К.Т. Искаков
М.А. Антонов

https://doi.org/10.52967/3007-6528.2023.2.99.104

Каиржан Тулендыевич Искаков[1], iskakovkair_78@mail.ru,
Михаил Александрович Антонов[1], archaeology@live.ru
[1]Институт археологии им. А.Х. Маргулана,
г. Алматы, Казахстан

Имитация точечной штриховки при обработке изображений с помощью различного программного обеспечения*

В статье авторы делают обзор и сравнения различного программного обеспечения, которое может помочь археологам в работе над рисунками некоторых объектов (например, артефактов). Целью данной публикации является ознакомление читателя с различными методами обработки изображений. Описываемые методы и само программное обеспечение можно считать не новым, однако, не исключено, что изложенный материал позволит открыть читателю новые возможности. Результат в виде обработанных изображений, представлен авторами статьи для наглядного ознакомления с возможностями данного метода.

Ключевые слова: археология, программное обеспечение, метод, рисунок, обработка

Қайыржан Төлендіұлы Ысқақов[1],
Михаил Александрович Антонов[1]
[1]Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты,
Алматы қ., Қазақстан

Әртүрлі бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен бейнені өңдеу кезінде нүктелі сызықшалармен ұқсату

Мақалада авторлар кейбір нысандардың (мысалы артефактілер) суреттерімен жұмыс жасауда археологтарға көмектесе алатын әртүрлі бағдарламалық қамтамасыз етуге салыстыру мен шолу жасайды. Берілген мақаланың мақсаты суретті өңдеудің түрлі әдістерімен оқырмандарды таныстыру болып табылады. Сипатталған әдістер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді жаңа деп есептеуге болмайды, алайда берілген материалдар оқырмандар үшін жаңа мүмкіндіктер ашады. Мақала авторлары өңделген бейнелер түріндегі нәтижелерді аталған әдістің мүмкіндіктерімен танысудың көрнекілігі ретінде ұсынып отыр.

Түйін сөздер: археология, бағдарламалық қамтамасыз ету, әдіс, сурет, өңдеу

Kairzhan Iskakov[1],
Mikhail Antonov[1]
[1]Margulan Institute of Archaeology,
Almaty, Kazakhstan

Imitation of stippling by processing of digital images by using various software

In the article, the authors review and compare various software that can help archaeologists work on drawings of some objects (for example, artifacts). The purpose of this publication is to familiarize the reader with various methods of image processing. The described methods and the software itself can be considered not new, however, it is possible

© 2023 г. Искаков К.Т., Антонов М.А.

that the presented material will open up new possibilities to the reader. The result in the form of processed images is presented by the authors of the article for visual acquaintance with the possibilities of this method.

Keywords: archaeology, software, method, drawing, processing

Название самого метода, применяемого не только в археологии – «точкование», не сильно распространено, можно встретить и другие наименования, такие как «оттенение точками», «тушевка». Методика применяется для отображения светотени следующим образом: темные участки это более плотное количество точек, а в участках более светлых скопление точек разреженное [Труфанов 2015: 78]. Также незначительно распространено название «Стипплинг», заимствованное из английского языка (Stippling- анг. «нанесение пунктира» или в некоторых случаях «фактура»). Сам рисунок можно назвать «точечным», если он выполнен с помощью точек [Саунина 2018: 53, 59]. А также весьма распространенное название типа штриховки- «точечная штриховка» [Сопроненко и др. 2014: 45–46]. Далее в публикации будет использоваться последний вариант, т.е «точечная штриховка». Данный метод зачастую необходим для передачи рисунком особенности фактуры поверхности отображаемого объекта. К примеру, хорошо подходит для отображения некоторых артефактов или какого-либо изваяния. В некоторых случаях данный метод не заменим.

Как известно, при создании рисунка каменных изваяний, петроглифов или других объектов, результат может быть с различными неточностями и/или малоинформативен. А фотоснимка, который максимально объективно передает изображение, может быть и недостаточно, возможны искажения от той же дисторсии, вызванной объективом фотокамеры. Оба варианта подачи информации незаменимы, так как, то что не может передать фото, передает рисунок, и наоборот. Также существует контактный способ копирования, у которого свои плюсы и минусы. С развитием технологий в архив археологов стали попадать и цифровые «дубликаты» изучаемых памятников, артефактов и остеологического материала в виде трехмерных моделей. В данной публикации авторы предлагают несколько вариантов программного обеспечения (далее ПО) для создания точечной штриховки при обработке растров. Обрабатывая изображения, пользователь автоматически получает картинку, которая, по мнению авторов, требует незначительной постобработки. Приведенные ниже варианты ПО имеют не только различные возможности, к примеру количество настроек, но и алгоритм создания готового изображения с точечной штриховкой. Рассматриваемый метод не новый, но подборка и обзор программного обеспечения могут быть весьма полезны для работы археолога. Некоторые рассматриваемые ниже варианты ПО хороши тем, что являются кроссплатформеными, т.е. могут быть использованы на компьютерах с различными операционными системами, в частности Windows, macOS и Linux.

Перед началом обзора стоит отметить, что для обработки подходят обычные фотоснимки, но зачастую для оптимальной, можно сказать объективной, передачи рисунком фактуры или некоторых особенностей поверхности объекта, лучшим решением будет обработка изображения трехмернной модели объекта без текстуры. Данный поход оптимален, потому как сам объект может быть слишком темного цвета, или же на нем присутствуют какие-либо другие распознаваемые особенности (к примеру краска, копоть, следы птичьего помета, лишайник и др), отображения которых на рисунке не желательно, при условии, что главной задачей является демонстрация формы и фактуры объекта. Для таких работ модель может быть получена лазерным сканированием, фотограмметрией или при помощи компьютерной томографии. Во всех случаях, для дальнейшей обработки, фон у изображения должен быть белым, этого можно добиться в любом графическом редакторе.

Первым в нашем списке является бесплатное дополнение Stipple для графического редактора растров Paint.NET. Сам редактор работает только с операционной системой Windows. Почему дополнение Stipple оказалось первым в списке? Прежде всего из-за его возможностей, самым главным, по мнению авторов данной публикации, является количество настроек, включая размер точек. Перед началом работ в редакторе Paint.NET [Paint.NET, Интернет-ресурс] необходимо скачать и установить дополне-

ние Stipple [Stipple, Интернет-ресурс]. Для получения хорошего результата можно подготовить изображение. Самое главное, что и на фото, и у изображения трехмернной модели, участки освещения, а также яркость и контрастность были оптимальными для передачи фактуры и объема. Открыв изображение в данном редакторе, желательно «обесцветить» картинку, если та является цветной (Коррекция > Сделать черно-белым). Начиная работу с дополнением (Эффекты > Художественное оформление> Stipple), можно воспользоваться различными параметрами. К примеру, «Dot size» (размер точки) по умолчанию равный 2,5 – вполне пригоден, но не исключены и другие варианты, и зачастую это значение зависит от размера, печатаемого в дальнейшем, изображения. Изменения других параметров: Size variation, Spread, Squash, Bias и Lightness помогут добиться лучшего. Перед началом обработки необхоимо скорректировать контрастность (Коррекция > Яркость и контрастность). В некоторых случаях у получившегося в результате обработки изображения не будут видны контуры и некоторые грани, их можно будет дорисовать с помощью редактора векторной графики. После этого нужно конвертировать все цвета в два цвета – только черный и белый (после получения изображения в виде точечной штриховки в палитре могут присутствовать оттенки серого, можно воспользоваться функцией «Treshold» (порог), далее в статье приводятся некоторые описания данной варианта). Как результат обработки представлено изображение каменного изваяния в Мерке. Изображение трехмерной модели с текстурой (рис. 1, *1*) и получившееся изображение (рис. 1, *2*), можно в чем-то сравнивать как результат обработки фото. А нетекстурированная модель (рис. 1, *3*) и результат ее обработки (рис. 1, *4*) объективно, по мнению авторов, передает информацию о самой фактуре объекта.

Следующее программное обеспечение: G-MIC-QT, которое является, своего рода, коллекцией фильтров. Само приложение помимо того, что оно кроссплатформенное (для операционных систем Windows, macOS и Linux), может быть установлено как дополнение к большинству графических редакторов или же использоваться как отдельное приложение [GMIC, Интернет-ресурс]. В данном ПО в разделе Black & White имеется фильтр Dithering. Само название фильтра говорит о принципе его работы. Дизеринг – процесс формирования шума при цифровой обработке изображения [Cameron 2008: 36]. В данном случае обработка изображения не лучший вариант, так как размер получаемой точки будет равен одному пикселю. Однако его использование может дать приемлемые результаты. Самое главное – соблюдать размер изображения, такой-же, какой и ожидается при печати. Полученное изображение можно незначительно уменьшать, но не рекомендуется делать увеличение. Также не рекомендуется использовать изображения с высоким разрешением. В настройках данного приложения присутствуют такие параметры, как яркость, контрастность, гамма, оттенок, насыщенность и сглаживание. Для идеальности не хватает регулирования размера точек, од-

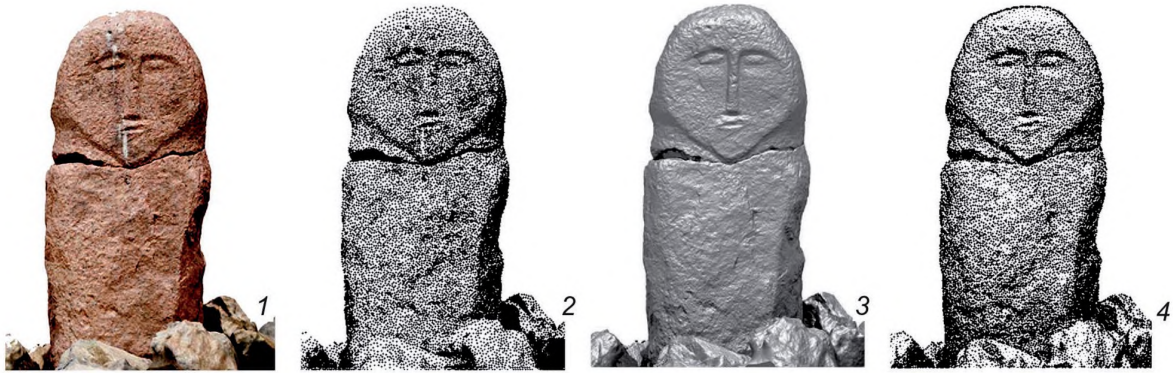


Рис. 1. Каменное изваяние (Мерке): 1, 2 – трехмерная модель изваяния с текстурой и результат обработки;
3, 4 – трехмерная модель изваяния без текстуры и результат обработки изображения

1-сур. Тас мүсін (Мерке): 1, 2 – текстуралы тас мүсіннің үшөлшемді моделі және өңдеу нәтижесі;
3, 4 – текстурасыз тас мүсіннің үшөлшемді моделі және бейнені өңдеу нәтижесі

Fig. 1. Stone sculpture (Merke): 1, 2 – 3D model of the sculpture with a texture and the result of processing;
3, 4 – 3D model of sculpture without texture and the result of image processing

нако и с этими настройками можно добиться результатов. Перед началом постобработки, в частности добавления линий для отображения различных граней (углов, контуров и т.п.), рекомендуется сделать несколько пробных распечаток на доступном принтере. Для этого можно поместить полученное изображение на пустой шаблон листа А4 (или другой, все зависит от параметров принтера) в редакторе векторной графики CorelDRAW или Inkskape и сделать несколько пробных печатей с помощью доступного принтера, оптимизируя размер самого изображения на листе. Лучше всего знать размер и отступы страницы (к примеру: журнала) на которую будет помещена иллюстрация. Добившись оптимального размера, можно приступать к обрисовке дополнительных линий, если таковы необходимы. Пример работы с G-MIG-QT это изображение трёхмерной модели (без текстуры) надгробного памятника (казахское кладбище, Атырауская область), полученная методом фотограмметрии (рис. 2, *1*). Результат обработки с добавленными векторными линиями (рис. 2, *2*). После добавления линий при обратном экспорте изображения в растр (для печати обычно используют форматы BMP, TIFF и др.), файл может опять использовать не два цвета в палитре, а множество оттенков серого. Для оптимального возврата двух цветов (только черного и белого) можно использовать инструмент «Treshold» («Порог»), доступный в различных графических редакторах (Photoshop, Krita, GIMP и др). Данное действие желательно так как без него, при печати могут быть проблемы (все зависит от возможностей печати самой типографии).

Также стоит отметить, что похожий метод (дизеринг) можно сделать без каких-либо дополнений, с помощью некоторых графических редакторов. Для примера, бесплатный редактор GIMP [GIMP, Интернет-ресурс]. Изменив размер (в случае надобности) изображения до оптимального, преобразовываем изображение в градиент серого (Изображение> Режим> Градиент серого). Оптимизировав яркость и контрастность, нужно преобразовать изображение с индексированными цветами, использовав черно-белую (1 битную) палитру, с нормальным подмешиванием шума (Изображение> Режим> Индексированный).

Следующее приложение – StippleGen, доступное в репозиториях GitHub [StippleGen, Интернет-ресурс], можно назвать уникальным. Первое, что стоит отметить, это алгоритм обработки изображения, а второе, это результат обработки – векторное изображение. Теперь немного об алгоритме. Расчет положения точек указанного размера (выставляется в настройках минимальный размер и максимальный) выполняется при помощи алгаритма диаграммы Вороного. Диаграмма Вороного используется в различных сферах компьютерных наук [Franz Aurenhammer 1991: 345]. Вторая уникальность, это получение результатов обработки в виде файла векторного изображения, с расширением SVG. Помимо размера точек выставляется в настройках их количество. Стоит



Рис. 2. Надгробный памятник (казахское кладбище, Атырауская обл.): 1 – трехмерная модель памятника без текстуры; 2 – результат обработки изображения с добавленными линиями
2-сур. Құлпытас (қазақ зираты, Атырау облысы): 1 – текстурасыз құлпытастың үшөлшемді моделі; 2 – сызықтар қосылған бейнені өңдеу нәтижесі
Fig. 2. Tombstone monument (Kazakh cemetery, Atyrau region): 1 – 3D model of the monument without texture; 2 – the result of image processing with added lines

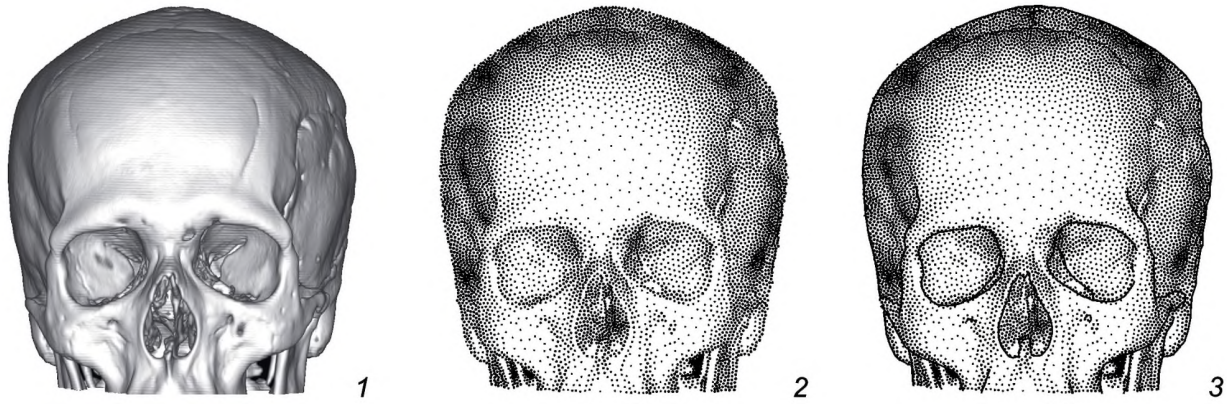


Рис. 3. Череп мужчины: 1 – трехмерная модель без текстуры; 2 – результат обработки изображения;
3 – тот же результат обработки, но с добавленными линиями
3-сур. Ер адамның бас сүйегі: 1 – текстурасыз үшөлшемді модель; 2 – бейнені өңдеу нәтижесі;
3 – тура сол өңдеу нәтижесі, тек сызықтар қосылған
Fig. 3. The skull of a man: 1 – 3D model without texture; 2 – the result of image processing;
3 – the same processing result, but with added lines

отметить то, что процесс расчета положения точек занимает определенное время и начинается заново, при изменении их количества, а время работы приложения для обработки растровой картинки сильно увеличивается при увеличении числа точек в настройках. Для примера результатов обработки было использовано изображение трехмерной модели человеческого черепа (без текстуры), полученной в результате использования компьютерной томографии (рис. 3, *1*). После обработки с помощью приложения StippleGen получен результат примерно с 6500 точек (рис. 3, *2*). После этого с помощью редактора векторной графики Inkskape были добавлены линии контуров и граней (рис. 3, *3*), что можно назвать постобработкой. Также стоит отметить, что существует аналог доступный на веб-странице. Plotterfun [Plotterfun, Интернет-ресурс] использует тот-же метод на основе диаграммы Вороного. Преимущество данного бесплатного онлайн-сервиса в том, что пользователю не нужно что либо скачивать и устанавливать, а просто воспользоваться браузером, загрузив на страницу нужную, обрабатываемую картинку. Выбрав в настройках на веб-странице алгоритм: «stipples», необходимо выставить и тип точек (наиболее подходящий по мнению авторов публикации это «spirals»). Можно использовать алгоритм: «dots», где имитация точечной штриховки будет отличаться алгоритмом, и внешним видом полученного результата. В итоге можно скачать файл векторного изображения в расширении SVG.

Еще стоит упомянуть приложение Stippler 1.0. Уникальность которого заключается в том, что оно вошло в пакет программ операционной системы ArcheOS из симейства GNU\Linux, созданной командой итальянских археологов [Alessandro Bezzi и др., 2012: 792-799]. Данный инструмент имеет простой интерфейс, все настойки, а точнее подготовка обрабатываемого изображения – предварительно делаются в графическом редакторе.

В завершение отметим, что список программного обеспечения, предоставленный авторами данной публикации, не полон. Авторы могли что-либо упустить или же просто не обратить внимание. К примеру, в репозиториях GitHub имеются дополненные варианты приложения StippleGen, а также существует и другие решения, такие как Linde-Buzo-Gray Stippling. Также в наличии имеются платные дополнения для платного ПО. Для примера можно привести Stipplism для Adobe Illustrator. Не исключено, что до момента печати данной публикации появится новое ПО или изменится, в случаях обновления, описанное в данной публикации. В целом, авторы надеются, что представленный ими материал будет полезен для работы при создания иллюстраций, готовящихся для отчетов и публикаций. Как говорилось ранее, у представленного ПО разные возможности и разные алгоритмы, при работе с изображением авторы публикации рекомендуют опробовать несколько вариантов для получения оптимального результата, например, используя Stipple и StippleGen (или его онлайн клон Plotterfun).

ЛИТЕРАТУРА

Саунина В.М. Рисунок, основы изобразительной грамоты для начинающих, 2018. URL: https:// www.ozon.ru/product/risunok-osnovy-izobrazitelnoy-gramotydlya-nachinayushchih-144721430 (дата обращения: 15.03.2023).

Сопроненко Л.П., Локалов В.А. Техники чёрно-белой графики. Учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2014. 108 с.

Труфанов А.Я. Археологический рисунок опыт методического анализа. Екатеринбург: Караван, 2015. 219 с.

Alessandro Bezzi, Luca Bezzi, Rupert Gietl. ArcheOS and UAVP, a Free and Open Source Platform for Remote Sensing: the Case Study of Monte S. Martino ai Campi of Riva del Garda (Italy) // Conference: Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology At: Southampton (UK). 2012. Vol. 2. Pp. 792–799.

Cameron N.Ch. Dither and Noise Shapingin Image Processing. 2008. P. 36.

Franz Aurenhammer. Voronoi Diagrams – A Survey of a Fundamental Geometric Data Structure\ACM Computing Surveys, Vol. 23, No. 3, September 1991. P. 345.

GIMP URL: https://www.gimp.org/ (дата обращения 15.03.2023г.).

GMIC URL: https://www.gmic.eu/ (дата обращения 15.03.2023г.).

Paint.NET URL:https://www.getpaint.net/ (дата обращения 15.03.2023г.).

Plotterfun URL: https://mitxela.com/plotterfun/ (дата обращения 15.03.2023г.).

Stipple URL: https://forums.getpaint.net/topic/25637-stipple-plugin-updated-to-v11-27th-nov-2012/ (дата обращения 15.03.2023г.).

StippleGen URL: https://github.com/evil-mad/stipplegen/ (дата обращения 15.03.2023г.).

REFERENCES

Saunina, V. M. 2018. *Risunok, osnovy izobrazitelnoy gramoty dlya nachinayushchikh (Drawing, fundamentals of visual literacy for beginners).* Ekaterinburg: “Izdatelskie resheniya” Publ. (in Russian).

Sopronenko, L. P., Lokalov, V. A. 2014. *Tekhniki chyorno-beloy grafiki (Techniques of black-and-white graphic)*. St. Petersburg: St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (in Russian).

Trufanov, A. Ya. 2015. Archeologicheskiy risunok opyt metodicheskogo analiza (Archaeological drawing: experience of methodological analysis). Yekaterinburg: “Karavan” Publ. (in Russian).

Bezzi, A., Bezzi, L., Gietl, R. 2012. In: *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Southampton (UK), 792–799 (in Italian).

Cameron, N. Ch. 2008. *Dither and Noise Shaping in Image Processing* (in English).

Franz Aurenhammer. In: *ACM Computing Surveys*, Vol. 23, No. 3, 345 (in English).

GIMP. URL: https://www.gimp.org/ (accessed: 15.03.2023) (in English).

GMIC. URL: https://www.gmic.eu/ (accessed: 15.03.2023) (in English).

Paint.NET. URL: https://www.getpaint.net/ (accessed: 15.03.2023) (in English).

Plotterfun. URL: https://mitxela.com/plotterfun/ (accessed: 15.03.2023) (in English).

Stipple. URL: https://forums.getpaint.net/topic/25637-stipple-plugin-updated-to-v11-27th-nov-2012/ (accessed: 15.03.2023) (in English).

StippleGen. URL: https://github.com/evil-mad/stipplegen/ (accessed: 15.03.2023) (in English).

Мүдделер қақтығысы туралы ақпаратты ашу. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді. / Раскрытие информации о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / Disclosure of conflict of interest information. The authors claim no conflict of interest.

Мақала туралы ақпарат / Информация о статье / Information about the article.

Редакцияға түсті / Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 30.03.2023.

Жариялауға қабылданды / Принята к публикации / Accepted for publication: 30.04.2023.

Авторлар жұмысқа бірдей үлес қосты. / Авторы внесли равноценный вклад в работу. / The authors have made an equal contribution to the work.