

РАЗДЕЛ 1

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ

*С.М. Аваков¹, А.И. Дедков¹, А.А. Дудкин²,
А.В. Инютин², Д.С. Титко¹, В.Г. Шоломицкий¹*

МЕТОДИКА СЕГМЕНТАЦИИ СИЛЬНО ИСКАЖЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЭКСПЕРТОМ

¹*ОАО «КБТЭМ-ОМО»,*

²*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,*

г. Минск, Беларусь,

avin@lsi.bas-net.by, doudkin@newman.bas-net.by

Современное производство полупроводниковых приборов требует контроля всех критических процессов производства на базе системы технического зрения, которая состоит из модуля захвата изображения, его обработки и анализа. Точность идентификации объектов на изображениях при обработке определяет качество последующего анализа.

Изображение слоя интегральной микросхемы (ИС) может представлять набор отдельных кадров, цветных или полутоновых, полученных с помощью микроскопа и специализированной камеры, например Nikon DS-Vi1 с блоком управления Nikon DS-U3. Цель обработки – выделить элементы топологии на изображениях слоев ИС, для чего используется сегментация [1]. Особенность изображений – значительное их искажение, вследствие планарной технологии производства пластин ИС – слой может быть частично разрушен, и при этом в кадре могут присутствовать элементы топологии соседних слоев. Результаты обработки используются для отладки процесса изготовления и анализа топологии ИС.

Предлагается методика сегментации изображений слоев ИС, основанная на использовании классификатора, который создается для одного или нескольких кадров, а потом применяется ко всему набору кадров слоя. Классификатор создается по результатам k-means кластеризации [2], представленных в виде набора изображений, соответствующих каждому кластеру, и цветового куба, осями координат которого являются значения яркости R, G и B компонент. Кластеры на кубе представлены в виде точки, размер которой соответствует количеству пикселей кластера, цвет – его усредненному цвету, а цвет граничной линий – его номеру.

На рис. 1 приведен пример цветового куба с результатами k-means кластеризации в пространстве RGB.

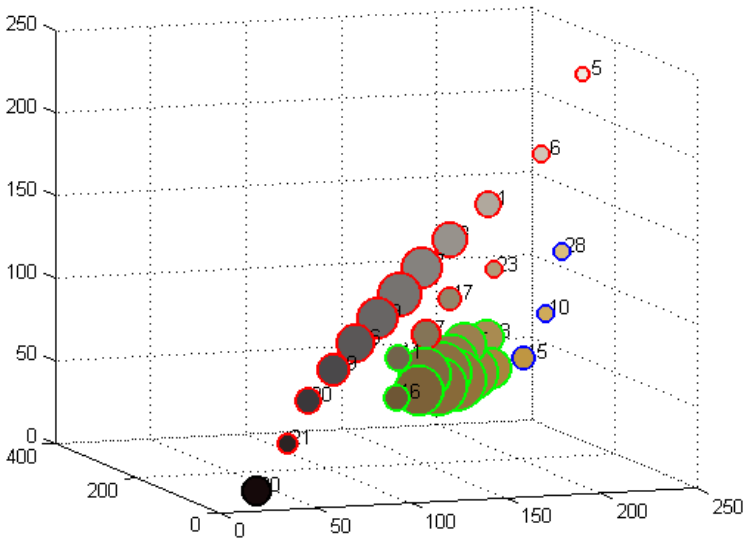


Рис. 1. Цветовой куб с результатами k -means кластеризации в пространстве RGB

Привлечение эксперта для классификации позволяет повысить её качество, так как минимизируются ошибки отнесения кластеров к неправильным классам. Количество классов может различаться исходя из потребностей дальнейшей обработки. Например, для задачи восстановления топологии могут использоваться 2 класса – элементы топологии анализируемого слоя и фон или 4 класса – подложка, элементы топологии анализируемого слоя: пригодные для анализа и разрушенные, элементы топологии соседнего слоя. Классификация может проводиться с различными параметрами для различных сценариев обработки, например, для минимизации количества нераспознанных сегментов или для максимально достоверного выделения проводников в слое и т.д.

Методика состоит из следующих этапов:

1. Уточнение положения кадров относительно друг друга.
2. При наличии яркостной или цветовой неоднородности для всего набора кадров слоя выполняется ее устранение, например, с помощью маски, равной обратному градиенту яркости кадра, так как погрешности в однородности яркости для всего множества кадров совпадают.
3. Построение классификатора на нескольких кадрах.
4. Применение классификатора к полному набору кадров слоя.

В результате будет сформировано изображение элементов топологии слоя для дальнейшего анализа и распознавания. Предложенная методика предназначена для разработки программного обеспечения контроля и восстановления топологии ИС.

1. *Zhang, H.* Image segmentation evaluation: A survey of unsupervised methods / H. Zhang, J.E. Fritts, S.A. Goldman // *Computer Vision And Image Understanding*. – 2008. – Т. 110. – №. 2. – С. 260–280.
2. *Jain, A.K.* Data clustering: 50 years beyond K-means // *Pattern recognition letters*. – 2010. – Т. 31. – №. 8. – С. 651–666.

А.А. Алексеев

НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД АНАЛИЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТА

*Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург,
a.alekseev@rtc.ru*

Рассмотрена нейросетевая задача формирования трехмерных карт дальностей путем анализа последовательности двумерных изображений, полученных устройством видеорегистрации. Данный подход отличается новизной от существующих алгоритмов решающих схожую задачу. При решении задачи используется две НС. Работа с ними разделяется на два этапа – обучение и само формирование карт дальностей. Обучение ресурсоемко и его необходимо проводить на персональном компьютере. Для регистрации и обработки изображений возможно использование универсальных технических решений, например смартфонов, поскольку алгоритмы не носят итерационный характер и для их работы требуется конечное число тактов процессора. В статье раскрыты основные этапы работы системы.

Известен ряд нейросетевых алгоритмов, работающих на парах ректифицированных изображений I_l и I_r [1]. Принцип обучения нейронной сети в них заключается в сопоставлении отдельных небольших участков пар изображений, для которых заранее известно их соответствие друг другу и последующим вычислении функции смещений $f_l(r)$ (disparity function). При решении задачи выявления соответствия участков фактически формируется карта диспаратетов DSI (disparity space image - смещений пикселей пары изображений), значения которых соответствуют функции смещений, вычисляемой на этапе обучения. Известно, что задача формирования трехмерных изображений по стереопаре про-