

М.А.Калитов

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СПЕКТРОЗОНАЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ЦВЕТОВОЙ СЕЛЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается метод дифференциальной спектрозональной визуализации. Проводится компьютерное моделирование метода дифференциальной спектрозональной визуализации применительно к задаче цветовой селекции объектов. В результате получены разностные изображения, иллюстрирующие зависимость цветовой селекции объектов от комбинации зон регистрации.

**Ключевые слова:** спектрозональная визуализация, обработка спектрозональных изображений, цветровая селекция объектов

Методы спектрозональной визуализации в настоящее время представляют большой интерес, поскольку позволяют в значительной мере расширить возможности оптико-электронных систем (ОЭС), формирующих изображения в различных диапазонах спектра, за счет извлечения дополнительной визуальной информации о наблюдаемых объектах интереса. В литературе [1-9] достаточно полно представлен арсенал таких методов.

Из перечисленных методов наибольший интерес представляет метод дифференциальной спектрозональной визуализации, заключающийся в формировании дополнительных разностных изображений, соответствующих узким участкам спектрального диапазона, из исходных широкодиапазонных изображений [2], поскольку позволяет получить дополнительную информацию о наблюдаемых объектах без увеличения аппаратных затрат. Это обстоятельство является немаловажным, поскольку в основе идеологии построения ОЭС не в последнюю очередь учитывается принцип минимальной достаточности спектральных каналов, обеспечивающих адекватную оценку ситуации на местности, с учетом наиболее общего критерия оптимальности «стоимость-эффективность».

Сущность метода дифференциальной спектрозональной визуализации заключается в том, что из светового потока в общем спектральном интервале  $\lambda_1 \div \lambda_{\text{макс}}$  оптическим путем выделяют  $n$  спектрозональных световых потоков в расширенных зонах регистрации, соответствующих интервалам длин волн  $\lambda_1 \div \lambda_{\text{макс}}$ ,  $\lambda_2 \div \lambda_{\text{макс}}$ , ...,  $\lambda_n \div \lambda_{\text{макс}}$ , причем,  $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n < \lambda_{\text{макс}}$ . Затем формируют электрические сигналы, пропорциональные яркости света в элементах спектрозональных изображений, и получают соответствующие цифровые коды  $U_1, U_2, \dots, U_n$ , из которых формируют разностные выходные цифровые коды  $U_{\text{вых } 1} = U_1 - U_2, U_{\text{вых } 2} = U_2 - U_3, \dots, U_{\text{вых } n} = U_{n-1} - U_n$ , соответствующие узким зонам регистрации  $\lambda_1 \div \lambda_2, \lambda_2 \div \lambda_3, \dots, \lambda_{n-1} \div \lambda_n$  [2].

В известной литературе этому методу не уделено достаточного внимания, имеется явный дефицит в опубликованных результатах его моделирования и применения.

Целью данной работы является ознакомление с результатами компьютерного моделирования метода дифференциальной спектрозональной визуализации применительно к задаче цветовой селекции объектов.

Ниже приведены результаты моделирования процессов получения разностных изображений и *RGB* компонент цветного изображения с целью оценки возможности и целесообразности извлечения из них дополнительной спектрозональной информации рассматриваемым дифференциальным методом.

При моделировании из исходного цветного изображения выделялись *RGB* компоненты (рис. 1) и формировались разностные изображения: *R-G*, *G-B* и *B-R* (рис. 2). Разностные изображения характеризуются сужением зоны регистрации, что обеспечивает цветовую селекцию объектов в соответствии с их спектральными свойствами.

Действительно, в разностном изображении *R-G* наблюдается только красный объект, разностном изображении *G-B* наблюдается желтый и зеленый объект, причем, уровень сигнала от желтого объекта является преобладающим, а разностном изображении *B-R* наблюдается только синий и зеленый объект, причем, преобладающим является уровень сигнала от синего объекта.

Таким образом, дифференциальный метод может быть использован, в частности, для цветовой селекции объектов при использовании *RGB* компонент цветного изображения.

Кроме этого формировались разностные изображения *R-G-B*, *G-B-R* и *B-R-G* (рис.3) с дополнительно суженными зонами регистрации. Дополнительное сужение зон регистрации проявляется, в частности, в подавлении сигнала от желтого объекта в зеленой области спектра, и в подавлении сигнала от зеленого объекта в синей области спектра.

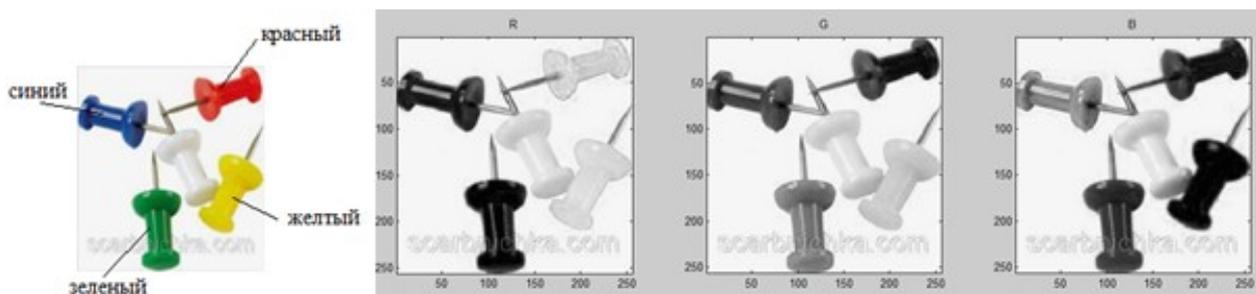


Рис.1. Исходное цветное изображение (слева) и его  $RGB$  компоненты

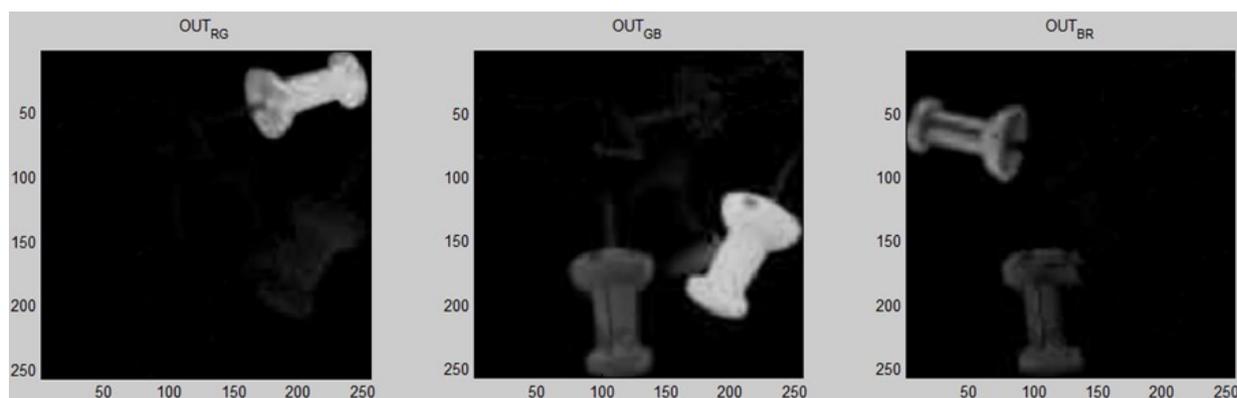


Рис.2. Разностные изображения, полученные из исходных  $RGB$  компонент:  $R-G$  (слева),  $G-B$  (в центре),  $B-R$  (справа)

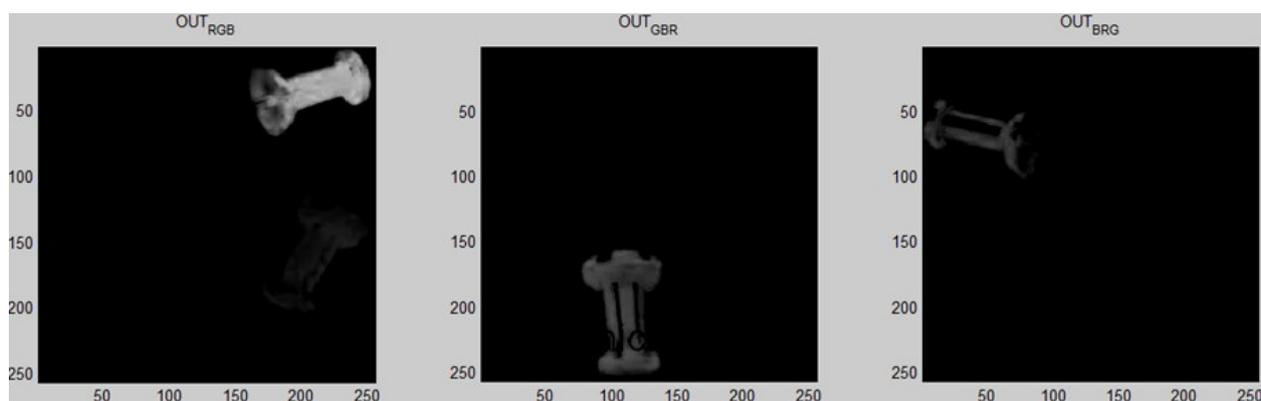


Рис.3. Разностные изображения, полученные из исходных  $RGB$  компонент:  $R-G-B$  (слева),  $G-B-R$  (в центре),  $B-R-G$  (справа)

## Выводы

Проведенное моделирование процессов преобразования изображений по дифференциальному методу спектрально-анализа [2] показывает дополнительные возможности его эффективного использования с целью расширения сервисных функций телевизионной спектрально-анализа аппаратуры.

При соответствующем выборе расширенных зон регистрации метод обеспечивает дополнительную возможность цветопередачи визуализируемого объекта.

Применение дифференциального метода для  $RGB$  компонент цветного сигнала обеспечивает возможность цветовой селекции визуализируемых объектов.

1. Зубарев Ю.Б., Сагдуллаев Ю.С., Сагдуллаев Т.Ю. Спектрально-анализные методы и системы в космическом телевидении // Вопросы радиоэлектроники. Сер. «Техника телевидения». 2009. № 1. С. 47-64.
2. Сагдуллаев Ю.С., Сагдуллаев Т.Ю. К вопросу выбора зон регистрации в спектрально-анализном телевидении // Вопросы радиоэлектроники. Сер. «Техника телевидения». 2011. № 2. С. 20.
3. Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Радиотехника» направления «Радиотехника». М.: Горячая линия—Телеком, 2006. 399 с.
4. Зубарев Ю.Б., Селькин В.В. Перестраиваемый ПЗС датчик в спектрально-анализной телевизионной системе // Техника средств связи. Сер. «Техника телевидения». 1980. № 5. С. 30-34.
5. Зубарев Ю.Б., Зайцева З.В., Главач А.А. и др. Оптимизация спектрального фильтра в оптическом звене прикладной телевизионной системы // Техника средств связи. Сер. «Техника телевидения». 1991. № 3. С. 33-41.

6. Козин С.Д., Сагдуллаев Ю.С. Спектрозональное телевидение и тепловидение в задачах селекции и идентификации объектов // Вопросы радиоэлектроники. Сер. «Техника телевидения». 2013. № 2. С. 123-135.
7. Dyer J. et al. Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: A User Manual. The British Museum, 2013. 192 p.
8. Levenson R.M. et al. Multiplexing with Multispectral Imaging: From Mice to Microscopy // ILAR J. 2008. Vol. 49(1). P. 78-88.
9. MacDonald L. et al. Multispectral Imaging of Degraded Parchment // Proc. of "Computational Color Imaging 2013". Springer, 2013. P. 143-157.

#### References

1. Zubarev Yu.B., Sagdullaev Yu.S., Sagdullaev T.Yu. Spektrozonal'nye metody i sistemy v kosmicheskom televidenii [Spectrozone methods and systems in space television]. Voprosy radioelektroniki, "Tekhnika televideniya" ser., 2009, no. 1, pp. 47-64.
2. Sagdullaev Yu.S., Sagdullaev T.Yu. K voprosu vybora zon registratsii v spektrozonal'nom televidenii [Choice of registration areas in the spectrozone television]. Voprosy radioelektroniki, "Tekhnika televideniya" ser., 2011, no. 2, p. 20.
3. Bykov R.E. Osnovy televideniya i videotekhniki: uchebnik dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti "Radiotekhnika" napravleniya "Radiotekhnika" [Fundamentals of television and video: a textbook for university]. Moscow, 2006. 399 p.
4. Zubarev Yu.B., Sel'kin V.V. Perestraivaemy PZS datchik v spektrozonal'noy televizionnoy sisteme [Tunable CCD sensor in a spectrozone television system]. Tekhnika sredstv svyazi, "Tekhnika televideniya" ser., 1980, no. 5, pp. 30-34.
5. Zubarev Yu.B., Zaytseva Z.V., Glavach A.A. i dr. Optimizatsiya spektral'nogo fil'tra v opticheskom zvене prikladnoy televizionnoy sistemy [Optimization of the spectral filter in the optical link of an applied Television System]. Tekhnika sredstv svyazi, "Tekhnika televideniya" ser., 1991, no. 3, pp. 33-41.
6. Kozin S.D., Sagdullaev YU.S. Spektrozonal'noe televidenie i teplovidenie v zadachakh seleksii i identifikatsii ob'ektov [Spectro-zone television and thermal imaging in issues of selection and identification of objects]. Voprosy radioelektroniki, "Tekhnika televideniya" ser., 2013, no. 2, pp. 123-135.
7. Dyer J. et al. Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: A User Manual. The British Museum, 2013. 192 p.
8. Levenson R.M. et al. Multiplexing with Multispectral Imaging: From Mice to Microscopy. ILAR J., 2008, vol. 49(1), pp. 78-88.
9. MacDonald L. et al. Multispectral Imaging of Degraded Parchment. Proc. of "Computational Color Imaging 2013". Springer, 2013, pp. 143-157.

**Kalitov M.A. Application of the method of differential spectral visualization for colour selection of objects.** The method of differential spectral visualization is considered. A computer simulation of the method of differential spectral visualization in relation to the problem of colour selection of objects is carried out. As a result, the difference images illustrating the dependence of colour selection of objects on the combination of registration zones are obtained.

**Keywords:** spectral visualization, processing of spectral images, colour selection of objects.

Сведения об авторе. М.А.Калитов — аспирант НовГУ им. Ярослава Мудрого по направлению 11.06.01 — электроника, радиотехника и системы связи, mikhail.kalitov@yandex.ru.

Статья публикуется впервые. Поступила в редакцию 30.08.2018.