I-017

携帯電話で撮影された顔写真からの 3D モデル生成システム

3D Model Construction from Facial Pictures Taken by a Cellular Phone

金崎 良太 †　　高井 昌彰 ‡
Ryota Kanasaki　　Yoshiaki Takai

1．まえがき

今日，3D モデルは様々な用途に利用されている．従来，3D モデルの利用形態としてはコンテンツの提供側が作成した 3D モデルをユーザが利用する形が一般的であった．しかし，近年ではオンラインコミュニティなどにおいてユーザ自らが 3D モデルを作成し，コンテンツ内で利用する新しい利用形態も登場している．また，オンラインコミュニティの活発化は PC におけるネットワーク上だけでなく携帯電話におけるネットワーク上においても起きている．携帯電話の場所を選ばず気軽に利用できる特徴のために，今後携帯電話におけるネットワーク上でのコミュニティは更に活発化し，携帯上での 3D モデル作成の需要が高まると考えられる．

本稿ではアバター等において利用されることの多い人の顔の 3D モデルを携帯電話で撮影された顔写真から自動で生成するシステムについて述べる．

2．関連研究

これまで 3D 顔モデルの作成に関する様々な研究・手法が考案されている．ひとつの方法として 3D レーザスキャナを用いて顔の 3 次元幾何データを正確に取得し，モデルを構築する方法がある．しかし，3D レーザスキャナは高価な装置であり，一般的なユーザが気軽に使えるものではない．また，位置を固定した高解像度のカメラを用いて複数の顔写真を撮影し，3D モデルを構築する方法[1]やユーザに特徴点を指定してもらうことにより，顔の 3D 幾何データを取得する方法等も提案されている[2].

これらの手法では撮影環境の制約やユーザに対する労力の要求があるために，ユーザが気軽にモデルを作成することには適していない．本研究では高価な装置は使用せず携帯電話のみを用いて，ユーザに負担をかけずに，簡単に 3D 顔モデルを構築することを目的とする．

3. 携帯電話における 3D 描画

携帯電話の進化は著しく，3DCG 描画エンジンを搭載した機種が増えている．現在，国内の携帯電話における 3DCG 描画エンジンは，MascotCapsule[3]がデファクトスタンダードとなっている．

PC 上において作成された 3DCG を MascotCapsule を用いて携帯電話上に描画するための手順は以下のようになる．まず，各 3D ソフトウェアで作成したモデルデータ間の差異をなくすために中間ファイルへと変換する．次にその中間ファイルを各携帯電話のオペレータ，メーカに依存したファイルへと変換する．この変換ツールは MascotCapsule の開発元である株式会社エイチアイが提供しているが，GUI のために手動で変換を行わなければならない．

本研究では，全ての処理を自動で行うという性質上，サーバ上で生成した 3D モデルをレンダリングした画像を携帯電話上に送信するアプローチをとる．

† 北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

‡北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

4．システム概要

本システムは，3D モデルを作成するサーバシステムと入力画像の送信・出力結果の描画を行うクライアントシステムから構成される．入力画像には携帯電話に付属しているカメラで撮影した正面と横の 2 枚の顔写真を用いる．これらの顔写真をテクスチャとして，テンプレートモデルに対し投影マッピングを行うことでモデルを生成する．マッピングの際のテンプレートモデルとの位置・大きさの対応については，入力画像から顔の特徴点を抽出することで行う．モデル生成後は，ユーザが指定した視点でのモデルをレンダリングし，その画像をクライアントに送信する．クライアントから視点の変更要求があった場合，その視点に切り替えた画像を送信することで視点の変更を可能とする． Fig.1 にシステムの概要図を示す.

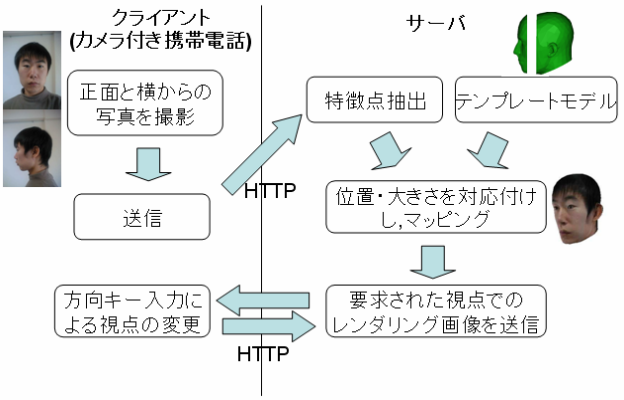

Fig.1 システムの概要図

5. システムの詳細

5.1　画像の撮影

撮影は携帯電話に付属したカメラを用いて行う．ユーザは正面からの画像と左横からの画像の 2 枚を撮影する．特徴点抽出の精度を上げるために背景は白色の壁となるよう制約を設けた．一方，撮影角度や撮影距離は厳密に固定せず，ユーザが気軽に撮影できる条件とした．撮影した画像は HTTP プロトコルによりサーバの CGI へと送信される．

5.2 テンプレートモデル

テンプレートモデルは顔の目・鼻・口などの各器官を含む正面部分と側頭部から後頭部までの側面部分の 2 つに分断されたポリゴンモデルを用いる．ポリゴン数は正面部分が 544，側面部分が 767 である．マッピングの際には正面部分，側面部分のテンプレートモデルに対して正面から撮影した画像，左横から撮影した画像をそれぞれマッピングする．

5.3 特徴点抽出とマッピング

入力画像のマッピングを行う際にテンプレートモデルに対して画像の位置・大きさを合わせる必要がある．そのために特徴点の抽出を行う(Fig.2)．正面部分に対しては鼻の先端を，側面部分に対しては耳の上端をそれぞれ位置に関する基点とする．大きさについては顔の上端と顎の特徴点から顔の縦の大きさを求め，テンプレートモデルに合うよう拡大・縮小を行う．以上の補正を行った後，正面部分，側面部分それぞれに対し投影マッピングを行うことで 3D モデルの完成とする．

Fig.2 撮影画像と抽出した特徴点

5.4 モデルのレンダリングと送信

サーバでは GPU を使用することができないため，オフスクリーン・レンダリングにより，GPU を介さずメモリへレンダリングデータを格納する．格納したデータは JPG 画像へ変換し，HTTP プロトコルによりクライアントに送信する．その後，システムは生成したレンダリングデータを保持したままクライアントからの視点変更要求があるまで待機する．

5.5 視点の変更

クライアントの携帯電話上でユーザが方向キーを入力すると，方向キーに対応した視点の角度変更情報がサーバの CGI へと送信される．CGI は受け取った情報に従って視点位置を変更し，3D モデルをレンダリングした結果画像をクライアントへと送信する．

6. 実行結果

サーバとしては，Linux，Pentium4 1.6GHz，メモリが 512MB の PC を用いている．顔生成部は C++/OpenGL，クライアントとの通信部は Ruby 言語を用いた CGI によって実装した．また，クライアントのプラットフォームは NTTDoCoMo の携帯電話を想定しており，Doja[4]を用いて実装を行った．使用した入力画像の解像度は 320×240 である．

Fig.3 に実行結果を示す．実行結果から携帯電話上での解像度の低い画面において満足できる結果が得られていることがわかる．処理時間はモデルの生成に約 1.95 秒，視点変更による再描画は 1 秒以内で完了し，リアルタイムでの実行が可能である．また，送信される結果画像の大きさは約 2kByte であり，通信量の点で負担とはならないといえる．

Fig.3 実行結果

7. まとめと今後の課題

本稿では携帯電話で撮影された顔写真から 3D モデルを自動で生成するシステムについて述べた．本システムにより，ユーザは携帯電話に付属したカメラを用いて気軽に顔の 3D モデルを作成することができ，オンラインコミュニティなどにおける 3D モデル利用の更なる活発化が期待できる．今後は，顔画像に合わせたテンプレートモデルの微調整やテクスチャの色補正が課題として挙げられる．

参考文献

[1] D. Ivanov, V. Lempitsky, A. Selivanov, and Y. Kuzmin, “Highquality head model calibration pipeline,” in Proc. International Conference on Computer Graphics and Vision (GraphiCon ’02), Nizhny Novgorod, Russia, September 2002.
[2] F. Pighin, J. Hecker, D. Lischinski, R. Szeliski, and D.Salesin, “Synthesizing realistic facial expressions from photographs,” in Proc. International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH ’98), pp. 75–84, Orlando, Fla, USA, July 1998.
[3]MascotCapsule. 株式会社エイチアイ, http://www.hicorp.co.jp/
[4]Doja. NTTDoCoMo , http://www.nttdocomo.co.jp/service/imode/make/content/iappli/index.html