**УДК 681.51/75.05**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАШИННОЙ ЖИВОПИСИ**

**1Каримов А.И., 1Копец Е.Е., 1Рыбин В.Г., 1Мезенцев Р.С., 1Щетнев А.В., 1Бутусов Д.Н.**

*1ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), Санкт-Петербург, e-mail: art.rkmv@gmail.com;*

**Настоящая статья посвящена**

Ключевые слова: машинная живопись.

**THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF MACHINE PAINTING**

**1Karimov A.I., 1Kopets E.E., 1Rybin V.G., 1Mezentsev R.S., 1Schetnev A.V., 1Butusov D.N.**

*1* *Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education St. Petersburg state electrotechnical university “LETI” (SPbSETU “LETI”) St. Petersburg, e-mail: art.rkmv@gmail.com;*

**This article is dedicated to.**

Keywords: machine painting.

**Введение**

Искусство живописи тесно связано с технологией живописного процесса, включающего в себя подготовку материалов, проведение подготовительных этапов, нанесение красок и защитных покрытий [1]. Поэтому в течение всего исторического периода становления и развития живописи технологические инновации непосредственным образом оказывали влияние на историю изобразительного искусства. Известны многочисленные примеры использования художниками вспомогательных технических средств: штампов, трафаретов, пантографов. Изобретение в 1841 г. свинцовых туб для масляных красок позволило художникам активно работать на пленэре, что способствовало появлению импрессионизма, влияние которого испытали на себе практически все художественные направления [2]. Некоторые исследователи предполагают, что разработка реалистических принципов построения изображения в эпоху Возрождения в Италии тесно связана с распространением в это время камеры-обскуры и фокусирующих зеркал [3]. Широкое применение в художественной практике приобрела фотография, используемая в том или ином виде большинством современных художников [4]. С развитием робототехники и промышленной автоматики можно было ожидать скорое распространение живописных машин, однако искусство пошло по пути создания робототехнических инсталляций и перформансов, к живописи в основном отношения не имеющих [5]. С середины 1950-х годов до настоящего времени было создано более десятка систем машинной живописи. В числе первых проектов можно назвать робота конструкции Р. Огера (R. Auger), абстрактные картины которого имели коммерческий успех [6]. В 1973 г. в Стэнфордском университете Х. Коэн (H. Cohen) начал работы по системе AARON, использующей принципы искусственного интеллекта для создания изображений в наивном стиле с помощью специального плоттера [7]. В Констанцком университете с 2009 г. группой под руководством О. Дойссена и Т. Линдемайера (O. Deussen, T. Lindemeier) разрабатывается робот e-David. В рамках этого проекта удалось реализовать машинное нанесение на холст реалистических изображений с помощью кисти.

Все эти работы имели и имеют экспериментальный характер; до настоящего времени живопись и родственные ей виды деятельности (декоративно-прикладное искусство, реставрация и проч.) практически не испытали влияния автоматизации.

Если говорить о живописи как об искусстве, то введение машины в процесс творчества может рассматриваться как нежелательное действие, снижающее требования к профессионализму живописца. Однако для целей реставрации, копирования, создания монументальных и интерьерных росписей, оформления предметов быта и др., ручной труд может быть успешно автоматизирован с использованием роботов-манипуляторов и специальных станков для смешения красок. Это повлечет за собой снижение стоимости этих работ, позволит использовать их более широко и, в итоге, будет способствовать повышению эстетической привлекательности современной урбанистической среды.

Технически задача автоматизации живописного процесса имеет две основные составляющие:

1. Разработка программного обеспечения для управления роботом-манипулятором с целью нанесения изображения на поверхность кистью, мастихином или другим аппликатором.

2. Разработка автоматической палитры – программно-аппаратного комплекса смешения малых объемов красок перед непосредственным нанесением на холст.

Первая задача требует преобразования фотографии в карту мазков, а затем – в движения робота-манипулятора; существующие подходы позволяют решать ее на требуемом уровне [8][9]. Вторая задача до сих пор не была решена, поэтому в данной статье рассматривается более подробно. Кроме того, необходимо решить ряд вспомогательных задач вроде очистки и смены инструмента. В данной работе эти задачи не рассматриваются ввиду их относительной простоты. Основной сложностью при работе с художественной краской является получение точного желаемого цвета, так как зависимость между цветом смеси и массой или объемом исходных чистых красок нелинейная, и на практике художник добивается нужного цвета последовательно, в несколько итераций, добавляя в смесь на палитре тот или иной цвет постепенно. Для целей машинной живописи наиболее пригоды акриловые краски – быстросохнущие краски, состоящие из пигмента, смешанного с акриловой полимерной эмульсией. Они позволяют добиваться большей насыщенности цвета, чем масляные краски, разбавляются водой, а не токсичными растворителями, и в зависимости от степени разбавленности допускают как пастозное нанесение, так и тонкие размывки.

**Преобразование изображения в карту мазков**

При наложении мазков на холст художник руководствуется большим количеством правил, многие из которых трудно поддаются формализации, поэтому точное воспроизведение человеческой художественной манеры – трудная задача из области искусственного интеллекта. При разработке алгоритмов машинной живописи исследователи руководствуются только основными принципами, такими как наложение мазков по направлениям градиента [10], итерационное наложение мазков на еще сырой холст при постоянной визуальной обратной связи [11], использование семантических подсказок для формирования стилистики изображения [12].

//раздел Р. Мезенцева. Алгоритм и рис. 1 и рис.2

**Автоматическая палитра**

Ни один из известных роботов-художников не смешивает краски на палитре подобно человеку-живописцу; большинство систем машинной живописи (AARON, машины Бенджамина Гроссера [13], ThePaintingFool, Vangobot и др.) наносят на холст предварительно заготовленные краски. Это ограничивает количество возможных оттенков и препятствует созданию реалистических изображений. Робот e-David смешивает краски прямо на холсте, используя систему визуальной обратной связи. Этот подход позволяет добиваться неограниченного количества оттенков при монохромной живописи за счет многократных проходов кистью по холсту, но при полноцветной живописи после нескольких проходов цвета быстро теряют силу и становятся грязными.

Естественным решением является создание автоматической палитры – специального микродозирующего устройства, которое бы смешивало краски перед нанесением на холст. Похожая задача успешно решается промышленными колеровочными автоматами, с теми существенными отличиями, что колеровочные автоматы предназначены для смешивания больших объемов красок и подбора оттенков в соответствии со стандартными колеровочными таблицами.