

# 実排尿動画を用いた排尿量推定における液体領域抽出の際の閾値決定手法の提案

朝原 佑太

指導教員：河中 治樹

## 1 はじめに

近年、主に医療機関や福祉施設での需要や日常生活におけるヘルスケアの観点から、トイレでの簡便で衛生的な排尿量計測と管理に向けた研究が行われている。磯村らは排尿量推定手法としてカメラを用いた液体流量推定を提案した [1]。磯村らが提案した手法は男性の排尿のみの推定とどまり、女性の排尿を推定することはできない。また精度評価は注射器を用いて排尿を模擬することにより行われている。

そこで本研究では、磯村らが提案した手法を男女の排尿を推定することができ、実排尿に用いることが可能になるように改良することを目的とする。本研究では特に、排尿量推定手法の中でも基本となる液体領域の抽出に着目している。実排尿における液体領域の抽出精度を向上するために、画像の二値化における事後確率を用いた新たな液体領域検出手法を提案する。

## 2 排尿量推定モデル

磯村らが提案した多重円柱モデルを用いて排尿量を推定する [1]。多重円柱モデルとは、放物線を描く液体を多数の円柱の集合であるとみなし、液体の流量を推定するモデルである。 $i$  フレームの画像における流量を円柱  $V_i$  の体積とし、撮影画像から液体の液体径と液体の軌道から初速度を抽出することで円柱の体積を求める。推定に用いた  $n$  フレームの総体積を  $n$  個の円柱の和から求めることで流量推定を行う。液体径から推定した円柱の底面積を  $S_i$ 、初速度とフレーム間時間から求めた円柱の高さを  $H_i$ 、校正値を  $I$  とすると、総流量  $V_e$  は式 (1) で求まる。

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

## 3 事後確率を用いた液体領域抽出手法

多重円柱モデルでは、液体領域の抽出を行うために適応的背景差分法で画像の二値化を行っている。実排尿動画に適応的背景差分法を用いて画像の二値化を行うと、図2のように光の反射によるノイズが入ってしまい、うまく液体領域を抽出することができない。

そこでノイズの削減に向けて、事後確率を用いて液体領域を抽出する。ある画素において観測された輝度値について通常の輝度値である  $\theta_0$  と液体領域の輝度値である  $\theta_1$  という2通りの事象があると考え、輝度値を観測する前の  $\theta_0, \theta_1$  の起こる確率（事前確率）が  $w_1, w_2$  で与えられているとし、 $\theta_k$  のもとで輝度値  $I$  の条件付確率分布を  $p(I|\theta_k)$  とすれば、ベイズの定理より輝度値  $I$  を観測した後の  $\theta_k$  である確率（事後確率） $w'_k (k = 0, 1)$  は式2となる。

$$w'_k = \frac{w_k p(I|\theta_k)}{w_0 p(I|\theta_0) + w_1 p(I|\theta_1)} \quad (2)$$

ある画素において観測された輝度値の事後確率  $w_1$  が 0.5 より大きいときに液体領域として二値化を行う。

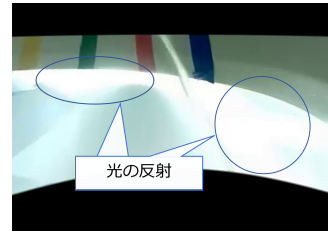


図1 二値化する前の液体画像

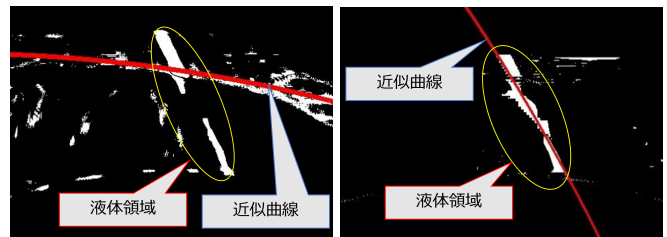


図2 背景差分法による二値化画像 図3 事後確率による二値化画像

## 4 推定精度評価実験

提案手法の推定精度評価のために実験を行った。33本の実排尿動画を用いて、適応的背景差分法で二値化した画像を使用した多重円柱モデルの推定結果と事後確率を閾値として二値化した画像を使用した多重円柱モデルの推定結果を比較する。適応的背景差分法で二値化した画像を使用した多重円柱モデルの推定結果の平均推定誤差は 68.5%、事後確率を閾値として二値化した画像を使用した多重円柱モデルの推定結果の平均推定誤差は 45.3% という結果になった。

実排尿動画において、提案手法は先行研究の手法よりも高い推定精度を示した。図1に示す画像において先行研究の手法と提案手法によって二値化した画像をそれぞれ図2と図3に示す。図2では画像内のノイズの影響で近似曲線が実際の排尿とずれているのに対し、図3では事後確率を用いて光の反射を考慮して二値化したことにより画像内のノイズが減り液体に沿った近似曲線を求めることができている。提案手法によって画像内のノイズが減り、より正しい近似曲線を得られるようになったことで、結果として推定精度が向上した。

## 5 まとめ

提案手法によってノイズを削減したことで、実排尿における推定精度は向上した。しかし、計測器の基準である誤差 12.5% に達しておらず、実用化できる推定精度ではない。今後の課題として、多重円柱モデルにおける他のステップでも男女の排尿を対象とでき、実排尿で適用できるように改良していく必要がある。

## 参考文献

- [1] A. Isomura, et al, "Estimating Flow Rate and Volume of Simulated Urine Flow Noninvasively from a Monocular Camera," 37th IEEE EMBC, pp.751-754, Aug. 2015.