

О методах исследования цифровых копий художественных произведений для определения их индивидуальных особенностей

Славных В.А., Сергеев А.П., Филимонов В.В.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
s.nika@list.ru, alexanderpsergeev@gmail.com, fvv1408@list.ru

Аннотация. Работа посвящена обзору отечественных исследований и патентных разработок в области определения индивидуальных особенностей художественного произведения. Систематизированы характерные признаки авторских стилей, выделяемые различными исследователями и представлены методы определения указанных признаков. Обзор опубликованных работ показал, что данная тема недостаточно представлена в отечественной литературе. Большинство исследований посвящено решению задачи идентификации автора.

Ключевые слова: цифровое изображение, атрибуция, классификация, идентификация автора, признаки авторского стиля, экспертиза.

1 Введение

Индивидуальное своеобразие художника формируется в процессе его профессиональной деятельности и выражается в неповторимости его произведения. Среди множества критериев творчества одним из главных является способность отражения индивидуальных позиций и передача мыслей и отношений к реальности.

Установление авторства произведений искусства является актуальной проблемой. Во-первых, она возникает во время аукционных торгов, при определении стоимости произведения искусства. Во-вторых, при работе с музейными коллекциями. В-третьих, существует большой пласт художественных произведений, авторство которых еще не установлено. Актуальным также остается вопрос о большом количестве копий произведений искусства.

Важной задачей является систематизация произведений искусства и организация цифровых баз данных музейных коллекций, архивов и библиотек в Интернете. Подобная деятельность необходима для поиска новой информации о ранее неизвестном произведении и сличения с цифровой копией уже атрибутированных работ предполагаемого автора. Деятельность, направленную на выявление соответствия произведения искусства заявленным атрибутам называют «экспертизой».

Экспертиза произведений искусства решает задачи, которые мы предлагаем разделить на технико-технологические и искусствоведческие.

Технико-технологические задачи - установление состояния сохранности объекта и предполагаемая стоимость реставрации, техники и технологии исполнения представленной работы, ее возраста и рыночной стоимости.

Технико-технологическая экспертиза использует современные физические, химические и физико-химические методы анализа материалов, из которых состоит картина, иногда требующие изъятия пробы. Полное технологическое исследование произведений искусства имеет необходимость использования, технически хорошо оснащенной лаборатории, высококвалифицированного персонала, а также наличие сравнительного материала, достаточно высокую стоимость и по этой причине не всегда целесообразно.

Искусствоведческие задачи - определение авторства художественного произведения, принадлежности художественному направлению, стилю или школе, поиск влияний и связей между художниками, культурной или исторической ценности произведения.

Искусствоведческая экспертиза использует сравнительно-исторический, формальный, иконологический, семиотический методы анализа формы, композиции, технических приемов.

К экспертизе привлекаются специалисты в соответствующей области деятельности. Оценка экспертной комиссии зависит от квалификации и знаний каждого члена группы. Только специалисты могут обеспечить полноту исследования и надежность выводов. В связи с чем, важной задачей представляется изучение и развитие новых компьютерных методов бесконтактного исследования произведений искусства для целей атрибуции.

Цель работы: обзор исследований и патентных разработок в области атрибуции произведений искусства по их цифровым копиям.

2 Отечественные работы по исследованию цифровых копий художественных произведений

Мурашов Д.М., Березин А.В., Иванова Е.Ю. [1-2] (Москва, Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, Государственный Исторический музей) предложили описание фактуры картин на основе характеристик хребтов полутоновых изображений мазков и локальных признаков структурного тензора на изображении фрагмента. «Гистограмма формируется по значениям составляющих градиента уровней полутонов в точках, расположенных на хребтах информативных фрагментов» [1].

Размер кисти художника (толщина волоса, ширина кисти) вычисляется на основе значения модуля волнового вектора, который определяет пространственный период волны в направлении ее распространения. Данные для исследования формируются по информативным фрагментам изображений без предварительной сегментации отдельных мазков кисти. Для сравнения информативных фрагментов применяется теоретико-информационная мера различия на основе дивергенции Кульбака-Лейблера - меры удаленности друг от друга двух вероятностных распределений. Данные исследования показали, что значения исследуемого признака фрагментов картин разных авторов различаются в пять раз больше, чем значения признака на картинах одного автора. Описанная методика была протестирована на изображениях портретов, написанных в XVIII–XIX вв. [1].

Иваненко Ю.М., и др. [3] выдвинули гипотезу: живописное произведение обладает внутренней динамикой, которая характеризуется соотношением детерминированности и хаотичности. Исследователи выявили, что полутоновые изображения отличаются конечностью размерности аттрактора. На основе отсчетов

яркости реального изображения были выбраны специальные переменные для построения многомерного фазового пространства, в котором производился анализ динамики исследуемого изображения путем вычисления интегральной корреляционной функции аттрактора. Исследователи установили, что значения размерности аттрактора отражают вид изображения: «полиграфическая копия» произведения искусства, фотографическое изображение лица, фрагменты скульптурного изображения, зафиксированные с помощью видеокамеры, модельные изображения различных объектов, сгенерированные на компьютере, в соответствии с разработанной шкалой сложности изображений. Определенная зависимость размерности аттрактора от числа фазовых переменных позволяет произвести идентификацию индивидуального творческого почерка художника [3].

Новиков Г.И. [4] (Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН) предложил для идентификации автора художественных произведений использовать колориметрические измерения «контраста цветового насыщения», (противопоставление ярких, насыщенных и блеклых, затемненных цветов), зависящего от пропорций и равновесности композиции, присущего конкретным авторам. Исследователь предложил вычислять соотношение основных и дополнительных цветов на основе сопоставления цвета картины в разных точках по отношению к нейтральному серому фону. Вывод был основан на рассмотрении колориметрических измерений объектов русской и западноевропейской живописи второй половины XIX и начала XX веков.

Костюков Ю.В. [5] (Краснодарский краевой художественный музей им. Ф.А. Коваленко) предлагает осуществлять отбор характерных признаков для исследования художественного произведения, статистическими методами, которые позволят выявить тесноту связи между признаками и выделить наиболее идентификационно значимые. Он предложил устанавливать факт наличия взаимосвязи между признаками и ее значимости на основе критерия хи – квадрат. Описанная методика была протестирована при анализе декорировки столовой и чайной посуды завода Гарднера конца XVIII – последней трети XIX вв. В результате исследования Костюков Ю.В. установил, что на изделиях завода Гарднера наиболее тесно связаны между собой признаки «тема» и «форма» декора. Зная значение одного из них, можно с определенной вероятностью предсказать значение другого [5].

3 Отечественные патенты на изобретения

Хачатрян А.Х. [6] (ООО «Научно-исследовательский институт экспертизы произведений искусств и архитектуры») описывает три запатентованных технологии бесконтактного неразрушающего анализа произведений искусства:

- «Способ бесконтактного неразрушающего анализа художественных полотен и других произведений искусства по их цифровым копиям для определения индивидуального рисунка рельефа и углублений поверхностных и внутренних слоев» [7].
- «Способ опосредованного неразрушающего исследования художественных полотен, монументального и других произведений искусства для выявления их скрытых индивидуальных особенностей (варианты), способ определения подлинности и/или авторства художественного или других произведений искусства» [8].

- «Способ защиты художественного полотна и других произведений искусства от подделки, а также определения их авторства» [9].

Цифровая копия обрабатывается в графическом редакторе (увеличение масштаба, затемнение до появления углублений и контуров, осветление до более четкого проявления рельефа, обработка при помощи инструмента «контурная резкость» до получения максимально четких контуров). При этом каждая отдельно взятая цифровая копия художественного произведения разделяется на слои и сохраняется в отдельные файлы, как часть исследуемого произведения искусства. Каждая из них обрабатывается отдельно; количество слоев конкретного произведения зависит от индивидуального характера каждого из них, а каждый изученный слой рассматривается как отдельное исследование. Далее эксперт зрительно анализирует полученные копии художественного полотна [6].

По мнению авторов, предложенные способы выявляют скрытые индивидуальные особенности композиции и характер художественного произведения, что позволяет определить их подлинность, послойно рассмотреть картины разных художников, обнаружить тайные знаки, раскрывающие замысел и обнаружить пустоты, полости и скрытые предметы в художественных произведениях [6].

Кастальская-Бороздина Н.К. [10] (Свято-Троице Сергиева Лавра) предлагает способ идентификации художественных произведений через сопоставление наборов зашифрованных данных фрагментов живописи по соответствующим цветам палитры произведения. Исследователь утверждает, что у каждого автора существует неповторимый набор исходных «полу(четверть) тоновых шкал колеров» [10] ожидаемых в любой его работе. Кастальская-Бороздина Н.К. предлагает идентификацию исследуемого объекта осуществлять на основе сравнения «выявленных уникальных признаков произведения живописи и оригинала по графическим зависимостям коэффициента гашения обертонов от суммарного колера, состоящего из красного, зеленого и синего цветов, вычисленным по самым темным, самым светлым и срединным колерам с учетом естественной аппаратной погрешности» [10]. Описанный способ был опробован на цифровых копиях таких художников как, Айвазовский И., Левитан И., Кустодиев Б., Поленов В.

Шольцен В. [11] предлагает способ определения автора художественного произведения по ее цифровой копии путем сравнения характеризующих признаков и деталей характеризующих признаков (точек, линий, групп точек или линий, узоров), полученных преобразованием Хафа.

4 Характерные признаки авторских стилей

Таким образом, на основе проведенного обзора можно выделить следующие характерные признаки авторских стилей и способы их вычисления, используемые различными исследователями.

Фактура картины:

Определяемая, гистограммой направлений хребтов полутоновых изображений мазков, формируемой на основе вторых частных производных от функции, описывающей полутоновый рельеф изображения по пространственным координатам и гистограммой локальной ориентации окрестностей на изображении фрагмента картины, формируемой на основе первых частных производных от функции, описывающей полутоновый рельеф изображения по пространственным координатам [2].

Получаемая, после обработки в графическом редакторе Adobe Photoshop или FS Viewer путем масштабирования, затемнения, осветления, увеличения контурной

резкости (настройка параметров эффекта резкости, радиуса пикселей, и порога уровней), яркости и контрастности. [8]

Получаемая, после обработки в графическом редакторе путем масштабирования, затемнения, осветления, увеличения контурной резкости (настройка параметров эффекта резкости, радиуса пикселей, и порога уровней) [9].

Размер кисти, использовавшейся художником – локальное волновое число, получаемое из изображения при использовании преобразования Рисса [1].

Выразительные графические средства (точки, группы точек, линии, группы линий, узоры), определяемые методом Хафа. Дополнительно устанавливаются опорные признаки, путем масштабирования, растяжения или сжатия, изменения или изгибания линии, изменения угла между двумя линиями соответствующего характеризующего признака [11].

Цветовой контраст:

Яркость изображения, определяемая зависимостью размерности аттрактора от числа фазовых переменных [3].

Контраст цветового распространения, зависящий от пропорций и равновесности композиций автора. Сопоставление цветов картины в разных точках по отношению к нейтральному серому фону. Количественные расчеты производятся исходя из установленных И. Гёте простых числовых выражений. Контраст цветового распространения подчинен гармонии равновесия отношения светлоты и дополнительных цветов. [4]

Цвет, получаемый после обработки в графическом редакторе Adobe Photoshop или FS Viewer путем масштабирования, затемнения, осветления [8].

Цветовые пятна, определяемые графической зависимостью коэффициента гашения обертон и суммарного колера, вычисленным по самым темным, самым светлым и средним колерам с учетом естественной аппаратной погрешности [10].

5 Выводы

В результате проведенного обзора были выявлены характерные признаки авторских стилей, выделяемые различными исследователями для целей атрибуции художественных произведений. Все признаки можно разделить на три основные группы: фактура картины, цветовой контраст, выразительные графические средства.

Рассмотренные в настоящей работе исследования в области анализа цифровых копий произведений искусства направлены на определение авторства художественного произведения. Однако в области экспертизы художественных произведений остается еще целый ряд задач, которые можно решать: классификация стилей, жанров и периода создания, установление взаимовлияний и связей между художниками. Дальнейшие исследования могут быть направлены на развитие и апробацию бесконтактных методов анализа художественных произведений, которые недостаточно представлены в отечественной литературе, а также изучение опыта зарубежных исследователей.

В представленных работах не предложено описание технологии получения и критерии оценки качества, предъявляемые к цифровым копиям художественных произведений, в связи с чем, возникает вопрос об объективности результатов исследования изображений, имеющихся в сети Интернет.

Очевидно, что для успешного использования цифровых бесконтактных методов анализа художественных произведений необходимо наличие обширных баз оригинальных атрибутированных работ, а так же баз вычисленных данных для сравнения.

Список литературы

1. Мурашов Д.М., Березин А.В., Иванова Е.Ю. Формирование признакового описания фактуры картин // Машинное обучение и анализ данных. 2013. Т. 1, № 6. С. 779–786.
2. Мурашов Д.М., Березин А.В., Иванова Е.Ю. Сравнение изображений картин по информативным фрагментам // Машинное обучение и анализ данных. 2014. Т. 1. № 8. С. 941–948.
3. Иваненко Ю.М., Макулов В.Б., Раскин А.Г., Трифонов М.И. Математическая формализация художественной ценности произведения искусства, их голографической копии и компьютерных изображений // Информационный бюллетень РФФИ, 5 (1997) Науки о человеке и обществе.
4. Новиков Г.И. Колориметрические исследования в живописи // Материалы IX Международной конференции «Прикладная оптика-2010», 18–22 октября 2010, Санкт-Петербург, С. 236–240.
5. Костюков Ю.В. Возможности применения вероятностно-статистического метода для оценки значимости признаков в идентификации произведений искусства // Теория и практика актуальных исследований (Материалы Международной научно-практической конференции, 17 апреля 2012).
6. Хачатрян А.Х. Исследование произведений монументального и изобразительного искусства с помощью нового изобретения, его роль и важность в мировой науке // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2013, № 4. С. 461–470.
7. Хачатрян А.Х., Симонян З.А., Хачатрян В.А. Способ бесконтактного неразрушающего анализа художественных полотен и других произведений искусства по их цифровым копиям для определения индивидуального рисунка рельефа и углублений поверхностных и внутренних слоев // Патент России № 2012157043, 10.07.2014.
8. Хачатрян А.Х., Симонян З.А., Хачатрян В.А. Способ опосредованного неразрушающего исследования художественных полотен, монументального или других произведений искусства для выявления их скрытых индивидуальных особенностей (варианты), способ определения подлинности и/или авторства художественного полотна, монументального или других произведений искусства // Патент России № 2012138269, 20.03.2014.
9. Хачатрян А.Х., Симонян З.А., Хачатрян В.А. Способ анализа художественных полотен и других произведений искусства для определения их авторства и/или защиты от подделки // Патент России № 2012118006, 10.11.2013.
10. Кастальская-Бороздина Н.К. Способ идентификации произведений живописи на предмет их авторства // Патент России № 2333613, 10.09.2008.
11. Шольцен В. Устройство и способ идентификации автора произведения искусства // Патент России № 2011149157, 27.06.2013.

About The Methods of Research Digital Copies Works of Art to Determine Their Specific Features

Viktoriya Slavnykh, Alexander Sergeev, Viktor Filimonov

Ural Federal University named after the first President of Russia Boris Yeltsin,
s.nika@list.ru, alexanderpsergeev@gmail.com, fvv1408@list.ru

Abstract. The work is devoted to the review of Russian studies and patents to determine the specific features of works of art. The article provides a classification the characteristic features of the author's style works of painting and are described methods for determining specified characteristics.

Keywords: digital image, image features, classification, attribution of paintings.