

## ПРЕПРОЦЕССИНГ ИЗОБРАЖЕНИЙ В АЛГОРИТМАХ РЕКОЛОРИЗАЦИИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С АНОМАЛЬНОЙ ТРИХРОМАЗИЕЙ И ДИХРОМАЗИЕЙ

*Синицына В.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Прудник А.М. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ*

**Аннотация.** В инструментах поддержки зрения аномальных трихроматов и дихроматов используются методы, в которых реколоризация осуществляется для всех объектов на экранах телефонов и мониторах компьютеров. И только в некоторых приложениях реализована возможность выделения определенной части экрана. Но для людей с аномальной трихромазией и дихромазией важно преобразование цветов только для конкретных объектов. Кроме того, для многих цветоаномалов актуально использование инструментов реколоризации в профессиональной деятельности. Для решения данных задач предложен особый метод предварительной обработки изображений, предназначенный для применения в алгоритмах реколоризации для людей с аномальной трихромазией и дихромазией.

**Ключевые слова:** аномальная трихромазия, дихромазия, реколоризация, алгоритмы, препроцессинг

**Введение.** Аномалии цветового зрения встречаются у 8% мужского и примерно 0,5% женского населения Земли. Такие виды аномалий, как аномальная трихромазия и дихромазия, являются наиболее распространенными и составляют практически все случаи аномалий цветового зрения.

При аномальной трихромазии в колбочках глаз человека содержится недостаточное количество фотопигмента красного, зеленого или синего цвета. В зависимости от цвета фотопигмента, которого не хватает в колбочках, аномальная трихромазия подразделяется на такие формы, как протаномалия (недостаток фотопигмента красного цвета), дейтераномалия (недостаток фотопигмента зеленого цвета) и тританомалия (недостаток фотопигмента синего цвета). В зависимости от количества недостающего фотопигмента определяется и степень тяжести аномальной трихромазии, которая подразделяется на сильную, среднюю и слабую.

Дихромазия представляет собой аномалию цветового зрения, при которой в колбочках глаз человека нет фотопигмента красного, зеленого или синего цвета, и выражается в таких формах, как протанопия (отсутствие фотопигмента красного цвета), дейтеранопия (отсутствие фотопигмента зеленого цвета) или тританопия (отсутствие фотопигмента синего цвета). Как правило, дихромазия не дифференцируется по степеням тяжести, так как представляет собой крайнюю степень аномальной трихромазии.

На сегодняшний день существует большое количество инструментов и методов для помощи аномальным трихроматам и дихроматам в корректном восприятии визуальной информации, однако очень немногие разработки ориентированы на потребности людей с аномалиями цветового зрения. Исследование и разработка инструментов и методов реколоризации изображений для аномальных трихроматов и дихроматов актуальны в связи с наличием данных видов аномалий примерно у 99% всех людей с тем или иным видом аномалий цветового зрения. Приложения для мобильных телефонов, десктопные приложения, расширения для браузеров, цветные фильтры для мобильных телефонов и операционных систем позволяют людям с цветовой слепотой увереннее ориентироваться в окружающем мире. Совершенствование технических средств позволило бы цветоаномалам

выбирать профессии водителя, машиниста, агронома, химика, биолога, дизайнера и многие другие.

Таким образом, цель работы – определить, каким образом необходимо улучшить существующие инструменты преобразования цветов посредством препроцессинга изображений с целью их последующей реколоризации.

В качестве задач следует выделить следующие:

- анализ существующих на сегодняшний день инструментов поддержки зрения аномальных трихроматов и дихроматов;
- формулировка и подробное описание предварительной обработки изображений для применения к ним алгоритмов или методов реколоризации;
- анализ полученных в предыдущих пунктах результатов и подведение итогов.

**Основная часть.** Существуют различные инструменты и методы поддержки зрения аномальных трихроматов и дихроматов.

*Аппаратные средства.* Среди аппаратных средств, помогающих людям с нарушениями цветового зрения, выделяются очки компании *EnChroma* [1]. Данные очки работают только при естественном освещении и позволяют различать цвета людям с дейтераномалией и протаномалией. *Oxy-Iso* и *Pilestone* [2] также имеют в своем арсенале схожие очки с подобными линзами, однако недостатки таких очков заключаются не только в предназначении лишь для протаномалов и дейтераномалов, но и в невозможности использования в ночное время, при работе за монитором компьютера, при просмотре телевизора. Очки осуществляют преобразование всего наблюдаемого через них пространства.

*Мобильные средства.* На сегодняшний день на такой площадке, как *Google Play*, реализовано множество приложений, помогающих людям с аномалиями цветового зрения. А для *iPhone* одним из самых популярных приложений является *Color Binoculars*, разработанное в 2016 году сотрудниками *Google*. Данное приложение корректирует цвета для помощи людям с дихромазией. Мобильные приложения чаще всего нацелены на коррекцию фото или видео, где видео получается непосредственным наведением камеры телефона на окружающий мир. Среди мобильных приложений наиболее часто встречаются либо такие, которые преобразуют тем или иным образом всю информацию на экране, либо такие, которые выводят на экран название цвета определенного объекта.

*Расширения для браузеров.* Расширение *Color Enhancer* позволяет пользователям с цветовой слепотой более точно определять цвета. После установки такое расширение предоставляет пользователю возможность выбора набора звезд на картинке, среди которых следует указать такой набор, звезды которого являются наиболее нечеткими для пользователя. Затем необходимо использовать имеющийся ползунок, чтобы отрегулировать выбранное изображение так, чтобы все звезды были видны. После вышеописанных манипуляций пользователь будет наиболее корректно воспринимать имеющуюся в браузере информацию.

*Цветовые фильтры.* Кроме того, в настройках операционных систем *macOS* [3] и *Windows* [4] присутствует режим с фильтрацией цветов для корректного восприятия всей отображаемой на экране информации для дихроматов.

Во многих современных смартфонах и айфонах также имеются цветовые фильтры, в которых пользователю позволено выбрать имеющийся у него тип аномалии цветового зрения, в соответствии с которым экран устройства преобразует отображаемые цвета подобающим для восприятия людьми с данным типом аномалии образом. Так, среди видов цветонарушений, которые можно выбрать для последующей коррекции, числятся дейтеранопия, протанопия и тританопия. Данные фильтры преобразуют все цвета на экране телефона.

*Десктопные приложения.* Кроме того, имеются такие десктопные инструменты, как, например, *Visolve*, который помогает корректировать цвет на экране монитора в соответствии с возможностями цветовосприятия пользователей. Особенностью данных приложений является расширение окна приложения и корректировка цветов на выбранном участке экрана.

Особое внимание при рассмотрении существующих инструментов рекolorизации было уделено возможности последних осуществлять преобразование цветов не всего экрана, а лишь некоторых областей.

Стоит отметить, что рекolorизация лишь выбранных объектов очень важна для цветоаномалов [5], так как не всегда рекolorизация всего экрана бывает удачной, а также в связи с особой концентрацией взгляда цветоаномала на конкретном объекте. Кроме того, многие пользователи хотели бы корректировать цвета и во время занятий своей профессиональной деятельностью.

Из обобщения описанных выше положений следует, что в зависимости от профессии человека с цветовой слепотой следует выделять на экране наиболее важные объекты для рекolorизации, а только затем осуществлять преобразование цветов тем или иным образом.

Так, последовательность действий при препроцессинге изображений для аномальных трихроматов и дихроматов выглядит следующим образом:

1 Определение профессии пользователя (от профессии будет зависеть выбор объектов для рекolorизации на экране).

2 Вычисление координат найденных объектов и передача их в алгоритм рекolorизации.

3 Преобразование цветов лишь в пределах заданных координат.

Такая обработка картинок требует предварительного обучения нейронной сети определять конкретные объекты на множестве картинок. Как упоминалось ранее, для водителей особенно важны будут светофоры и, например, дорожные знаки, для химиков – колбы, пробирки, мензурки.

**Заключение.** Таким образом, основываясь на пожеланиях пользователей с аномальной трихромазией и дихромазией, было определено, что для цветоаномалов удобнее иметь возможность рекolorизировать лишь некоторые объекты на экране. Кроме того, так как пользователи хотели бы использовать приложения активно в своей профессиональной деятельности, имеет смысл внедрить в существующие инструменты поддержки зрения аномальных трихроматов и дихроматов выбор наиболее важных для человека той или иной профессии объектов и осуществлять рекolorизацию лишь этих объектов.

### Список литературы

1. *EnChroma Colour Blind Lens Guide* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://enchroma.co.uk/pages/lens-guide>. Дата доступа: 17.02.2024.
2. *Оптика для дальтоников Pilestone* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pilestone.ru/>. Дата доступа: 17.02.2024.
3. *Change Color Filters preferences for accessibility on Mac* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://support.apple.com/en-ca/guide/mac-help/mchlba06b669/12.0/mac/12.0>. Дата доступа: 17.02.2024.
4. *Use color filters in Windows* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://support.microsoft.com/en-us/windows/use-color-filters-in-windows-43893e44-b8b3-2e27-1a29-b0c15ef0e5ce>. Дата доступа: 17.02.2024.
5. *30 Years of Solving the Wrong Problem: How Recolouring Tool Design Fails those with Colour Vision Deficiency* / C. Geddes [et al.] // *ASSETS '23: Proceedings of the 25th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. 2023. No 24. P. 1–13. <https://doi.org/10.1145/3597638.3608407>.

## IMAGE PREPROCESSING IN RECOLORING ALGORITHMS FOR PEOPLE WITH ANOMALOUS TRICHROMACY AND DICHROMACY

*Sinitsyna V.V.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Prudnik A.M. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of EPE*

**Annotation.** Vision support tools for anomalous trichromats and dichromats use techniques that recolor all objects on phone screens and computer monitors. And only some applications provide the ability to highlight a specific part of the screen. But for people with anomalous trichromacy and dichromacy, it is important to convert colors only for specific objects. In addition, for many color anomalies it is important to use recoloring tools in their professional activities. To solve these problems, a special method of image preprocessing has been proposed, intended for use in recoloring algorithms for people with anomalous trichromacy and dichromacy.

**Keywords:** anomalous trichromacy, dichromacy, recoloring, algorithms, preprocessing