

АЛГОРИТМ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Прокофьева П.А., Якименко Ю.И.

научный руководитель д-р техн. Наук, доц. Якименко И.В.

Филиал МЭИ в г. Смоленске

В основу алгоритма обработки изображений систем технического зрения, предназначенного для оценки динамики технологического процесса, предлагается включить расчет нормированного коэффициента корреляции между двумя матрицами изображений, зафиксированными через равные установленные интервалы времени. Нормированный коэффициент корреляции принимает значение от 0 до 1. В случае, когда изменений в изображении не наблюдается, величина коэффициента стремится к 1. Если изменения в изображении происходят, то величина коэффициента корреляции будет стремиться к 0.

Считается, если коэффициент корреляции стал ниже 0,5, то изменения можно считать значительными. Поэтому, учитывая скорость, особенности протекания технологического процесса и степень допустимых изменений, необходимо экспериментально установить величину порога принятия решения и временные сдвиги между наблюдаемыми изображениями.

В основе корреляционного алгоритма лежит процедура сравнения коэффициента корреляции с пороговым значением. Величина коэффициента корреляции ниже порогового значения свидетельствует о динамике (изменениях), происходящей в технологическом процессе, в противном случае динамика (изменения) отсутствует.

Таким образом, пороговая обработка полученных значений коэффициентов корреляции позволит сделать вывод о динамике (изменениях) технологического процесса и перейти к формированию команд управления.

Корреляционный алгоритм обработки изображений содержит ряд действий, которые можно условно разделить на подготовительную часть и основную часть, непосредственно расчет и пороговая обработка результата, итогом которой становится вывод - есть изменения в развитии объекта на время наблюдения или нет. Исходя из этого вывода, вырабатываются управляющий сигнал на исполнительный механизм системы дозированной подачи активной жидкости к выбранному объекту (рисунок 1).

Для получения пороговых значений принятия решения о коррелированности между отдельными выборками используются в основном такие статистические критерии, как критерий идеального наблюдателя, критерий Неймана-Пирсона, критерий Байеса, критерий максимального правдоподобия. Эти критерии относятся к группе параметрических критериев, которые включают в формулу расчета параметры распределения, то есть средние и дисперсии [1-5]. Причем, эти критерии применялись без проверки распределения «на нормальность», что заведомо ошибочно, так как полученные в ходе математического моделирования значения коэффициента корреляции распределяются по неизвестному закону. Следовательно, применение параметрических методов оценки является затруднительным.

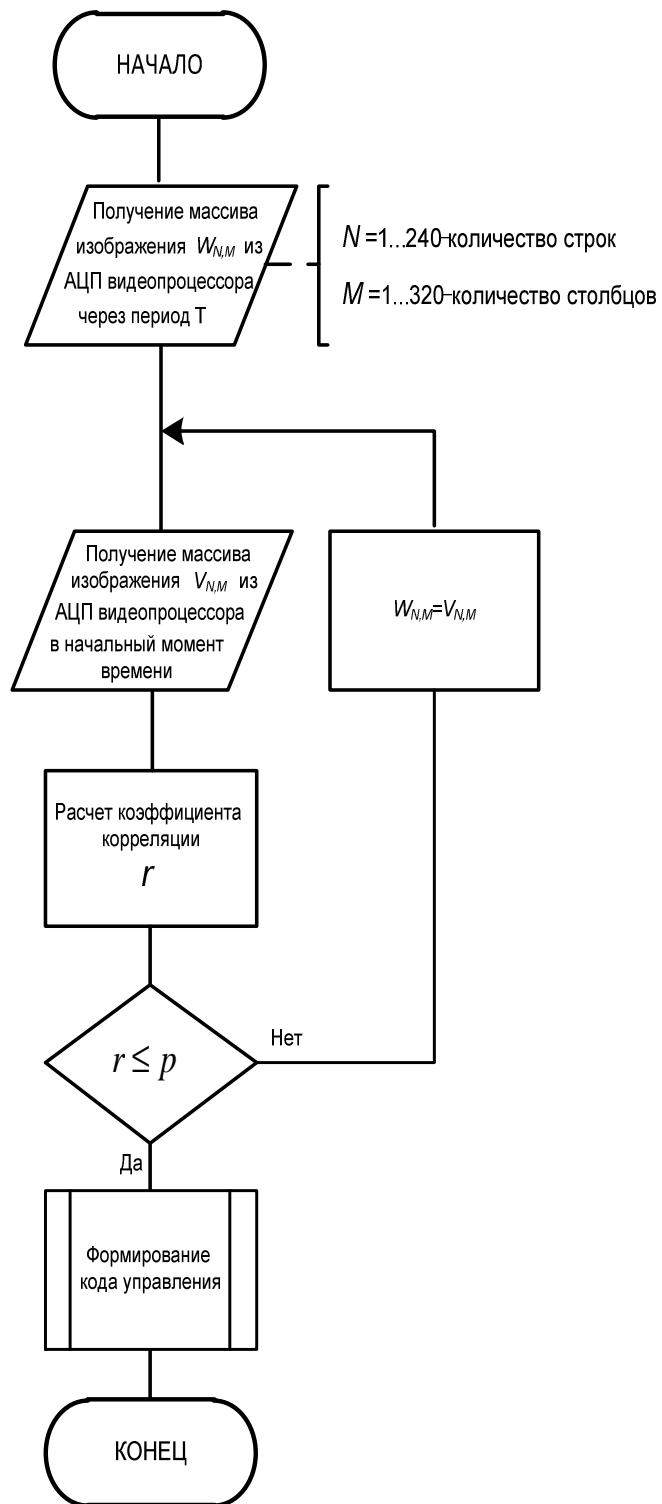


Рис. 1. Блок-схема корреляционного алгоритма обработки изображений

Одним из непараметрических методов математической статистики является критерий проверки эмпирических распределений – критерий Колмогорова-Смирнова [2].

Для расчета порогового значения критерия Колмогорова-Смирнова необходимо:

1. Занести в таблицу наименования разрядов и соответствующие им эмпирические частоты, полученные в распределении 1 (первый столбец) и 2 (второй столбец).

2. Подсчитать эмпирические частоты по каждому разряду для распределения 1 и 2 по формуле:

$$f_{\vartheta}^* = f_{\vartheta} / n_{1(2)},$$

где f_{ϑ} – эмпирическая частота в данном разряде,

$n_{1(2)}$ – количество наблюдений в 1(2) выборке.

Занести эмпирические частоты распределения 1 и 2 в третий и четвертый столбец таблицы соответственно.

3. Подсчитать накопленные эмпирические частоты для распределения 1 и 2 по формуле:

$$\sum f_i^* = \sum f_{i-1}^* + f_i^*,$$

где $\sum f_i^*$ – частота, накопленная на предыдущих разрядах;

i – порядковый номер разряда;

f_{i-1}^* – частота данного разряда.

Полученные результаты записать в пятый и шестой столбцы соответственно.

4. Подсчитать разности между накопленными частотами по каждому разряду.

Записать в седьмой столбец абсолютные величины разностей, без их знака.

Обозначить их как d .

5. Определить по седьмому столбцу наибольшую абсолютную величину разности.

6. Подсчитать значение критерия λ по формуле:

$$\lambda = d_{max} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}},$$

где $n_{1(2)}$ – количество наблюдений в первой (второй) выборке.

7. По табличным данным определить, какому уровню статистической значимости соответствует полученное значение λ .

Если $\lambda_{\text{эмп}} > 1,36$, различия между распределениями достоверны, а соответствующее λ число наблюдений является пороговым значением.

Ограничения критерия Колмогорова-Смирнова

1. Критерий требует, чтобы выборка была достаточно большой. При сопоставлении двух эмпирических распределений необходимо чтобы $n_{1,2} \geq 50$. Сопоставление эмпирического распределения с теоретическим иногда допускается при $n > 5$.

2. Разряды должны быть упорядочены по нарастанию или убыванию какого-либо признака. Они обязательно должны отражать какое-то однонаправленное его изменение.

В результате предварительного имитационного моделирования были получены две случайные выборки значений коэффициентов корреляции одна (N) при малых временных сдвигах (до 1 часа), а другая (M) — при временном сдвиге (более 2 часов).

Выборки были проверены на нормальное распределение при помощи специализированной программы. Результат проверки оказался отрицательным

Поскольку выборки не имеют нормального распределения, было решено отказаться от традиционных статистических критериев (Неймана-Пирсона, «Идеального наблюдателя», Байесовского и т.д.) и оценивать величины порога принятия решения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова.

Поскольку выборки не имеют нормального распределения, было решено оценивать величины порога принятия решения с использованием критерия Колмогорова-Смирнов. Величина оценки порога составила 0,8.

При подаче двух пачек массивов изображений в количестве по 100 штук в каждом сдвинутые относительно друг друга на 120 минут, вероятность определения изменений в объекте составило 0,89. Что свидетельствует о работоспособности предложенного алгоритма обработки изображений систем технического зрения, предназначенного для оценки динамики технологического процесса.

Доказательство работоспособности предложенного корреляционного алгоритма было проведено в среде Matlab&Simulink R2012b/R2013a.

Список использованных источников

1. Гансалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М., Техносфера, 2005.1012 с.

2. Сидоренко Е. Методы математической обработки в психологии. М., Речь, 2005. 205 с.

3. Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. и др. Клеточная и тканевая инженерия эндотелия IN VIVO и IN VITRO (инженерные подходы) // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 12. – Вып. 2. – Смоленск, СГМА, 2013.–URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-38-html/naydenov/naydenov.htm>.

4. Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. и др. Разработка универсальной архитектуры биореактора с цифровой системой управления на основе искусственного интеллекта // Материалы всероссийской научной интернет-конференции с международным участием «Современные системы искусственного интеллекта и их приложения в науке». – Казань, Сервис виртуальных конференций Pax Grid. – 2013 – с.94-97.

5. Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. и др. Заявка на получение патента на программу ЭВМ "Программа для вычисления порогового значения для принятия статистического решения в условиях ненормальности анализируемых распределений". Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Регистрационный номер свидетельства - 2014611886 от 13.02.2014 г.