

医療用局部X線遮蔽技術の研究

—自動追尾型X線遮蔽装置の開発—

小泉 洋人*1 長山 忠司*2 盛武 敬*3

1. 緒言

医療用のX線透視装置は患者の診断だけでなく、最近ではカテーテルという血管内挿入器具による手術時にも使用されている。しかし、カテーテルによる頭部の手術時には患者の眼球部に多量のX線が照射され、白内障を引き起こす危険性が懸念されている。

本研究では、前述の患者への放射線障害を軽減することを目的とし、常に患者の防護部位を自動認識しながら防護部位へ入射されるX線を遮ることのできる医療用X線遮蔽装置について研究を行った。

2. 防護部位の計測方法

常に患者の防護部位を計測するための手段として、一般的なモーションキャプチャ装置に組み込まれているカメラによる3次元画像計測法を採用した。これは、患者の防護部位に目標となる反射マーカを装着し、2台のカメラ画像のわずかな視差から反射マーカを3次元位置を計算するものである。カメラ照明は赤色LEDリング照明とし、カメラは赤色(630nm)に最も感度をもつCCDカメラとすることで、マーカ部分の抽出を容易にした。(図1)



図1 反射マーカ画像(左:照明なし 右:照明あり)
カメラレンズの歪み補正, 最小二乗法によるカメラパラメータの厳密な計算など適切なキャリブレーションを行うことで, カメラから1300mmの位置においてXY方向の誤差±2mm以内を実現できた。

3. 遮蔽装置本体の設計・製作

遮蔽装置本体は医療用X線透視装置に取付けて使用するため(図2), 装置は可能な限り小型軽量であることが望ましい。

これを考慮して, 遮蔽体を移動させる駆動方式は, 民生用のインクジェットプリンタに採用されている, ステッピングモーターとタイミングベルト機構とした。X軸の

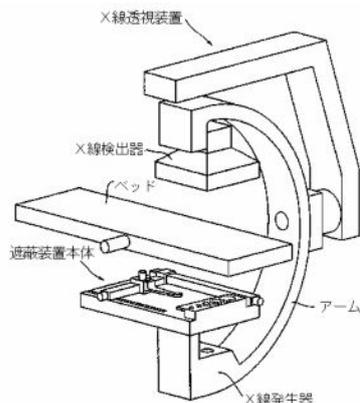


図2 遮蔽装置本体の配置

摺動ガイドは小型LMガイドであるが, Y軸の摺動ガイドをX線に対して透過性のあるプラスチックロッドとしX線通過窓上をY軸ステージが移動する構造とすることでコンパクトな(W480×H450×D100, 5kg)電動XYステージを製作できた。(図3)

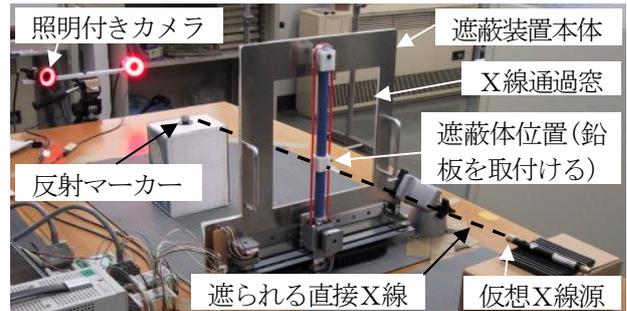


図3 実験の様子

今回, ステッピングモーターは非常に安価なもの(数千円)を採用したが, 移動分解能は0.137mm/stepと本装置には十分な性能である。

4. 制御プログラム開発

制御プログラムは画像処理部, 座標計算部, モーター制御部から構成されており, C++言語(Visual C++)で作成した。プログラムは次の順に実行される。

① 画像処理

2台のカメラ画像をキャプチャ→レンズ歪み補正→雑音画像除去→二値化処理→マーカ抽出領域の重心計算

② 座標計算

2台のカメラによるマーカ重心位置から3次元座標を計算(カメラ座標系)→遮蔽装置の基準座標系にマーカ位置を投影→X線源と反射マーカを結ぶ直線と遮蔽体移動平面の交点を計算

③ モーター制御

前述②の交点座標をモーターパルス数に換算→交点へXYステージを移動

以上①～③を繰り返すことで, 常に目標マーカを捕捉してX線源-遮蔽体位置-反射マーカが一直線に並ぶようにXYステージを制御するプログラムを作成した。

5. 結言

今回の研究により, 以下の成果を得ることができた。

- 既存の医療用X線透視装置に取付け可能な, 小型遮蔽装置本体を製作した。
- 非接触でリアルタイムに目標マーカの位置を計測しながら, 適切に位置決めできる遮蔽装置を開発し, ±1mm程度の遮蔽位置決め精度を実現できた。

(国際特許出願: H18.2 出願番号: PCT/JP2006/302761)

今後は引き続き製品化に向けて開発を行っていく。

*1 技術融合部門

*2 (株) 関東技研

*3 (独) 放射線医学総合研究所