

平成 19 年度工学部予算重点配分研究テーマに関わる報告書

(1) 研究テーマ

コンピュータ支援人工膝関節置換術の精度向上のための超音波装置の開発と臨床応用

(2) 研究代表者及び分担者（職・氏名）

知能システム工学専攻 講師 長宗 高樹

(3) 研究成果の概要

本研究の目的は、コンピュータ支援人工関節置換術における、解剖学的参照点入力時の誤差軽減の為に超音波探触子を用いた支援システムを構築する事である。

人工膝関節置換術において大腿骨及び脛骨の骨座標系を把握する事は、人工関節を最適な位置・姿勢に挿入するために非常に重要な意味を持つ。近年、より高精度な位置合わせを行うためにナビゲーションシステムの開発が注目されている。しかし、放射線被爆のないイメージフリーのナビゲーションシステムでは直接取得可能な解剖学的参照点は膝関節内に限定されているが、骨座標を定義するためには関節外の情報も必須であるが、関節外は軟部組織に覆われているために直接参照点の位置情報を取得する事ができない。そこで、超音波と三次元電磁センサを用いて非侵襲条件下での関節外参照点を取得する方法を提案した。

提案する方法は、3次元位置センサのレーザーの先に超音波探触子を設置する(図1(a))。3次元位置センサのレーザーは6自由度(位置・姿勢)情報を解析用コンピュータに送り、その情報より探触子から送信される超音波の実際の3次元空間上におけるビーム路程が理論上求まる(図1(b))。触覚的に対象部位の表面をなぞる操作により得られる複数のビーム路程のデータを組み合わせることで骨表面の3次元形状が得られる。

開発したシステムを用いて、次のような実験を行った。三次元電磁センサに超音波探触子を固定し、大腿骨の軟部組織上から超音波探査を行ない、骨表面からの反射波から求まる伝播距離と三次元電磁センサの位置情報から、大腿骨骨座標系を求めた。本研究では屍体下肢1側を用い、超音波を用いた方法(超音波法)と軟部組織を除去した後に、直接大転子表面情報を取得する方法(直接法)を行い、伸展位の膝関節運動における6自由度を比較した。

結果として、超音波法と直説法と比較した結果、移動量で最大2mm、角度で最大4度の誤差であった。

本研究では、超音波探触子の技術と三次元電磁センサの技術を融合する事で、非侵襲に軟部組織上から関節外の参照点を指示できる可能性を示した。今後、肥満患者等での軟部組織の影響が大きい場合においても、超音波を用いた本システムでは一定の指標を提供でき、非侵襲ナビゲーションシステムの精度向上に役立つと考えられた。さらに、最小侵襲型の全人工膝関節手術でのナビゲーションでの問題である大腿骨内外上顆の同定にも有用

な方法となると考えられる。

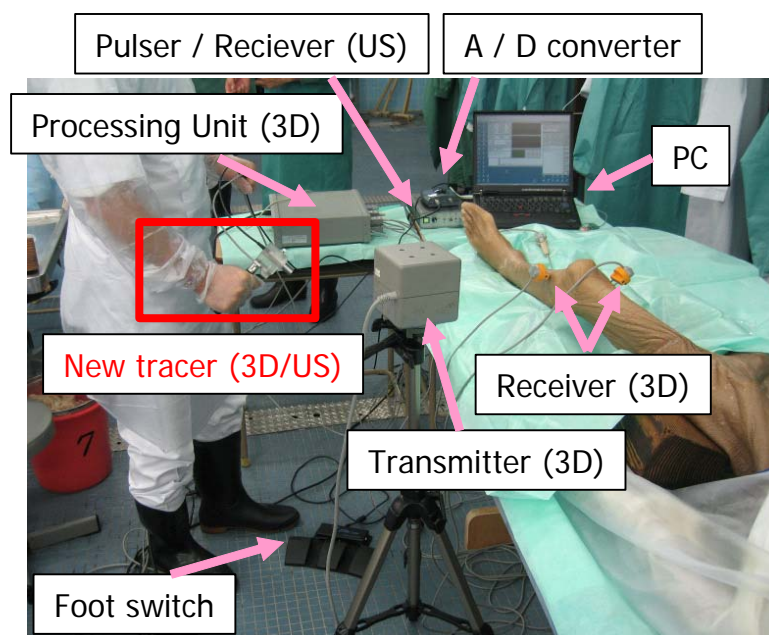


図1 実験風景

(4) 配分額及び経費の支出額内訳

配分額：■■■円

品目	金額 (円)
■■■■	■■■
■■■■	■■■
■■■■	■■■
■■■■	■■■
■■■■	■■■
合計	■■■

(5) その他の特記事項

本研究の成果は、第34回日本臨床バイオメカニクス学会（早稲田大学、2007年12月7-8日）にて発表した。

また、購入品目は、当初、購入予定であった三次元電磁センサはレンタルを行い、その代わりに、トレーサー部を作成する三次元加工費に支出した。