

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26462073

研究課題名(和文)3次元仮想現実感による胆膵外科手術支援システムの構築と評価

研究課題名(英文)3D Virtual reality imaging system for surgical simulation and surgical planning

研究代表者

中郡 聡夫 (NAKAGOHRI, Toshio)

東海大学・医学部・教授

研究者番号：10261918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：CT/MRIデータを基に門脈・肝動脈・胆管を3D映像化して、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)に仮想現実感として描出して、胆管癌・膵癌と血管および胆管の立体関係をより明確で分かりやすく映像化する次世代の没入型画像呈示システムを構築した。3D映像作成においては、画像抽出(segmentation)と3DCGの作成のプロセスにおいて時間短縮が可能となり、3DCGの品質を向上した。そして、3DCGをVR(AR)コンテンツ化して観察することで手術シミュレーションを行った。被験者としてレジデントと医学部の学生に観察してもらったところ、映像の立体感は強いものの、画像酔いがあるという意見が認められた。

研究成果の概要(英文)：We used virtual reality (or augmented reality) imaging system as a novel approach to clarify the 3D surgical anatomy of the pancreas, bile duct, and major vessels. 3D virtual reality images were generated with 3D imaging software application OsiriX. OsiriX is a useful application that allows creation of 3D imaging model. We created surface-rendered virtual reality images derived from a computer reconstruction of the cross-sectional magnetic resonance imaging or multi-detector computed tomography. 3D Virtual reality imaging could demonstrate not only major vessels but also the bile duct around the pancreas and liver. 3D Virtual reality images was useful for surgical simulation and surgical planning of resection of cholangiocarcinoma and pancreatic cancer.

研究分野：消化器外科

キーワード：胆管癌 膵癌 仮想現実感 3次元画像 画像呈示システム 手術シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

近年、医療分野でも放射線診断や外科治療などの領域を中心として 3D 映像の導入が進んでいる。例えば Multi-Detector row CT (MDCT)・MRI による 3D 画像診断、仮想 (ヴァーチャル) 内視鏡、放射線治療計画・手術支援の 3D 映像、手術ナビゲーション・ロボット手術・内視鏡下手術などである。特に MDCT の導入により胸腹部全体の一辺 1mm 以下の高解像度データを数秒以内に得ることが可能になったため、高速のコンピュータ画像処理技術の進歩と相まって高解像度 3D 映像の作成が可能となった。

肝門部胆管癌や膵頭部癌の外科治療においては、血管・胆管・膵管などの立体構造の把握が極めて重要である。なぜなら、腹部内臓の中で肝門部や膵頭部は、動脈・門脈・胆管・膵管・腸などが交錯した複雑な立体構造を有しているからである。しかも、胆管癌および膵癌は、血管や胆管などに直接浸潤することが多いので、がん浸潤を受けている血管・胆管の切除・再建が必要となることが少なくない。

2. 研究の目的

膵癌・胆道癌に対する血管合併切除を伴う拡大手術では、血管への癌浸潤の有無だけでなく、腫瘍と血管の立体的位置関係を正確に把握することが、根治切除を達成するためには非常に重要となる。また門脈または肝動脈を合併切除した場合には膵管や胆管の再建に加えて血管再建のシミュレーションも重要になる。そこで本研究では、肝門部胆管癌および膵頭部癌手術と門脈・肝動脈の合併切除、そして胆管空腸吻合と血管再建イメージを 3DCG モデルとして作成することで、より精度の高い手術シミュレーションを達

成することを目的とする。

3. 研究の方法

門脈・肝動脈・胆管を 3D 映像化して、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) に仮想現実感として描出して、血管と腫瘍の立体関係をより明確で分かりやすくする次世代の没入型画像呈示システムを構築した。3D 映像作成法の 3 つのプロセス、すなわち 造影 CT/MRI データから血管と胆管を抽出 (segmentation) するプロセス、血管と胆管の 3DCG を作成して編集するプロセス、さらに VR のオーサリングソフトウェアを用いて 3DCG を AR コンテンツとする各プロセスを、それぞれ改良することによって、短時間で高品質でインタラクティブな胆管癌および膵頭部癌さらに周囲血管の 3DCG を作成する。そして、その 3DCG モデルを用いて精度の高い手術シミュレーションを行う。

4. 研究成果

3D 映像作成においては、CT/MRI データから血管と胆管の画像抽出 (segmentation) 血管と胆管の 3DCG の作成のプロセスにおいて、従来の方法から改良することによって 3DCG 作成までの時間短縮と、3DCG の品質を向上した。そして、3DCG を VR (AR) コンテンツ化して観察することで手術シミュレーションを行った。以下にさらに各プロセスの詳細を述べる。

segmentation においては、人的および時間的コストも考慮に入れたワークフローの確立を考慮し、Mac OS X で動作する新しい segmentation 用ソフトウェアである OsiriX を用いて、CT/MRI データの segmentation ワークフロー構築にかかる検証を行った。実際には、dynamic CT/MRI の動脈相より動脈モデル、門脈相で門脈

モデル、EOB 肝細胞造影相から肝実質，
膵実質，総胆管をそれぞれ抽出した。そ
の結果、CT/MRI データから血管の
segmentation は OsiriX により十分可能
であったが、CT データからの胆管の
segmentation は 3DCG モデル作成には十
分でなく、さらに工夫と改良が必要であ
った。そこで MRI データを用いた胆管
segmentation も行った。

3DCGモデルの作成と編集においては、
OsiriXに備えられているサーフェスモデ
ル (surface model) の出力機能を用いて
モデル出力を行った。さらに、3次元コン
ピュータグラフィックス作成用の統合型
ハイエンドソフトウェアである3ds Maxを
用いて、出力したモデルのポリゴン数の
削減やモデルの分割などの編集を行い、
モデルはFBX (filmbox)形式というフォー
マットで書き出した。その結果、良好な
3DCGモデルが作成可能であった。

VRコンテンツ化においては、Unityに3D
モデルを読み込む。Unityは近年スマート
フォンゲームの業界などでよく使われる
ことが多くなってきた3Dゲームエンジン
である。3Dビジュアルベースの開発環境
でアセットも豊富であり、手軽に早く開
発を行えることから、ゲームやアプリな
どのプロトタイピングでも効果を発揮す
る。UnityではVR (AR) マーカーを認識す
るツールとしてVuforiaを使用している。
VuforiaとはQualcommが提供するAR制作
用のライブラリである。認識精度が高く、
平面だけではなく立体のマーカー認識や
カメラからマーカーが離れた際の追従認
識などさまざまな形でARの機能を簡単
に実装可能であり、すぐにARを開発でき
る環境を整えることができる。ARマー
カーを認識した際に表示するモデルと
して、先ほどのFBX形式のモデルを指
定する。UnityではARコンテンツとするためのテ

ンプレートを作成済みであるので、モデ
ルの入れ替えのみで作業が完了する。ま
た、ボタン操作によるインタラクション
を設定することも可能である。

今回我々は血管走行と腫瘍の仮想現実
感 3D モデルを、スマートフォンを内蔵し
た軽量のヘッドマウントディスプレイ
(HMD)に描出して、同時に複数人で観
察できるシステムを開発した。ヘッドマ
ウントディスプレイ (HMD) には Google
Cardboard (互換機) を使用し、3D 画像
の AR コンテンツを観察する。Google
Cardboard とは折りたたみボール紙製の
本体でレンズが部品として付属しており、
スマートフォンと組み合わせて使用する
HMD である。スマートフォンにインス
トールしたステレオスコープ表示ソフトウ
ェアがこの端末とレンズを通して単一の
3次元映像を見ることができた。医学部
学生 10 人、研修医 7 人に血管と胆管の
AR コンテンツ画像を見せて、その画像を
見せて手術シミュレーションとしての印
象を評価した。その結果、立体感は強い
が画像酔いがあるという意見が多かった。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究
者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

増岡義人、盛川浩志、河合隆史、中郡
聡夫、膵癌に対する膵頭十二指腸切除
+ 肝動脈切除再建術における 3D モデル
による術前シミュレーションの有用性
日本コンピュータ外科学会雑誌 ; 17
(3) : 260-261、2015

〔学会発表〕(計1件)

増岡義人、盛川浩志、河合隆史、中郡
聡夫、膵癌に対する膵頭十二指腸切除
+ 肝動脈切除再建術における 3D モデル
による術前シミュレーションの有用性
第 24 回日本コンピュータ外科学会大会
東京 2015 年 11 月 21~23 日

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

中郡 聡夫 (NAKAGOHRI, Toshio)

東海大学・医学部・教授

研究者番号：10261918

(2)研究分担者

河合 隆史 (KAWAI, Takashi)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：90308221

盛川 浩志 (MORIKAWA, Hiroshi)

青山学院大学・理工学部・助教

研究者番号：90386673