

знаков (дескриптор) определим как набор численных параметров, описывающих характеристики изображения, например, такие как: форма, цвет, текстура и т.д. Вектора признаков принимают значения в пространстве признаков, тогда задав на таком пространстве меру, можно сравнивать изображения друг с другом, вычисляя расстояния между соответствующими векторами признаков. $F_1(x_1, x_2, \dots, x_M) = \mathbf{0}$ множество допустимых пространственных координат фона в секторе наблюдения; $F_2(x_1, x_2, \dots, x_M) = \mathbf{0}$ множество контуров цели объекта наблюдения; $F_N(x_1, x_2, \dots, x_M) = \mathbf{0}$ множество значений возможного цвета объекта наблюдения. Тогда, в рамках принятой модели, факт обнаружения новой цели может быть оценен по величине изменения целевой функции между двумя последовательными кадрами изображений.

$$S(x_n) - S(x_{n+1}) = \Delta, \text{ при этом } |\Delta| > \sigma_{\text{порог}}. \quad (2)$$

Строгое соблюдение условия (2) может быть заменено частным условием: изменением значения только одного дескриптора на величину $|\Delta_j| > \sigma_{\text{порог}}$. Другими словами, изменение любого дескриптора на величину выше порогового значения является фактом индикации новой цели в секторе обзора.

Для описания всех возможных целей существуют различные методы выделения объектов произвольной формы, размеров и цвета, которые дают частные, но приемлемые результаты для конкретных условий. Основной причиной снижения качества описания и выделения объектов является цветовой разброс объектов при изменении условий освещенности. Т.е. в рамках сформулированной выше модели, неопределенность при формализации дескриптора цвета. Другими словами, задача корректного описания цвета для систем видеонаблюдения на сегодняшний день является актуальной, также как и выбор цветовой модели. Необходимо выбрать цветовую модель, которая лучше других подходит для определения цвета при изменении яркости изображения, оставаясь логически простой и наглядной. В зависимости от поставленной задачи цветоуказания и выделения цвета могут использоваться аддитивная RGB и перцепционные (HLS, HSV, HSB) модели. В цветковых моделях HSB, HLS, HSV [1] описание цвета базируется на интуитивном восприятии цвета человеком. Цвет описывается через тон, насыщенность и яркость.

Модель RGB не нуждается в каких-либо комментариях, так как широко известная по примене-

нию при анализе цветных изображений [4] и реализует использование так называемых весовых функций, отвечающих за вклад каждой из компонент RGB (красного, зеленого, синего) в спектр цвета. Альтернативным методом построения спектра цвета, заданного в пространстве модели RGB, является использование других цветовых пространств, построенных по другому принципу [2], нежели пространство RGB. В данной статье используется пространство модели HSL - Hue, Saturation, Lightness. Эти параметры очень удобно использовать при построении спектра, так как из них практически напрямую можно получить основные параметры функции, описывающей спектр или цвет. На рисунке 1 показано цветовое пространство HSL и то, как влияют параметры Hue, Saturation и Lightness на получаемый цвет. Первая операция, которую производит, например, камера видеонаблюдения—это выборка по данному вектору направления цвета из кубической RGB-текстуры. Затем полученный цвет в пространстве модели RGB преобразуется к цветовому пространству модели HSL. После преобразования к HSL происходит построение спектра цвета. Параметр Hue фактически задает длину волны, на которой достигается максимум функции спектра. Параметр Lightness задает среднее значение между максимальным и минимальным значениями спектра, а параметр Saturation задает расстояние от среднего до максимального или минимального значения. При этом максимум спектра представляется в виде гауссиана, и гауссиан тем шире, чем ближе пик находится к красному цвету (так как в спектре диапазон красных цветов шире, чем диапазон зеленых, а диапазон зеленых шире, чем диапазон синих). Для построения спектра создается массив из элементов типа Float, и в этот массив заносятся значения интенсивностей, рассчитанных для соответствующих длин волн. В этот массив заносятся значения гауссиана с высотой, заданной параметрами Saturation и Lightness, либо минимальное значение функции спектра, если значение гауссиана меньше его. После того, как спектр был изменен, необходимо преобразовать его к RGB. Это так же делается через HSL. Для преобразования спектра в HSL необходимо проанализировать его функцию и найти максимальное и минимальное значения, а также длину волны, на которой достигается максимум. Из этой длины волны мы можем получить параметр Hue, а параметры Saturation и Lightness получаются из максимального и минимального значений функции спектра.

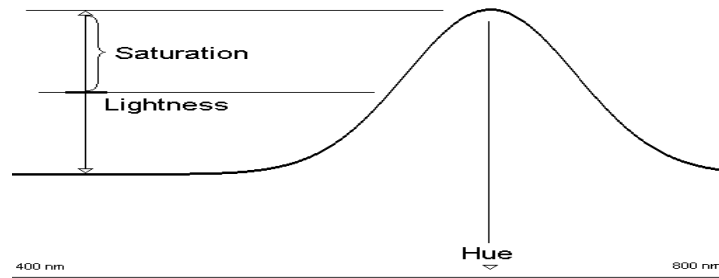


Рис. 1. Взаимосвязь основных компонент в цветовой модели HSL

После того, как найден цвет пикселя в пространстве HSL, этот цвет приводится к пространству RGB. Таким образом, по цвету, определенному в системе HSL, можно практически напрямую построить спектр, излучаемый источником с данным цветом. Другими словами, цветовая модель HSL, которая получена прямым преобразованием из RGB, отражает то, что видит камера и следовательно, наиболее хорошо подходит для определения цвета или его изменения для контролируемого объекта (изображения). Важнейшим требованием к цветовой модели при этом является устойчивость к изменению яркости исходного изображения или условий освещения. По результатам многочисленных испытаний различных изображений при различных условиях освещения был использован метод цветowych гистограмм. Для этих исследований были отобрана тестовая серия равновеликих транспорантов диффузного отражения из 12 основных моноцветов. Результатом преобразования тестовой серии в системе видеонаблюдения при различных уровнях (естественного и искусственного) освещения являются гистограммы и их оценки, которые показали независимость от внешних световых факторов при таком сравнении гистограмм. Возможно также использование таких показателей, как средний или основной цвета, хотя эти характеристики имеет смысл использовать для локального индексирования областей изображения, т.е. когда в сектор наблюдения цели включается фрагмент фона. Известны различные способы построения и сравнения цветowych гистограмм [3], отличающиеся изначальной цветовой схемой (RGB, HLS, CMY и т.д.), размерностью гистограмм и определением расстояния между гистограммами. Обычно, для измерения расстояния между двумя случайными выборками используется одномерная тестовая статистика (например, хи - квадрат) [4]. Т.е. по всему изображению накапливается статистическая информация о количестве пикселей с данным значением компоненты яркости или насыщенности и

предполагается в дальнейшем использовать статистические моменты распределения \hat{S}_i , ($i = \overline{1, M}$). Это распределение, состоящее из M значений, при условии, что гистограммы $G1=G2$ близки к стандартному нормальному распределению, поскольку каждая реализация \hat{S}_i случайной величины — «нормализованная значимость различия» значений в бине i является реализацией стандартной нормальной величины. Таким образом, в качестве расстояния между гистограммами предлагается не одномерная величина, как в других методах, а многомерная. Конкретно, в рассмотренном примере, двухмерная $SRMS = (\hat{S}, RMS)$, где $\hat{S} = \sum_{i=1}^M \frac{\hat{S}_i}{M}$ есть среднее значение распределения «нормализованных значимостей различия», а $RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M (\hat{S}_i - S)^2}{M}}$ среднеквадратичное отклонение этого распределения.

$SRMS$ имеет ясную интерпретацию:

- если $SRMS = (0, 0)$, две гистограммы идентичны;
- если $SRMS = (0, 1)$, то $G1=G2$ (если $RMS < 1$, то выборки частично перекрываются, то есть они не независимы);
- если вышеупомянутые условия не выполняются, то $G1 \neq G2$.

Предложенный подход с использованием двумерной тест-статистики позволяет значительно усилить мощность критерия при проверке гипотез по сравнению с методами, использующими одномерные тест-статистики. Кроме того, каждое построение гистограмм сопровождается вычислением основных статистических показателей, таких как: динамический диапазон ($\min H - \max H$); математическое ожидание; дисперсия и средне квадратичное отклонение. Следует отметить, что наиболее общей смысловой единицей анализа гистограммы является мода. Это понятие, позаимствованное из математической статистики, означает максимум графика гистограммы

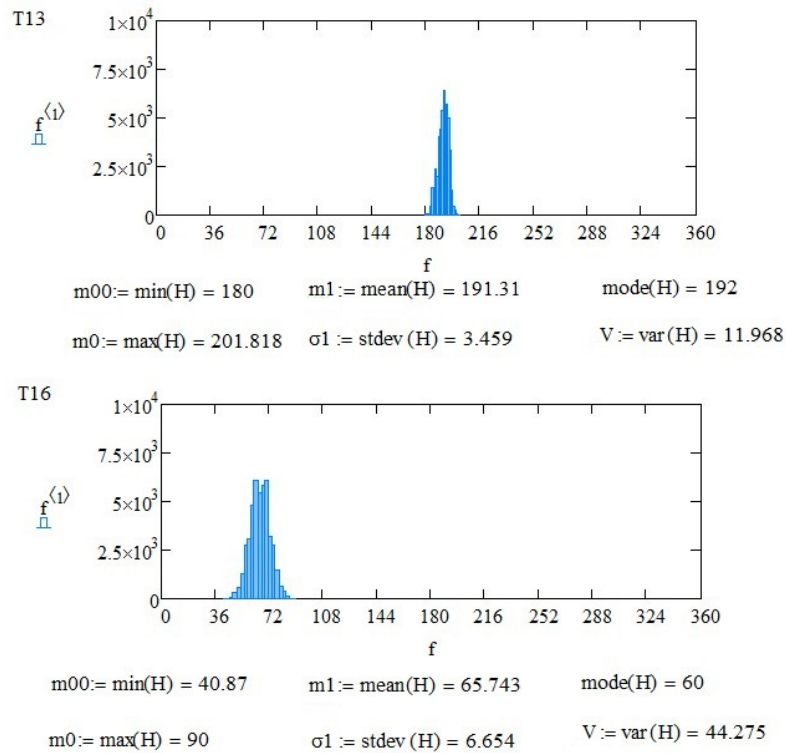


Рис. 2. Гистограммы цветового тона разных цветовых элементов изображений (Т 13, Т 16)

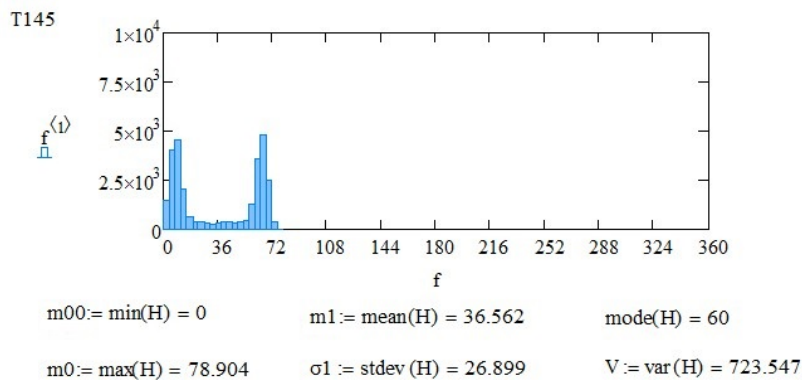


Рис. 3. Гистограмма цветового тона контрастного объединения двух цветов (Т 145)

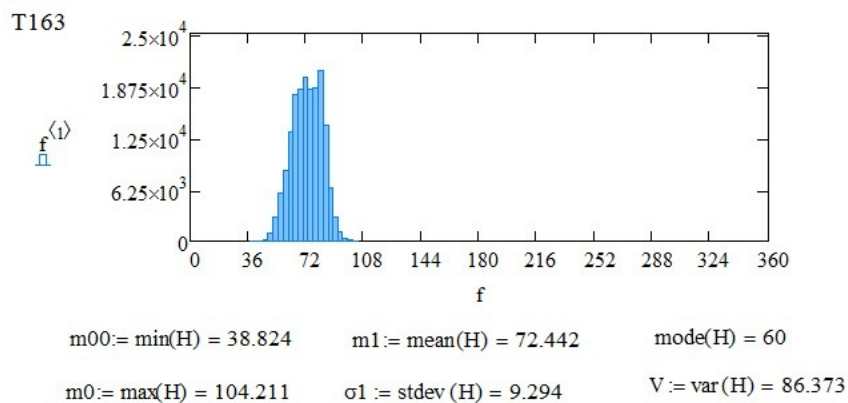


Рис. 4. Гистограмма цветового тона диффузного объединения двух цветов (Т 163)

Естественно, что среди широкого круга задач, связанных с проблемой точного цветоуказания, особый интерес представляет цветовой анализ радужной обложки глаза человека. Ведь

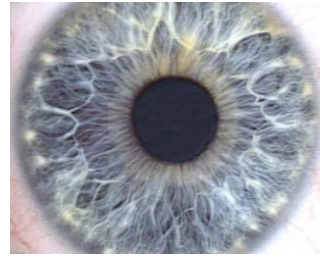
именно радужка, в силу своей природной уникальности, позволила реализовать высоконадежные системы информационной безопасности. Самым общим показателем, описывающим радужную об-

лочку глаза, является ее цвет. Цвет глаз – характеристика, определяемая пигментацией радужной оболочки, которая состоит из переднего — мезодермального, и заднего – эктодермального слоёв. Передний слой состоит из наружного пограничного отдела и стром. В нём распределены хроматофоры, содержащие меланин. От характера распределения пигментов в этом слое и зависит цвет глаза. В заднем слое содержится много заполненных пигментных клеток и независимо от цвета глаз, задний слой всегда имеет тёмный цвет. Суще-

ствует несколько систем классификации цвета радужной оболочки: в России более известна система В. Бунака, а на Западе – система Мартина-Шульца [5, 6, 7]. Не углубляясь в специфику классификации по цвету глаз, на основании результатов цветового гистограммного анализа (рис. 5, рис. 6, рис. 7) можно с уверенностью проводить разделения по классам на конечном множестве (12-16) категорий, что является следствием основного недостатка метода гистограмм: он теряет информацию о пространственном расположении цветных фрагментов на изображении.



T 67



T 74

Рис. 5. Пример изображений рисунка радужки двух различных категорий (T 67 и T 74).

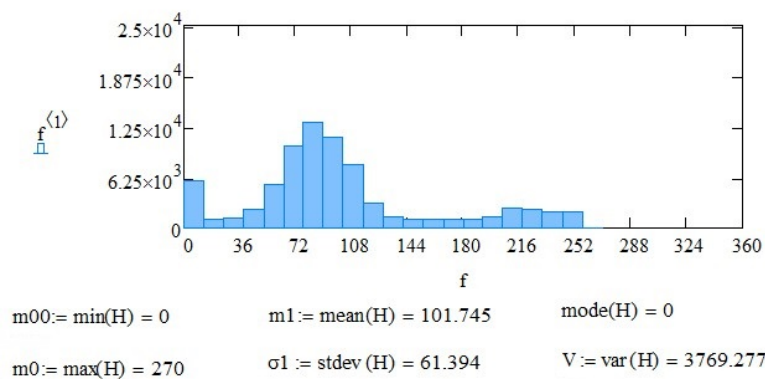


Рис. 6 Гистограмма цветового тона H для радужной оболочки T 67

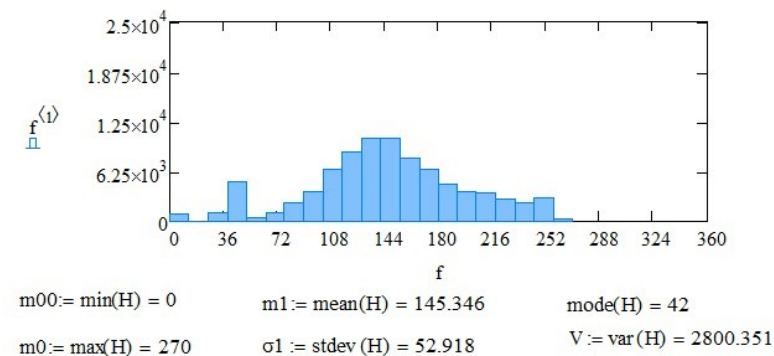


Рис. 7 Гистограмма цветового тона H для радужной оболочки T 74

Выводы. По результатам выполненной работы и проведенных экспериментальных исследований было установлено:

1. Цветовой тон изображений практически не изменяется при изменении в широком диапазоне

уровня естественной и искусственной освещенности, если в поле зрения не попадают фрагменты фона.

2. Контрастное соединение двух или более цветов в поле зрения при гистограммном анализе представляют два изображения, в то время как

диффузная смесь этих же цветов анализируется как одно изображение.

3. Гистограммная обработка позволяет улучшить результаты качества изображения, хотя в том виде, в каком они реализованы на данный момент, не полностью удовлетворяют требованиям автоматизации решения задачи видеонаблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. Гонсалес, Р. Вудс, *Цифровая обработка изображений*, М.: Техносфера, 2006, 432 с.
- [2]. D. Mark, *Fairchild color appearance models 2nd Edition*, John Wiley & Sons, 2005, 408 с.
- [3]. I. Pitas, *Digital image processing algorithms and applications*, 2000, С. 1-38.
- [4]. F. Porter, *Testing consistency of two histograms*, 2008.
- [5]. Ю. Зубарев, В. Дворкович, *Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений*, Москва, 1997, 354 с.
- [6]. Z. He, T. Tan, Z. Sun "Towards accurate and fast iris segmentation for biometrics", *IEEE.Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 31, no. 9, pp. 1670-1684, 2009.
- [7]. M.J. Swain "Color Indexing", *International Journal of Computer Vision*, vol. 7, pp. 11-32. 1991.

REFERENCES

- [1]. R.Gonzalez, R.Wuds, *Digital image processing, Tehnosfera*, Moscow, 2006, 432 p.
- [2]. D.Mark, *Fairchild color appearance models, 2nd Edition*, John Wiley & Sons, 2005, 408 p.
- [3]. I. Pitas, *Digital image processing algorithms and applications*, 2000, pp. 1-38.
- [4]. F. Porter, *Testing consistency of two histograms*, 2008.
- [5]. Yu. Zubarev, V. Dvorkovich, *Digital processing of television and computer images*, Moscow, 1997, 354 p.
- [6]. Z. He, T. Tan, Z. Sun "Towards accurate and fast iris segmentation for biometrics", *IEEE.Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 31, no. 9, pp. 1670-1684, 2009.
- [7]. M.J. Swain "Color Indexing", *International Journal of Computer Vision*, vol. 7, pp. 11-32. 1991.

ЗАВДАННЯ КОЛЬОРОПОКАЗАННЯ В СИСТЕМІ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

У сучасних комплексних системах безпеки величезну роль відіграють системи відеомоніторингу. Системи відеоспостереження є найбільш інформативними для користувача і саме вони забезпечують можливість персоналу служби безпеки оперативно приймати рішення в залежності від обстановки на об'єкті, що охороняється. У роботі представлені можливі методи опису кольорових об'єктів на складних сценах в системі відеоспостереження при зміні умов освітленості під час отримання зображень. Наведені результати і практичні висновки отримані після аналізу великої кількості різних

зображень в декількох кольорних моделях, причому більша частина уваги відведена HLS-моделі. Вироблений критерій оцінки відмінності кольорів і розглянуті методи гистограмної обробки зображень з метою поліпшення їх якості. Методи виділення об'єктів при їх кольоропоказанні можуть відрізнятися від традиційних.

Ключові слова: системи відеоспостереження, системи обробки даних, розпізнавання образів, роздільна здатність, ефективна ширина спектру.

THE TASK OF COLORTYPE IN THE VIDEO MONITORING SYSTEM

In today's complex security systems, a huge role is played by video monitoring systems. CCTV systems are the most informative for the user and they provide an opportunity for security personnel to make quick decisions, depending on the situation at the protected facility. The paper presents possible methods for describing color objects on complex scenes in a video surveillance system when lighting conditions change when images are acquired. The resulted results and practical conclusions are received after the analysis of a large number of different images in several color models, with most of the attention given to the HLS model. A criterion for estimating the difference in colors was developed and methods of histogram image processing were examined with the aim of improving their quality. Methods for selecting objects with their color designation may differ from traditional ones.

Keywords: video surveillance systems, data processing systems, pattern recognition, resolving power, effective spectrum width.

Рябова Любов Володимирівна, асистент кафедри засобів захисту інформації Національного авіаційного університету.

E-mail: lubanau@ukr.net

Рябова Любов Владимировна, асистент кафедри средств защиты информации Национального авиационного университета.

Ryabova Lyubov, assistant of Academic Department of information security means, National Aviation University.

Гізун Андрій Іванович, к.т.н., доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

E-mail: andriy.gizun@gmail.com

Гизун Андрей Иванович, к.т.н., доцент кафедры безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.

Gizun Andrii, PhD, Associate professor of Academic Department of IT-security, National Aviation University.

Дуксенко Оксана Петрівна, викладач промислово-економічного коледжу НАУ.

Дуксенко Оксана Петровна, преподаватель промышленно-экономического колледжа НАУ.

Duksenko Oksana, teacher of NAU industrial and economic college.