

医療用ストッキングの自動設計・製造システムの開発

1. 目的

リンパ浮腫や静脈瘤などの圧迫治療に有効なオーダーメイドの医療用ストッキング(弾性ストッキング)は、大部分がヨーロッパからの輸入品であり、国内製品の供給が強く望まれている。しかし、国内でオーダーメイド品の生産に取り組んでいるのは徳島県のメーカー1社のみであり、治療施設へ出かけての手採寸や、経験・勘に頼った設計を必要とするため、需要に追いつかない。そこで、採寸から製造までを自動化するために必要な、非接触形状計測技術に関する基礎研究を行った。

2. 方法

弾性ストッキングの設計には、足首から太腿にかけて約 20ヶ所の断面形状が必要である。そこで、患者が立った状態で脚へスリット光を照射して斜め上からカメラで撮影し、反射光の形を解析することによって断面形状を求めた(光切断法)。まず、図1に示すように、既存の実験装置を改造して予備実験を行った。幅の広い物(両脚)を計測するため、スリット光レーザとカメラを左右へ 40cm 移動できるようにした。また、撮影した画像から形状を求めるためには、画像上の任意の座標を空間座標に変換できる必要がある。そこで、2つの座標の相関関係を求めるために、図2に示す自動キャリブレーションを考案した。校正ユニットとカメラを 10mm ずつ動かし、各位置における画像上の反射光の中心座標と、スライダの位置(x, y)とを相関情報としてデータベース化する。この方法は、座標の相関関係だけでなく、光学系の歪みや組み立て精度に起因する誤差を、ボタン1つで校正することができる。以上の予備実験の成果を元に、図3に示す「計測ユニット」と「校正ユニット」を試作した。計測ユニットは2組のレーザ投光器とカメラを 40cm 間隔で設置し、水平方向に 40cm、垂直方向に 90cm 移動できるようにした。この計測装置を使った1方向からの計測で、脚の周囲約 180 度分の形状を得ることができる。

3. 結果

予備実験で直径 60 ~ 160cm の塩ビ・パイプの形状を測定したところ、最大平均誤差が+2.17%であり、目標とする± 0.5%にはほど遠い結果であった。しかし、新たに製作した計測装置は振動が少ない上、カメラを高解像度のものに変更し、計測アルゴリズムにも改良を加えたため、± 0.7%以内に収まった。

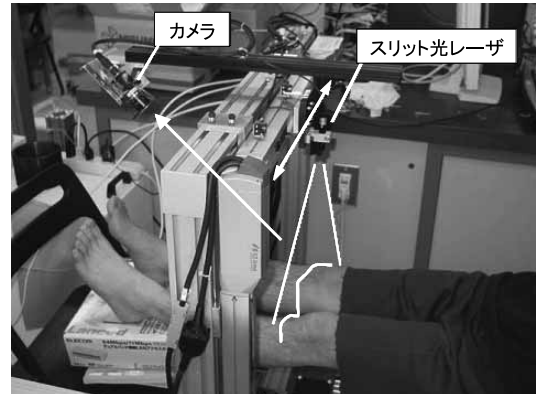


図1 予備実験の様子

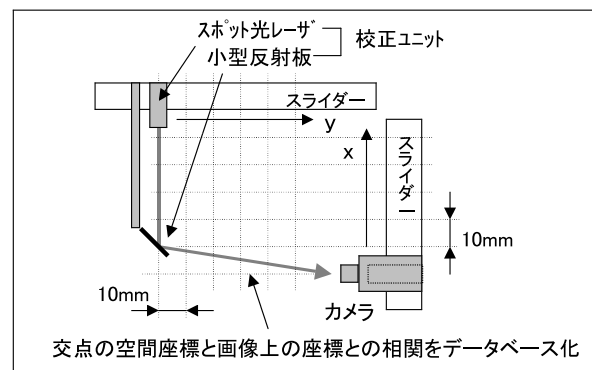


図2 自動キャリブレーション

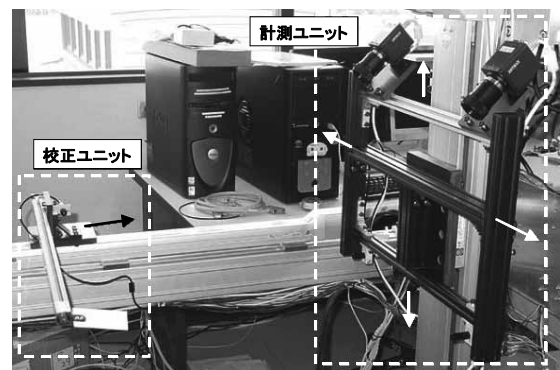


図3 計測ユニットと校正ユニット

今後、スポット光レーザの中心座標や、スリット光レーザの中心線抽出の精度を改善したり、小型反射板を利用して2台のカメラの相対位置を自動計測して補正する方法などを開発すれば、さらに計測精度を高めることができる。また、今回の実験では1方向からの計測であったが、同じ計測ユニットをもう1組製作して前後から計測し、それらの2組の形状データを合成する方法を検討する必要がある。