

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25461882

研究課題名(和文)CT透視下針穿刺用ロボットの開発：術者被曝のない手技へ

研究課題名(英文)Development of CT-fluoroscopy-guided needle insertion robot: Free physicians from radiation

研究代表者

平木 隆夫(Hiraki, Takao)

岡山大学・大学病院・講師

研究者番号：50423322

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：平成25年度には、ロボットプロトタイプが完成し、ファントムを使った穿刺実験を施行した。コントローラーを用いた遠隔操作にて、術者被曝なしにファントム内の約2cm大の標的に対する穿刺に成功した。H26～27年度は、ロボットシステムの改善を行った。平成26年度には剛性不十分による動作のがたつき、穿刺力・穿刺スピードの向上、CTガントリ内をモニタするカメラの画像精度不足、ロボットを操作するインターフェースの感度不足、術者への力覚提示などにおいて改善を行い、H27年度には、ロボットの針を把持する部分(手先部分)の小型・軽量化、針の取り付け・取り外し機構の簡略化を行った。

研究成果の概要(英文)：In 2013, a prototype robot was developed and phantom studies were performed. Robot was remotely controlled with controller and a needle was successfully inserted into a target 2 cm in size without radiation exposure to a physician. In 2014 and 2015, the prototype robot was improved. In 2014, backlash during motion was improved. More needle insertion strength and faster insertion speed were applied. Usability of interface was also improved, and presentation of force sense to a physician was achieved. In 2015, hand section of the robot was made smaller and lighter. Further, mechanism of needle attachment and removal was simplified.

研究分野：医療用ロボット、IVR

キーワード：ロボット IVR 針穿刺 被ばく

1. 研究開始当初の背景

CTは視認性、客観性に優れており、CT画像をリアルタイムで表示できるCT透視システムは針を穿刺して行うインターベンション(生検、ドレナージ、ラジオ波治療、凍結療法など)のガイディングツールとして極めて有用である。しかし、最大の欠点として放射線被曝が挙げられ、術者にとって被曝は重大な懸念となっている。

2. 研究の目的

本研究は、術者が放射線被曝しないように遠隔操作可能なCT透視ガイド下針穿刺用の医療用ロボットの開発を行うものである。

3. 研究の方法

本研究は、CT透視下のインターベンションのエキスパートである医学研究者と産業用ロボット開発のエキスパートである工学研究者との医工連携の共同研究として行った。研究期間内にCT透視ガイド下の針穿刺用の医療用ロボットを作製し、ファントムを用いた針穿刺実験を行い、針穿刺の実行可能性、術者被曝低減の評価を行うものである。

4. 研究成果

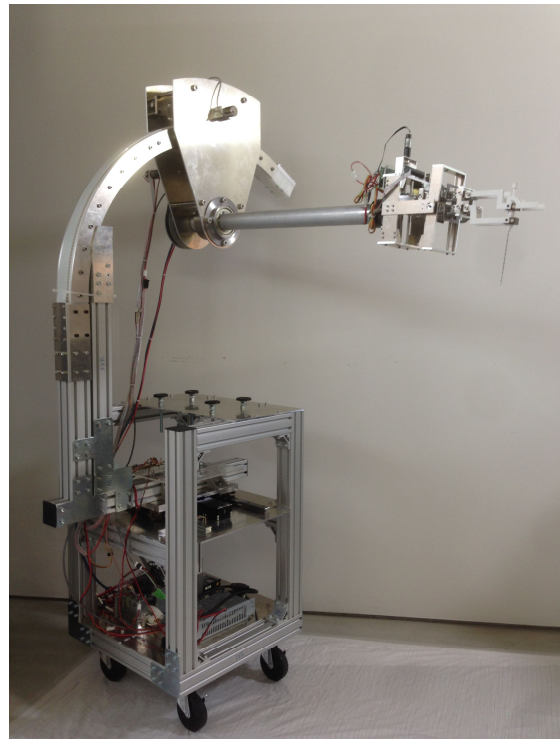
初年度のH25年度には、針穿刺用ロボットはプロトタイプ(下図)ができあがった。ファントムを使った穿刺実験も2回施行し、ロボットはCT環境下でゲームコントローラーを用いて遠隔操作にて良好に動作した。また、ファントム内の約2cm大の標的に対して、様々な針姿勢からの穿刺に成功した。更にロボットを用いた穿刺で、術者の被ばくがほとんどないことも確認された。

H26年度は、ロボットシステムの問題点の洗い出しと改善を行った。前年度完成したプロトタイプロボットを用い、研究室でのロボット動作テストを繰り返した後、ファントム実験を行った。それらの実験により洗い出されたロボットシステムの問題点は、剛性不十分による動作のがたつき、穿刺力・穿刺スピードの向上、CTガントリ内をモニタするカメラの画像精度不足、ロボットを操作するインターフェイスの感度不足、術者への力覚提示の必要性などがあり、それぞれ適宜可能なかぎり改善していった。

H27年度には、プロトタイプロボットの針を把持する部分(手先部分)の改良を行った。手先部分は針穿刺精度に直結する極めて重要なパーツであるため重点を置いた。改良点としては、手先部の小型・軽量化、針の取り付け・取り外しの簡略化、および穿刺機構が

実装されているパラレルリンク機構がCTガントりに干渉しないように針把持部までの距離を延長したことである。新しい針手先部のテストをファントム試験にて行った。針の取り付け・取り外しに要する時間は、従来のものに比べて大幅に時間短縮ができることが確認された。また手先部の小型化により、狭小なCTガントリ内での取り回しが俄然容易となり、取り回しに際してCTガントリとの干渉も起きなくなったことも確認された。

CT環境下で針穿刺を行うロボットは世界でも承認されたものはないため、国内外で非常にインパクトがあるものと思われる。現在、本ロボット開発は日本医療研究開発機構の委託事業「医療機器開発推進研究事業」として引き継がれており、臨床試験を目指して研究開発をすすめているところである。



(図：プロトタイプロボット)

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)

[学会発表](計2件)

平木隆夫、CT透視ガイド下IVR用ロボット(Zerobot)の開発. 第2回 日本穿刺ドレナージ研究会. 2016年5月14日、大阪市

平木隆夫、CTガイド下IVR用ロボット(第二世代)の開発：術者被曝ゼロの実現. 第75回 日本医学放射線学会総会. 2016年4月17日、横浜市

6 . 研究組織

(1)研究代表者

平木 隆夫 (HIRAKI, Takao)

岡山大学・大学病院・講師

研究者番号 : 50423322

(2)研究分担者

郷原 英夫 (GOBARA, Hideo)

岡山大学・大学病院・准教授

研究者番号 : 10379745

金澤 右 (KANAZAWA, Susumu)

岡山大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授

研究者番号 : 20243511

松野 隆幸 (MATSUNO, Takayuki)

岡山大学・自然科学研究科・講師

研究者番号 : 50377842

藤原 寛康 (FUJIWARA, Hiroyasu)

岡山大学・大学病院・助教

研究者番号 : 70423324

亀川 哲志 (KAMEGAWA, Tetsushi)

岡山大学・自然科学研究科・講師

研究者番号 : 80432623