

# ウォークスルー自由視点映像の高能率伝送を可能とする データフォーマット方式

## Data Format to Realize High Efficiency Transmission of Free Viewpoint Video for Walk-through Experience

石川 彰夫†  
Akio Ishikawa

三功 浩嗣†  
Hiroshi Sankoh

菅野 勝†  
Masaru Sugano

内藤 整†  
Sei Naito

### 1. まえがき

近年、ユーザがインタラクティブに視点を操作できる、自由視点映像技術が注目されている。筆者らは、複数の被写体を囲んで撮影した多視点映像から自由視点映像を生成する技術を研究してきた。特に、被写体の間を通り抜けるウォークスルー体験を実現する技術を提案した[1]。

本稿は、多数のユーザにウォークスルー映像を配信するアプリケーションを想定している。そのためには、多数のユーザによる視点要求に応じて必要なデータを効率的に伝送する手法を確立する必要がある。そこで、オフラインで生成したテクスチャデータとモデルデータをサーバに格納しておき、ユーザの視点要求に応じてこれらのデータを伝送し、クライアントでマルチテクスチャリング[2]により自由視点画像を生成/表示する、サーバクライアント型の伝送システム構成を検討している。

筆者らは、伝送データ量を削減するため、ウォークスルー映像の生成に必要な最低限のデータを伝送する方法を検討した。その結果、テクスチャデータとして平行な光線の情報を記録した画像（以下、正射影画像）をサーバに格納しておき、ユーザの要求視点に応じて、被写体1個あたり正射影画像2枚と奥行きマップを伝送する手法を確立した[3]。しかし、この手法は伝送データ量の削減を目的としているため、生成される画像の画質を考慮していない。そのため、正射影画像の最適な組み合わせを実現できておらず、画質が劣化する可能性があった。

そこで、必要な最低限のデータを伝送するという前提条件を変えずに、生成画像を高画質化するため、伝送すべき最適な正射影画像を選択する手法を提案する。

### 2. 従来手法とその問題点

従来手法[3]は、まず、視点位置から被写体へ接線を引く(図1)。ある正射影画像に記録された光線の向きが接線に平行であれば、必要なテクスチャデータがオクルージョンとならずに正射影画像に含まれていることになる。そこで、視点位置から被写体の各正射影画像に垂線を下し、その向きが接線と近い正射影画像を選択すればよい。

しかし、この手法では、視点の位置が被写体に近い場合に、視線ベクトル(被写体上の各点から視点までのベクトル)と接線のなす角度が大きくなり、視線と向きが大きく異なる正射影画像が選択されてしまう。もともと奥行きマップには誤差が存在するが、視線と正射影画像の向きが十分に近ければ、奥行き値に誤差があってもレンダリングで同じ画素が描画されるため、生成された画像に誤差の影響は現れない。しかし、視線と正射影画像の向きが大きく異なると、奥行き値の誤差によりレンダ

リングで誤った画素が描画されてしまう課題が生じる。

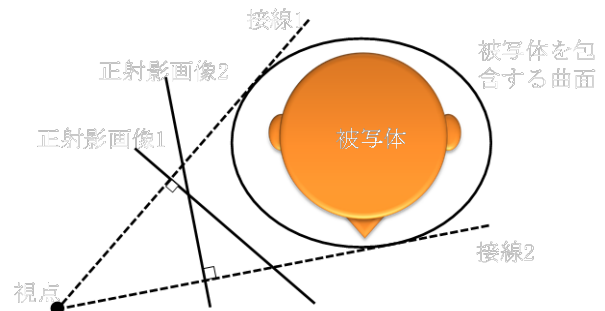


図1 接線に垂直な正射影画像

### 3. 提案手法

従来手法の課題の原因は、オクルージョンの発生を確実に避けるために、生成画像の画質の点では必ずしも最適ではない正射影画像を選択してしまうことにあった。これは、全ての正射影画像について、オクルージョンとなる可能性のある領域があらかじめ分かっているならば解決可能である。本稿では、従来手法でも用いている正射影画像と奥行きマップに加え、オクルージョン領域を判定するために法線マップ(図2)と隠蔽マップ(図3)の2種類のマップを合成しておく。

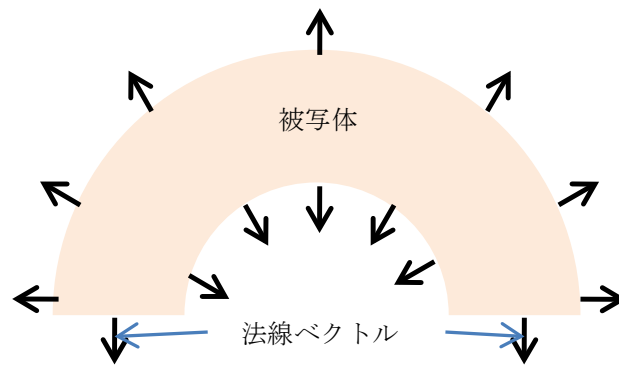


図2 法線マップ

法線マップは、被写体表面上の各点における法線の向きの情報を記録している(図2)。視線ベクトルと法線の内積を求めることで、その点が陰面であるか否かを判定できる。具体的には、その点は、内積が非負であれば見えている可能性があり、内積が負であれば陰面なので描画する必要が無いと判定できる。

隠蔽マップは、被写体上の各点を頂点とする直円錐の軸の向きと頂角の情報を記録する(図3)。この直円錐は、その頂点がオクルージョンとならずに外部から見える範

† (株) KDDI 研究所, KDDI R&D Laboratories Inc.

囲を近似する。視線ベクトルが直円錐の内外どちらにあるか調べることで、その点がオクルージョンか否かを判定できる。具体的には、その点の視線ベクトルと直円錐の軸ベクトルの内積を求め、その値が直円錐の軸と母線とのなす角の余弦より大きければ見えており、小さければオクルージョンとみなし描画する必要が無いと判定できる。サーバでは、法線マップと隠蔽マップを参照して、全ての画素がオクルージョンとなっていない正射影画像を求め、その中から視線ベクトルとなす角が最小の正射影画像を選択する。

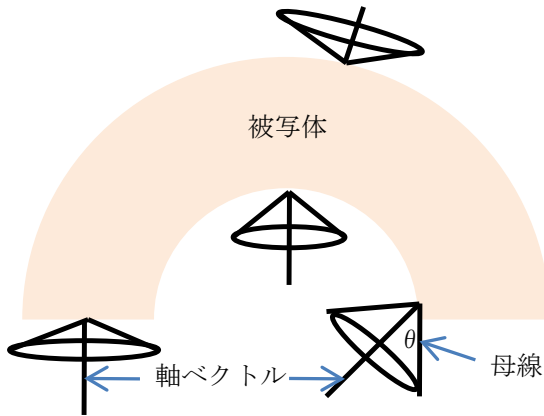


図3 隠蔽マップ

#### 4. 実験結果

自由視点伝送の性能評価を目的として、正射影画像の選択のシミュレーション実験を行った。撮影には、31台のHDTVカメラ（映像フォーマット：720p/59.94Hz、焦点距離：画素数に換算した値で約970pixel）を用いた。30台は、床上約115cmの同一水平面上において、この水平面上の1点からの距離が206cm～322cmの位置に配置されたカメラ群である。もう1台は、床上約304cmの位置から、下方を向いたカメラである。従来手法と提案手法の各々で、ほぼ同等のデータ量を伝送して生成される自由視点画像の画質を比較する。図4に、合計で約70KBのテクスチャデータ（フォーマット：JPEG）を用いて生成した自由視点画像の例を示す。

従来手法と提案手法とでは、手前の人物の脇の下や奥の人物のグローブの下に違いが存在する（図5）。従来手法では、本来は被写体の表面である筈の領域に、背景の色が現れて被写体に穴が空いているように見えている。それに対し、提案手法では、背景の色が混合してしまっているものの、被写体の表面の色が現れており、その領域も小さいので、穴が空いているようには見えない。従来手法で誤った色が現れる理由は、奥行きマップの誤差の影響が現れたためと考えられる。奥行きマップは共通であるが、従来手法では選択した正射影画像の向きと視線ベクトルとのなす角が大きいため、奥行きマップの誤差の影響をより大きく受けているためと考えられる。一方、提案手法では、正射影画像の向きと視線ベクトルとのなす角が小さく、ほぼ同一方向の光線情報を使っているため、奥行き方向の誤差の影響が表れにくいためと考えられる。

#### 5. むすび

本稿では、自由視点映像配信を目的とし、ユーザの選択視点に応じて伝送すべきテクスチャデータを適応的に選択する手法を提案した。提案手法では、サーバ側に、正射影画像と奥行きマップに加えて、法線マップと隠蔽マップを用意する。そして、法線マップと隠蔽マップを参照することで、視点が被写体の近くであっても、生成される自由視点画像の画質が劣化しないよう、正射影画像を選択することが可能となった。

実験の結果、従来手法と比較して、提案手法では伝送データ量を増加させることなく、生成画像の画質が改善していることが確認された。



従来手法



提案手法

図4 実験結果



従来手法

提案手法

従来手法

提案手法

図5 拡大図

#### 参考文献

- [1] 石川彰夫, メヒルダド・パナヒブル・テヘラニ, 内藤整, 酒澤茂之, 小池淳, "ワークスルーを実現するための自由視点映像合成方式", 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J92-D, No.6, pp.854-867, Jun.2009.
- [2] K. Muller, A. Smolic, M. Droege, P. Voigt and T. Wiegand, "Multi-Texture Modeling of 3D Traffic Scenes", ICME 2003, IEEE International Conference on Multimedia & Expo, Vol.1, pp.657-660, July 2003.
- [3] Akio Ishikawa, Hiroshi Sankoh, Sei Naito and Shigeyuki Sakazawa, "Efficient Free Viewpoint Video-On-Demand Scheme Realizing Walk-Through Experience," Proc. International Picture Coding Symposium 2010, pp.174-177, December. 2010.