

学 位 論 文 要 旨

研究題目

Development and Accuracy Evaluation of Augmented Reality-based Patient Positioning System in Radiotherapy: A Phantom Study

(放射線治療における拡張現実ベースの患者位置決めシステムの開発と精度評価: ファントム研究)

兵庫医科大学大学院医学研究科

医科学専攻 生体応答制御系

医学物理学 (指導教授 山門 亨一郎)

氏 名 樽谷 和雄

目的は放射線治療における Augmented Reality (AR) ベースの患者位置決めシステムの開発とその精度を評価する。方法は、まず、Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) データから生成した 3 次元 (3D) 画像を仮想的に重ね合わせることで AR ヘッドマウントディスプレイ (AR-HMD) システムを開発した。AR-HMD システムを用いて骨盤ファントムを LINAC カウチにセットアップして実現性を評価した。続いて、従来のレーザーを用いた位置決めと AR-HMD システムとレーザーを用いた位置決めを行い、それぞれのセットアップエラーとセットアップ時間を比較した。また、AR-HMD と従来のレーザーを用いたポジショニングとの間で、3 つの並進軸方向と回転角のセットアップ誤差を比較した。測定は、放射線治療技師 3 名が、それぞれ 10 回ずつ、AR を用いたポジショニングと従来のレーザーを用いたポジショニングを行ってコーンビーム CT を使用して、専用のレジストレーションソフトで測定を行った。統計解析は AR を用いたセットアップとレーザーを用いたセットアップエラーは、反復測定のための線形混合効果モデルを用いて分析した。AR 方式とレーザー方式のセットアップ時間の測定も行った。結果は AR による位置決めとレーザーによる位置決めの Least Squares (LS) 平均値の差は、それぞれの水平方向、縦方向、横方向では、 -0.92 mm (95%CI= $-3.23 - 1.40 \text{ mm}$) ($p=0.333$)、 0.17 mm (95%CI= $-0.57 - 0.90 \text{ mm}$) ($p=0.562$)、 -0.64 mm (95%CI= $-3.50 - 2.22 \text{ mm}$) ($p=0.566$) であった。また、ヨー、ピッチ、ロール方向について、AR を用いた場合とレーザーを用いた場合の LS 平均値の差は、それぞれ 0.20° (95%CI= $-0.10 - 0.50^\circ$) ($p=0.136$)、 0.03° (95%CI= $-0.03 - 0.10^\circ$) ($p=0.231$)、 -0.01° (95%CI= $-0.06 - 0.05^\circ$) ($p=0.744$) であった。次に、AR ベースのポジショニングとレーザーベースのポジショニングのセットアップ時間の LS 平均差は 123.4 秒 (95%CI= $88.7-158.2 \text{ 秒}$) であった。AR ベースのセットアップとレーザーベースのセットアップに必要な時間には、有意な差が見られた ($p=0.001$)。AR を用いた骨盤ファントムの位置決めは可能であった。AR による位置決めのセットアップ誤差は、すべての並進軸方向と回転角度において、レーザーによる位置決めと同等であった。AR による位置決めに必要な時間は、レーザーによる位置決めに比べて有意に長かった ($171.0 \text{ 秒 vs } 47.5 \text{ 秒}$, $p<0.001$)。放射線治療のための AR による位置決めは実行可能であり、従来のラインベースの位置決めと同等の位置決め誤差を示したが、セットアップに要する時間は著しく長かった。