

## ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ЖИДКОСТИ НА ПАРАМЕТРЫ ЦВЕТА ЦВЕТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Токарев Д.В., группа КСД-00а  
Руководитель проф. Герасимов И.Г.

### Введение

Анализ параметров цвета цветного изображения необходим для решения ряда практических задач: для определения рН биологических жидкостей, содержания ионов металла, для решения других задач цитологии. На эти параметры может оказывать влияние толщина слоя жидкости. Поставленной целью является выявить параметры цвета, независящие от толщины слоя жидкости, или параметры, с помощью которых можно ее учитывать.

### Материалы и методы

Пять миллилитров дистиллированной воды наносили на три предметных стекла. На первое предметное стекло к нижней части предварительно приклеили полупрозрачную красную пленку, на второе и третье - зеленую и синюю пленку одинаковой плотности соответственно. Затем с помощью видеокамеры производили цветную съемку полученных изображений воды десять раз с последующим сохранением графических файлов на жестком диске (I). Положив покровное стекло на каплю воды, тем самым изменяя толщину ее слоя, производили еще серию снимков (II). Затем легким надавливанием на покровное стекло еще больше уменьшали толщину слоя капли с последующей фотосъемкой (III). Число снимков для расчета средних значений параметров цвета в опытах с разными пленками и при разной толщине слоя капли одинаково.

В опыте использовали микроскоп Lumax-P3 (объектив x20, окуляр x7) и видеокамеру OSCAR CCD (программное обеспечение – Asus Live).

### Удаление артефактов

Вначале обработки изображения производили его разложение по шкале Grayscale (серая шкала), т.е. происходит преобразование цветного изображения в монохромное, в котором градации серого соответствуют уровню яркости (Br).

Исходное изображение \*.bmp представлено в модели RGB. Известно, что цветовая модель RGB – аддитивная модель. В ней цвета воспроизводятся путём сложения основных цветов красного, зелёного и синего. Перевод в серое изображение происходит по следующей эмпирической формуле для каждой точки изображения [1]:

$$Br = 0,2126R + 0,7125G + 0,0722B, \quad (1)$$

где R, G и B – красная, зеленая и синяя составляющие цвета в диапазоне [0..255], для определения которых использовали встроенные функции языка Delphi: GetRValue(color), GetGValue(color), GetBValue(color) соответственно, где параметр color – рассматриваемый цвет.

Далее производили расчет средневзвешенного значения яркости  $\bar{b}$  и среднеквадратичного его отклонения  $\sigma$  [2].

$$\text{Пиксели, имеющие яркость: } Br \in [\bar{b} - \sigma; \bar{b} + \sigma], \text{ удаляли.} \quad (2)$$

Дальнейшее удаление артефактов не имеет смысла, так как погрешность определения средней яркости изображения не уменьшается.

Гауссово размывание

Фильтр Гаусса похож на усредняющий фильтр [3], но значения в маске выбираются согласно форме двумерной дискретной функции Гаусса с нулевым средним [4]:

$$G[i, j] = e^{-(i^2 + j^2) / 2\sigma_1^2}, \quad (3)$$

где  $e^{-(i^2 + j^2)}$  - гауссово зерно;

$\sigma_1^2$  - дисперсия гауссово зерна.

Она служит для сглаживания. Фильтрация при помощи функции Гаусса обладает определенными преимуществами, которые делают ее особенно удобной именно для сглаживания.

Ширина (и таким образом, уровень сглаживания) напрямую связывается с  $\sigma_1^2$ , так что если  $\sigma_1^2$  увеличивается, увеличивается и степень сглаживания. Этот параметр контролировали для балансирования между количественной составляющей сглаживания и размытием результирующего изображения [4].

Эмпирическим путем установлено, что гауссово размытие является наиболее эффективным методом фильтрации, учитывая специфику исходных изображений. Параметр  $\sigma_1^2$  устанавливали (установленное значение параметра  $\sigma_1^2$  обычно намного больше вычисленного) исходя из визуального наблюдения по мере уменьшения числа артефактных пикселей. Зависимость количества артефактных пикселей от среднеквадратичного отклонения гауссова зерна ( $\sigma_1$ ) приведена на рис. 1.

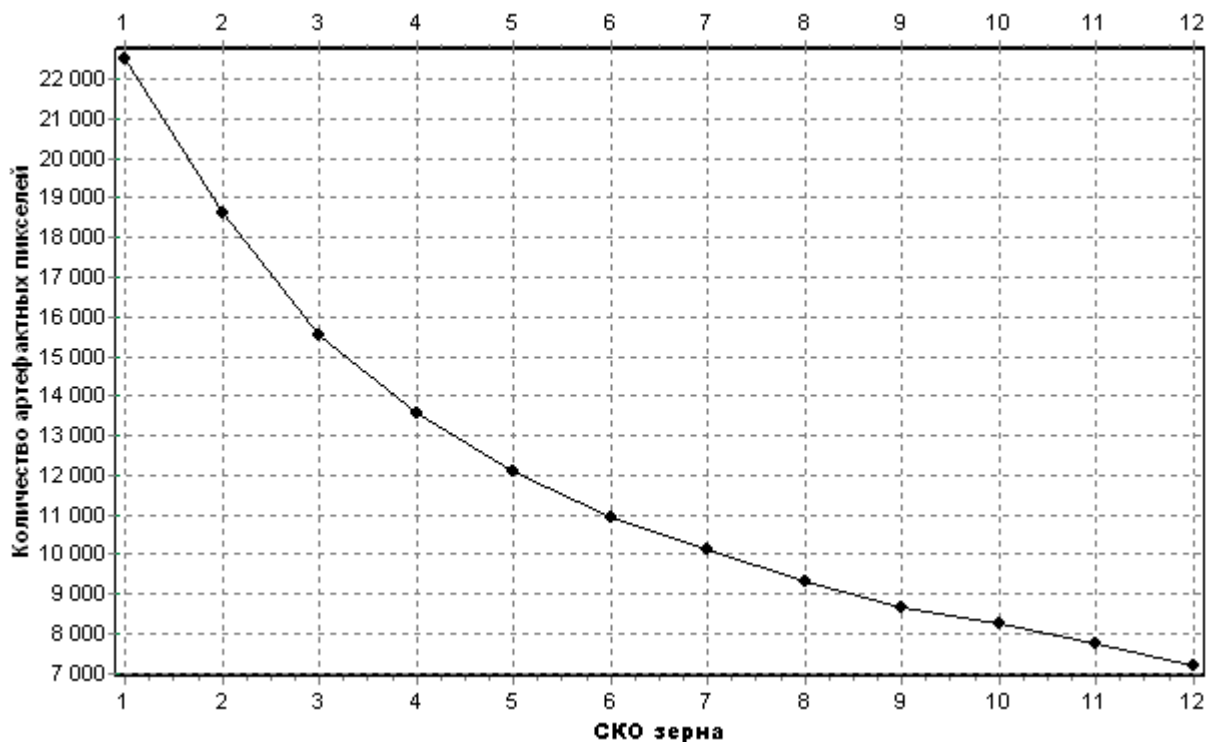


Рисунок 1 - Зависимость количества артефактных пикселей от среднеквадратичного отклонения гауссова зерна

Цветовая модель HLS имеет цветовой обхват, значительно больший, чем модель RGB (диапазон цветов, который может быть воспроизведен, зафиксирован или описан каким-либо способом). Трехканальная модель HLS получила название по первым буквам английских слов Hue (Оттенок (H)), Lightness (Светимость (L)), Saturation (Насыщенность (S)). Она, теоретически, описывает как аддитивные, так и субтрактивные цвета. Модель HLS основана на модели RGB, но имеет другую систему координат [5].

### Анализ результатов

Значения R, G, H, S остаются постоянными во всех опытах, соответственно B, Br, L меняют свои значения. Средние значения цветовых параметров  $\bar{B}$ ,  $\bar{Br}$ ,  $\bar{L}$  изображений и их стандартные отклонения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры цвета  $\bar{B}$ ,  $\bar{Br}$ ,  $\bar{L}$  ( $M \pm \sigma_2$ ) изображения

Параметр цвета	$\bar{B}$	$\bar{Br}$	$\bar{L}$
I			
Красная пленка	$182,4 \pm 0,67$	$233,98 \pm 0,68$	$206,3 \pm 0,31$
Зеленая пленка	$174,5 \pm 0,66$	$233,5 \pm 0,69$	$202,6 \pm 0,31$
Синяя пленка	$180,2 \pm 0,68$	$234,6 \pm 0,33$	$205,3 \pm 0,32$
II			
Красная пленка	$181,8 \pm 0,65$	$234,3 \pm 0,88$	$206,0 \pm 0,29$
Зеленая пленка	$174,7 \pm 0,76$	$233,3 \pm 0,79$	$202,7 \pm 0,36$
Синяя пленка	$178,8 \pm 0,67$	$233,7 \pm 0,48$	$204,3 \pm 0,49$
III			
Красная пленка	$180,9 \pm 0,66$	$234,35 \pm 0,67$	$205,7 \pm 0,45$
Зеленая пленка	$174,6 \pm 0,46$	$232,8 \pm 0,67$	$202,9 \pm 0,46$
Синяя пленка	$178,7 \pm 0,47$	$233,8 \pm 0,32$	$204,5 \pm 0,28$

Из таблицы видно, что имеется некоторая тенденция изменения синей составляющей цвета и светлоты в зависимости от цвета пленки (для красной пленки  $\bar{B}_{Кр.}$ ,  $\bar{L}_{Кр.}$  максимальны из трех пленок, для зеленой –  $\bar{B}_{Зел.}$ ,  $\bar{L}_{Зел.}$  минимальны, для синей –  $\bar{B}_{Зел.} < \bar{B}_{Син.} < \bar{B}_{Кр.}$  и  $\bar{L}_{Зел.} < \bar{L}_{Син.} < \bar{L}_{Кр.}$ ). Однако  $\bar{B}$ ,  $\bar{Br}$ ,  $\bar{L}$

при разной толщине слоя воды меняются в пределах погрешности, т.е. остаются постоянными. Кроме того,  $\overline{Br}$  не зависит также и от цвета пленки.

Для проверки достоверности полученных результатов мы определили параметры цвета контрольного черного пятна, которое находится на стекле, защищающем фоточувствительные элементы камеры. Средние значения цветовых параметров контрольного черного пятна и их стандартные отклонения приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Параметры цвета контрольного пятна ( $M \pm \sigma$ )

Параметр цвета	$\overline{R}$	$\overline{G}$	$\overline{B}$	$\overline{Br}$	$\overline{H}$	$\overline{L}$	$\overline{S}$
I							
Красная пленка	116,6±1,43	153,4±1,21	138,98±1,67	136,6±1,30	92,2±0,46	133,9±1,17	54,1±1,53
Зеленая пленка	96,1±0,74	129,2±0,30	119,6±0,54	115,2±0,20	94,4±0,20	113,0±0,24	48,2±1,09
Синяя пленка	104,2±0,93	136,9±0,92	124,7±0,87	121,9±0,44	91,1±0,51	120,2±0,37	47,6±1,97
II							
Красная пленка	122,6±3,24	159,9±3,32	145,2±3,01	142,8±3,13	92,3±0,42	139,8±3,01	58,1±2,28
Зеленая пленка	101,0±0,85	133,1±0,35	123,98±1,07	119,4±0,39	94,3±0,74	117,2±0,29	46,5±1,35
Синяя пленка	122,2±1,56	155,1±0,57	142,3±1,72	139,7±0,55	90,8±0,82	137,2±0,70	52,2±2,67
III							
Красная пленка	127,2±1,24	162,2±0,81	147,8±1,31	145,7±0,87	90,7±0,43	142,9±0,85	57,5±1,19
Зеленая пленка	102,1±0,81	135,1±2,70	124,9±0,14	120,8±1,40	93,4±1,46	118,6±1,48	47,6±2,17
Синяя пленка	119,8±0,95	153,2±0,34	139,9±1,03	137,7±0,59	90,6±0,24	135,1±0,73	52,2±0,65
II&III							
Красная пленка	125,2±2,76	161,2±0,74	146,7±0,6	144,5±1,06	91,4±2,08	141,6±1,33	57,7±1,56
Зеленая пленка	101,6±1,04	134,1±2,39	123,9±0,47	120,1±1,44	93,9±0,69	117,9±1,58	47,1±1,28
Синяя пленка	120,9±5,64	154,1±3,03	141,1±5,43	138,7±4,43	90,7±0,47	136,1±4,23	52,2±1,51

Из таблицы видно, что  $\overline{H}$  и  $\overline{S}$  изменяются в пределах погрешности, т.е. оттенок и насыщенность цвета не зависит от толщины слоя. К тому же  $\overline{H}$  также не зависит и от цвета пленки. С уменьшением толщины слоя, поглощение света каплей усиливается, и соответственно уменьшается ее пропускная способность, что уменьшает интенсивность светового излучения, поэтому яркость  $\overline{Br}$  и

светлота  $\bar{L}$  збільшуються.  $\bar{R}$ ,  $\bar{G}$  також збільшуються з зменшенням товщини шару краплі, а  $\bar{B}$  “веде себе незрозуміло” і залежить від кольору плівки. Однак слід вказати, що  $\bar{R}$ ,  $\bar{G}$ ,  $\bar{B}$ ,  $\bar{H}$  є суб'єктивними характеристиками, залежними від ступеня поглинання і пропускання світла краплями, а  $\bar{B}_r$  - об'єктивним і змінюється адекватно. Отримані результати свідчать про достовірність експериментальних даних.

### Заключення

Проведений аналіз по впливу товщини шару краплі води на параметри кольору зображення дозволяє зробити висновок, що товщина на вказані параметри не впливає, а параметри  $\bar{H}$  і  $\bar{S}$  можна використовувати для подальшого аналізу як параметри, незалежні від товщини шару рідини .

### Перелік посилань

1. Шавелева Л.И. Работа в PageMaker: учебный курс. Часть V. Цвет. Глава 19. Определение цветов.
2. Скобцов Ю.А. Обработка сигналов и изображений: конспект лекций, 2003 г.
3. Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений, Ч. 1 //Соровский образовательный журнал, № 2, 1996.
4. Базовая обработка изображения и сглаживание высот / Электронный ресурс. Способ доступа: URL: <http://dev.dtf.ru/>
5. Стефанов С. Цвет и цветовоспроизведение в полиграфии / Электронный ресурс. Способ доступа: URL: <http://www.aqualon.ru/>