

вимагають значних фінансових та інтелектуальних затрат, що є сприяючим фактором повноцінного впровадження даного виду навчання не залежно від рівня надання медичної допомоги населенню України.

УДК: 616.65-006.03-007.61-07-092.6:616.62-008.22

## ПРИМЕНЕНИЕ ДОМЕННОГО АНАЛИЗА ЦВЕТОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ КАДРОВ ВИДЕОРЕЯДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УДАЛЕННОЙ УРОФЛОУМЕТРИИ

Годлевский Л.С., Татарчук Т.В., Шакун К.С., Стоева Т.В., Годлевская Т.Л.

*Одесский национальный медицинский университет*

**Ключевые слова:** урофлоуметрия, анализ изображений.

**Введение.** Исследование урофлоуметрических показателей позволяет выявить нарушения уродинамики нижних мочевыводящих путей. Подобные исследования возможно проводить как в условиях стационара, так и дистанционно. Причем, при дистанционном способе возможно применять как специальные устройства сбора мочи, так и программные средства (мобильные приложения) ориентированные на запись шума падающей струи мочи. Однако исследование шума не обеспечивает достаточной точности исследования, хотя мобильность и простота применения метода продолжают рассматривать данное направление в качестве актуального подхода контроля состояния уродинамики.

Целью настоящей работы было определение возможности проведения урофлоуметрического исследования в домашних условиях при помощи бытового смартфона. В модельных исследованиях были использованы смартфоны AsusFonePad 6 (K00G) и LenovoS920. Запись урофлоуграммы проводили, измеряя цветность столба мочи, величина которого в реальном времени отражала процесс мочеиспускания пациента.

Основная часть. Для решения поставленной задачи был применен подход по признаку скачкового изменения градиента результирующей интенсивности.

Анализируемый кадр разбивался на домены, для каждого из которых проводился расчет результирующей интенсивности

$$I = \sqrt{\bar{r}^2 + \bar{g}^2 + \bar{b}^2}. \quad (1)$$

Здесь  $\bar{r}, \bar{g}, \bar{b}$  – усредненные по числу пикселей домена значения интенсивности красного, зеленого и голубого каналов.

Градиенты интенсивности определялись согласно выражениям

$$\nabla_i^x I = \frac{I_{i+1} - I_i}{x}, \quad \nabla_i^y I = \frac{I_{i+1} - I_i}{y}, \quad (2)$$

где  $\nabla_i^x I, \nabla_i^y I$  – горизонтальный и вертикальный градиенты интенсивности соответственно,  $x$  и  $y$  – горизонтальный и вертикальный линейные размеры домена,  $i=1 \dots n-1$ , где  $n$  – число доменов вдоль рассматриваемого направления.

Если значение градиента оказывается больше некоторого порогового значения ( $\nabla I \geq \delta$ ), то рассматриваемая пара доменов исключалась из дальнейшего рассмотрения. В рассматриваемой серии экспериментов значение параметра  $\delta$  принималось равным 0,4.

Значения интенсивности RGB цветов определяются как среднее по пикселям макродомена для каждого кадра видеоряда. Таким образом формируется матрица-вектор хранящий информацию о прозрачности мочи в резервуаре с временным шагом 1/25 или 1/30 с, в зависимости от выбранного режима съемки. В ходе эксперимента также фиксировалось изменение высоты столба мочи в резервуаре. Определялась зависимость интенсивности цветового канала  $b$  от высоты столба жидкости, которая ( $I_b(h)$ ) практически идеально подчиняется закону Бугера-Ламберта.

Значение  $I_0$  из (1) для соответствующего цветового канала определяется на основе усредненного значения по макродомену из первых 10 кадров видеоряда. Тогда соответствующий коэффициент поглощения (в рассматриваемом случае  $k_b$ ) оценивается следующим образом:

$$k_b = \left[ \ln \left( \overline{I_b(n_m)} \right) - \ln \left( \overline{I_b(n_0)} \right) \right] / h_m \cdot (3)$$

Здесь  $\overline{I_b(n_0)}$ ,  $\overline{I_b(n_m)}$  – средние значения интенсивности светового канала взвешенные по числу  $n_0$  первых и  $n_m$  последних видеок кадров,  $h_m$  – конечная высота столба мочи в резервуаре.

Из физической картины эксперимента очевидно, что  $\overline{I_b(n_0)} \approx I_0$ , тогда для  $j$ -го кадра видеоряда может быть рассчитана текущая высота столба жидкости:

$$h_j = - \ln \left( \frac{I_{bj}}{I_b(n_0)} \right) / k_b \quad (4)$$

и соответствующий объем мочи  $V_j = \pi d \cdot h_j$ . Учитывая частоту кадров видеоряда, последний вектор является искомой зависимостью  $V(t)$ . А объемная скорость истечения мочи таким образом  $V_v(t) = [V_{j+n} - V_j] / (n\delta t)$ , где  $\delta t$  время дискретизации видеоряда (1/25 с), а  $n$  – число кадров, т.е. шаг определения объемной скорости истечения мочи.

**Выводы.** Экспериментальные и расчетные урфлуометрические зависимости показали, что предложенный метод измерения скорости потока мочи обладает вполне удовлетворительной точностью. Можно отметить снижение чувствительности метода в области больших столбов жидкости, где относительное изменение интенсивности цвета становится сопоставимо с уровнем шума матрицы видеокамеры.