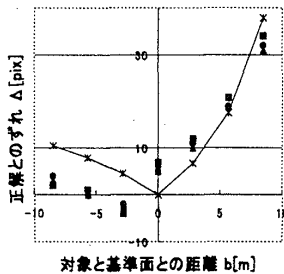


図3. 基準面精度評価グラフ

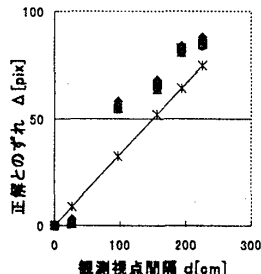


図4. 観測視点間隔評価グラフ

3-3.基準面精度と観測視点間隔の設定法

屋外撮影の誤差は含まれるものの、実測値に対して式1の関係が成り立つことが確認できた。そこで、式1に基づき各変数の設定を考える。例えば、車載カメラを使用する場合、時速43kmで走行すると  $d=0.398m$ 、 $L=10m$ 、撮影範囲を考慮し  $f=7.5mm$  と設定すると、 $b=\pm 1m$  ならば  $\Delta \approx 1pix$  と求まる。従って、対象の凹凸が  $\pm 1m$  以内であれば再現画像におけるずれは殆ど生じない。

3-4. 実験と結果

今回、車載カメラで前述の条件で撮影した画像を用い  $d=0.796m$  とし、精度の異なる基準面を用いて再現した画像と正解画像との比較を行った。

基準面精度 高  
; 基準面をひさしの付け根から0mに設定



基準面精度 低  
; 基準面をひさしの付け根から手前3mに設定

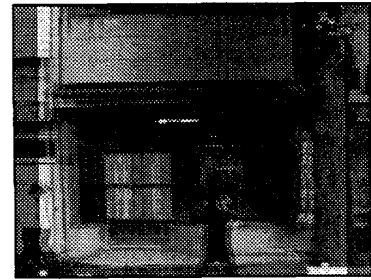


図5. 再現画像と正解画像の重ね合わせ

図5は再現画像と正解画像を重ね合わせたものである。基準面精度が高い方が正解とのずれが明らかに少ないことが分かる。

4. おわりに

本稿では、光線情報に幾何情報を組み込むことで、再現画像品質を維持したままデータ量を削減する手法について提案した。また、その手法に基づいた景観を対象とした場合の効率的なデータ獲得法を考案し、実際に景観を撮影したビデオデータから、仮想視点における画像を再現し効果を確認した。

しかし、本稿では基準面をカメラから一定距離だけ離れた所に一平面として設定したため、建物内の凹凸が1m以上あるような部分でずれが生じている。

また、対象に接近する場合は条件が変化し、Δに対するb、dの設定値を変更する必要がある。

今後は、対象の凹凸を考慮した基準面を設定することで、更に再現画像品質向上、データ量削減を図りたい。

謝辞

本研究を進めるにあたって、数々のご助言、ご尽力を頂いた中野部長、並びに、グループ員の方々に感謝致します。

参考文献

[1] 苗村, 柳沢, 金子, 原島, "光線情報による3次元実空間の効率的記述へ向けた光線空間射影法," IE95-119(1996-02)  
 [2] S.J.Gortler, R.Grzeszczuk, R.Szeliski, M.F.Cohen, "The Lumigraph," Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996  
 [3] 澤他, "パノラマ画像からの任意視点画像の生成,"グラフィックスとCAD 86-9, 1997  
 [4] 植本, "光線情報に幾何情報を組込んだ映像再現技術の研究," 情報処理学会第56回全国大会 PP.2-189, 1998