

нала эталона. Увеличение добротности резонатора с имплантированными образцами по сравнению с исходными пленками может быть связано с присутствием в исходной пленке фоторезиста небольшого количества воды (до 1 % от веса фоторезиста), которая удаляется в процессе имплантации (вакуум не менее 10^{-5} мм. рт. ст.)

Таблица 2 – Амплитуда сигнала ЭПР (в отн. ед.) эталона при внесении в резонатор пленок фоторезиста

| Толщина пленки, мкм | P ⁺ | | B ⁺ |
|---------------------|----------------|---|---|
| | D=0 | D=1.2·10 ¹⁶ см ⁻² | D=1.2·10 ¹⁶ см ⁻² |
| 1.0 | 1032 | 1304 | 1286 |
| 2.5 | 918 | 1213 | 1130 |

Идентифицированные нами долгоживущие парамагнитные центры в образцах фоторезиста могут образовываться в результате двух принципиально разных процессов. Но при этом и в одном, и во втором случае важным фактором является возможность стабилизации образующегося радикала за счет сопряжения с «протяженными» хиноидными фрагментами. Как и большинство других веществ, имеющих сопряженные >C=O и –C=C– связи, хинонметиновые группы в облученном фоторезисте акцептируют электроны с образованием стабильного анион-радикала. Несколько менее очевидной выглядит возможность образования долгоживущих радикалов за счет окисления фенольной группы. Феноксильный радикал может выступать в качестве окислителя. В этом случае радикал-молекулярная реакция является термодинамически выгодной за счет значительно большей делокализации образующегося в ней радикала по сравнению с исходным.

Образующиеся радикалы имеют мощную систему сопряженных двойных связей и, соответственно, высокую делокализацию спиновой плотности. Поэтому удается зарегистрировать их и спустя несколько недель после облучения фоторезиста. Наблюдаемое нами снижение величины g-фактора и увеличение интенсивности сигнала в спектрах ЭПР по мере роста дозы имплантации ионами связано с увеличением количества сопряженных >C=O и –C=C– связей, которые входят в

состав стабильного радикала, повышая его делокализацию и термодинамическую стабильность. При высокой степени радиационной конверсии фенол-формальдегидной смолы количество сопряженных кратных связей может быть настолько велико, что в стабильных радикалах неспаренный электрон будет иметь свойства, близкие к свободному электрону. Вследствие этого в фоторезисте, имплантированном P⁺ и B⁺ при увеличении дозы имплантации до $D=1.2 \cdot 10^{16}$ см⁻², величина g-фактора парамагнитных центров снижалась до значений 2.00127–2.00254 (табл.1).

Более низкая концентрация парамагнитных центров в имплантированных бором образцах фоторезиста связана с тем, что при имплантации ионов B⁺ вклад ядерного торможения мал – не превышает 10-15 % от электронного торможения. Это существенно ниже, чем при имплантации фосфора, для которой потери на ядерное (около 40%) и электронное (~60%) торможение сопоставимы.

Отметим, что описанные выше радиационно-индуцированные процессы вероятнее всего происходят за пределами области пробега ионов. Наличие длинных молекулярных цепочек в структуре фенол-формальдегидной смолы способствует передаче энергии из области пробега ионов на сравнительно большие расстояния (более 1 мкм) [2].

Таким образом, образование долгоживущих радикалов, регистрируемых методом ЭПР спустя недели после имплантации позитивного фенол-формальдегидного фоторезиста, обусловлено образованием мощной системы сопряженных кратных связей >C=O и –C=C– в макромолекуле полимера.

Литература

1. Моро, У. МикролитогRAFия. Принципы, методы, материалы. В 2-х ч. Ч.2. / У. Моро. – М.: Мир, 1990. – 632 с.
2. Brinkevich, D.I. Ion implantation of positive photoresists / D.I. Brinkevich, S.D. Brinkevich, N.V. Vabishchevich, V.B. Odzhaev, V.S. Prosolovich // Russian Microelectronics. – 2014. – V. 43, N 3. – P. 194–200.

УДК 004.931

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Шмигирёв Е.Ф., Козлов В.Л.

Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

Одна из задач цифровой обработки изображений является повышение качества изображений для улучшения его визуального восприятия человеком. Другая крупная область применения методов обработки изображений – это решение задач, связанных с машинным восприятием изображений. В этом случае интерес вызывают процедуры,

извлекающие из изображения некоторую информацию и представляющие ее в форме, подходящей для компьютерной обработки.

Часто эта информация весьма мало похожа на визуальные признаки, используемые людьми при интерпретации содержимого изображения. Примерами информации такого рода, часто приме-

няемой при машинном восприятии изображений, могут быть статистические моменты, коэффициенты преобразования Фурье, значения многомерного расстояния и т. д. Типичными задачами машинного восприятия, в которых интенсивно используются методы обработки изображений, являются автоматическое распознавание символов, системы машинного зрения для автоматизации сборки и контроля продукции, задачи опознавания «свой-чужой» для военных объектов, автоматическая обработка отпечатков пальцев, проверка анализов крови и результатов рентгеновских исследований, компьютерная обработка аэрофотоснимков и спутниковых изображений и экологического мониторинга.

Продолжающееся уменьшение соотношения цена/производительность современных компьютеров, рост пропускной способности сетей телекоммуникаций и развитие Интернета создали беспрецедентные возможности для дальнейшего расширения сферы цифровой обработки изображений.

При решении задачи фильтрации цифрового изображения встаёт вопрос о методах фильтрации. Какой способ фильтрации будет наиболее точно отвечать требованиям поставленной задачи? Какой подход будет оптимальным и наиболее эффективным? Обычно, при постановке задачи фильтрации цифрового изображения решается какая-то определённая конкретная задача и для неё имеются какие-то априорные знания о получаемых изображениях и определённые требования к конечному результату, из чего можно понять какой подход применять к данному случаю.

Но сегодня изобретено и придумано столько способов для обработки изображений, что сложно охватить и предсказать результат применения последовательности различных цифровых фильтров в различных конфигурациях.

Можно ли дать адекватную численную оценку эффективности метода цифровой фильтрации?

Попытаться оценить эффективность фильтрации можно с позиции изменения информативности изображения после применения цифрового фильтра [1]. Так, при корреляционном анализе, при сравнении с эталонным изображением, точность привязки к эталону будет тем выше, чем более неоднородным являются соответствующие фрагменты изображения. Одним из вычислительно простых и эффективных показателей неоднородности фрагмента является дисперсия яркости внутри фрагмента [2], которая определяется выражением

$$\sigma^2(x_0, y_0, n) = \frac{1}{(2N+1)^2} \sum_{x=-n}^n \sum_{y=-n}^n (f(x+x_0, y+y_0))^2 - \left(\frac{1}{(2N+1)^2} \sum_{x=-n}^n \sum_{y=-n}^n f(x+x_0, y+y_0) \right)^2,$$

где x_0, y_0 – точка изображения, для которой определяется информативность; n – выбранный размер окрестности точки x_0, y_0 .

Был проведен анализ изменения дисперсии яркости изображения структуры сосудов склеры глаза. На рисунках приведено изображение сосудов склеры глаза: рис.1 – исходное изображение; рис.2,3 – дисперсия для фрагментов 3x3, и 31x31 соответственно.

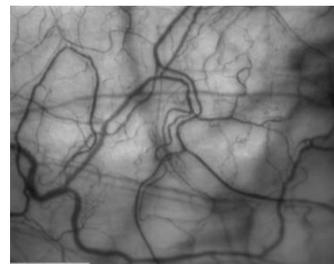


Рисунок – 1. Изображение сосудов склеры глаза

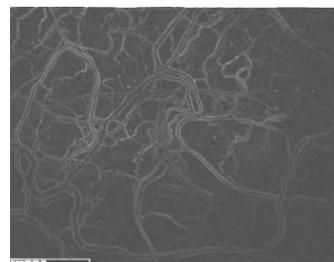


Рисунок 2 – Дисперсия изображения 3x3

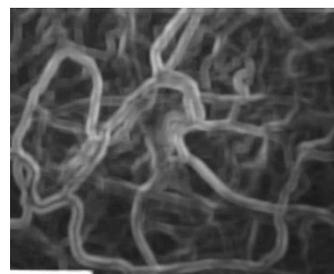


Рисунок 3 – Дисперсия изображения 31x31

Как видно, коэффициент корреляции зависит от апертуры корреляции. При небольших значениях апертуры распределение коэффициента корреляции отражает плотность высокочастотных составляющих изображения, а с увеличением апертуры корреляции, увеличивается и значимость низкочастотных составляющих. Видно, что при малых значениях радиуса окрестности, например, 3 среднеквадратичное отклонение напоминает результат работы детектора границ

Также имеет смысл посчитать дисперсию изображения после применения оператора Собеля и лапласиана, чтобы наглядно увидеть сравнение эффективности оценки изменения информатив-

ности после применения фильтров. Ядро используемого оператора Собеля по осям x и y , соответственно, имеет следующий вид.

| | | |
|----|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -2 | 0 | 2 |
| -1 | 0 | 1 |

| | | |
|----|----|----|
| -1 | -2 | -1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 1 |

Ядро лапласиана имеет вид

| | | |
|---|----|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | -8 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Результат работы оператора Собеля для исходного изображения и дисперсия для оператора Собеля с апертурой 3×3 приведены на рис.4.

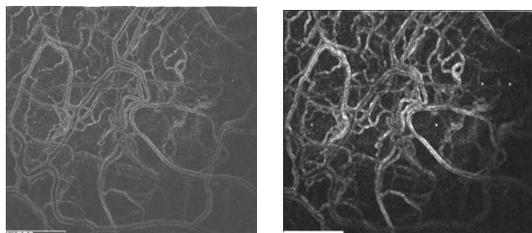


Рисунок 4 – a – действие оператора Собеля для исходного изображения; b – дисперсия для оператора Собеля с апертурой 3×3

Для подсчёта дисперсии использовался радиус равный трём, при этом в увеличении радиуса не было смысла, так как изображение полностью становилось чёрным. Это объясняется тем, что оператор Собеля является по сути высокочастотным фильтром, убирающим с изображения низкочастотные составляющие, поэтому с увеличением апертуры высокие частоты постепенно уходят на нет, а низкие частоты убраны самим оператором Собеля.

Видно, что интенсивность после применения фильтра и интенсивность после вычисления дисперсии у оператора Собеля больше. То есть, это говорит о том, что информативность у оператора Собеля больше, таким образом, можно сказать, что, применяя методы оценки информативности, которые применяются в корреляционном анализе, можно получить некое приближение оценки эффективности работы цифрового фильтра.

Таким образом, вычисление дисперсии изображения до и после применения фильтра даёт представление об эффективности работы способа данного метода фильтрации.

Литература

1. http://wiki.technicalvision.ru/index.php/Оценка_информативности_изображений
2. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. Издание 3-е, исправленное и дополненное. Техносфера. Москва.– 2012.

УДК 339.1

ПРИМЕНЕНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ДЛЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ ВНУТРЕННЕЙ И ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ И РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кудина А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Оценка сильных и слабых сторон производственных предприятий, а также их возможностей и угроз со стороны внешней среды помогает многим оставаться конкурентоспособными в условиях жесткой конкуренции на рынке [1]. Для получения ясной оценки сил предприятий приборостроительного и машиностроительного сектора, а также прогнозирования ситуации выпускаемой продукции на рынке сбыта, в настоящее время, возможно применять различные современные инструменты менеджмента. SWOT-анализ предполагает возможность оценки фактического положения и стратегических перспектив предприятия, получаемых в результате изучения сильных и слабых сторон компании, ее рыночных возможностей и факторов риска. SWOT-анализ позволяет определить сильные и слабые стороны предприятия. Проведение SWOT-анализа является основой для выработки стратегии развития предприятия в

целом, отдельных его подразделений, отдельных направлений деятельности.

Другими словами, SWOT-анализ надо проводить по работе каждого подразделения (и основного, и вспомогательного) и, наконец, по деятельности всего предприятия в целом.

В самом названии SWOT – анализ используется английская аббревиатура слов, проводящих диагностику функционирования деятельности:

- S (strength) – сильные стороны;
- W (weakness) – слабые стороны;
- O (opportunity) – возможности;
- T (threat) – угрозы.

Основными задачами SWOT-анализа предприятия являются: выявить сильные и слабые стороны и сравнить их с конкурентами; выявить возможности и угрозы внешней среды; связать сильные и слабые стороны с возможностями и угрозами; сформулировать основные направ-