

CT ガイド下穿刺補助システムの提案

後藤佑介* 増井浩二† 福岡健太* 花田真輝‡ 山下万乃楓‡ 酒井晃二†

* 岡山大学大学院自然科学研究科 † 京都府立医科大学大学院放射線診断治療学講座

‡ 岡山大学工学部情報系学科

1 はじめに

現在、医療分野において、Computed Tomography (以下、CT) といった画像をガイドとして体内に針を刺し、体外から見えない病巣を正確に穿刺する CT ガイド下穿刺 [1] が利用されている。CT ガイド下穿刺では、図 1 に示すように、肺腫瘍、肝腫瘍、腎腫瘍、および椎間膿瘍といったターゲットに対して穿刺針を挿入し、治療を行う。この技術は、医療現場において、生検、膿瘍ドレナージ、および癌の局所治療に用いられている。

CT 画像は、全身のあらゆる部位について、範囲にほぼ制限なく取得できる。このため、CT ガイド下穿刺では、体内のすべての部位でターゲットに対する穿刺は理論的に可能だが、難度のある技術であり、どこでも可能な技術には至っていない。

現状の CT ガイド下穿刺では、以下の二つの課題がある。一つ目は、人体へのより負担の少ない穿刺経路の導出である。CT ガイド下穿刺は、取得した CT の断面に沿って平行に穿刺することが基本となる。このため、穿刺できる範囲には限界があり、穿刺経路上に重要な臓器が重なる場合は適応外となる。二つ目は、医師全体における CT ガイド下穿刺の技術向上である。医師は、CT 断面に沿って確実に穿刺するため、針先とターゲットの位置関係を正確に把握しながら、CT 断面に沿って穿刺針を挿入する。このため、医師がこれらの情報を即時的に一致させて穿刺を行うためには十分な修練が必要である。

本研究では、これらの課題を解決する CT ガイド下

A Proposition of Supporting System for CT-guided Fine Needle Aspiration

Yusuke GOTOH*, Koji MASUI†, Kenta FUKUMA*, Masaki HANADA‡, Manoka YAMASHITA‡, and Koji SAKAI†

* Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

700-8530, Okayama, Japan

† Dept. of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine 602-8566, Kyoto, Japan

‡ Dept. of Engineering, Okayama University

700-8530, Okayama, Japan

gotoh@cs.okayama-u.ac.jp

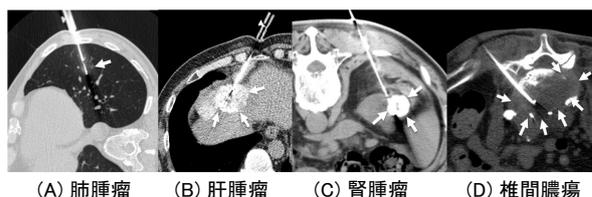


図 1: CT ガイド下穿刺の例

穿刺補助システムを提案する。提案システムでは、センサデバイスによる穿刺位置の認識手法、穿刺条件に基づく穿刺経路の選択手法、および穿刺情報の可視化手法の 3 種類を設計、実装する。このシステムを利用することで、医師の経験に基づいて選択した穿刺経路とは別の経路の候補が提示され、医師は最適な穿刺経路を選択できる。また、人体の CT 画像上に針の位置、および事前に選択したターゲットまでの最適な穿刺経路をそれぞれ表示した穿刺画面を見ながら穿刺することで、熟練医師でなくても正確な穿刺が可能となる。

2 CT ガイド下穿刺補助システム

2.1 システム構成

図 2 に示すように、提案システムは 4 種類の処理部で構成される。

(1) センサデバイス情報処理部では、穿刺針に組み合わせたセンサデバイスを用いて、位置情報を定期的に測定する。また、穿刺位置が事前に選択した経路と比較して一定以上離れた場合、穿刺位置情報処理部からの要求に応じて、センサデバイスは振動や発光を行い、医師に穿刺経路の修正を伝える。

(2) 穿刺位置情報処理部では、センサデバイス情報処理部から取得した穿刺針の位置に基づいて、穿刺針の先端部の位置情報を出力する。また、2D の CT 画像をもとに、ボリュームレンダリングを用いて 3D の CT 画像に変換する。

(3) 穿刺経路情報処理部では、穿刺位置情報処理部で出力した 3D の CT 画像をもとに、経路候補を選択

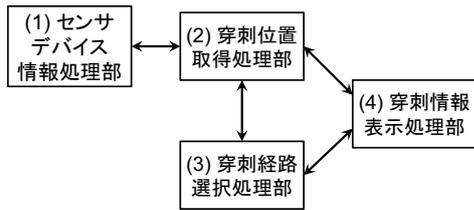


図 2: CT ガイド下補助穿刺システムの構成

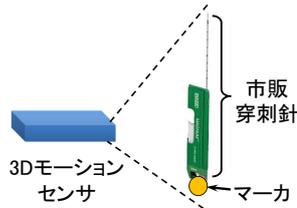


図 3: センサデバイス

するアルゴリズムを用いて、穿刺に適した複数の穿刺経路を求める。

(4) 穿刺情報表示処理部では、3D の CT 画像情報、穿刺針の先端部の位置情報、および医師が選択した穿刺経路の情報を組み合わせて手術室内のディスプレイに表示することで、医師による穿刺を補助する。

2.2 実現項目

2.2.1 センサデバイスによる穿刺位置の認識手法

本システムで穿刺位置を取得するセンサデバイスを図 3 に示す。人体に穿刺針を挿入する場合、穿刺針が臓器や骨、血管を傷つけないように注意するため、穿刺中の経路の軌跡と事前に選択した経路とのズレをミリ単位で定期的に確認する必要がある。そこで、LeapMotion [2] といったモーションセンサデバイスを用いて穿刺針の位置情報を取得することで、経路のズレをできるだけ小さくする。

2.2.2 穿刺条件に基づく穿刺経路の選択手法

人体の皮膚からターゲットまでの穿刺において、骨、臓器、および血管といった穿刺できない部位の情報に基づき、できるだけ患者の負担が少ない経路を求める必要がある。このため、最適な穿刺経路の選択手法を提案する。具体的には、ボリュームレンダリングにより作成した 3D の CT 画像をもとに穿刺可能な領域を求め、皮膚からターゲットまでの距離ができるだけ短く、かつ穿刺中の許容誤差ができるだけ大きい経路を選択する。

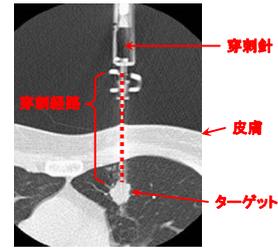


図 4: ターゲットまでの最短経路の選択による穿刺

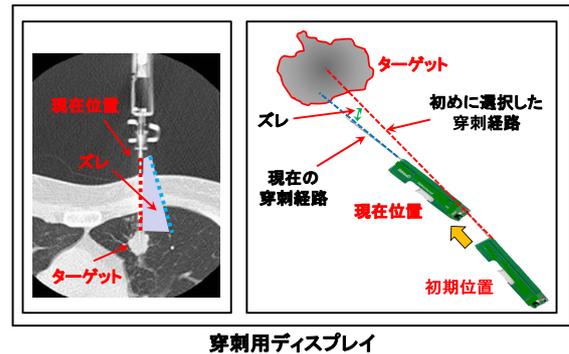


図 5: 穿刺情報の可視化

2.2.3 穿刺情報の可視化手法

従来の CT ガイド下穿刺において、医師は CT 画像が表示されたディスプレイを見ながら穿刺を行う。提案システムでは、図 5 に示すように、現在の穿刺針の位置情報と選択経路を CT 画像上に組み合わせて表示する。このとき、穿刺経路の軌跡と事前に選択した穿刺経路との誤差を可視化することで、医師による正確な穿刺を補助する。

3 まとめ

本研究では、CT ガイド下穿刺補助システムを提案し、システムの構成および実現項目について述べた。今後は、これらの機能を実現し、ファントムを用いて穿刺の正確性およびユーザビリティに関する実証実験を行う。

参考文献

[1] 山田隆之, 磯部義憲, 上野恵子, 新見晶子, 山田明義: CT ガイド下穿刺による生検およびドレナージ, 日本医学放射線学会雑誌, Vol. 48, No. 6, pp. 694-701 (1988).

[2] LeapMotion (online), <https://www.leapmotion.com/>.