

Алгоритм получения признаков цифровых изображений на основе компьютерной топологии

С. В. Еремеев, С. А. Романов



SimbirSoft 

Введение

В условиях развития рынка невозможно представить существование предприятий, продукция которых остается неизменной. Отсюда появляется необходимость существования гибкого инструмента, способного с минимальными затратами подстроится под новые условия среды. Одной из наиболее обширных областей применения является дефектоскопия.

За частую алгоритмы обнаружения дефектов настроены под однотипную среду производства и для малейших изменений структуры продукта необходима перенастройка или полное переобучение.

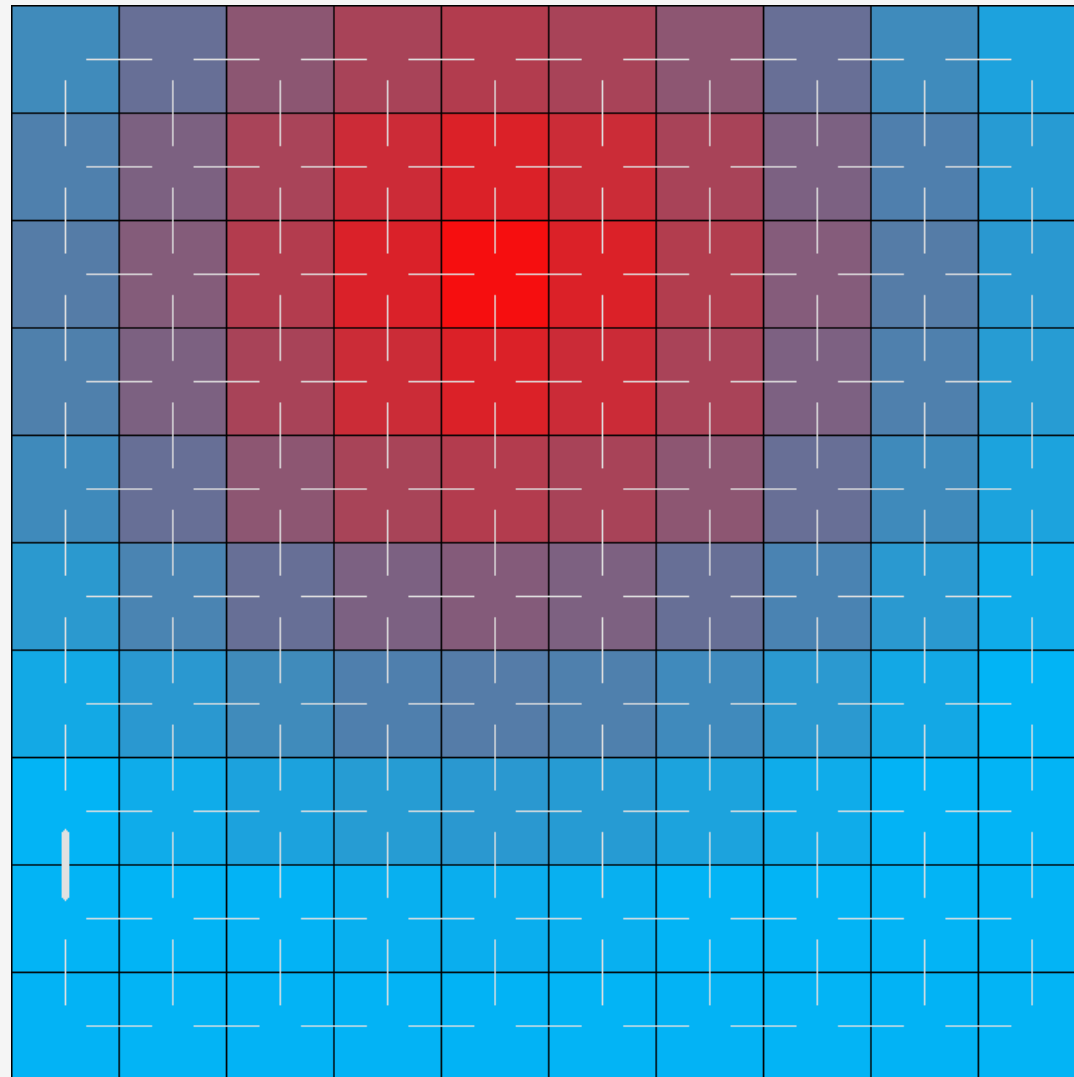
Однако, использование топологических признаков позволит нам не привязываться к конкретным настройкам, а получать всю историю взаимодействия структур объекта за один проход.



Персистентные гомологии

Персистентные гомологии подразумевают наличие некоторых связей между элементами структуры изображения и в зависимости от вида их взаимодействия образование некоторых устойчивых гомологий или дыр. Такой подход хорошо зарекомендовал себя при анализе контура изображений. Когда контурные точки соединяются по мере возрастания их удаленности друг от друга, тем самым образуя замкнутые контуры.

В отличие от контурного анализа, сегментация требует совсем иного подхода, потому что в качестве элемента структуры выступает каждый пиксель, а связи устанавливаются между соседними пикселями.



Образование дыр

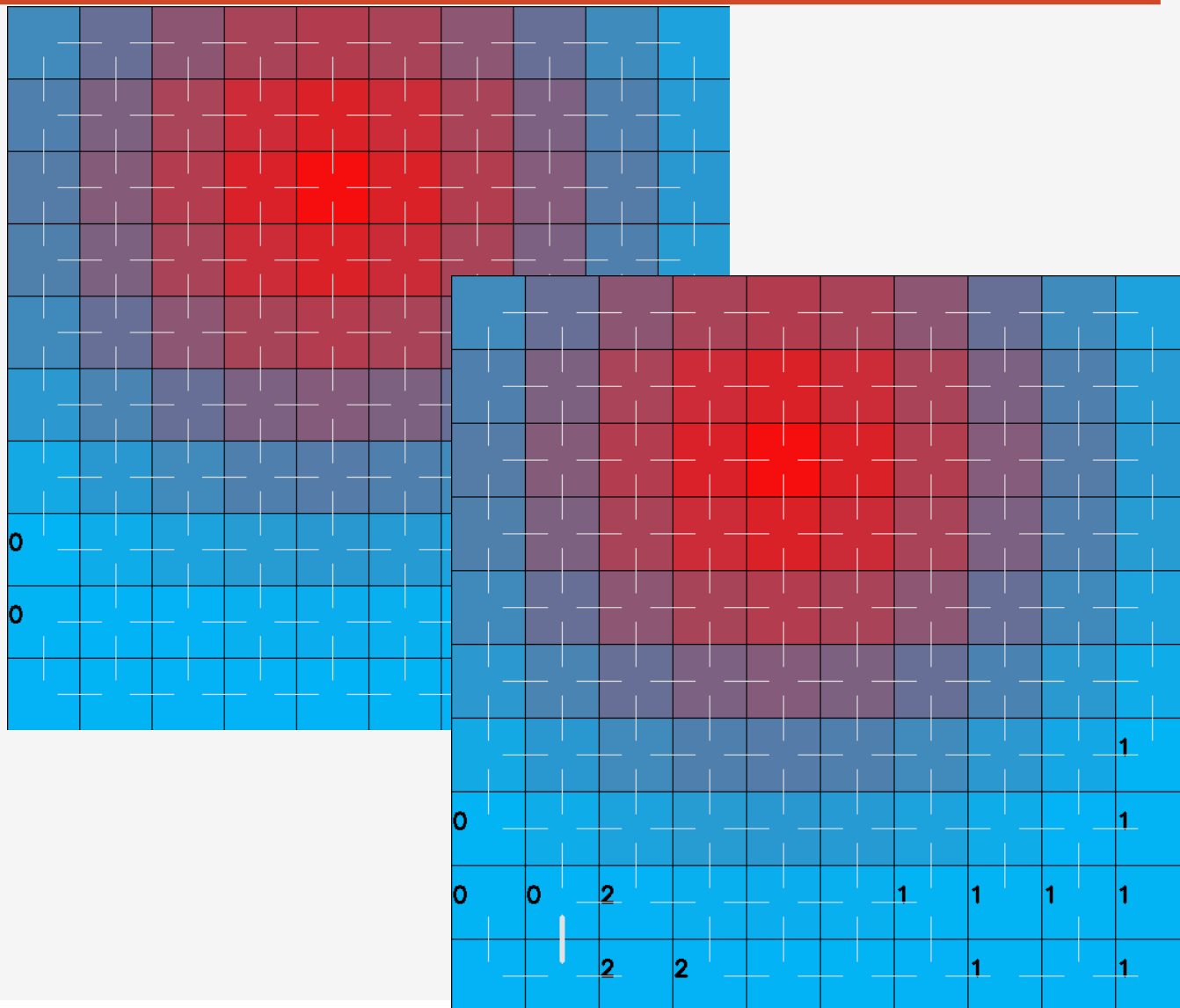
Между всеми соседними пикселями устанавливается связь, длина которой вычисляется по формуле:

$$l = \text{avg} \left(\left| c_1 - c_2 \right| + \left| \left| c_1 - c_2 \right| - \text{avg} \left(\left| c_1 - c_2 \right| \right) \right| \right)$$

Где $c = (r, g, b)$ – значение яркостей цветовых каналов пикселя.

Таким образом, как только разрывается связь с наименьшей длиной, образуется новая дыра, цвет которой определяется по ср. арифметическому значению двух пикселей.

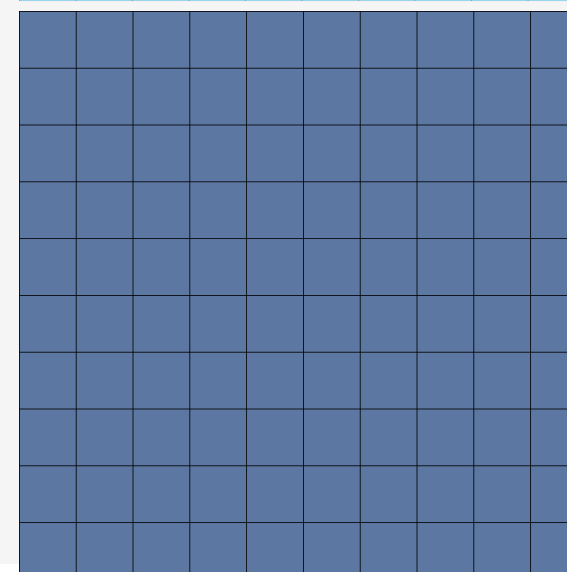
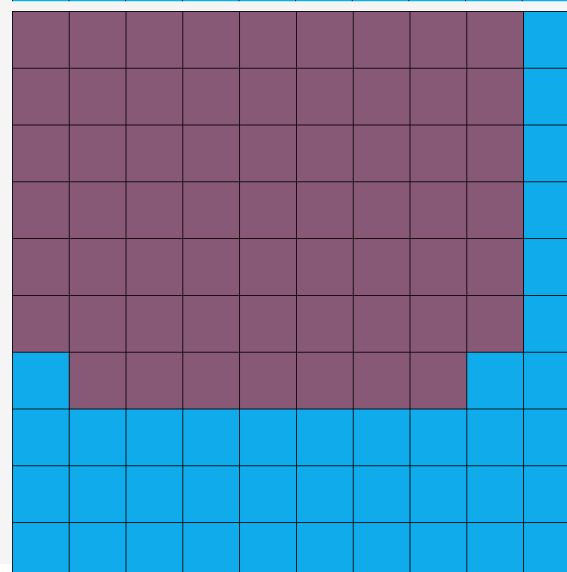
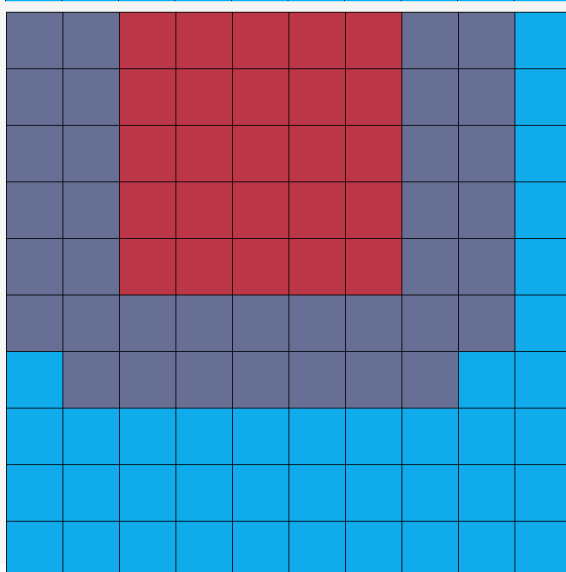
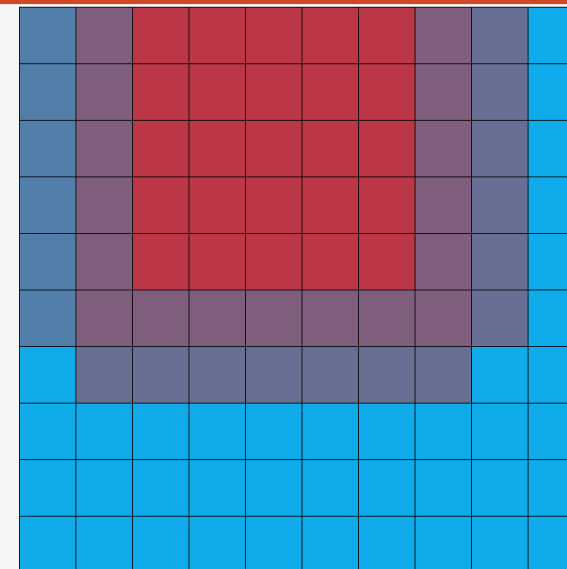
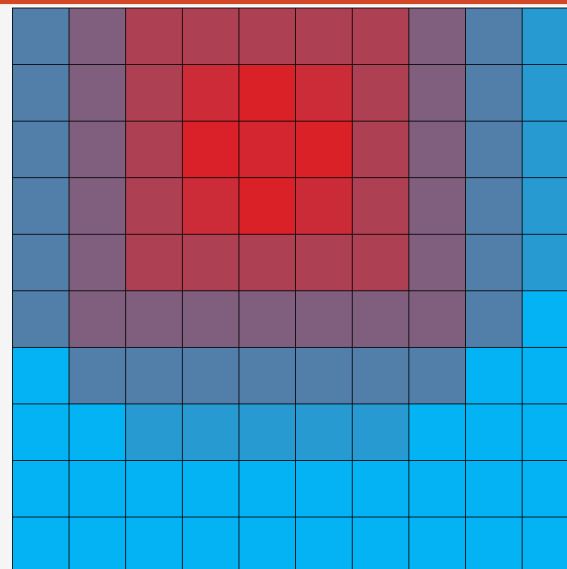
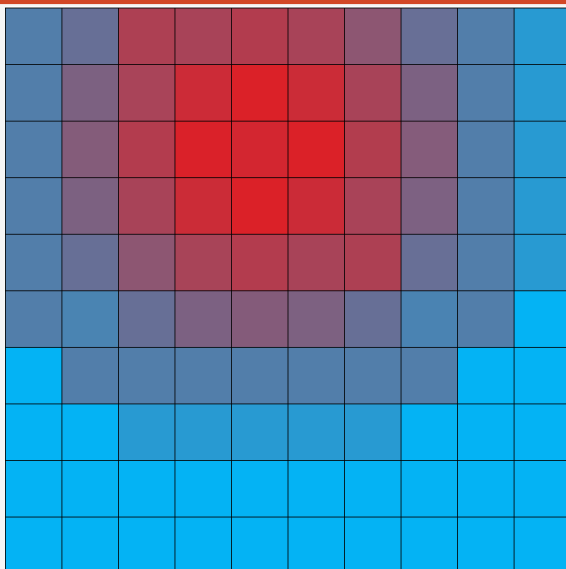
Связи, ранее принадлежавшие пикселям, с этого момента передаются дыре. В случае разрыва связи между дырой и пикселем, происходит поглощение пикселя без изменения цвета дыры.



Общее представление

Процесс объединения точек и дыр продолжается до тех пор, пока не останется одна единственная дыра. При этом следует отметить, что каждый пиксель хранит в себе лишь координаты своего расположения и ссылку на дыру, которой он впервые был поглощен.

Дыра же содержит информацию о цвете и ссылку на дыру в которую она перерождается. Таким образом, мы имеем информацию о всем этапе трансформации и можем увидеть состояние структуры в определенный момент.



Исследование алгоритма сегментации пороков древесины

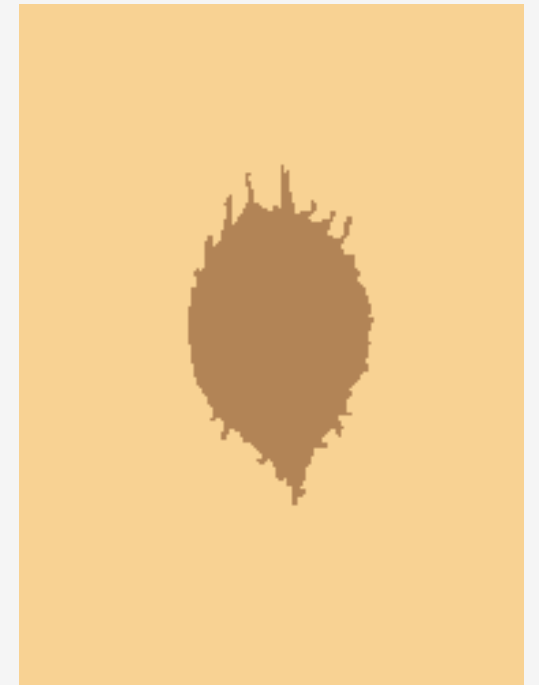
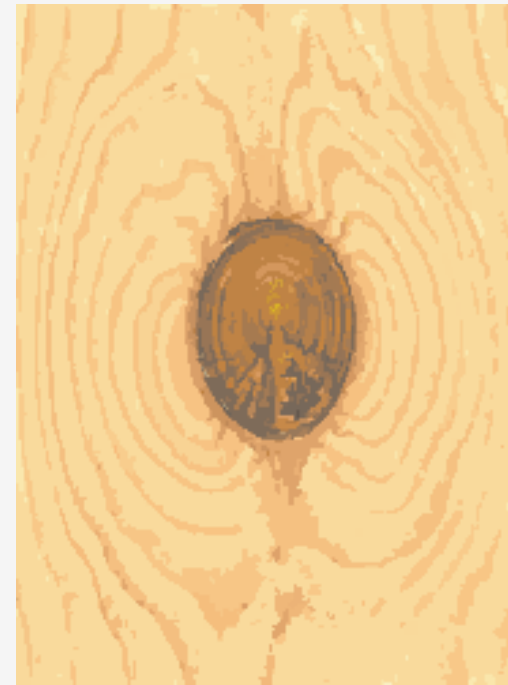


Результаты сегментации древесины с сучком

Исследование алгоритма сегментации пороков древесины



Разрешение: 200-267
Расстояние: 82
Цвет дефекта: 56-105-156
Площадь дефекта: 767
Цвет материала: 126-166-192
Площадь материала: 41363

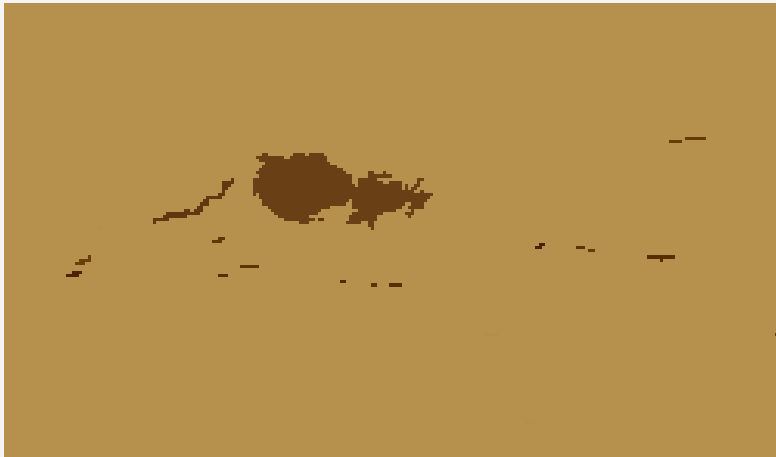


Разрешение: 185-250
Расстояние: 75
Цвет дефекта: 86-132-178
Площадь дефекта: 3110
Цвет материала: 147-145-182
Площадь материала: 13472

Исследование алгоритма сегментации пороков древесины



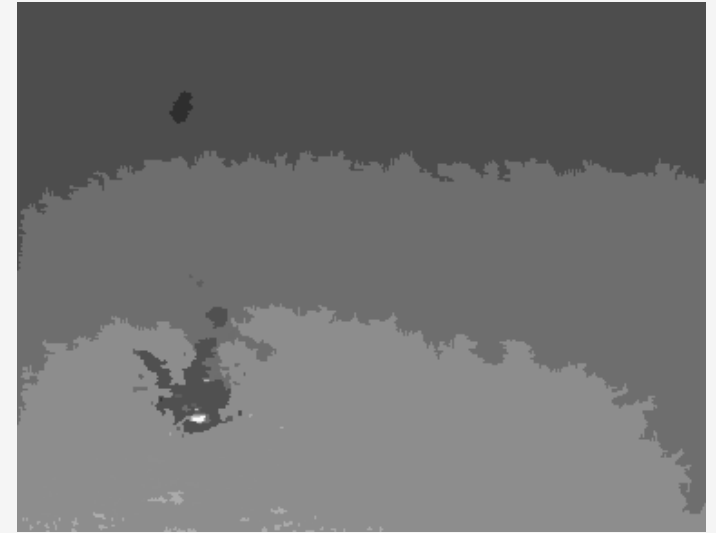
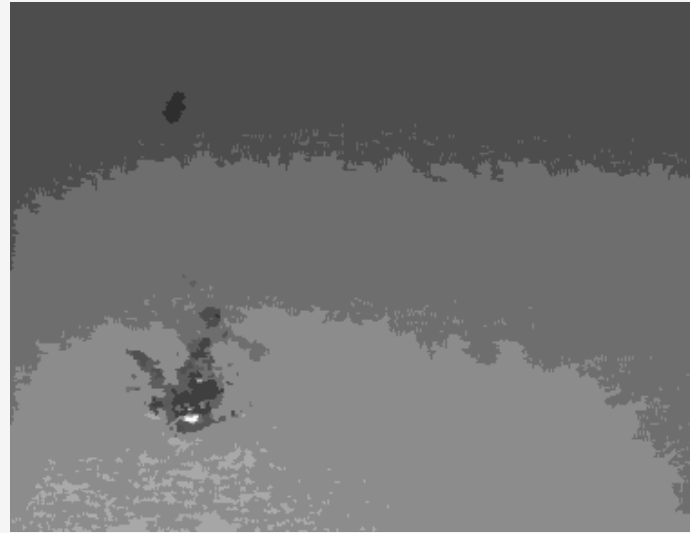
Разрешение: 250-146
Расстояние: 80
Цвет дефекта:
22-63-105
Площадь дефекта: 555
Цвет материала:
77-145-182
Площадь материала:
24320



Разрешение: 250-166
Расстояние: 80
Цвет дефекта:
43-87-136
Площадь дефекта: 2416
Цвет материала:
106-172-214
Площадь материала:
16629



Исследование алгоритма сегментации металла



Сегментация листа прокатного металла с дефектом

Заключение

Получен алгоритм способный выделять топологические признаки структуры объекта. Это позволяет анализировать различные типы материалов и дефектов без необходимости перенастройки всей системы или повторного запуска анализа с различными порогами. Что делает систему очень гибкой и применимой в различных областях и условиях.