

医学生教育用 3DCG モデルの手術シミュレーション手法

董 澤陽 佐藤 礼華
大阪電気通信大学 総合情報学

要 旨 医学生教育用 3DCG モデルの手術シミュレーション手法では、内視鏡による実際の手術ビデオの撮影位置と範囲の制限で分かりにくい部分を明確し、遮蔽している部分も見えるように設定することによって、手術プロセスの進行状況、臓器の位置関係、操作している内容について確認しやすいことになる。医学生に対して手術の内容と操作方法を理解しやすく、学習効率が高めることが期待できる。

キーワード 3DCG、臓器モデル、手術シミュレーション

1. はじめに

医療分野での 3DCG 技術の応用が注目されている。医療分野の 3DCG の応用は、主に医療機器の使い方、医療行為のプロセスの解説、医療教育用のモデルなどがある。人体の 3DCG モデルの応用は、医学生にとってわかりやすく、手術シミュレーションのプロセスと操作方法などを視覚的に認識できるなど様々な応用方法が実践されている。本研究では Autodesk Maya グラフィックスソフトウェアを用いて人体の詳細部位を 3DCG モデルの作成により、手術プロセス内のキーポイントの部分を強調できるように表現する手法を考える。

2. 臓器のモデリング

手術シミュレーション用の臓器モデルは、形状の表現が必要であり、位置関係の明確のため、実際の臓器回りの脂肪や血管などを極力簡素化する必要がある。実際の手術映像では、鉗子やメスなどの操作が確認できるが、臓器の形状や手術の位置がわかりにくい(図 1)。3DCG モデルの表現では、臓器周りのノイズを除去された形状を表現し、シンプル化したテクスチャマップを使用する。そして、手術操作に重要な影響がある筋膜、操作に関係のある血管などを残る。

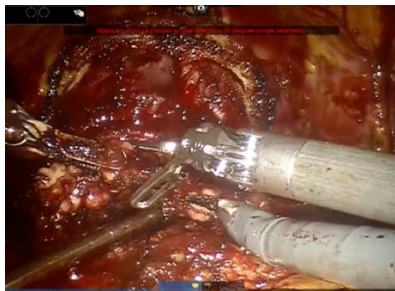


図 1 実際の手術映像

3DCG モデルの表現は、前後関係の明示なども調整できる。例えば、筋膜、血管など表面にあるものが背後の臓器を遮蔽した場合、不透明度メソッドを使用して不透明度を上げることができる。これにより、隠れた臓器と筋膜や血管の両方が見えるようになる(図 2)。

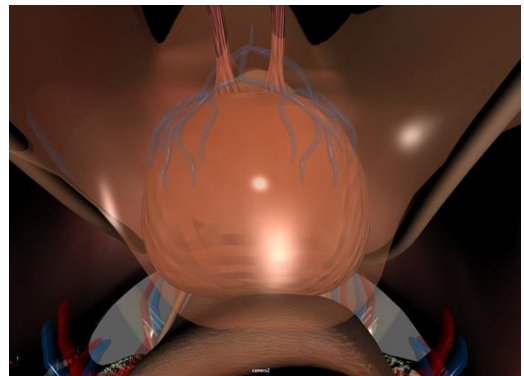


図 2 3DCG モデルの表現

3. 3DCG モデルによる手術プロセスの表現

手術は、3DCG 動画全体の連続性を維持するために、実際の手術プロセスに従って簡素化される。

実際の手術は一般的に数時間もかかる映像が撮影されるが、医療教育のため、その中に重要な部分を抽出し、3DCG モデルによって動画が作成される。どの部分がどのように表現することについて、医療関係の専門家の意見を聞きながら作成する。その中、簡素化される部分と詳細に表現する部分があり、キーフレームの数は簡素化部分と詳細化部分の調整が必要である。そのため、図 3 のように、多くの変化があるキーフレーム(詳細化の部分)と直線的に流れるキーフレーム(簡素化の部分)を配列し、各セグメント

のリズムの制御によって動画の流れをわかりやすく表現する（図4）。

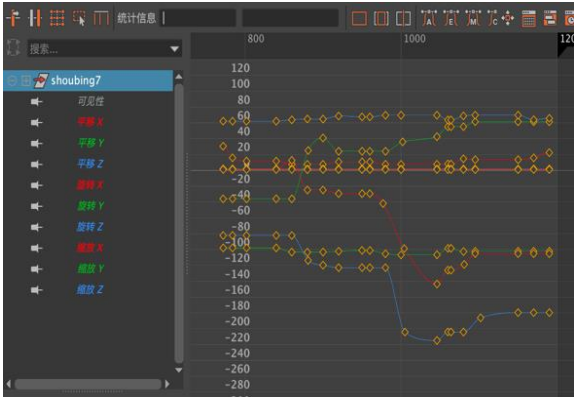


図3 キーフレームの配列

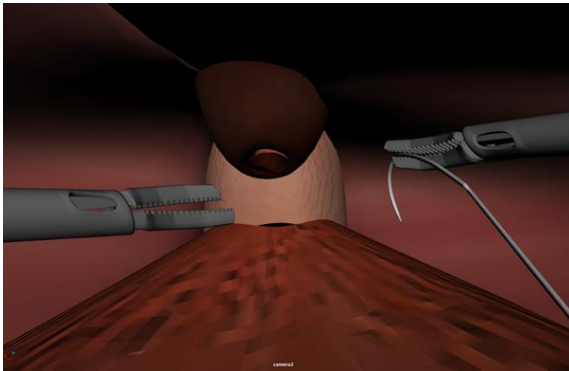


図4 動きの表現

4. カメラの視点

3DCG モデルによって構成される手術のシーンは、視点視角の調整は自由になり、実際の手術と同じように表現もでき、さらに全体把握できるような視角を設定することも可能である。例えば、鉗子やメスの進行方向を理解するために、実際の手術操作方向と一致して表現し、その後ズームアウトしたり、別方向の視点に変更したり、周辺の臓器も視野に入るように連続的表現する方法は、進行方向の認識や現在位置の把握などにわかりやすい（図5）。



図5 視点調整の表現

3DCG モデルによる視点の調整は、実際の手術時の視点と範囲広げる視点を表現するため、設定するレンズの使い分けが可能である。映り方によって周辺臓器も含まれるような表現や詳細表現のためのズームアップの表現が自由に調整できる。

5. 3DCG モデルの応用

3DCG モデルによって動画作成では、表現したい内容について事前に視点視角の設定を行い、連続的に表現する。その場合、視聴者の調整ができないが、VR やメタバースの空間に配置することで、視聴者も任意で視点調整が可能である。例えば、手術室のVR やメタバースの空間内に様々な位置から手術している空間を認識し、行っている手術の動画を参考する。

実際の手術映像の内容確認するため、動画で映像と重ねた3DCGモデルを応用することもできる。その場合は、実際の手術映像をセグメント化し、3DCGモデルを重ねて、文字の説明なども追加できる（図6）。



図5手術ビデオと3Dモデル

動画の重ねた表現のほか、動画上や仮想空間の手術室内のある場所にマーカーを内蔵し、AR技術の応用によってポータブルデバイス上に3DCGモデルを立体的に浮かぶこともできる。あるいは、ヘッドマウントディスプレイを用いてMR技術を応用する現実世界（手術室空間など）と仮想世界に表現する手術を体験することも考えられる。

参考文献

- [1] 佐藤礼華,"3DCG/VRを用いた手術学習支援システム",国際ICT利用研究会研究論文誌第2巻第1号,2021,18-22
- [2] 佐藤礼華,戦揚,"3DCG動画及びVRの活用による手術学習支援システムの構築",国際ICT利用研究会第9回研究会講演論文集,2021