

*Е.А.Голодько, Л.В.Подригало, Н.М.Филатова***ДЕНСИТОМЕТРИЯ ИЛИ АНАЛИЗ РАЗЛИЧИМОСТИ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКАХ***Харьковский национальный медицинский университет, Украина*

Реферат. В данной статье обсуждается возможность использования метода денситометрии для гигиенической оценки электронных обучающих средств, так как при подаче текстовой информации в электронных учебниках основной задачей является обеспечение различимости символов на странице, а следовательно, разность фона смысловых изображений и подаваемого текста. Применение данного метода позволит оценивать зрительную работоспособность школьников.

Ключевые слова: денситометрия, интенсивность изображения, профили яркости, текстовая информация, электронные учебники

Денситометрия (от лат. *densitas* — плотность и ...метрия), раздел фотографической сенситометрии, посвященный измерению поглощения, пропускания и рассеяния света проявленными фотографическими слоями. Методы денситометрии позволяют по оптической плотности почернения светочувствительного слоя количественно оценить конечный фотографический эффект.

Данную концепцию можно объяснить на следующем примере. Между поверхностной концентрацией серебра в почернении и оптической плотностью почернения существует связь, близкая к линейной; их отношение называется фотометрическим эквивалентом почернения. Оптическая плотность тем больше, чем более дисперсно серебро в почернении; соответственно, степень оптически полезного использования серебра в почернении тем выше, чем дисперснее галоидное серебро исходного светочувствительного слоя и чем он относительно больше экспонирован. Вследствие неоднородного характера почернений поглощение света в них сопровождается его сильным рассеянием. Поэтому величина оптической плотности зависит от геометрического строения (апертуры) световых пучков, освещающих почернение и воспринимаемых приёмником после прохождения через почернение. Различают регулярную и интегральную плотности, измеряемые при освещении почернения параллельным пучком и при восприятии приёмником: в первом случае лишь той доли прошедшего пучка, которая не изменила своего направления, а во втором слу-

чае — всего прошедшего пучка; кроме того, различают диффузную плотность, измеряемую при освещении почернения идеально диффузным пучком, и эффективную плотность, измеряемую в промежуточных условиях, с которыми сталкиваются на практике. Разность между регулярной и интегральной плотностью служит мерой светорассеяния в почернении [1,2].

Кроме этого, метод денситометрии позволяет быстро, безопасно и с высокой точностью определить минеральную плотность костной ткани (то есть выявить донозологию остеопороза). Также денситометры применяются для калибровки устройств, чтобы привести их режим работы к оптимальному аналогично настройке телевизора. Их используют для линеаризации фотонаборных автоматов, устройств для получения пробных оттисков, фотонаборных машин с выводом изображения на формную пластину, чтобы в точности обеспечить требуемую относительную площадь растровых точек в процентах [3].

Денситометрия используется в качестве инструмента для контроля процесса, который по большому счету является одновременно искусством и наукой обеспечения предсказуемости режимов работы различных устройств. Этот метод также используется при обработке и выводе цветowych данных на мониторе [4].

С управлением цветом на электронном носителе есть проблема, которая связана со способностью данного устройства воспроизводить только лишь фиксированный цветовой диапазон, исходя из физических законов, положенных в основу его работы. Так, монитор не способен воспроизвести более насыщенный красный цвет, чем тот, который позволяет передать красный люминофор его экрана. Воспроизводимый устройством цветовой диапазон называется цветовым охватом.

Цвета из исходного цветового пространства, не воспроизводимые в целевом цветовом пространстве, называются цветами вне доступной цветовой гаммы. А поскольку эти цвета нельзя воспроизвести в целевом цветовом пространстве, их приходится заменять другими цветами,

применяя комплексный подход с помощью целей цветопередачи [5].

При подаче текстовой информации в электронных учебниках основной задачей является обеспечение различимости (читабельности) символов на странице. Общеизвестными являются работы, посвященные анализу фона смысловых изображений и подаваемого текста. Однако часто приходится сталкиваться с плавными градиентными перепадами интенсивности на страницах электронных учебников. Некоторые из них, возможно, вызваны смысловой необходимостью, другие – исключительно дизайнерским оформлением [6].

Поэтому актуальной является задача количественного определения, каким образом градиентные переходы интенсивности мешают восприятию текстовой информации и насколько изменяется различимость подаваемого текста. При этом за контрастную характеристику принимается разность между максимальной и минимальной яркостью элементов изображения.

Цель работы - оценить перепад интенсивности изображения текстовой информации в электронных учебниках для обеспечения различимости символов на странице.

Материал и методы

Для объективного анализа перепадов интенсивности на странице с текстом, и как следствие, разборчивости текста, целесообразно применять метод денситометрии – построения профилей яркости.

Данный метод заключается в анализе интенсивности (плотности) изображения в каждой точке вдоль определенной траектории, обычно вдоль прямой. Значения интенсивности в относительных единицах (однobaйтовое число) откладывают по оси ординат, вдоль оси абсцисс указывают координаты точек, которые анализируются. Такой график распределения интенсивности вдоль определенного направления, называют также профилем яркости или денситограммой. По денситограмме проводят денситографический анализ (анализ распределения интенсивности изображения вдоль определенного направления), что эффективно при исследовании распределения плотностей анатомических структур [7,8,9,10].

Результаты и обсуждение

Таким образом, геометрические фигуры на растре целесообразно задаются в параметрической форме. Для построения прямой линии – траектории, вдоль которой проводятся измерения, необходимо выбрать интересующую страницу текста и задать начальную $T_s(x_s, y_s)$ и конечную $T_e(x_e, y_e)$ точки траектории построения профиля яркости. Далее составляется параметрическое уравнение пря-

мой, проходящей через данные точки:

$$x(t) = x_s + (x_e - x_s) \cdot t;$$

$$y(t) = y_s + (y_e - y_s) \cdot t,$$

при:

$$t \in [0,1].$$

Находим расстояние d между точками $T_s(x_s, y_s)$ и $T_e(x_e, y_e)$:

$$d = \sqrt{(x_e - x_s)^2 + (y_e - y_s)^2}. \quad (2)$$

Вычисляем шаг Δt для изменения параметра t :

$$\Delta t = \frac{1}{d}. \quad (3)$$

Алгоритм построения денситограммы состоит из этапов, представленных ниже.

1. На исходном изображении определяют координаты двух точек – стартовой и конечной точек траектории.

2. Определяют координаты всех точек, которые будут лежать на прямой (траектории), между двумя заданными точками.

3. Для каждой точки траектории проводят выборку значения интенсивности.

4. Выполняют построение графика, где по оси абсцисс откладывают значение рассчитанной координаты x , а вдоль оси ординат соответствующие значения интенсивности, которые визуальнo отображают в виде графика.

При определении размеров окна для построения профиля яркости нужно исходить из того, что значения интенсивности лежат в границах 0..255, а координата вдоль оси абсцисс определяется максимальным размером анализируемого изображения вдоль его диагонали или может быть пропорциональна ей.

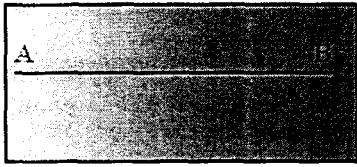
Пример построения профиля яркости для изображения приведен на рис. 1. На рис. 1а. находится исходное полутонное градиентное изображение с указанием стартовой А и конечной В точек траектории. На рис. 1б. приводится профиль яркости вдоль траектории А-В, а на рис 1в. – усредненный методом скользящего среднего профиля яркости.

Данный метод усреднения применяется для устранения шумовых составляющих изображения и в первом приближении соответствует процедуре усреднения в зрительном анализаторе человека.

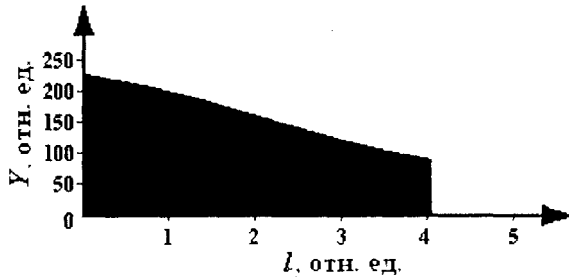
$$\bar{D}_i = \frac{1}{2K+1} \sum_{j=i-K}^i D_{i+j}, \quad K \leq i \leq 255 - K, \quad (4)$$

где:

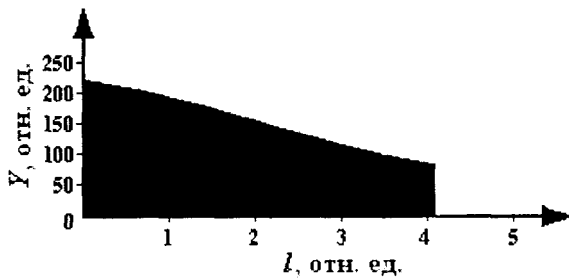
K – параметр усреднения (число предшествующих и последующих точек в окрестности точки с индексом i).



а)



б)

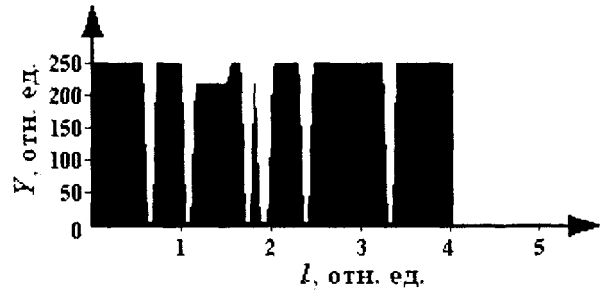


в)

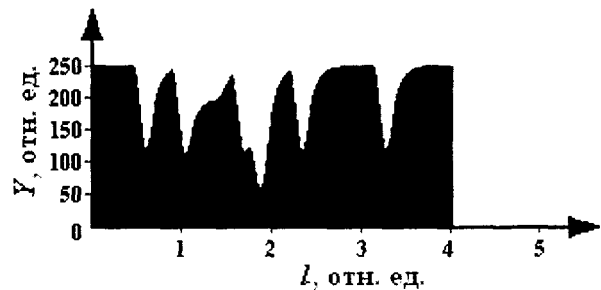
Рис. 1. Пример построения профиля яркости для изображения



а)

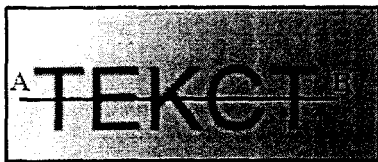


б)

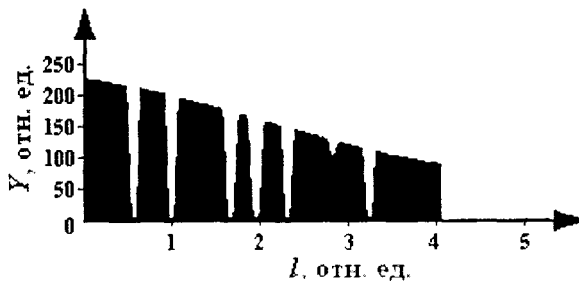


в)

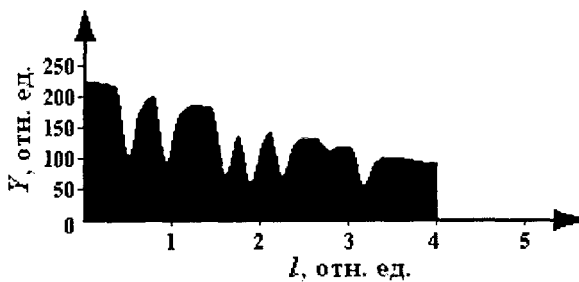
Рис. 2. Пример построения денситограммы при размещении текста на однородном фоне



а)



б)



в)

Рис. 2. Пример построения денситограммы при размещении текста черного цвета

В соответствие с выражением (4), расчетная формула, наиболее оптимальная для проведения сглаживания:

$$\bar{D}_i = \frac{1}{2K+1} \sum_{j=0}^{2K} D_{i+j-k}, \quad 1+K \leq i \leq 255-K. \quad (5)$$

Эффективность сглаживания при исследовании данных распределений яркостей проявлялась при значениях $K \geq 7$ в формуле 5.

На рис. 1б. и 1в. видно, что интенсивность в пределах заданной траектории А-В изменяется со значения 230 до 110 отн. ед.

При размещении текста черного цвета вдоль данного перепада интенсивности (см. рис. 2а.) денситограмма будет иметь вид, представленный на рис. 2б. Усредненная денситограмма соответственно имеет вид, представленный на рис. 2в. Из представленных профилей видно, что контрастная характеристика текста на изображении уменьшается со значения 230 отн. ед. до 110 отн. ед. для усредненного изображения и с 130 отн. ед. до 50 отн. ед. для усредненного. Для сравнения рассмотрим тот же текст на однородном контрастном фоне (см. рис. 3а.). Профили интенсивности (простой и усредненный) соответственно приведены на

рис. 3б. и 3в. При этом контрастность текста постоянна и составляет порядка 150 отн. ед. по всему изображению.

При анализе цветных изображений, денситометрический анализ будет выполняться путем преобразования цветовых составляющих (красной R, зеленой G и синей B) элементов изображения в интенсивность Y по формуле

$$Y = 0.1B + 0,3R + 06G$$

После этого преобразования проводится стандартный анализ профиля яркости изображения.

Выводы

1.Изменение интенсивности фона приводит к существенному уменьшению контрастной характеристики текстовой информации.

2.При разработке электронных обучающих средств, следует избегать страниц с существенно неоднородным фоном, если они не несут специфической смысловой информации.

K.A. Golodko, L.V. Podrigalo, N.M.Filatova

Densitometry or the Analysis of Discernibility of the Text Information in Electronic Textbooks

This article discusses the possibility of using densitometry for hygienic evaluation of electronic learning tools. Since when applying text information in electronic textbooks, the main task is to ensure the legibility of characters on the page, and hence the difference in the semantic background images and text supplied. This method allows evaluating the visual performance of schoolchildren. (Vestn. Hyg. Epid. – 2011. – Vol. 15, № 2. – P. 275 - 278).

Key words: densitometry, intensity of the image, brightness profiles, text information, electronic textbooks

К.А. Голодько, Л.В. Подригало, Н.М. Філатова

Денситометрія або аналіз розрізнення текстової інформації в електронних підручниках

У даній статті обговорюється можливість використання методу денситометрії для гігієнічної оцінки електронних навчальних засобів, оскільки при подачі текстової інформації в електронних підручниках основним завданням є забезпечення розрізнення символів на сторінці, а отже, різниці фону смислових зображень і тексту. Застосування даного методу дозволить оцінювати зорову працездатність школярів. (Вісн. гіг. епід. – 2011. – Т. 15, № 2. – С. 275 - 278).

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Денситометрия>
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическая_плотность
3. <http://www.ukr-print.net/contents/page-906.htm>
4. <http://www.ukr-print.net/contents/page-946.htm>
5. <http://www.ukr-print.net/contents/page-945.htm>
6. *Прэтт У.К.* Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. - Т. 1, 2. - 790с.
7. *Лутятин Е.П., Аверин С.И.* Обработка изображений в робототехнике. М.: Машиностроение, 1990.- 330 с.
8. *Форсайт Д.А., Понс Ж.* Компьютерное зрение. Современный подход: Пер. с англ.- М.: Изд. дом «Вильямс», 2004.- 928 с.
9. *Рудаков П.И., Сафонов В.И.* Обработка сигналов и изображений – М: Диалог-МИФИ, 2000. – 413с.
10. *Лавлидис Т.* Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. - М.: Радио и связь, 1986.- 400 с.

Надійшла до редакції 10.04.2011