

Руководство к приложению «Preprocessor Application»



Автор: Трубин И.С.

Оглавление

1. Введение.....	3
1.1. Область применения	3
1.2. Минимальные системные требования	3
2. Работа с приложением	4
2.1. Состав дистрибутива	4
2.2. Программная структура	4
2.3. Запуск приложения	5
2.4. Входные и выходные данные	5
2.5. Описание интерфейса	6
2.6. Возможные сообщения.....	9
2.6.1. Сообщения об ошибках.....	9
2.6.2. Рабочие сообщения.....	9
2.6.2.1. Сообщения блоков преобразования.....	10
2.6.2.2. Сообщения блока масштабирования	10
2.6.2.3. Сообщения блока трансляции	11
2.6.2.4. Сообщения блока ротации	12
2.7. Выход из приложения.....	15
3. Демонстрационные примеры	16

1. Введение

1.1. Область применения

В настоящее время нейронные сети приобрели большую популярность. Однако, чтобы разработанная нейронная сеть смогла работать, её нужно обучить на определённых наборах данных, и чем удобнее ей будет работать с этими данными, тем лучше будет обучающий эффект. То есть, обучающие данные нужно как следует подготовить – очистить или же дополнить, чтобы результат работы нейронной сети был более точным. Препроцессор или предобработка – это общий термин для всех манипуляций над данными перед передачей их обучающей модели. Данное приложение представляет собой препроцессор двумерных двоичных образов, которое обеспечит независимость образов к масштабированию, смещению (трансляции) и повороту (ротации), что позволит подготовить обучающие изображения для их дальнейшего распознавания в нейронной сети.

1.2. Минимальные системные требования

- Версия Java 1.8.
- Не менее 10 МБ свободного дискового пространства.
- Не менее 512 МБ ОЗУ.

2. Работа с приложением

2.1. Состав дистрибутива

В состав дистрибутива входят:

- Файлы с кодом программы с расширениями .java и сформированные на их основе файлы класса с расширениями .class.
- Исполняемые файлы «PreprocessorApp.exe» и «PreprocessorApp.jar».
- Папка с тестовыми примерами «Images».
- Руководство к приложению «AboutPreprocessorApplication.pdf».

2.2. Программная структура

Программная структура представлена на рисунке 1.

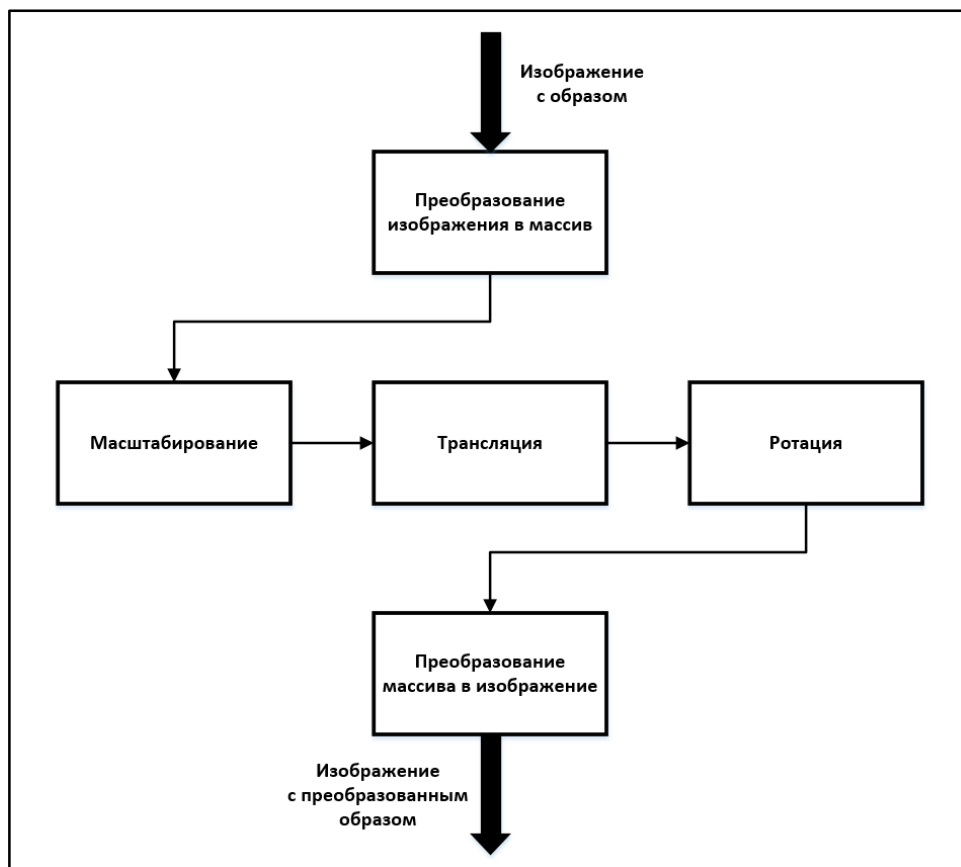


Рисунок 1 – Программная структура

На схеме видно входное изображение, которое должно содержать образ для преобразования, и выходное изображение с преобразованным образом.

Основная программа-препроцессор представлена на схеме тремя блоками: «Масштабирование», «Трансляция» и «Ротация».

Краткое описание работы, которую выполняют блоки, представленные на схеме:

- «Преобразование изображения в массив»: преобразует растровое изображение в двухмерный двоичный массив.
- «Масштабирование»: увеличивает или уменьшает образ, расположенный на изображении, при этом, перемещает его в левый верхний угол изображения.
- «Трансляция»: смещает образ в относительный центр изображения.
- «Ротация»: поворачивает образ относительно его центра по часовой стрелке, если угол поворота положительный, или против часовой стрелки, если угол отрицательный.
- «Преобразование массива в изображение»: преобразует двухмерный двоичный массив в чёрно-белое растровое изображение.

2.3. Запуск приложения

Для запуска приложения достаточно дважды кликнуть на исполняемые файлы «PreprocessorApp.exe» или «PreprocessorApp.jar».

Для запуска приложения через консоль необходимо использовать путь к компилятору Java «...\bin\java.exe». В зависимости от выбора исполняемого файла консольные команды будут иметь следующий вид:

- «...\bin\java.exe» -jar «...\PreprocessorApp.exe»
- «...\bin\java.exe» -jar «...\PreprocessorApp.jar»

2.4. Входные и выходные данные

Входными данными для программы являются растровые изображения формата PNG или JPEG, предпочтительно со светлым (белым) фоном и тёмным (чёрным) образом. Далее программа преобразует изображение в

массив, с которым и начинает работать препроцессор. Выходными данными программы являются растровые изображения с белым фоном и чёрным образом, которые получены в результате преобразования результирующего массива.

Перед преобразованием входного изображения в двухмерный двоичный массив, на него накладывается чёрно-белый фильтр. После этого, тусклым и белым пикселям присваивается значение 0, а тёмным и чёрным присваивается значение 1. В конце, этот двоичный массив преобразуется в изображение, где элементу со значением 0 соответствует белый пиксель, а элементу со значением 1 – чёрный пиксель.

На рисунке 2 представлены градиенты чёрного, красного, зелёного и синего цветов и то, как они изменяются после выполнения преобразования в массив и обратно.

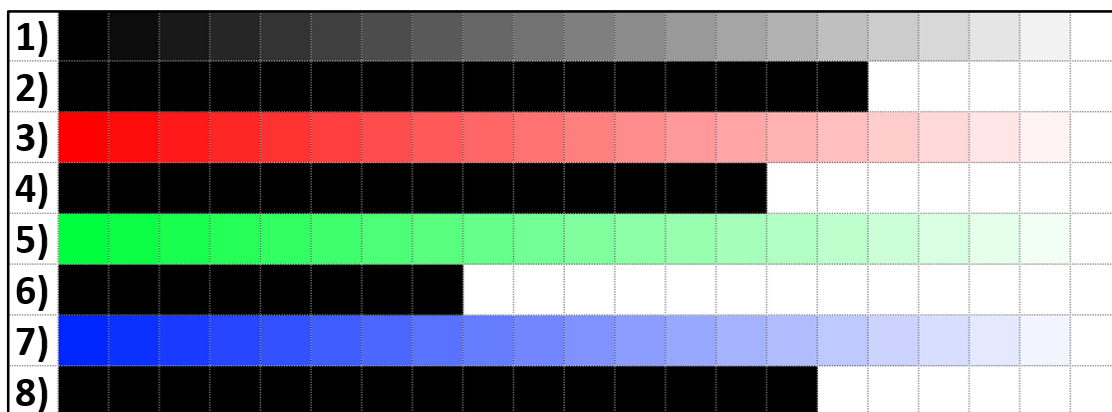


Рисунок 2 – Преобразование цветовых градиентов

Чёрному цвету соответствуют пункты 1 и 2, красному – пункты 3 и 4, зелёному – пункты 5 и 6, синему – пункты 7 и 8.

2.5. Описание интерфейса

На рисунке 3 представлено главное окно приложения с отмеченными элементами.

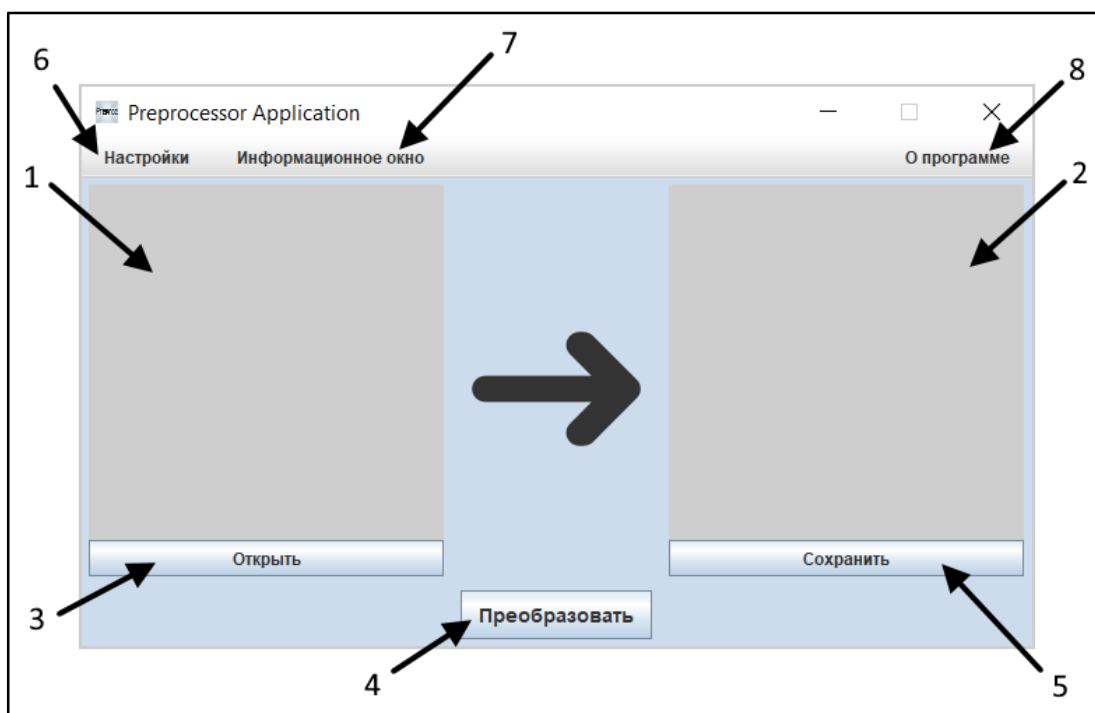


Рисунок 3 – Главное окно

Описание элементов, отмеченных на рисунке 3, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Элементы главного окна

Номер элемента	Описание элемента
1	Область для отображения исходного изображения.
2	Область для отображения результирующего изображения.
3	Кнопка, открывающая диалоговое окно для выбора исходного изображения.
4	Кнопка, запускающая программу преобразования изображения.
5	Кнопка, открывающая диалоговое окно для выбора места сохранения результирующего изображения.
6	Кнопка, открывающая окно настроек приложения.
7	Кнопка, открывающая информационное окно.
8	Кнопка, открывающая руководство к приложению.

На рисунке 4 продемонстрировано окно настроек приложения.

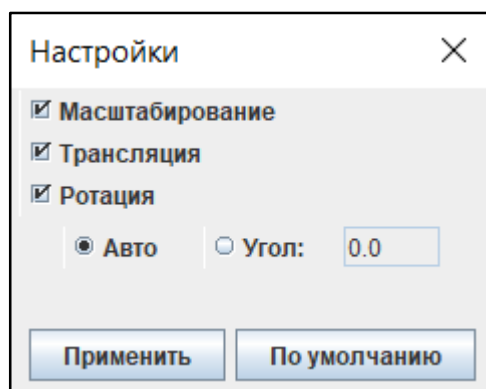


Рисунок 4 – Окно настроек

В окне настроек возможно отключить блоки препроцессора. Помимо этого, блок ротации представлен в двух вариантах:

- Автоматический поворот, где программа сама определяет угол поворота образа. Используя этот вариант, образ должен занять одно из четырёх положений: 0° , 90° , 180° , 270° .

- Поворот на угол, заданный пользователем.

Также, присутствуют кнопки, позволяющие либо применить новые настройки, либо вернуть настройки в значение по умолчанию. Значение по умолчанию имеет вид всех включённых блоков препроцессора, а блок ротации включён в автоматическом режиме, как и показано на рисунке 4.

На рисунке 5 продемонстрировано информационное окно, где будет отображаться информация о работе препроцессора.

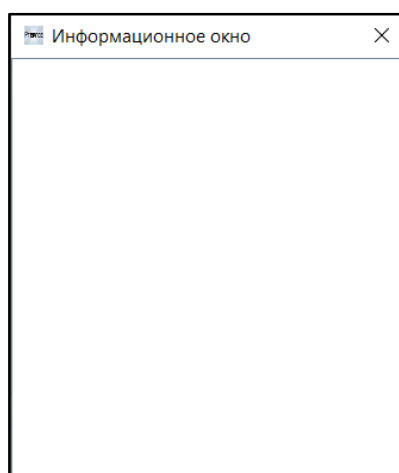


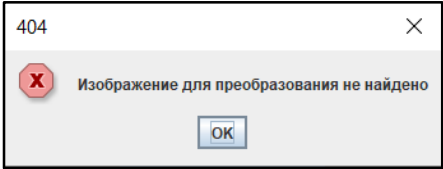
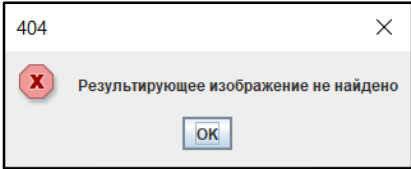
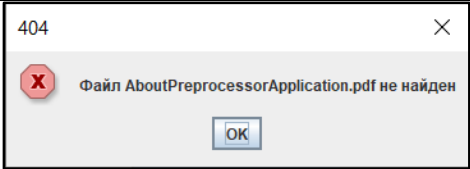
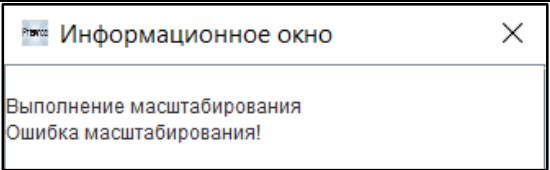
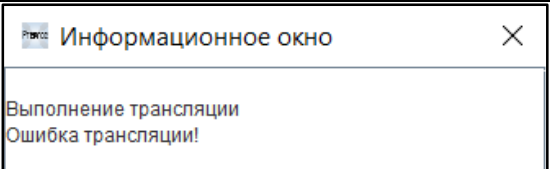
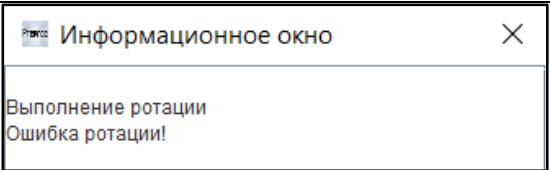
Рисунок 5 – Информационное окно

2.6. Возможные сообщения

2.6.1. Сообщения об ошибках

При работе с приложением могут возникать ситуации, когда будут появляться различные сообщения об ошибках. Возможные сообщения и ситуации, при которых они возникают, описаны в таблице 2.

Таблица 2 – Возможные сообщения

Ситуация	Сообщение
Попытка преобразовать изображение, которое не было открыто.	
Попытка сохранить изображение, которое не было преобразовано.	
Попытка открыть файл руководства, которого нет в каталоге с исполняемым файлом.	
Ошибка во время масштабирования образа.	
Ошибка во время смещения образа.	
Ошибка во время поворота образа.	

2.6.2. Рабочие сообщения

В процессе выполнения блоков программы-препроцессора в информационном окне появляются сообщения, связанные с изменением

исходного изображения. Рассмотрим поэтапное выполнение блоков программы по порядку, а именно, в последовательности, представленной на рисунке 1. Для примера возьмём изображение, представленное на рисунке 6. Изображение имеет разрешение 300 на 300 пикселей, на нём находится образ синей буквы «В», повернутой на 40°, располагающейся в правом верхнем углу.

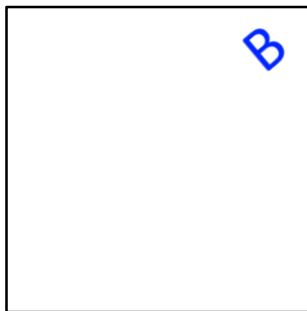


Рисунок 6 – Тестовый пример

2.6.2.1. Сообщения блоков преобразования

Для преобразования изображения в массив и обратно нужно отключить все пункты в меню настроек. При этом, в информационное окно будет выводиться только разрешение самого изображения и его размер (рисунок 7).

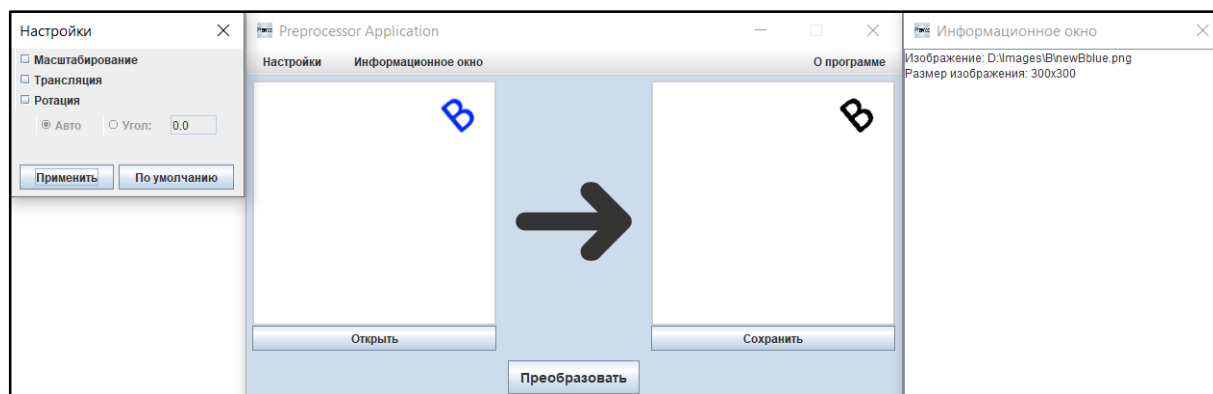


Рисунок 7 – Преобразование изображения в массив и обратно

2.6.2.2. Сообщения блока масштабирования

При масштабировании в информационное окно выводится количество чёрных пикселей в образе до выполнения этого блока и после (рисунок 8). Причём, после масштабирования образ будет располагаться в правом верхнем углу изображения.

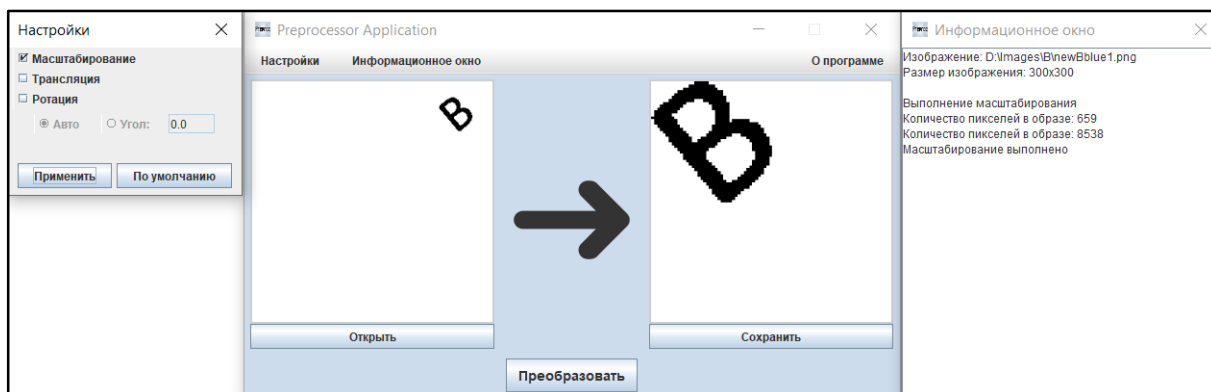


Рисунок 8 – Масштабирование образа

2.6.2.3. Сообщения блока трансляции

Образ можно заключить в прямоугольник, который в дальнейшем будет называться сектором. Наш тестовый пример и его сектор изображены на рисунке 9.

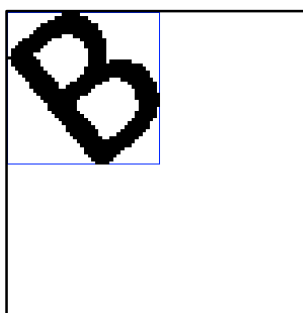


Рисунок 9 – Сектор тестового примера после масштабирования

При трансляции в информационное окно будут выводиться координаты левого верхнего и правого нижнего угла этого сектора до трансляции и после соответственно. Поскольку после масштабирования образ перемещается в левый верхний угол, то координаты левого верхнего угла сектора до трансляции должны иметь значения (0; 0), а по координатам правого нижнего угла сектора до трансляции можно определить, какую часть всего изображения занимает сектор образа (сектор должен занимать одну четвёртую всего изображения). Наш тестовый пример после трансляции представлен на рисунке 10.

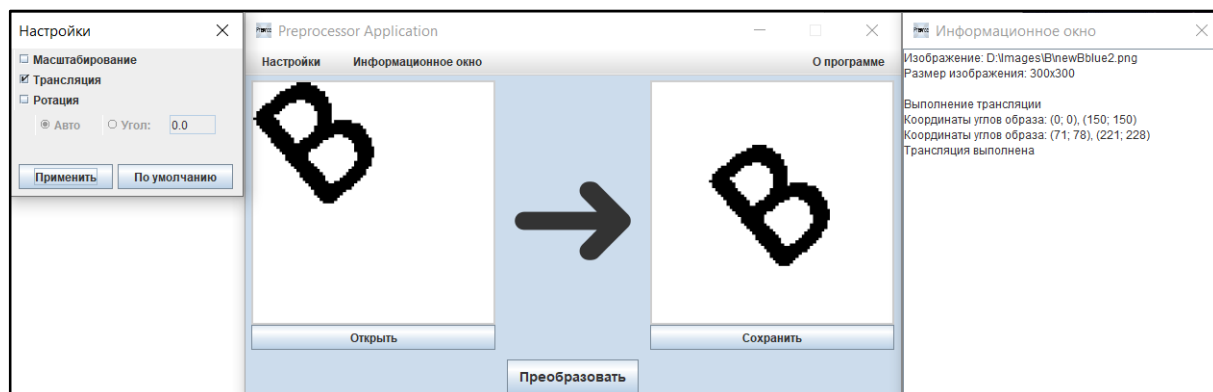


Рисунок 10 – Трансляция образа

На этом рисунке 10 видно, что до трансляции левый верхний угол образа находился в точке с координатами (0; 0), а правый нижний угол в точке с координатами (150; 150), следовательно, площадь сектора равна одной четвёртой от площади всего изображения. Координаты (71; 78) и (221; 228) соответствуют тому же левому верхнему и правому нижнему углам сектора соответственно.

2.6.2.4. Сообщения блока ротации

У блока ротации есть два варианта выполнения: автоматический поворот или поворот на заданный угол.

Рассмотрим поворот на заданный угол. При этом виде поворота в информационное окно будет только выводиться сообщение о том, на какой угол произошёл поворот, повторяя введённый угол (рисунок 11).

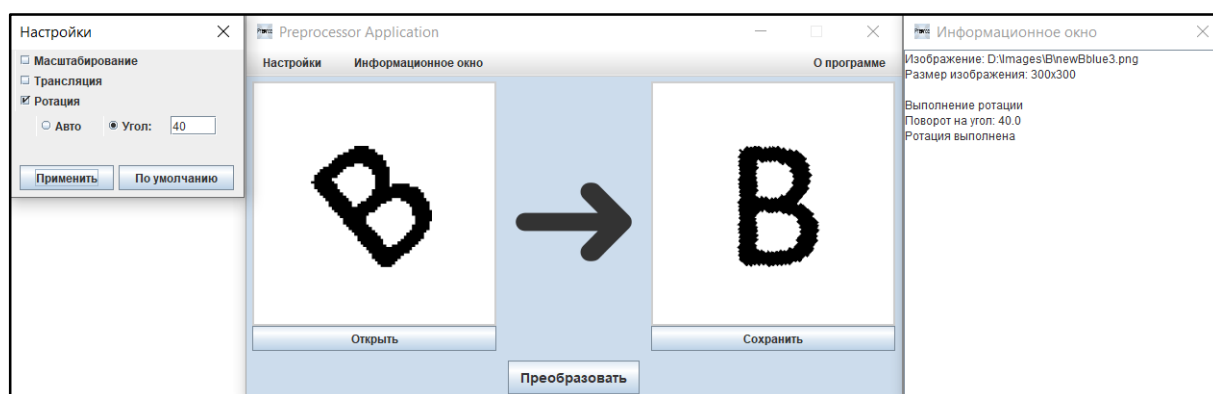


Рисунок 11 – Ротация на заданный угол

Ротация в автоматическом режиме выводит больше информации, но она связана с алгоритмом работы самого блока.

Первым делом определяется сектор образа, который представляет собой четыре прямоугольных треугольника, соприкасающиеся с самим образом. У этих прямоугольных треугольников прямой угол – это точка угла сектора, а два оставшихся – это точки соприкосновения сектора с образом. На рисунке 12 продемонстрирован наш тестовый пример в увеличенном виде с отмеченным сектором и указанными размерами катетов прямоугольных треугольников.

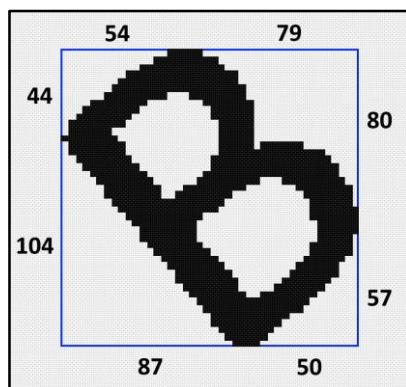


Рисунок 12 – Сектор образа с отмеченными размерами катетов

Далее, в каждом прямоугольном треугольнике проводится его гипотенуза и находятся углы, противолежащие наименьшему катету. На рисунке 13 красным цветом отмечены гипотенузы, а буквами α , β , γ , δ отмечены искомые углы.

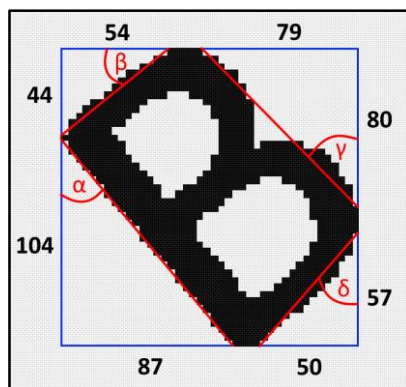


Рисунок 13 – Сектор образа с отмеченными углами

Углы α , β , γ , δ являются возможными углами поворота изображения. Однако, прежде чем поворачивать образ, нужно определить знаки этих углов. Знак определяется по числу, получившемуся после вычисления по одной из двух формул, написанных ниже. Если полученное число меньше нуля, то угол

поворота отрицательный, если больше нуля, то положительный. Выбор формулы зависит от расположения прямоугольного треугольника. Для прямоугольных треугольников, расположенных в левом нижнем и правом верхнем углах, используется формула (1), а для прямоугольных треугольников, расположенных в левом верхнем и правом нижнем углах, формула (2). Формулы имеют следующий вид:

$$sign = leg_y - leg_x, \quad (1)$$

$$sign = leg_x - leg_y, \quad (2)$$

где leg_x – это длина катета, лежащего параллельно оси x , а leg_y – длина катета, лежащего параллельно оси y .

Затем вычисляется размер сектора. Это делается для того, чтобы определить, какой из найденных углов поворота подойдёт лучше всего, поскольку, чем меньше угол поворота у самого образа, тем меньше будет прямоугольник, в котором он находится. Размер сектора определяется путём сложения его длины и ширины. Из полученного числа находится возможное отклонение размера сектора, которое равно 1% от первичного размера.

На завершающем этапе происходит перебор четырёх найденных углов. Выбирается угол, на который поворачивается образ. Затем вычисляется новый размер сектора. Если этот размер меньше первичного размера, или, если угол не был ранее выбран, а разница размеров сектора меньше или равна отклонению, то выбранный угол поворота считается предпочтительным, а полученный размер сектора берётся за первичный.

Результат работы блока ротации в автоматическом режиме продемонстрирован на рисунке 14.

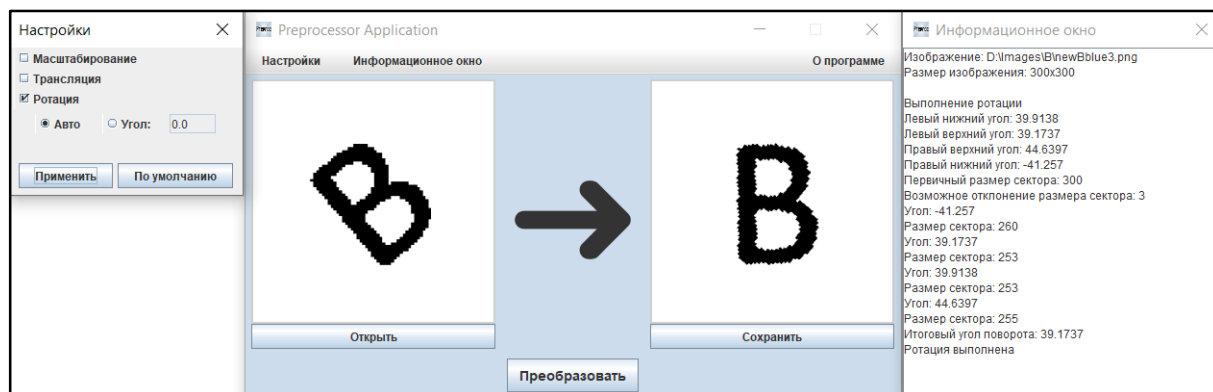


Рисунок 14 – Ротация в автоматическом режиме

На рисунке 14 можно увидеть какие углы были найдены (α – левый нижний угол, β – левый верхний угол, γ – правый верхний угол, δ – правый нижний угол), какой был первичный размер сектора, какое возможное отклонение. Кроме того, отображён процесс перебора найденных углов и показан результат этого перебора. Описанный алгоритм позволяет повернуть образ в положения равные 0° , 90° , 180° или 270° .

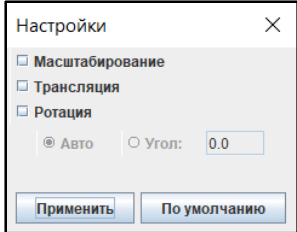
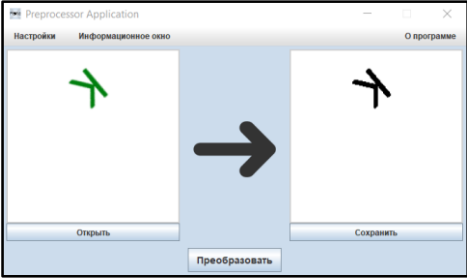
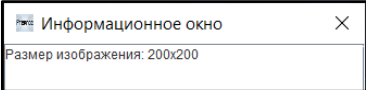
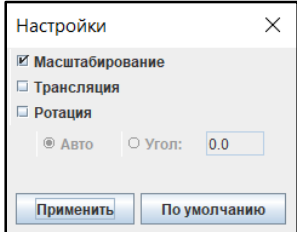
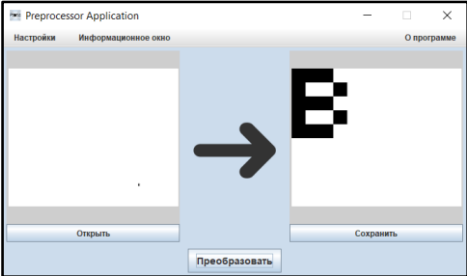
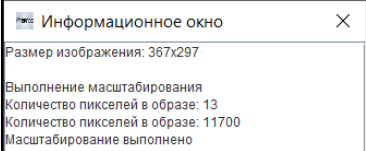
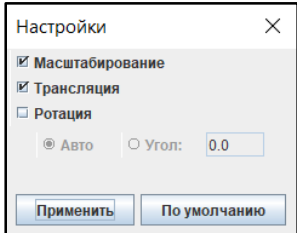
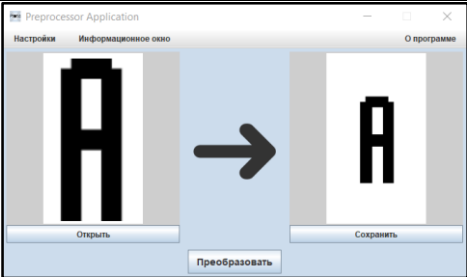
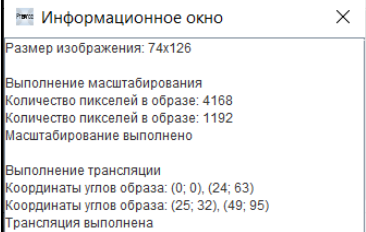
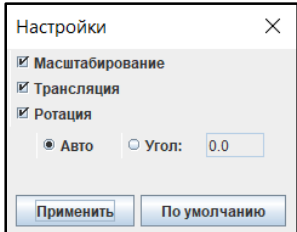
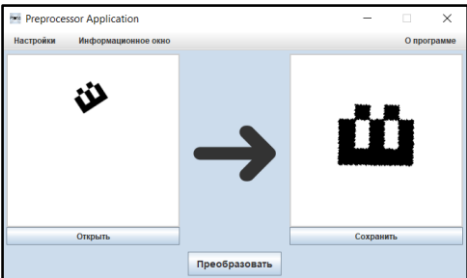
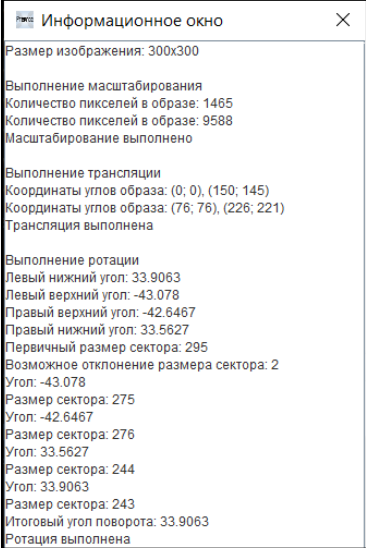
2.7. Выход из приложения

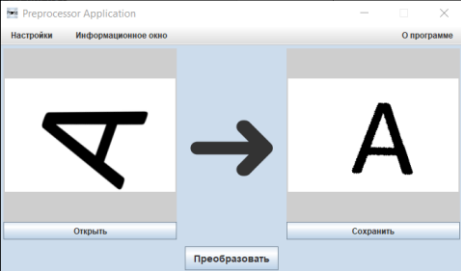
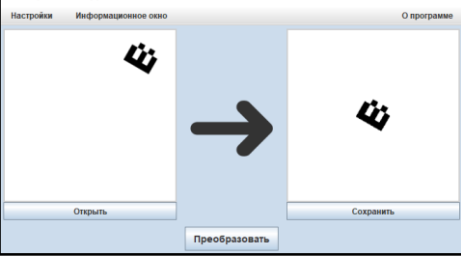
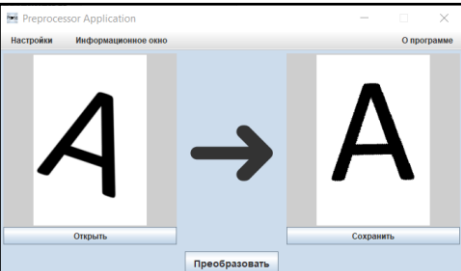
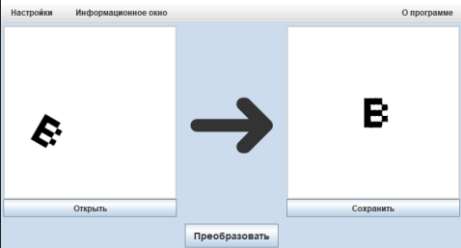
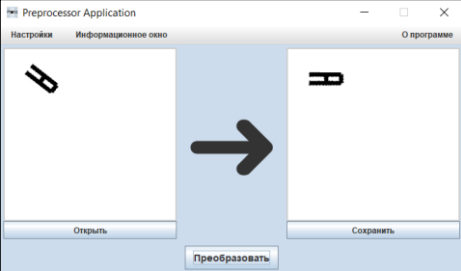
Выход из приложения осуществляется при закрытии главного окна.

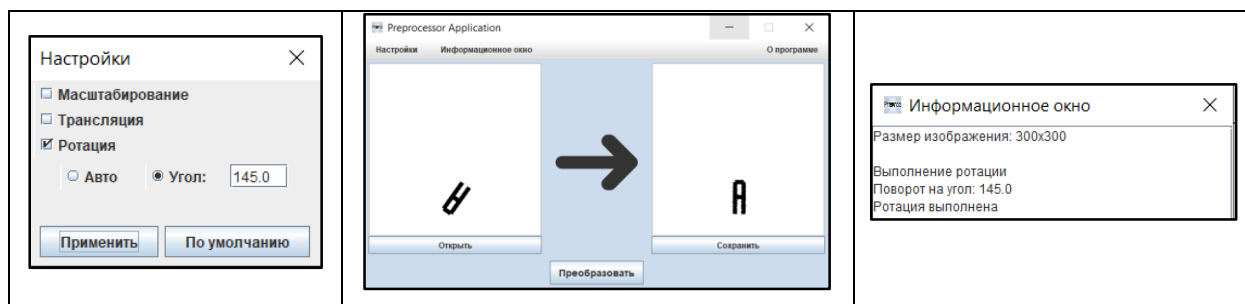
3. Демонстрационные примеры

В таблице 3 представлены демонстрационные примеры с отображением настроек, главного окна и информационного окна.

Таблица 3 – Примеры с настройками





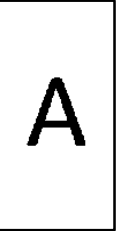





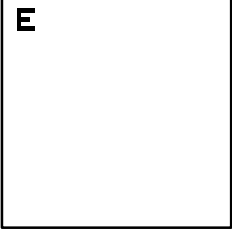
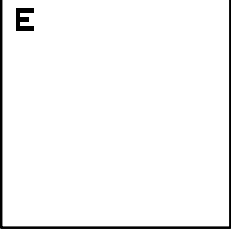
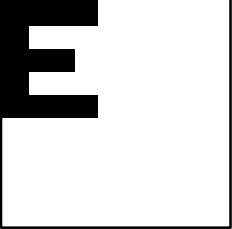
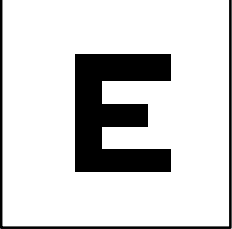
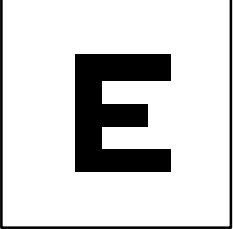
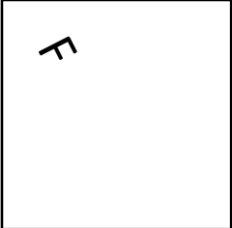
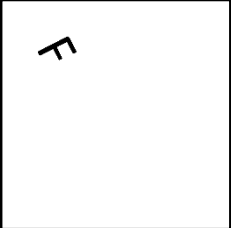
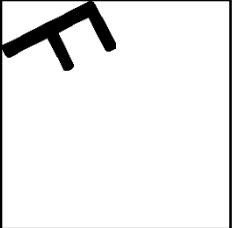
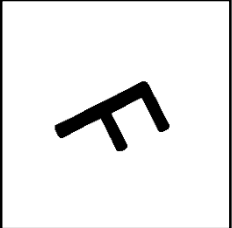
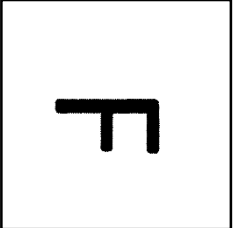
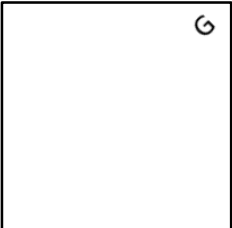
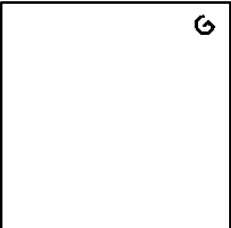
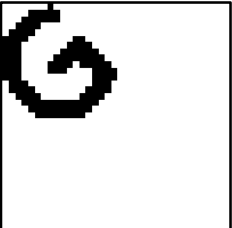
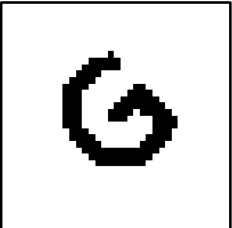
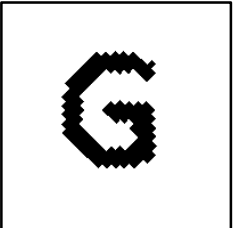
Настройки	Главное окно	Информационное окно
		
		
		
		





















<p>Настройки</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Масштабирование <input checked="" type="checkbox"/> Трансляция <input checked="" type="checkbox"/> Ротация</p> <p><input type="radio"/> Авто <input checked="" type="radio"/> Угол: <input type="text" value="72.0"/></p> <p><input type="button" value="Применить"/> <input type="button" value="По умолчанию"/></p>	<p>Preprocessor Application</p> <p>Настройка Информационное окно О программе</p>  <p>Открыть Преобразовать Сохранить</p>	<p>Информационное окно</p> <p>Размер изображения: 300x200</p> <p>Выполнение масштабирования Количество пикселей в образе: 8900 Количество пикселей в образе: 4793 Масштабирование выполнено</p> <p>Выполнение трансляции Координаты углов образа: (0; 0), (136; 100) Координаты углов образа: (83; 67), (219; 167) Трансляция выполнена</p> <p>Выполнение ротации Поворот на угол: 72.0 Ротация выполнена</p>
<p>Настройки</p> <p><input type="checkbox"/> Масштабирование <input checked="" type="checkbox"/> Трансляция <input type="checkbox"/> Ротация</p> <p><input checked="" type="radio"/> Авто <input type="radio"/> Угол: <input type="text" value="0.0"/></p> <p><input type="button" value="Применить"/> <input type="button" value="По умолчанию"/></p>	<p>Preprocessor Application</p> <p>Настройка Информационное окно О программе</p>  <p>Открыть Преобразовать Сохранить</p>	<p>Информационное окно</p> <p>Размер изображения: 300x300</p> <p>Выполнение трансляции Координаты углов образа: (209; 22), (267; 76) Координаты углов образа: (120; 122), (178; 176) Трансляция выполнена</p>
<p>Настройки</p> <p><input type="checkbox"/> Масштабирование <input checked="" type="checkbox"/> Трансляция <input checked="" type="checkbox"/> Ротация</p> <p><input checked="" type="radio"/> Авто <input type="radio"/> Угол: <input type="text" value="0.0"/></p> <p><input type="button" value="Применить"/> <input type="button" value="По умолчанию"/></p>	<p>Preprocessor Application</p> <p>Настройка Информационное окно О программе</p>  <p>Открыть Преобразовать Сохранить</p>	<p>Информационное окно</p> <p>Размер изображения: 200x300</p> <p>Выполнение трансляции Координаты углов образа: (6; 65), (144; 251) Координаты углов образа: (7; 59), (145; 245) Трансляция выполнена</p> <p>Выполнение ротации Левый нижний угол: -19.4626 Левый верхний угол: -38.7617 Правый верхний угол: 9.7067 Правый нижний угол: 45.0 Первичный размер сектора: 324 Возможное отклонение размера сектора: 3 Угол: -38.7617 Размер сектора: 325 Угол: -19.4626 Размер сектора: 317 Угол: 9.7067 Размер сектора: 340 Угол: 45.0 Размер сектора: 332 Итоговый угол поворота: -19.4626 Ротация выполнена</p>
<p>Настройки</p> <p><input type="checkbox"/> Масштабирование <input checked="" type="checkbox"/> Трансляция <input checked="" type="checkbox"/> Ротация</p> <p><input type="radio"/> Авто <input checked="" type="radio"/> Угол: <input type="text" value="-30.0"/></p> <p><input type="button" value="Применить"/> <input type="button" value="По умолчанию"/></p>	<p>Preprocessor Application</p> <p>Настройка Информационное окно О программе</p>  <p>Открыть Преобразовать Сохранить</p>	<p>Информационное окно</p> <p>Размер изображения: 300x300</p> <p>Выполнение трансляции Координаты углов образа: (46; 153), (100; 211) Координаты углов образа: (123; 120), (177; 178) Трансляция выполнена</p> <p>Выполнение ротации Поворот на угол: -30.0 Ротация выполнена</p>
<p>Настройки</p> <p><input type="checkbox"/> Масштабирование <input type="checkbox"/> Трансляция <input checked="" type="checkbox"/> Ротация</p> <p><input checked="" type="radio"/> Авто <input type="radio"/> Угол: <input type="text" value="0.0"/></p> <p><input type="button" value="Применить"/> <input type="button" value="По умолчанию"/></p>	<p>Preprocessor Application</p> <p>Настройка Информационное окно О программе</p>  <p>Открыть Преобразовать Сохранить</p>	<p>Информационное окно</p> <p>Размер изображения: 300x300</p> <p>Выполнение ротации Левый нижний угол: -37.6942 Левый верхний угол: -39.4725 Правый верхний угол: -41.5526 Правый нижний угол: 38.1572 Первичный размер сектора: 109 Возможное отклонение размера сектора: 1 Угол: -41.5526 Размер сектора: 86 Угол: -39.4725 Размер сектора: 84 Угол: -37.6942 Размер сектора: 83 Угол: 38.1572 Размер сектора: 96 Итоговый угол поворота: -37.6942 Ротация выполнена</p>



В таблице 4 представлены демонстрационные примеры с промежуточными результатами.

Таблица 4 – Демонстрация с промежуточными результатами

Разрешение	Исходное изображение	Преобразование	Масштабирование	Трансляция	Ротация
100 x 200					
200 x 100					
50 x 50					
800 x 800					
200 x 200					

200 x 200					
200 x 200					
100 x 200					
200 x 200					
200 x 100	