

# К вопросу о противодействии незаконному вывозу произведений живописи

**Щеголева Н.Л.** д.т.н, профессор

**Ваулина Я.А.**, магистрант

Санкт-Петербург



## Мона Лиза



Незадолго до Первой мировой войны независимый коллекционер, англичанин Хью Блейкер, заметил картину в старом особняке в графстве Сомерсет, где картина провисела более сотни лет.

Предыдущий владелец купил ее в Италии как оригинальный шедевр Леонардо. Впоследствии работу купил американский коллекционер Генри Ф. Пулитцер.



Несмотря на все эти теории, серьезные исследователи так и не подтвердили, что "Айлуортская Мона Лиза" написана Леонардо. После смерти Пулитцера в 1979 году картина исчезла в недрах хранилища швейцарского банка, откуда ее извлекли в 2008 году для продажи нынешним владельцам.

Одновременно был основан Фонд Моны Лизы - чтобы выяснить, принадлежит ли портрет кисти Леонардо. Были выдвинуты разные обоснования о принадлежности или нет картины кисти Леонардо.

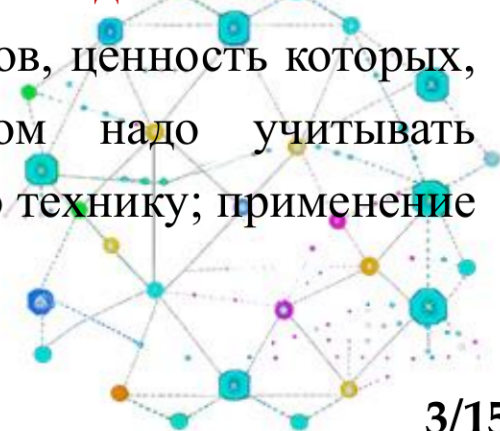


В настоящее время одной из важнейших задач правоохранительных органов России является **сохранение культурного и исторического наследия** страны.

Постоянно **совершенствуются криминальные схемы** и способы незаконного вывоза за границу культурных ценностей: сокрытие и не декларирование, использование поддельных документов, выдача произведений живописи за малозначимые работы.

Зачастую организатор, отправитель и получатель являются гражданами разных стран, т.е. **преступление** носит **транснациональный характер**. Эти операции приносят преступникам **огромные прибыли**. По мнению специалистов, подобный бизнес сопоставим с нелегальной торговлей **наркотиками и оружием**.

В структуре похищенного **более 54%** составляют **произведения живописи** и часы. Произведения живописи – особая категория объектов, ценность которых, казалось бы можно определить визуально, при этом надо учитывать стилистическое направление картины; автора; используемую технику; применение особых красок и т.д.





Однако точное определение ценности произведения живописи возможно только при проведении ее **атрибуции**.

Это требует наличия у эксперта, **глубоких и детальных знаний** художника и его современников, условий, в которых создавалась картина, исследовании экспертом особенностей нанесения мазков кисти и выбора цветов художником.

К сожалению, подобных **специалистов** немного в мире искусства, о наличии их в достаточном количестве в правоохранительных органах остается только мечтать.

Поэтому важным этапом в решении проблемы защиты культурного достояния России становится **исследование возможности применения компьютерных методов обработки изображений**, для получения дополнительной информации о произведениях живописи.

Это позволит разработать инструменты для определения стиля, жанра и автора картины. Наличие подобного приложения сделает более простым процесс определения необходимости проведения более детальной экспертизы вывозимых картин.



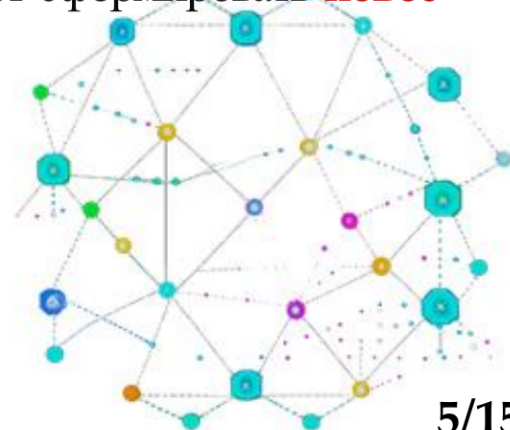


**Атрибуция** произведений живописи – это установление авторства или принадлежности произведения к определенной художественной школе на основе комплексной научной экспертизы.

Современные методы исследования картин: ультрафиолетовая флуоресценция, инфракрасная рефлектография, стереомикроскопия, рентгенография и т.д., но они **требует больших трудозатрат**.

Значительные достижения ЦОИ => **мир искусства** рассматривает **использование компьютеров** в анализе произведений живописи в качестве пробного шага или первого этапа.

**Применение** существующих **цифровых технологий** может сформировать **новое понимание** и новые методы исследования **искусства**.



## Анализ литературы

- В рамках технологий обработки изображений на сегодняшний день **предложено большое число методов** для выделения текстурных, цветовых, спектральных, структурных, статистических признаков для обработки и анализа картин;
- Предложено много **теорий** о том, какие **признаки** характеризуют **принадлежность** картины к тому или иному **автору**, школе, направлению;
- В большинстве опубликованных работ не поясняется выбор картин и их авторов, а также отсутствует обоснование выбора методов обработки;
- Программные комплексы не предоставляют удобного механизма взаимодействия с системой;
- В работах исследуется **узкий класс методов**.

Необходимо разработать и реализовать приложение для комплексного использования методов экстракции **признаков разного типа**, что даст **дополнительную информацию** о произведениях живописи, которую невозможно получить с использованием существующих методов исследования картин.

## Спектральные

### DCT

- +** Инвариантны относительно поворотов
- +** Слабо зависимы от изменений освещенности картины
- +** Характеризуются малым числом признаков

## Структурные

### НОГ

#### Преобразование Хафа

- +** Выделяют контуры и границы
- Плохо работают при наличии множества мелких деталей

## Методы извлечения признаков

## Цветовые

### Моменты цвета

### Цветовые гистограммы

### Частотный анализ цвета

- +** Определяют генетическую склонность художника использовать определенную цветовую палитру
- Зависимы от освещенности при создании цифровой копии картины

## Текстурные

### GLCM

### Фильтр Габора

#### Локальные бинарные шаблоны

- +** Характеризуют структуру мазка кисти
- Зависимы от поворотов и масштабирования



# Описание эксперимента Структура цифровой коллекции

## Художники

### Реализм

Венецианов  
Кустодиев  
Шишкин  
Репин  
Руссо

### Экспрессионизм

Модильяни  
Сегал  
Григорьев  
Кандинский  
Мунк

### Импрессионизм

Матисс  
Куинджи  
Серов  
Клод Моне  
Эдуард Мане

### Романтизм

Айвазовский  
Богаевский  
Боголюбов  
Брюллов  
Маковский

## Содержание цифровой коллекции

- ▼ ■ expeiment\_dataset
  - extracted
  - > ■ Импрессионизм
  - > ■ Реализм
  - ▼ ■ Романтизм
    - Айвазовский Иван Константинович (1817-1900)
    - Богаевский Константин Федорович (1872-1943)
    - Боголюбов Алексей Петрович (1824-1896)
    - Брюллов Карл Павлович (1799-1852)
    - Маковский Константин Егорович (1839-1915)
  - > ■ Эспрессионизм

> ArtAttribution > expeiment\_dataset > Романтизм > Айвазовский Иван Константинович (1817-1900)



Башни на скале у Босфора.jpg



Берег моря. Штиль.jpg



Взятие русскими матросами турецкой кочермы и освобождение пленных кавказских женщин.jpg



Вид на Капри.jpg



Восход солнца в Феодосии 1.jpg



Девять вал.jpg



Закат на море.jpg



Рыбаки на берегу моря.jpg



Спасаящиеся от кораблекрушения.jpg



# Пример работы приложения: ПОИСК ПОХОЖИХ КАРТИН

Атрибуция
— □ ×

Выберите каталог, в котором хранится набор данных


Выберите действие

Определить параметры набора изображений  
 Определить автора картины  
 Найти похожие


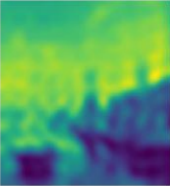
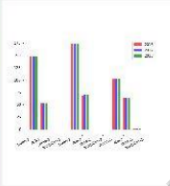
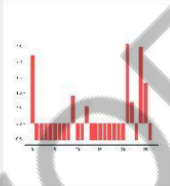
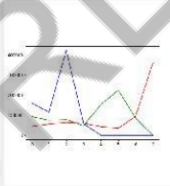
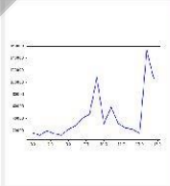

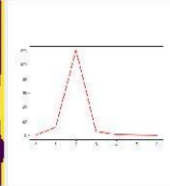
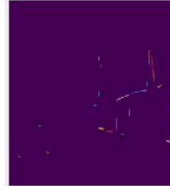
Выберите метод извлечения признаков из изображения

Выберите изображение



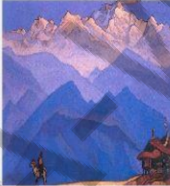








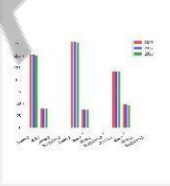
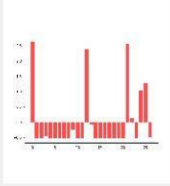
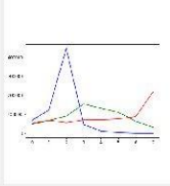
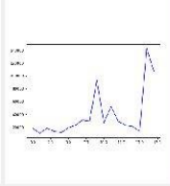

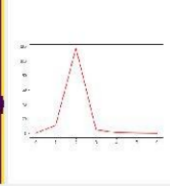

**Исходное изображение**  
D:/Art 3/Венеция.jpg



**Признаки исходного изображения**

HOG	DCT	Frequency	ColorMoments	ColorHistogram	LocalBinaryPattern	GaborFilter	GLCM	HoughLines
								

**Похожие изображения**

Уайлезовоий Взятие русскими матросами турца	Урих Гикалаи (Розовый пик).	Урих Пончи	Уайлезовоий Девятый вал	Уайлезовоий Девятый вал	Уайлезовоий Вид на Капри	Уайлезовоий Взятие русскими матросами турца	Уайлезовоий Восход солнца в Феодосии 1	Уайлезовоий Взятие русскими матросами турца
								
								
d = 11.403622922501771	d = 10519.807648801785	d = 70.61195273925844	d = 2.7521641782343456	d = 248751.98594986132	d = 27520.394728273794	d = 13833.243076010773	d = 3.1984529025856387	d = 1331.4679868475998

# Пример работы приложения: определение автора картины

## Атрибуция

Выберите каталог, в котором хранится набор данных

D:/ArtAttribution/dataset Обзор

Выберите действие

- Определить параметры набора изображений
- Определить автора картины
- Найти похожие

Выберите метод извлечения признаков из изображения

DCT

Введите метод

Выберите изображение

D:/Art 3/Венеция.jpg Обзор

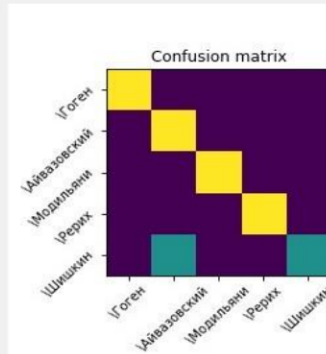
Запуск

## Исходное изображение

D:/Art 3/Венеция.jpg

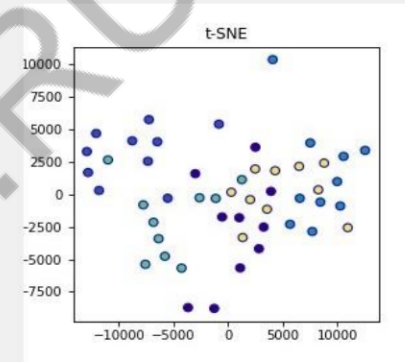


## Результат анализа набора изображений по выбранному признаку



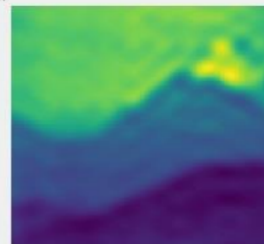
Количество соседей: 9  
Точность: 0.6

	precision	recall	f1-score	support
JGogen	1.00	1.00	1.00	2
Айвазовский	0.67	1.00	0.80	2
Модильяни	1.00	1.00	1.00	2
Рерих	1.00	1.00	1.00	2
Шишкин	1.00	0.50	0.67	2

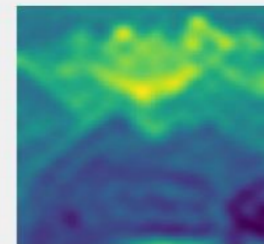
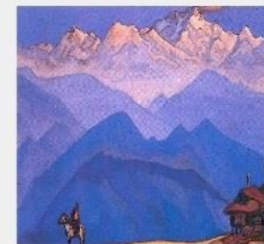


## Похожие изображения

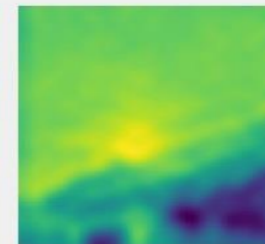
Гималаи (Розовый пик), Рерих



Помни Рерих



Суда на рейде Айвазовский



Предполагаемый автор: Айвазовский

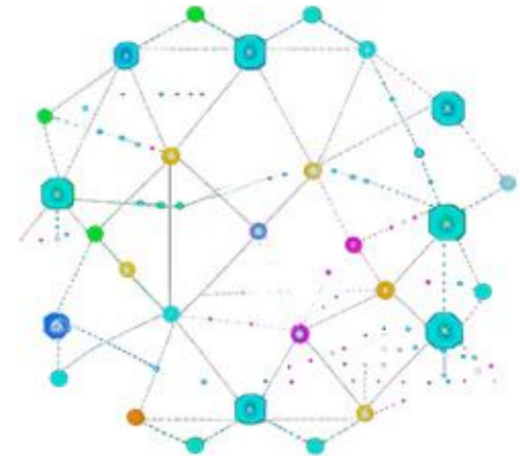


## Заключение

- Для **получения дополнительной информации** о картинах, которую невозможно получить с использованием существующих традиционных методов исследования живописи, могут использоваться **компьютерные методы обработки изображений**, что поможет **экспертам** давать более **обоснованные заключения** о подлинности, авторстве или стилистических особенностях картины.
- Выполненные эксперименты показали, что можно сделать предположение о **принадлежности произведения живописи** к определенной художественной школе, стилю, направлению, которое согласуется с историческими данными о том кем и где обучался художник, и кто из мастеров оказал на него наибольшее влияние, что позволит экспертам получить первичную оценку картины.
- Приложение не дает однозначного ответа на вопрос о принадлежности картины тому или иному автору или направлению, однако **дает повод для размышлений и обоснование для направления картины** для более детального **исследования** искусствоведами и экспертами в данном направлении.



Спасибо за внимание!

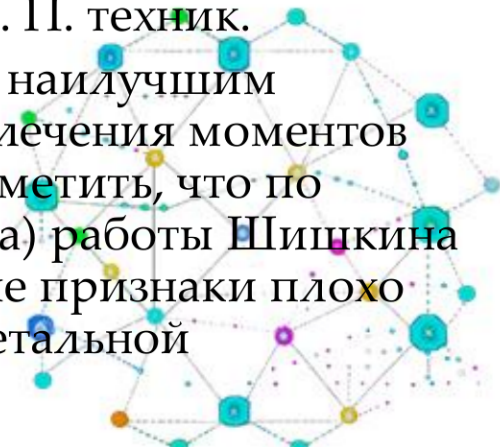


Наиболее эффективным при определении работ **Айвазовского И. К.** является использование текстурных признаков: фильтра Габора. Наиболее похожими на работы Айвазовского И.К. оказались произведения Боголюбова А. П., что объяснимо, так как и Айвазовский И. К., и Боголюбов А. П.

В работах **Боголюбова А. П.** прослеживаются направления романтизма и реализма. Отличительной чертой данного автора является его цветовая палитра, что отражается в цветовых признаках извлеченных такими методами как частотный анализ цвета, моменты цвета, цветовая гистограмма. Стоит обратить внимание на картину «Петербург при закате солнца», которая по признакам ближе к работам Айвазовского И. К., чем Боголюбова А. П.

Работы **Брюллова К. П.** можно отнести к романтическому и реалистическому направлению. Несмотря на разнообразие работ, прослеживается их связь по текстурным признакам, извлеченным с помощью локальных бинарных шаблонов. По результатам эксперимента можно судить о разнообразии интересов и используемых Брюлловым К. П. техник.

Эксперименты показали, что работы **Шишкина И. И.** наилучшим образом описываются цветовыми признаками: метод извлечения моментов цвета и дискретное косинусное преобразование. Стоит отметить, что по текстурным признакам (НОГ, Фильтр Габора, Метод Хафа) работы Шишкина И. И. похожи на работы Айвазовского И. К., но текстурные признаки плохо описывают произведения Шишкина И. И. из-за крайне детальной прорисовки пейзажей.





# Наиболее значимые результаты эксперимента ( часть 2)

**Модильяни А.** художник с ярко выраженным собственным стилем, выражающимся в текстурных признаках (локальные бинарные шаблоны) и признаках цвета (главным образом гистограммы цвета). Прослеживается некоторая связь с другими импрессионистами и реалистами. Художественные произведения Сегала А. И. очень отличаются (по оценкам значений признаков, использованных в эксперименте) от замеченных ранее с работами Айвазовского И. К., Венецианова А. Г., Куинджи А.И. Однако, работы близки по частотному анализу цвета и по GLCM к Кандинскому В. В., который являлся экспрессионистом.

В картинах **Куинджи А.И.** ярко выражены реализм и романтизм. Картины этого автора хорошо характеризуют признаки, полученные методами описывающими структуру и текстуру изображения (DCT, Локальные бинарные шаблоны, Фильтр Габора ), а также методы отражающие распределение цвета (моменты цвета и гистограмма цвета). Крайне любопытным является схожесть Куинджи А. И. и Айвазовского И. К. по значениям признаков, извлеченных с помощью HOG и метода Хафа, что говорит о том, что оба автора рисовали цветовой переход схожим образом, а также похожим способом расставляли направляющие линии.

Результаты исследования коллекции цифровых изображений картин показали, что для художников **романистов** очень важную роль играет **Айвазовский**, именно **сходством** с ним можно оценивать принадлежность произведений живописи к этому направлению. Для **реалистов** четко прослеживается зависимость от творчества **Венецианова**, проявляющаяся в использовании **прямых линий**, выявленных методом Хафа. Работы **экспрессионистов** имеют близкие значения признаков **частотного анализа цвета**.