Из графика, представленного на рис. 3, видно, что при увеличении вероятности появления символа среднее количество бит на символ уменьшается. То есть наиболее часто встречаемый в сообщении символ кодируется наименьшим количеством бит, что и позволяет уменьшить длину передаваемого сообщения, снизив его избыточность.

Рисунок 4. Изменение среднего количества бит на символ в зависимости от длины исходного сообщения (ось x — длина исходного сообщения, ось y — отношение среднего количества бит на символ при использовании алгоритма Шеннона-Фано к количеству бит на символ при равномерном кодировании; 1 — семь символов в сообщении, 2 — восемь символов в сообщении, 3 — девять символов в сообщении, 4 — десять символов в сообщении).

Из графика, представленного на рис. 4, видно, что использование алгоритма Шеннона-Фано дает возможность значительно уменьшить объем передаваемого закодированного сообщения. Направленность изменения среднего количества бит на символ, полученных при различной длине исходного сообщения, показывает эффективность кодирования с помощью алгоритма Шеннона-Фано.

Таким образом, кодирование сообщений с помощью алгоритма Шеннона-Фано сокращает длину передаваемого сообщения, уменьшая объем передаваемой информации, а, следовательно, повышает надежность и оптимизирует время передачи сообщения.

1. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Основы современных технологий помехоустойчивого кодирования. История. Возможности. Перспективы. Справочник / Под. ред. чл.-кор. РАН Ю.Б. Зубарева. — М.: Горячая линия-Телеком, 2004.
2. Шульгин П.В., Греков А.В., Старенков И.А. Основы алгоритмизации и программирования: учебное пособие — Пермь: Изд-во ПВИ войск национальной гвардии, 2017. — 125 с.

Ярошенко Е.А., Дубинин Г.В.
Разработка алгоритма работы автоматизированной системы управления
испытаниями автомобильных шин

Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)

doi: 10.18411/sr-10-12-2020-34

idsp: sciencerussia-10-12-2020-34

Аннотация

В статье описывается алгоритм автоматизированной системы, обрабатывающая визуальную информацию для динамической оценки состояния качества резинотехнических изделий в процессе их старения.

Ключевые слова: автоматизированная система, сегментация, трещины, коррекция

Для достижения поставленной задачи количественной оценки степени разрушения автомобильных шин необходимо осуществить ряд промежуточных этапов, которые формально можно представить схемой (рисунок 1.1):

Рисунок 1.1 – Этапы решения задачи количественной оценки степени разрушения шин

1.1 Алгоритмы коррекции координат привязки в серии изображений

В процессе воздействия направленных разрушающих воздействий (температура, свет, озоновое разрушение, влажность), на образец автомобильных шин в климатической камере, наблюдается блуждание координат фрагментов изображений (области интереса). Этот процесс обусловлен физико-механическими свойствами резины. Таким образом, без стабилизации позиции анализируемой области изображения, дальнейший анализ степени и характера разрушения образца на интересующем участке становится невозможным. Поэтому в ходе создания подсистемы динамического фотонализа степени старения шин возникает задача разработки алгоритма коррекции координат привязки к анализируемому фрагменту.

При наличии графических меток становится возможным применение коррекции координат области интереса в серии изображений с использованием аффинного преобразования.

Рисунок 1.2 – Фотоизображение области интереса образца автомобильных шин с метками: а) до проведения испытания; б) спустя 7 суток от начала испытания

1.2 Коррекция координат привязки области интереса при отсутствии меток методом сопоставления характерных точек

Задача изучения участка образца без меток в процессе разрушения в динамике приводит к усложнению алгоритма коррекции координат привязки области интереса.

В настоящее время разработано множество алгоритмов машинного зрения, позволяющих идентифицировать объект на изображении. Однако, при отсутствии на образце меток, в рассматриваемой задаче необходимо учитывать, что повреждения автомобильных шин (трещины) визуально выглядят однородно. С этим связано частое возникновение ошибок при использовании корреляционных методов. Поэтому, необходим алгоритм, позволяющий анализировать характерные точки сразу по нескольким информативным признакам.[3]

1.2.1 Устранение эффекта засветки изображения

Для устранения последствий неравномерной освещенности применяется алгоритм Single Scale Retinex (SSR), основанный на локальном усилении высоких частот.[3, 4]

Полученное изображение R достаточно просто описать с использованием цветовой модели RGB.[5] Однако, для дальнейших операций наиболее удобно работать с одноканальным изображением (яркость).

Сравнивая изображения их гистограммы распределения яркости на рисунке 1.3, можно сделать вывод применённый алгоритм полностью устраняет эффект засветки на изображении.

Рисунок 1.3– Изображение до применения алгоритма устранения засветки: а) исходное изображение; б) изображение с устранённым эффектом засветки;

1.3 Вычисление геометрических и морфологических признаков трещин

1.3.1 Вычисление геометрических признаков

Из множества распознанных дефектов образца с использованием математического аппарата извлечём множество геометрических и морфологических признаков.

Каждый элемент множества содержит в себе подмножество признаков трещин :площадь трещины; периметр трещины; средняя ширина раскрытия; –максимальная ширина раскрытия; полная длина трещины (сумма длин всех сегментов); угол наклона трещины; искривление трещины относительно прямой линии; степень разветвлённости трещины; количество сегментов (ответвлений); фрактальная размерность Минковского.

Площадь вычисляется как число ненулевых элементов растрового образа трещины .

Как было отмечено в главе 1, занимаемая трещинами на поверхности образца площадь будет равна площади деформации образца. Исходя из этого свойства, коэффициент климатического старения $K_{ст}$ может быть вычислен по преобразованной формуле:

$$K_{ст} = \frac{S_{н.обр}}{S_{н.обр} + S_{тр.сум}} \quad (1.4)$$

где $S_{н.обр}$ – площадь образца автомобильных шин до испытания.

Периметр можно вычислить через сумму элементарных отрезков контура, соединяющих две соседних точки.

Угол наклона трещины может быть получен через отношение:

$$\varphi = \arctg\left(\frac{-p_2}{p_1}\right) \cdot 180 / \pi, \quad (1.6)$$

где p_1, p_2 – точки аппроксимирующей контур линии, полученной с использованием функции библиотеки OpenCV `fitLine()`.

Функция использует взвешенный метод наименьших квадратов.

1.4 Обнаружение наличия сетки трещин на образце автомобильных шин и расчёт её основных характеристик

Как было упомянуто в главе 1, образованию нестабильных макротрещин предшествует быстрое распространение и развитие сетки микротрещин (волосных трещин) (рисунок 1.5).

Рисунок 1.5 – Трещины и сеточные явления на образце автомобильных шин

Алгоритм сегментации и расчёта характеристик трещины описывается последовательностью действий:

1. Организовать прохождение по изображению трещины сферической волны с использованием пространств волн и ответвлений;
2. Определить значения параметров ширины раскрытия, длины, а также степени разветвлённости трещины по формулам;
3. Получить растровый скелет трещины
4. Перейти к структурному представлению скелета с использованием алгоритма запаздывающего скользящего отрезка;
5. Объединить сегменты трещины и получить конечное число сегментов трещины;
6. Для каждого сегмента выполнить расчёт множества параметров.

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет формализовать набор признаков, характеризующих процесс развития трещины в конкретный момент времени, а также автоматически приблизительно определить количество ответвлений трещины.

1. Скляревский Д.В., Автоматизированная система управления климатическими испытаниями резинотехнических изделий с использованием методов машинного зрения: дис. канд. техн. наук: 05.13.06, 05.13.01/ Скляревский Даниил Владимирович. – Тамбов, 2016. – 210 с.
2. Шапиро, Л. Компьютерное зрение: пер. с англ. / Л. Шапиро, Дж.Стокман. – М.: Бином, 2006. – 752 с.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / Р.Гонсалес, Р.Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1071 с.
4. Восстановление неравномерно освещённых изображений [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/150767/>.
5. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB: пер. с англ./ Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера. – 2006. – 620 с.