

DOI: 10.58168/OpEq2025_179-190

УДК 519.6

**ВЛИЯНИЕ ЦВЕТОВЫХ ПРОСТРАНСТВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ
ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ**

INFLUENCE OF COLOR SPACES IN OBJECT RECOGNITION IN AN IMAGE

Седых Ирина Александровна

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автоматизированных
систем управления ЛГТУ, г. Липецк, Россия

Харитонов Александр Евгеньевич

аспирант 1-го года обучения кафедры автоматизированных систем управления
ЛГТУ, г. Липецк, Россия

Sedykh Irina Alexandrovna

D.Sc. of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automated
Control Systems, Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

Kharitonov Alexander Evgenievich

1st year postgraduate student of the Department of Automated Control Systems,
Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

Аннотация. В статье рассмотрено влияние цветковых пространств RGB, HSV, YCbCr, Lab при распознавании объекта на изображении. Работа выполнена при помощи скрипта, написанного на языке Python в среде Jupiter Notebook. Скрипт позволяет получить такие метрики для сравнения изображений, как среднеквадратическая ошибка (MSE) и скорость обработки для каждого цветкового пространства. Представлены результаты исследования с помощью метрик в табличном виде и сделан вывод о проделанной работе.

Abstract. The article examines the influence of RGB, HSV, YCbCr, Lab color spaces in recognizing objects in an image. The work was done using a script written

in Python in the Jupiter Notebook environment. The script allows you to get such metrics for comparing images as the mean square error (MSE) and processing speed for each color space. The results of the study using the metric are presented in tabular form and conclusions are made about the work done.

Ключевые слова: цветовые пространства, RGB, HSV, YCbCr, Lab, нейросеть, компьютерная графика, обработка изображений, среднеквадратическая ошибка, распознавание объектов.

Keywords: color spaces, RGB, HSV, YCbCr, Lab, neural network, computer graphics, image processing, mean square error, object recognition.

Введение

На сегодняшний день большое количество информации представлено визуально, например, с помощью различных изображений (прямоугольная матрица, состоящая из пикселей) [1]. Обработка может происходить путем изменения разрешения, кадрирования, замены цвета, удаления объектов, наложения нескольких изображений друг на друга, кластеризации или сегментации и так далее.

Одним из способов сегментации изображения является распознавание человека на изображении. Более того, на текущий момент нейросети очень активно используются в таких процессах, а в их работе нам необходима скорость и точность работы, о чем и пойдет речь.

На сегодняшний день замена цветового пространства при обработке используется, например, при распознавании лиц на видео или для подготовки изображения к печати, однако применение данного способа при работе в распознавании человека целиком на фотографии не рассматривалось. Актуальность данной работы обуславливается тем, что при переходе в другое цветовое пространство изображение считывается и воспринимается системой иначе, чем в привычном RGB пространстве, а значит и распознавание человека в другом пространстве может происходить иначе.

Целью работы является исследование и реализация методов распознавания человека при работе в разных цветовых пространствах, таких как RGB, HSV, HSL, YCbCr [2] и Lab [3], их влияние на обработку изображений и приведен анализ полученных метрик в результате работы программного обеспечения.

1. Модель YOLO и цветовые пространства

1.1. Модель YOLO

YOLOv5 — это одна из самых популярных моделей для задачи обнаружения объектов (object detection) на изображениях и видео. Она способна в реальном времени распознавать и локализовать объекты различных классов, отмечая их ограничивающими рамками (bounding boxes). YOLOv5 отличается высокой скоростью и точностью, что делает её подходящей для применения в производственных, автомобильных, медицинских и прочих сферах.

YOLO (You Only Look Once) — семейство моделей, впервые представленное в 2015 году Джозефом Редмоном. Однако YOLOv5 имеет немного иную историю:

- YOLOv1 – YOLOv4 создавались и поддерживались такими исследователями, как Джозефа Редмона и Алексей Бочковски (YOLOv4).
- YOLOv5 была представлена в июне 2020 года компанией Ultralytics. В отличие от предыдущих версий, она была написана на Python с использованием PyTorch, в то время как YOLOv4 использовала Darknet (C/C++).

Однако YOLOv5 не является официальным продолжением YOLOv4, но фактически стала самой YOLOv5 имеет модульную структуру, включающую:

- Backbone – извлекает признаки из изображения (обычно CSPDarknet).
- Neck – объединяет признаки на разных уровнях (обычно PANet).
- Head – делает предсказания (bounding boxes и классы объектов).

Также YOLOv5 поддерживает аугментацию данных, автоматический анкор, квантизацию, экспорт в ONNX, CoreML и TorchScript и многое другое.

1.2. Цветовое пространство RGB

Цветовое пространство RGB всегда встречается там, где есть светящиеся экраны, так как именно сложение цветов излучающих объектов она и описывает. Данная модель имеет определённые ограничения в цветовом диапазоне, так как может отобразить только те оттенки, которые получаются исключительно за счёт свечения пикселей экрана в определённых пропорциях.

Ниже приведено визуальное представление модели RGB (рис. 1.)

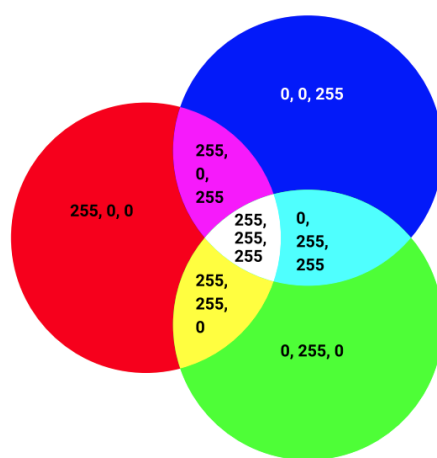


Рис. 1. Цветовое пространство RGB

1.3. Цветовое пространство HSV

Цветовое пространство HSV – пространство семейства HS, отличия заключаются в последней букве и визуальном представлении. Данное пространство является более интуитивным, в связи с использованием цветового тона (Hue), насыщенности (Saturation) и значения (Value), где последняя буква в аббревиатуре может меняться. Ниже приведено визуальное представление семейства HS (рис. 2).

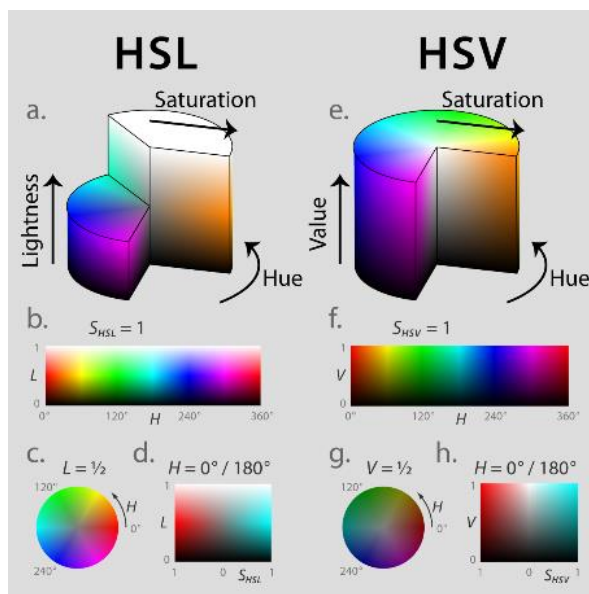


Рис. 2. Цветовые пространства HSL, HSV

1.4. Цветовое пространство YCbCr

1.5.

Пространство YCbCr использовалось для цифрового кодирования информации о цвете, подходящего для сжатия и передачи видео и неподвижных изображений, таких как MPEG и JPEG [2]. Ниже приведено визуальное представление YCbCr (рис. 3).

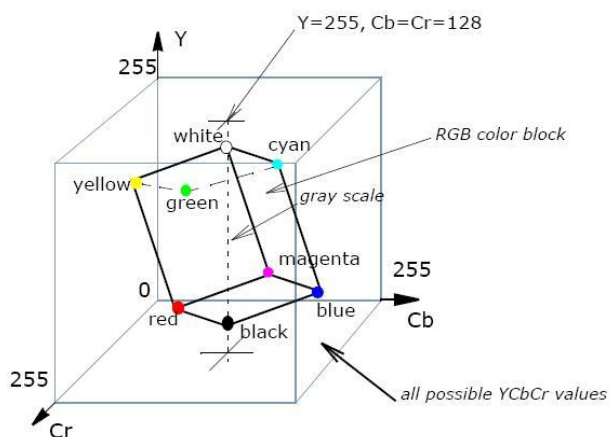


Рис. 3. Цветовое пространство YCbCr

1.6. Цветовое пространство Lab

Цветовое пространство Lab было разработано для преодоления недостатков предыдущих моделей. У него нет ограничения в цветовом охвате. Главным преимуществом данной модели является то, что яркость в ней отделена от цвета, что удобно для регулирования контраста, резкости и прочего. Буквы в аббревиатуре не обозначают цвета, в данном случае «L» обозначает яркость (lightness), а «a» и «b» – некоторые абстрактные координаты. Ниже приведено визуальное представление модели Lab (рис. 4).

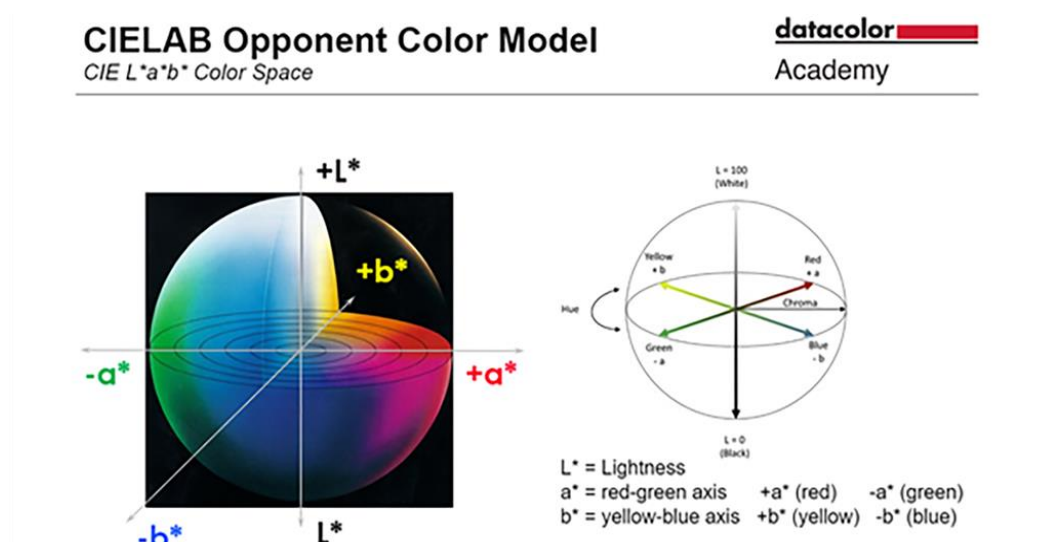


Рис. 4. Цветовое пространство Lab

2. Результаты работы

Для работы были выбраны реальные фотографии размером 6000x4000 пикселей, сделанные самостоятельно. Далее будут приведены несколько примеров результата обработки изображений в цветовых пространствах RGB, HSV, YCbCr, Lab. На фотографиях объект выделяется рамкой, над которой указана вероятность правильного распознавания объекта, в нашем случае – человека, а ниже приведены время обработки для каждого цветового пространства, точность предсказания при распознавании объекта и среднеквадратическая ошибка [4] (рис.5 - 8).



Общее количество обработанных изображений: 39

Среднее время обработки для каждого цветового пространства:

HSV: 0.2763 секунд

YCbCr: 0.2784 секунд

Lab: 0.2823 секунд

RGB: 0.2853 секунд

Средняя точность предсказаний для объекта 'Person':

RGB: 0.8191

CKO для RGB: 0.0981

HSV: 0.4956

CKO для HSV: 0.3230

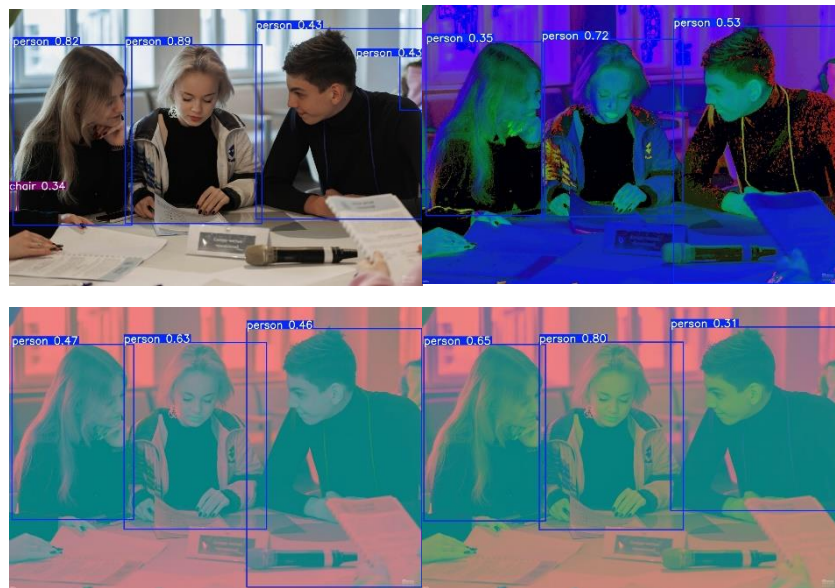
YCbCr: 0.6538

CKO для YCbCr: 0.2486

Lab: 0.6382

CKO для Lab: 0.2360

Рис. 5. Пример результата обработки 1



Общее количество обработанных изображений: 34

Среднее время обработки для каждого цветового пространства:

HSV: 0.3111 секунд

YCbCr: 0.3148 секунд

Lab: 0.3218 секунд

RGB: 0.3254 секунд

Средняя точность предсказаний для объекта 'Person':

RGB: 0.7035

СКО для RGB: 0.1663

HSV: 0.3915

СКО для HSV: 0.3290

YCbCr: 0.5832

СКО для YCbCr: 0.2547

Lab: 0.5866

СКО для Lab: 0.2497

Рис. 6. Пример результата обработки 2



Общее количество обработанных изображений: 60

Среднее время обработки для каждого цветового пространства:

HSV: 0.3320 секунд

YCbCr: 0.3341 секунд

RGB: 0.3381 секунд

Lab: 0.3391 секунд

Средняя точность предсказаний для объекта 'Person':

RGB: 0.7070

СКО для RGB: 0.1683

HSV: 0.3637

СКО для HSV: 0.3188

YCbCr: 0.6140

СКО для YCbCr: 0.2412

Lab: 0.6200

СКО для Lab: 0.2343

Рис. 7. Пример результата обработки 3



Общее количество обработанных изображений: 100

Среднее время обработки для каждого цветового пространства:

RGB: 0.2798 секунд

HSV: 0.2834 секунд

YCbCr: 0.2875 секунд

Lab: 0.2906 секунд

Средняя точность предсказаний для объекта 'Person':

RGB: 0.7908

СКО для RGB: 0.1647

HSV: 0.5694

СКО для HSV: 0.3448

YCbCr: 0.7358

СКО для YCbCr: 0.2336

Lab: 0.7388

СКО для Lab: 0.2284

Рис. 8. Пример результата обработки 4

В ходе анализа метрик можно сделать вывод, что HSV работает быстрее, но вероятность предсказания меньше. В RGB пространстве вероятность выше, но часто бывают такие ситуации, когда модель распознаёт посторонние объекты, при этом эти объекты могут распознаваться неправильно. В YCbCr и Lab получены средние между RGB и HSV результаты в точности и скорости обработки.

Заключение

В ходе работы было рассмотрено влияние смены цветового пространства на распознавание объектов на изображении. Для исследования был реализован скрипт на языке Python в среде разработки Jupiter Notebook, который позволяет вычислить такие метрики для сравнения обработанного изображения, как скорость вычислений при обработке для каждого цветового пространства и значение среднеквадратической ошибки. Для обработки использовались реальные фотографии размером 6000x4000 пикселей.

Исходя из результатов можно сказать, что влияние смены цветового пространства заметно. Если обработка в RGB пространстве происходит с большей точностью вероятности распознавания, то в HSV точность меньше, однако обработка происходит быстрее. При этом в RGB чаще встречается неправильное или «лишнее» распознавание объектов, что реже проявляется в HSV. Обработка в пространствах YCbCr и Lab показала средние результаты.

Можно также сказать, что HSV является наиболее интересным пространством при распознавании объектов, несмотря на более низкую вероятность распознавания, так как данное цветовое пространство позволит быстрее обработать большую базу изображений при их большом размере в 6000x4000 пикселей.

Список литературы

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Москва : Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Understanding Color Models : A Review / N. A. Ibraheem, M. M. Hasan, R. Z. Khan, P. K. Mishra. – Text : immediate // India : ARPN Journal of Science, Technology. – 2012. – Vol. 2, № 3. – С. 265–275.
3. Маргулис Д. Photoshop для профессионалов : классическое руководство по цветокоррекции / Д. Маргулис ; перевод с английского. – 5-е изд. – Москва : Интелбук, 2007. – 656 с.

4. Umme S. Image Quality Assessment through FSIM / S. Umme, A. Morium, S. U. Mohammad. – Text : immediate // SSIM, MSE and PSNR-A Comparative Study. – 2019. – 240 c.

References

1. Gonsales R. Digital image processing/ R. Gonsales, R. Woods. – Moscow : Technosphere, 2006. – 1072 c.
2. Understanding Color Models : A Review / N. A. Ibraheem, M. M. Hasan, R. Z. Khan, P. K. Mishra. – Text : immediate // India : ARPN Journal of Science, Technology. – 2012. – Vol. 2, № 3. – C. 265–275.
3. Margulis D. Photoshop for professionals : classic guide to color correction / D. Margulis ; translation from English. – 5th ed. – Moscow : Intelbook, 2007. – 656 c.
4. Umme S. Image Quality Assessment through FSIM / S. Umme, A. Morium, S. U. Mohammad. – Text : immediate // SSIM, MSE and PSNR-A Comparative Study. – 2019. – 240 c.