

多重円柱モデルを用いた単一カメラによる非接触尿流量推定

情報科学科 磯村 淳

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

循環器系疾患の入院患者数は約 25 万人であり、彼らは身体の水分管理を調節する機能が低下しているため、排尿量を管理する必要がある。しかし、既存の尿流量計測には多くの問題点がある。Kristy らの先行研究ではカップ内の排尿を撮影する計測手法 [1] を提案したものの、尿に機器が非接触でない問題がある。

本研究では、液体の流量を非接触に計測するためにカメラを用いた手法を提案する。

2 流量推定モデル

排尿状の液体の放水される時点に着目することで円柱に近似できると仮定し、液体の総流量を連続して重なる円柱の体積とみなすことでモデルを構築した。

n 枚撮影された画像の中の i 番目の画像を処理するためにまず、背景差分による 2 値化を行った。次に 2 値画像から液体の存在領域を示す白色画素の近似 2 次方程式を最小二乗法を用いて計算した。求めた近似 2 次方程式を用いて、そのフレームの液体の太さ及び液体の初速度を求めた。液体の太さから i 番目の円柱の底面積 S_i [pixel²] を計算し、液体の初速度から円柱の高さ H_i [pixel] を求めることで円柱の体積 V_i [pixel³] を計算した。これを ml(cm³) に変換するために校正値 k ($\frac{\text{cm}^3}{\text{pixel}^3}$) を用いる。 n 枚の画像全てに同様の処理を行うことで、液体の総流量 V は式 (1) のように求まる。

$$V = \sum_{i=1}^n (H_i \times S_i) \times k \quad (1)$$

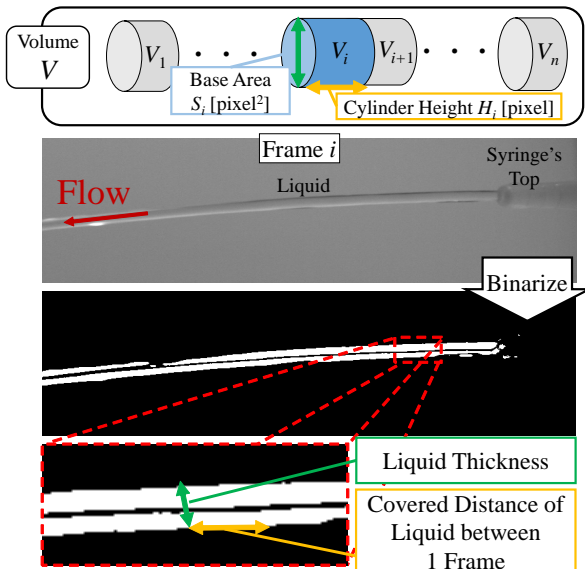


図 1: 各画像から抽出する多重円柱モデルのパラメータ

3 精度検証実験

排尿を模擬するために図 2 に示す環境での実験を行った。実験に使用したのは、USB カメラ、3 つの注射器 (口径 2.0, 2.5, 4.0 [mm])、白色の背景、照明 (蛍光灯 (60 [Hz])) である。撮影

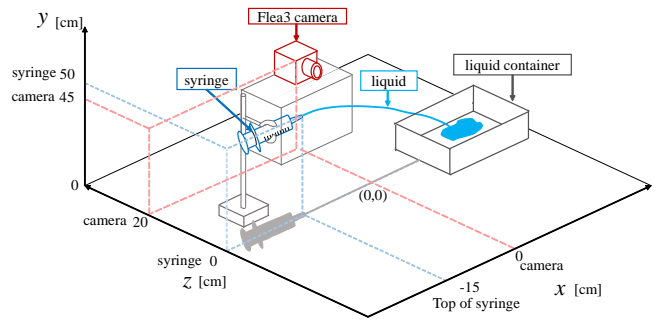


図 2: 実験機材の設置位置

した液体の流量は 40, 50, 60 [ml] を各 5 回ずつである。実験結果を表 1 に示す。推定精度を検証するために各流量毎の推定誤差 (ϵ %) および平均推定誤差 ($\bar{\epsilon}$ %) を計算した。全ての結果において推定誤差は $\pm 3\%$ 以内であり、平均推定誤差は 1.3% であった。実験の解析過程において、液体の太さと速度に関係があることを見出した。図 3a, 図 3b に同じ口径 (4.0 [mm]) の注射器から放水される、異なる速度の液体の 2 値画像を示す。最も液体が太い瞬間の幅は、遅い場合は 35.4 [pixel]、速い場合は 42.0 [pixel] であった。

表 1: 精度検証実験の結果

正解流量 [ml]	推定流量 [ml]	ϵ %	$\bar{\epsilon}$ %
40	41.1	2.8	1.3
50	51.2	2.5	
60	59.2	-1.3	



(a) 遅い場合

(b) 速い場合

図 3: 速度の違いによる太さの変化

4 まとめ

既存の尿流量計測器の平均推定精度は $\pm 10\%$ であり、本研究の提案手法による推定精度も同等であることから、カメラを用いた尿の流量計測方法の有効性を示した。今後の課題は液体の速度と太さの関係を更に調べ、推定精度を上げることである。

参考文献

- [1] Kristy Weins, S. Green, D. Grecov, Lynn Stothers, "Fluid Biomechanics of male uroflow using image processing of high-speed video photography," The Journal of Urology, Vol.189, pp.e933-e934, 2013