

シリンジの内容量推定方法の提案

公立千歳科学技術大学 ○古城 隆太 青木 広宙

要旨

医療の現場では、麻酔医が手術中に薬液を注入する際に、シリンジ内の液量を目視で視認確認して手作業により記録を行っており、この作業の自動化が求められている。本研究では、カメラで撮像したシリンジの画像に対して画像処理を行うことで、プランジャの押し込み量を求め、シリンジの内容量を推定する方法について提案する。試作システムの実験により、提案手法の妥当性について明らかにした。

1. はじめに

今日の医療の現場では、麻酔医が手術中に薬液を注入する際に、シリンジ内の液量を目視で視認確認して手作業により記録を行っている。この作業は、医療の現場の人々にとって負担となっており、自動化が求められているが、それを満たすシステムは、現時点で存在しない。

そこで、本研究では、カメラで撮像したシリンジの画像に対して画像処理を行うことで、プランジャの押し込み量を求め、シリンジの内容量を非接触で推定する方法について提案する。また、実測により提案手法の妥当性について検討する。

2. 方法

システムの外観について図 1 に示す。点滴ポールにカメラとシリンジを乗せるステージを取り付けられている。ステージに置かれたシリンジをカメラで撮影し、画像処理によってシリンジの内容量を推定する。

取得した画像に歪みが発生している場合、画像処理の結果に大きく影響してしまうため、歪み補正を行う必要がある。固定されたカメラで図 2 に示すような水平方向 10 マス×垂直方向 7 マスのチェッカーパターンを撮影する。チェッカーパターンの位置を平面状で移動させながら 10 枚の画像を用意し、カメラキャリブレーションを行うことでカメラパラメータを求める。カメラパラメータを用いて歪み補正を行った結果を図 3 に示す。その後、図 4 のようにシリンジ部分のみ抽出する。

画像に対し、二値化処理を行いシリンジの二値化画像を取得し、さらに Canny 法[1]によるエッジ処理によりシリンジの輪郭を抽出する。画像内のある点 (x_0, y_0) を通る全ての直線は以下の式のように表現できる。

$$\rho = x_0 \cos\theta + y_0 \sin\theta \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 ρ は原点から点 (x_0, y_0) までの距離、 θ は原点から点 (x_0, y_0) を結ぶ線分が垂直軸から何度傾いているかを示す。

得られたエッジ画像を基に、シリンジの水平軸・垂直軸に対する方向を求めるため、Hough 変換を適用し、全ての



図 1 システムの外観

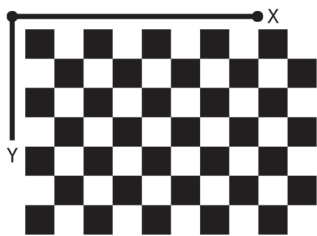


図 2 チェッカーパターン



a. 歪み補正前



b. 歪み補正後

図 3 歪み補正

エッジ上の点についてのパラメータ (ρ, θ) を、図 5 に示すような投票空間に投票する。投票空間におけるピークに対応するパラメータが画像内の最も長い線分に相当する。即ち、ピークのパラメータが (ρ_1, θ_1) であったとすると、シリンジは θ_1 だけ垂直軸から傾いていることになる。アフィン変換で二値化画像を傾き角度分だけ回転させることで、シリンジの長手方向が水平軸と垂直になる回転補正二値化画像を取得できる。回転補正を行った結果を図 6 に示す。

回転補正二値化画像における垂直方向の画素数がシリンジの長さに対応する。シリンジの容量が最大となっている回転補正二値化画像、シリンジの容量が最小、即ち 0 ml となっているときの回転補正二値化画像を用意し、それぞれのシリンジに該当する垂直方向の画素数 b 、 c を求めておく。このとき、1 ml あたりに対応する垂直方向の画素数 p は、以下の式で表される

$$p = \frac{b - c}{x} \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 x は二値画像におけるシリンジの内の最大容量である。(3)式により、任意の回転補正二値化画像におけるシリンジ内の容量 L は、以下の式で推定される。

$$L = \frac{a - c}{\left(\frac{b - c}{x}\right)} = \frac{x(a - c)}{b - c} \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 a は回転補正二値化画像におけるシリンジの垂直方向の画素数を表している。

3. 実験及び結果

6 ml が最大容量であるシリンジにおいて、1 ml から 5 ml まで 1 ml 刻みでそれぞれ 3 枚ずつ画像を撮影し、提案手法により容量を推定した。なお、事前に内容量 6 ml の画像と 0 ml の画像を取得した。結果は表 1 のようになった。誤差は 0.29 ml 未満であることより、このシステムの妥当性が確認できた。

4. おわりに

カメラで撮像したシリンジの画像に対して画像処理を行うことでシリンジの内容量を推定する方法の提案を行った。今後は、シリンジのメーカー・型番・容量・位置・方向などの各種プロパティについて自動認識を行い、これらのプロパティを自動記録できるようなシステムへの展開を行いたい。

参考文献

[1] JOHN CANNY: "A computational approach to edge detection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-8, Issue 6, pp. 184-203 (1987)

[2] R. Duda and P. Hart: "Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures," Communications of



図 4 シリンジのみ抽出した画像

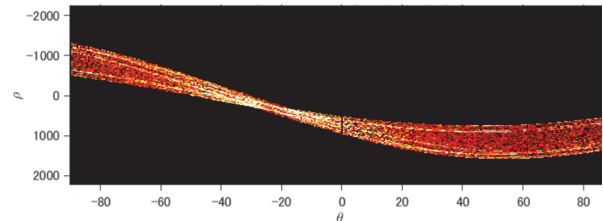


図 5 (ρ, θ) の投票空間



a. 回転補正前

b. 回転補正後

図 6 回転補正

表 1 実験結果

	データセット 1	データセット 2	データセット 3
1 ml	0.8101 ml	0.7140 ml	0.7414 ml
2 ml	1.9407 ml	1.7025 ml	1.7574 ml
3 ml	3.0481 ml	2.7872 ml	2.9382 ml
4 ml	4.0229 ml	3.9268 ml	4.0092 ml
5 ml	5.0938 ml	4.9840 ml	5.0252 ml