

3次元点群と画像情報の統合による保津川のCGモデル化

1 研究背景

現在「プロジェクト保津川」が立ち上がっており、主に環境保全や、それを通じての地域との交流、そして保津川筏を復活させる活動が行われている。保津川は京都府亀岡市保津町請田から京都市右京区嵐山までの流域を流れる桂川の呼称である。保津川筏は、保津川で645年から行われ始めたといわれ、単なる材木輸送だけではなく、物資の輸送という面でも重要性が高く、材木や商品の運搬によって京都の町や人々の暮らしを支えていた。近世末期には、商品経済の発達に伴って輸送も飛躍的に増加し、最盛期には毎年60万本もの材木が京都に送られるようになり、筏の中継所として栄えた流域の村々は、現在の丹波の基礎を形づくった^[1]。また、現在の保津川下りは元々、1606年の保津峡に船の水路が開削されてから始まった船運で、その船運技術は現在にも受け継がれている。かつて船を人力で縄を使って曳き上げるために人が通るための綱道があり、綱道の岩々には数多くの曳船の痕跡、縄の溝が存在している。丸太を川底に配置することで川底の岩から船底を守るドウギと呼ばれるものや、石組みを川に造ることで水流を制御する水寄せと呼ばれるものもある。これら構造物の中には当時の姿を残すものもあり、歴史的に貴重なものがある^[2]。保津川にはこういった歴史的背景、歴史的景観だけでなく、変化に富んだ四季折々の景観もある。保津川の世界遺産登録を目指す動きもあり、今回の研究を経て保津川がデジタルアーカイブ化する事が望まれている。本研究では自然物を含む風景を対象としてCGモデル化し、デジタルアーカイブにする手法を提案する。

2 関連研究

レーザスキャナによる3次元計測による文化財のデジタルアーカイブ化としては、エジプトのセントカウエス女王墓^[3]や、カンボジアのバイヨン寺院等^[4]を対象としたプロジェクトがある。膨大な計測点群からの表面形状生成や、色情報との統合技術を創出しながら、CG生成に貢献している。本研究では、特に自然景観を対象とした場合のCGモデル化を目的とする。

3 提案手法

3.1 3次元点群と画像情報の統合

3Dレーザスキャナから得られる3次元点群は広範

囲の情報が得られ、屋外のCGモデル化に有効である。先行研究の多くが構造物を対象としており、静的な状態で表面の反射特性もレーザスキャナに比較的向いている。一方、本研究で扱う自然物では、木々などの細かで動き易い対象や川面のようにレーザを反射し、観測し難い部分を多く含む。本研究では、レーザスキャナによる詳細な3次元計測点群を生かし、点群データの欠損部分に対しては、欠損領域用のポリゴンを生成し、画像の色情報を利用した補完を試みる。また、遠景については、既存の地形データや航空写真との統合により、周辺環境や大域的な地形データに対して詳細な3次元モデルを配置して埋め込むことも可能となる。

3.2 3次元点群

本研究で扱う3次元点群は、3Dレーザスキャナを用いて複数地点で取得し統合したもので、不必要なノイズを削除したのち、整列されていない、3次元座標の集合として出力される。その際含まれる情報は各点のXYZ座標及び色を表すRGB値の6項目である。

3.3 3次元点群の取得における問題点

3Dレーザスキャナの原理や構造上の理由から、次のようにいくつかの問題点が存在する。

- 水やガラス等のレーザが拡散、透過、反射してしまう物質の形状情報は正確に得られない。
- レーザは3Dレーザスキャナを設置した位置から垂直(Z)軸回りに360度回転するため、遮蔽物の裏側の情報が得られない。
- RGB値は3Dレーザスキャナとリンクしているデジタルカメラから得ているため天候に左右される

これらの点に関して本研究では、次のように対応する。

- 水面などの欠損部分と計測領域の境界付近の点をつないで閉領域を構成しポリゴンを生成し、デジタル写真の色情報をテクスチャとしてマッピングする。境界の細かな起伏は、色情報を部分的に透明化したアルファチャンネルにより対応する。
- デジタルカメラによる撮影を絞り値やシャッタースピードを変更して複数回行い、良い状態の画像データを選別する。
- 木々の表面は粗密のばらつきが大きく、山肌の形状は点群で表現し難いので、大域的な地形データ

の上に、点群を重畳する。

4 実験

4.1 実験手順

以下に示す手順により、提案手法を実施した。

- 3D レーザスキャナで計測対象の 3 次元点群情報取得する。点群処理ソフト(RiSCAN PRO)で、ノイズや不明瞭な情報を手動で削除したのち、txt 形式で 3 次元点群データを出力する。
- 水面の境界点を選択し、ドロネー網の生成により三角メッシュによる形状モデリングを施す。
- 多角形状モデルの各頂点に対応する画像座標を、デジタルカメラ画像から求め、テクスチャ座標を得る。画像には予め RGB に透明度を加えた 4 チャンネルのフォーマットを用意し、水面以外を透明マスクに設定する。
- OpenGL で 3 次元点群データ、多角形状モデルを表示。その際多角形状モデルには、先ほど得た画像座標を元にテクスチャマッピングを施す。

4.2 実験結果



図 1. 3次元点群データ

3D レーザスキャナで取得した保津川の 3 次元点群の統合、ノイズを削除し、これを出力する。また RiSCAN PRO で表示した結果を図 1 に示す。次に、3 次元点群情報の欠損部分に対して、水面の境界点から多角形状モデルの頂点を作成し、頂点の 3 次元点群座標を出力する。RiSCAN PRO で頂点を線で結んだ結果を図 2、図 3 に示す。また、多角形状モデルの各頂点に対応する画像座標を、デジタルカメラ画像から求める。各三角メッシュに相当する部分をデジタルカメラ画像に表した画像を図 4、図 5 で示す。最後に、これらすべてのデータを統合し、OpenGL で描画する。また、その結果を図 6 に示す。

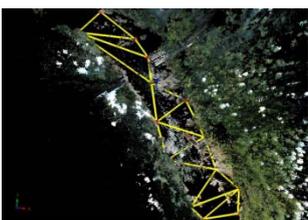


図 2. 3次元点群データと、頂点と線分

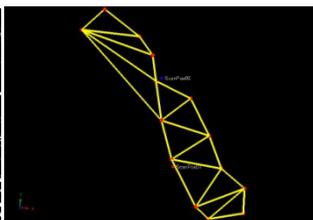


図 3. 頂点と線分のみ

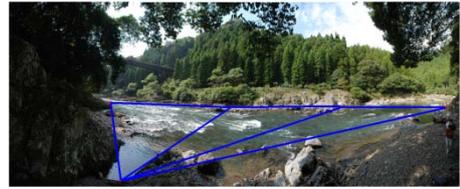


図 4. 多角形状モデルと画像の対応付け①

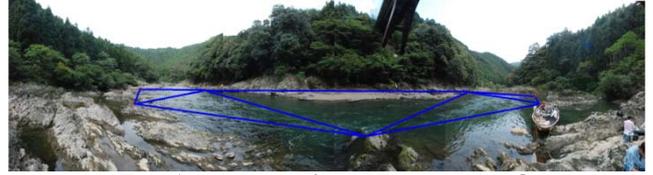


図 5. 多角形状モデルと画像の対応付け②

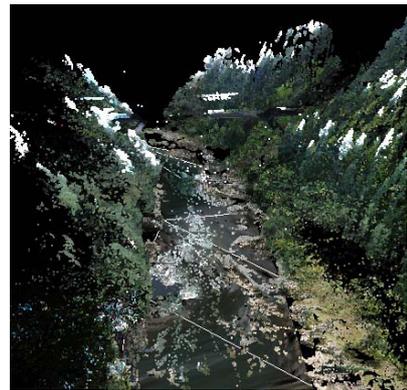


図 6. OpenGL での統合、描画結果

5 おわりに

本研究では、3D レーザスキャナから得た 3 次元点群データを元に、保津川の CG モデル化を行った。3 次元点群から、その欠損部分の輪郭を形成し、画像情報から保管することで、相補的なモデル化を提案した。カメラの画像が比較的低い位置から撮られたため、各三角メッシュ部分に大きく引き伸ばされた画像が貼り付けられる結果となった。今後、様々な角度からの画像を統合してより自然な外観を得ることと、画像と点群との対応付けを容易にするアルゴリズムを開発することが今後の課題である。

参考文献

- [1] “特定非営利活動法人 プロジェクト保津川 Save Hozu-River Project Official Website”, <http://hozugawa.org/project/index.html>
- [2] 保津川の世界遺産をめざす会, “保津川下りの今昔物語 – 綱道に残る船頭の記憶-”, pp.2-31, 6月 2009 年
- [3] 重富明佳, 吉川晃雄, “3次元点群データからの表面形状モデリング”, 2009 年
- [4] 東京大学 生産技術研究所 池内研究室, “Bayon Digital Archival Project”, <http://www.cvl.iis.u-tokyo.ac.jp/research/bayon>