**Целью** выпускной работы является разработка и написание алгоритма преобразования изображения в карту мазков, связанных с движением кистью робота-живописца. Для достижения цели ставятся **задачи**:

1) разработка алгоритма уменьшения глубины цвета без ощутимой для человека-зрителя потери качества;

2) разработка алгоритма определения границ зон одного цвета;

3) разработка алгоритма преобразования одноцветных областей в набор сегментов;

4) разработка алгоритма преобразования сегментов в карту движений кистью;

5) программная реализация разработанных алгоритмов.

На сегодняшний день существует огромное количество алгоритмов, связанных с обработкой изображений. Алгоритмы фильтрации, кластеризации, сегментации тесно связаны между собой, но при этом каждый из них имеет свою определенную область применения и зависит от входных данных, поэтому необходимо найти такие алгоритмы, которые будут решать поставленные задачи лучше остальных. Таким образом, необходимо провести анализ алгоритмов и на их основе разработать алгоритм разбиения изображения на колористические примитивы для машинной живописи.

Медианный фильтр основывается на нахождении *медианы* – среднего элемента последовательности в результате её упорядочения по возрастанию и присваиванию найденного значения только среднему элементу. На рисунке показана работа медианного фильтра. Пиксели, которые «попадают» в матрицу, сортируются, и выбирается средние значение из отсортированного массива. Это значение и является выходным для текущего пикселя.

Для решения задачи кластеризации был использован алгоритм k-means, простой и широко используемый алгоритм кластеризации. Его особенностью является минимизация суммарного квадратичного отклонения точек кластеров от центров этих кластеров.

Основная идея заключается в том, что на каждой итерации пересчитывается центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике. Алгоритм завершается, когда на какой-то итерации не происходит изменение центра масс кластеров.

Следующим шагом была разработка алгоритма сегментации. Для решения этой задачи был взят за основу алгоритм, использующий поиск контура сегмента по приоритетам направлений элементарных векторов, с дальнейшей рекурсивной закраской сегмента, этот подход дает возможность искать вложенные сегменты. Его особенностью можно назвать выбор направления поиска следующей точки контура по часовой стрелке, при этом в зависимости от предыдущего направления вектора будет выбран соответствующее приоритетное направление поиска. Еще одной особенностью алгоритма является возможность возврата поиска на предыдущий шаг в случае захода в тупик. Алгоритм завершается, когда следующая точка является начальной.

Для создания мазка сегмент аппроксимируется прямоугольником. Сначала находится центр масс, для этого достаточно сложить значения контура по каждой из координат и поделить полученное число на их количество. Затем находим самое большое расстояние между центром масс и всеми точками контура, его примем за половину длины мазка. Шириной назовем максимальное расстояние между точками контура, лежащими перпендикулярно отрезку, соединяющим центр масс с самой дальней точкой. После этого посчитаем угол наклона мазка. Для этого найдем средний угол всех элементарных векторов, составляющих контур сегмента. Каждый угол получается вычислением арктангенса соседних точек контура, затем углы складываются и делятся на их количество. Для того, чтобы повернуть мазок, воспользуемся формулой поворота точки относительно другой, в нашем случае относительно центра масс.

При разработке графического интерфейса учитывались показатели качества эргономики. Например, с целью уменьшения трудозатрат максимально упрощен ввод данных, а также установлены рекомендуемые начальные значения. Для повышения производительности работы в интерфейсе была реализована система подсказок. Также имеется возможность сохранить результаты работы в файл.

В ходе выполнения ВКР был разработан программный модуль, решающий поставленные задачи, с визуализацией результатов работы последовательных этапов алгоритма. В ходе достижения цели были сформулированы требования к разрабатываемому модулю и проведен математический анализ алгоритмов кластеризации, сегментации и фильтрации изображений. Достигнуты следующие результаты:

1. Были рассмотрены алгоритмы фильтрации изображений, проведен их анализ и выбран медианный алгоритм для снижения уровня шума на изображении.
2. Провели анализ популярных методов кластеризации, среди которых выбрали алгоритм k-meansв качестве основы этапа кластеризации, определили входные параметры для сокращения вычислительной нагрузки на процессор.
3. Рассмотрели возможные варианты применения алгоритмов сегментации, в результате чего был написан специализированный алгоритм, основанный на приоритетах направлений с поиском контуров на кластеризованном изображении.
4. Разработали алгоритм, способный строить карту мазков путем аппроксимации примитивных сегментов прямоугольниками с вычислением угла наклона и вектора направления.
5. Спроектировали графический интерфейс пользовательского приложения с учетом показателей качества с точки зрения эргономики.
6. Написали пользовательское приложение на основе разработанного модуля с визуализацией карты мазков, карты векторов, всех примитивных сегментов, а также погрешности карты мазков с исходным изображением.

Таким образом, разработан программный модуль, готовый к применению в составе управляющего программного обеспечения робота-живописца.

Имеются перспективы дальнейшего развития, такие как возможность выбора аппроксимации сегментов из списка предложенных фигур, а также разработка web-приложения на основе имеющегося модуля.