

厚生科学研究費補助金（がん克服研究事業）  
分担研究報告書

ロボット技術を用いた新しい術式の開発に関する研究

分担研究者 小山 博史 京都大学医学部附属病院 講師

研究要旨 国立がんセンターがん診療総合支援システムの中で臨床上のCTやMR画像等から仮想臓器や仮想のがん等の病巣の3次元仮想臓器モデルを作成・編集する技術を構築した。また、仮想手術室の中で脳腫瘍の開頭腫瘍摘出術の訓練用シミュレータを構築した。これをもとに本年度は、作成した仮想臓器を実際の術野に投影させるAugmented Reality技術を用いたシステムの構築を行った。

A. 研究目的

本年度の研究目的は、穿刺操作の正確性と安全性を高めるために仮想臓器と術野（実空間座標）と手術器具の位置をリアルタイムに合わせる技術を実現することとした。

B. 研究方法

本研究では、ロボット技術を用いた新しい術式の開発に係る技術開発には大きく七つのレベルの技術要素を開発する必要があると設定している。

レベル1：臨床上のCTやMR画像等から仮想臓器や仮想のがん等の病巣の3次元仮想臓器モデルを作成・編集する技術。

レベル2：仮想臓器と術野（実空間座標）と手術器具の位置をリアルタイムに合わせる技術。

レベル3：仮想臓器、術野、手術器具およびその法線を同一映像としてリアルタイムに表示する技術。

レベル4：手術に応じて実時間に実臓器の変形に応じて仮想臓器も変形し正確な位置を表示できる技術。

レベル5：手術器具自体のロボット化技術。

レベル6：マスタースレーブ型手術ロボット技術。

レベル7：半自動化手術ロボット技術である。

（倫理面への配慮）

研究に使用した患者3次元再構成画像は、患者個人が特定できる情報を削除して研究に使用した。

C. 研究結果

（ア）臨床上のCTやMR画像等から仮想臓器や仮想のがん等の病巣の3次元仮想臓器モデルを作成・編集する技術を構築した。

（イ）作成した仮想臓器と実映像に同じスケールで融合させる技術を開発した。

（ウ）術野が移動しても仮想臓器がそれに応じて移動する技術を開発した。

（エ）穿刺針から穿刺方向へ仮想の法線を表示し、仮想の対象物（癌）に表示上ありながら穿刺方向と穿刺

する表皮の位置をナビゲーションする技術を開発した。

（オ）手術室の空間と術野、穿刺針、仮想臓器（癌）の4つの座標をリアルタイムに検出し、液晶ディスプレイの中で融合させて表示する技術を開発した。

D. 考察

以上により表面からは見えない生検対象物に対して正確で安全な穿刺方向と穿刺部位をナビゲーションすることが可能となった。

E. 結論

本研究の意義は、安全で正確な穿刺を行うためのシステムの基本的設計の提案と穿刺に必要なナビゲーション機能を実現する上で必要な技術を構築したことにある。

今後の発展性としては、本技術をさらに拡張させることにより新たな医療装置を作成することが可能である点にある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1) Nakajima Y, Oyama H, Sawada A, Muroi K. Edited by J. D. Westwood et al.: Enhanced Video Image Guidance for Biopsy Using the Safety Map, Medicine Meets Virtual Reality, IOS Press and Ohmsha, p230-232, 2000.

2) Oyama H, Kaneda M, Katsumata N, Akechi T, Ohsuga M, Using the bedside wellness system during chemotherapy decreases fatigue and emesis in cancer patients. J Med Syst. 2000 Jun; 24(3): 173-182.

3) Ikushima H, Tokuyue K, Sumi M, Kagami Y, Murayama S, Ikeda H, Tanaka M, Oyama H, Shibui S, Nomura K. Fractionated stereotactic radiotherapy of brain metastases from renal cell carcinoma, Int J Radiat Oncol Biol Phys 2000 Dec 1;48(5):1389-1393.

- 4) Augmented Reality による脳針生検支援システム。  
中島義和, 小山博史, 澤田晃, 室井克信. JAMIT  
Frontier 2000, 東京, p.29-34, 2000.
- 5) バーチャルリアリティ技術の医療応用. 小山博史.  
Bit, Vol. 32, No.6,p19-24, 2000.
- 6) リアルタイムボリウムレンダリング法を用いた触覚  
提示型脳腫瘍手術シミュレーションのシステム設計,  
小山博史、助台 良之、白瀧 宏之、MEDICAL  
IMAGINGTECHNOLOGY, Vol. 18, No. 4, 401-402,  
2000.
- 7) Sensible Human Project Dataの医療応用. 小山博史.  
MEDICAL IMAGINGTECHNOLOGY. Vol. 18,  
No. 6, 789-793, 2000.
- 8) 心拍動の視覚・触覚シミュレーション手法の提案と実  
装、中尾 恵、小森 優、小山 博史、松田 哲也、  
高橋 隆. 信学技法. Vol.100, No.350, 1-8,2000.
- 9) Hapticsを伴う穿刺シミュレーションシステムの構築.  
林 幸一、小森 優、小山 博史、高橋 隆. 信学  
技法. Vol.100, No.350, 29-36, 2000.
- 10) 全周囲型VR装置を用いた遠隔手術環境の共有.  
津田 健、堀 謙太、小森 優、小山 博史、高橋  
隆. 信学技法. Vol.100, No.350, 121-128, 2000.
- 11) バーチャルリアリティの医療応用. 小山 博史.  
PharmaMedica, Vol. 19, NO.1, 29-35, 2000.

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）  
なし

厚生科学研究費補助金（がん克服研究事業）  
分担研究報告書

進行直腸癌および局所再発癌に対する適切な手術法の開発

分担研究者 浅村 尚生 国立がんセンター中央病院 医員

研究要旨 がんの外科治療手技において、ロボット遠隔操作による、より精密度の高い手術方法の開発が可能であるか、どのようながん外科の術式においてロボット外科の技術が応用可能であるかについて、検討した。

A. 研究目的

ロボット遠隔操作によるより精密度の高い手術方法の開発。

B. 研究方法

がんに対する外科療法において、体腔鏡を用いた手術方法はその低侵襲性が大きな利点である。しかし実際には、体腔鏡によってえられる画像が2次元であり深度認識などが困難であること、体腔鏡で用いられる手術器具に運動制限があつて複雑な手技が出来ないこと、などの技術的制約があり、特に複雑ながんの外科治療手技においては問題となっている。これを解決するために、ロボット遠隔操作によるより精密度の高い手術方法の開発が可能であるかを検討した。現在利用可能なロボット外科手術器具によれば、内視鏡画像を3次元で表示できること、自在にどのディメンションにも器具先端を動かせることなどから、がん外科における応用に期待がもたれる。どのようながん外科の術式においてロボット外科の技術が応用可能であるかについて検討を行った。

（倫理面への配慮）

現段階は、まだロボット外科の適応についての検討を行っているところであるが、将来臨床の現場で本術式を施行するに際しては、施行対象疾患を限定してプロトコールのもとにこれを行うこと、十分な説明と同意を得るために必要となる説明文書の作成を行うことを確認し、患者の倫理面へ十分配慮することを確認した。

C. 研究結果

胸部領域では、胸腔鏡下の肺葉切除における肺門剥離、縦隔リンパ節郭清においてその操作性が有用であると思われた。食道癌においても、胸腔鏡下の縦隔郭清が課題となりうる。また縦隔腫瘍摘出

においても周囲血管組織等からの安全な剥離をおこなう必要があり、この目的にロボット外科の特性は合致するものと考えられる。腹部領域においては、胃がんの幽門側胃切除、結腸がんの結腸切除、直腸がんにたいする側方廓清術、胆嚢腫瘍に対する胆嚢切除、などがロボット外科による対象術式として考えられる。婦人科領域の卵巣腫瘍は、適応について解決すべき問題がいくつかあるが、術式的には十分施行可能なものである。泌尿器科領域は、比較的狭い骨盤腔における術式がおおく、前立腺がんにたいする前立腺切除などは、器具先端の操作性に優れたロボット外科の特性は、もっとも有効に作用するのではないかと考えられた。

D. 考察

ロボット外科に備わった体腔内手術器具の操作性の向上、3次元的な内視鏡画像認知は、いずれも、良性疾患に対する体腔鏡手術以上に繊細、複雑な外科的操作が要求されるがんの体腔鏡手術の開発には、きわめて有用な環境を提供するものと考えられる。

E. 結論

がんに対する手術においても、低侵襲でQOLを重視した術式の開発が次第に重要性を増してきており、そのためにもロボット外科の特性を利用した新しいがん手術法の開発は、今後きわめて重要と考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1) Asamura H, Nakayama H, Kondo H, Tsuchiya R, Naruke T. Management of the bronchial stump in

pulmonary resections: a review of 533 consecutive recent bronchial closures. Eur J Thorac-cardiovasc Surg 2000;17:106-10

- 2) Okumura T, Asamura H, Kondo H, Matsuno Y, Tsuchiya R. Hemangioma of the rib. Jpn J Clin Oncol 2000;30:354-7. Yamaguchi T, Suzuki K, Asamura H, Kondo H, Niki T, Yamada T, Matsuno Y, Tsuchiya R. Lung carcinoma with polypoid growth in the main pulmonary artery: report of two cases. Jpn J Clin Oncol 2000;30:358-61.
- 3) Asamura H, Suzuki K, Kondo H, Tsuchiya R. Where is the boundary between N1 and N2 stations in lung cancer?: A prognostic significance of N1 lymph node metastasis. Ann Thorac Surg 2000;70:1839-46
- 4) Okumura T, Kondo H, Suzuki K, Asamura H, Kobayashi T, Kaneko M, Tsuchiya R. Fluoroscopy-assisted thoracoscopic surgery after computed tomography-guided bronchoscopic barium marking.. Ann Thorac Surg 2001;71:439-42 Okumura T, Asamura H, Suzuki K, Kondo H, Tsuchiya R. Intrapulmonary metastasis of non-small cell lung cancer: a prognostic assessment. J Thorac Cardiovasc Surg, in print

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）  
なし