

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

佐藤 礼華[†] 戦 揚

[†]大阪電気通信大学 総合情報学部

キーワード：3DCG 動画，VR，手術学習

1 研究背景と目的

1.1 背景

医学生教育の一環として、手術室での手術に関する学習が必須であり、その中内視鏡外科手術も含まれている。例えば、泌尿器外科で行う前立腺全摘出手術の場合、「ロボット支援下腹腔鏡手術」で行うことも学習の内容になっている。

3DCG/VR 技術の発展に従い、医療教育での活用も注目されている。治療・手術支援への活用で 3DCG によるリアルな人体及び体内の器官/組織などの構成を表現することも可能になり、様々な視点視角の動的な表現も利用される^[1]。

1.2 目的

前立腺全摘出手術を事例として医学生の手術学習の現状について調査・分析を行い、様々な問題を発見した。主に手術室での手術見学の場、見学環境の不慣れ、手術中内容確認の難点、長時間手術見学の集中力の閑散などの問題を明らかにした。これらの問題解決手法として、3DCG 動画及び VR の活用による手術学習支援システムを構築する。そして、システムの活用によって、医療現場の先端的な手術方法やその特徴などについてさらに理解しやすいよう、手術学習を効率的になることが目指す^[2]。

2 3DCG/VR 技術の応用

2.1 3DCG モデル

手術学習システムに導入する 3DCG モデルは、主に手術室内の環境を表現する手術室空間、様々な医療器具、患者とする人体、体内の関連臓器などである。

2.1.1 手術室/医療器具モデル

手術室や医療器具モデルの作成では、実際の手

術室現場の実物（図 1）に参考して作成した（図 2）。



図 1 手術室の現況

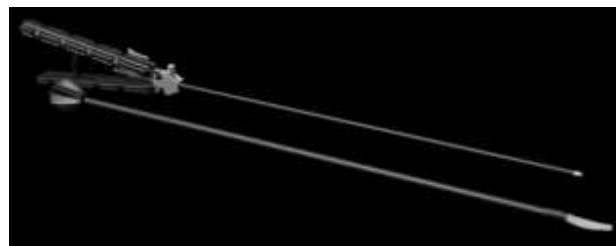


図 2 手術室と医療器具の 3DCG モデル

2.1.2 人体/臓器モデル

3DCG の人体モデルでは、CT 画像から 3DCG モデルを生成修正したもの（図 3）はより精確なモデルである。そして、模型のような説明しやすいため、形や色で強調する内容を示すモデル（図 4）もある。手術のシミュレーションの内容によって使い分けになる。

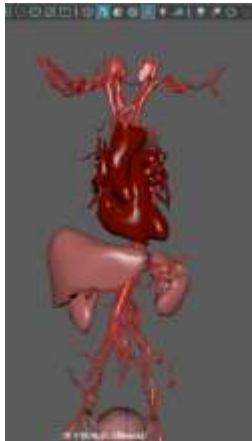


図3 CT画像によって生成した臓器モデル



図4 模型状のモデル

2.2 3DCG 動画表現

3DCG動画では、作成された3DCGモデルを、仮想空間中に立体的に動き回ることによって、わかりやすい視点・視角の動的な見方を設定できる。そのため、手術の手技を見やすいような動画表現が可能である。

本研究の事例としては、「内視鏡下前立腺全摘出手術」の各段階の手術内容を3DCG動画で表現するため、内視鏡カメラで撮影した同じ段階の手術内容(図5)を参考し、操作している体内の部位、操作内容などがより明確に把握できる視点を移動しながら確認できる3DCG動画(図6)を作成した。



図5 内視鏡カメラ撮影した脂肪剥離の映像

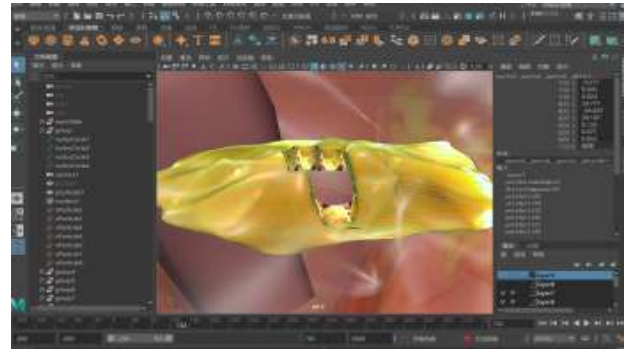


図6 実映像と同じ内容の3DCG動画の作成

視点の移動によって、手術部位の操作の前後関係にも表現可能である。例えば、操作用鉗子の「人体外部から進入の動作」(図7)から、操作が必要な部位である大腸周りまで到達する動作も表現できる。その場合、通過する場所の周辺臓器などが半透明に変化させること(図8)によって、視界を通し、操作部位と全体の臓器との位置関係も確認しやすくなる。操作部位周辺の局部と全体とも表現できる(図9)。

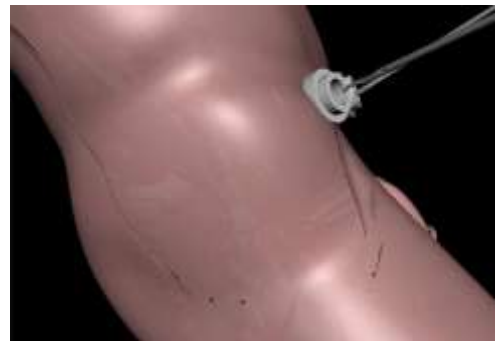


図7 人体外部から進入の動作



図8 通過する周辺臓器の半透明化

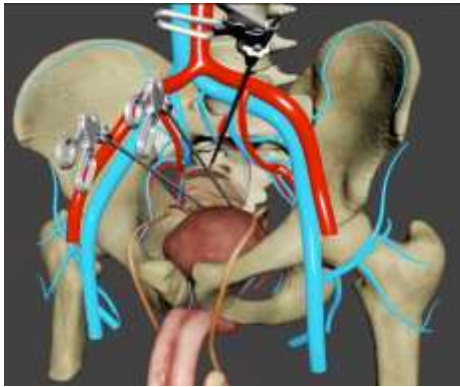


図9 脂肪剥離動作の表現

2.3 VR空間内の表現

3DCGモデルを利用してVR空間内の状況を表現できるので、手術室内で手術見学・学習の状況をシミュレートすることも可能である。

2.3.1 手術室の環境

VR空間内では、手術室中にリアルタイムの視点移動が可能なので、様々な医療器具の配置(図10)、患者の手術時の体勢(図11)などの確認ができるように手術室の環境を構成した。



図10 手術室のVR空間



図11 患者の体勢

2.3.2 体内の手術動作環境

人体の内部構成が骨組、筋肉、脂肪、臓器、血管、神経などがあり、非常に複雑である。手術時

実際に内視鏡を通して操作することで、手術学習の場合、内視鏡カメラが撮っている場面しか見れない。そのため、3DCGの臓器などのモデルを表現し、同じ操作の動作内容を見やすい視点から、視線を邪魔しているものを透過できるように動画を編成する(図12)。

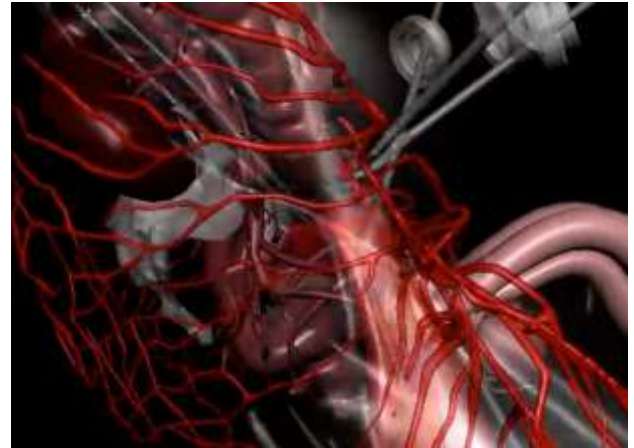


図12 操作内容のシミュレーション

3 手術学習支援システムの構築

手術学習支援システムには、VRを用いた仮想空間内に手術室環境、医療器具、患者とする人体と臓器などの3DCGモデル、手術内容を表現する3DCG動画や説明テキストなどを設けている。そして、実際の手術時の内視鏡カメラによって撮影された映像も同時に確認できるように設置している。

3.1 ユーザーインターフェース

手術学習支援システムのユーザーインターフェース(UI)は、図13、14のようにデザインされている。UI上の具体的な操作方法について、まず、VRシステムのコントローラボタンをクリックすることによって、UIメニューを開き、関連する手術の手順や各ステップの手術内容を確認できるメニューが示し、その中の表示されるボタンをクリックしコンテンツを選択することができる。

選択できる内容は、内視鏡カメラで撮影された実映像や3DCG動画映像、解説のテキストなどがあり、それぞれの内容を切り替えも簡単にできる。操作メニューを開いて、まず背景とする手術室の環境が表し、その上に各段階の手術内容のボタンや動画再生ボタンがある。



図 13 ユーザーインターフェース (UI)

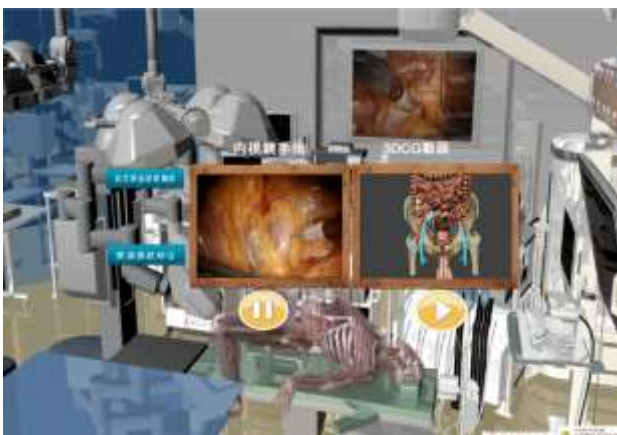


図 14 選択メニューの画面

3.2 システムの構築

手術学習支援システムの構成内容は図 15 に示している。手術のプロセスにおける各段階の操作内容について、実際の内視鏡映像と 3DCG 動画を簡単に切り替えて確認することができる。そして、その部分の内容について解説のテキストも追加している。

VR 空間に映像と解説のテキストを挿入することで、手術室の空間内にリアルタイムで移動し、任意の視点から手術室の状態と手術の内容を同時に確認することが可能になっている。

4 手術学習支援システムの応用

手術学習支援システムの応用は、手術学習の問題解決手法として、①手術室内の環境をシミュレートし、どの位置、どの尺度でも確認可能にした。そして執刀医の説明がなくとも、手術内容に合わせた説明内容を学習できる。②内視鏡手術の録画を分析し、具体的な段階での手術内容を抽出し、

その内容の実映像をシステム内で確認できる（現在の事例としては、骨盤深部に入って、前立腺、尿道周りの脂肪を除去する段階の内容である）。

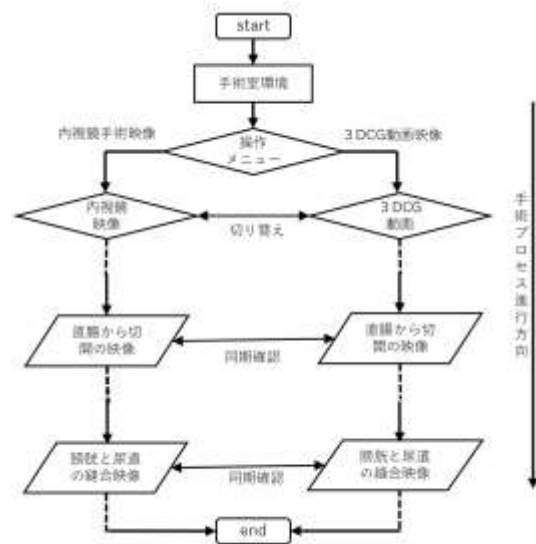


図 15 システムの構成内容

そして、実映像と同じ段階の操作を 3DCG で作成した動画と解説を同時に確認できる。③実際の手術見学では、長時間で同じ場所に立ってみることを、退屈と感じる学生は少なくない。このシステムを使って積極的に学べて、楽しめる見学ができる。それは、「何をどこで切っているか」、「どこをどのように縫うのか」、「この部分の手術のイメージはどうなっているか」などについて調べることや確認することができる。

本システムの構築には、医療関係者の指導を受け、試行錯誤をしながら行った。今後も医療関係者と連携し、医学生の手術学習のため、さらなる学習効率化を目指し、より有意義な手術見学や学習に向けての示唆を得るために、さらに多くの指導内容を支援システムに導入することを目指している。

参考文献

- [1]佐藤 嘉 伸 ,外科手術支援システム研究の現状と将来展望 .電子情報通信学会 誌 ,144-150,2006-02-01
- [2] Mingwei Cai, Development and Application of VR Support System for Medical Students, 2019 Nicograph International (NicoInt),pp. 5-7 ,2019