Филиал государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего профессионального образования

«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

в г. Смоленске

номинация «Исследования в области технических наук»

Якименко Юрий Игоревич, 6 курс
Павлюк Алексей Игоревич, 6 курс

Факультет Компьютерной техники и электроники,

кафедра Электроники и микропроцессорной техники (ЭиМТ),

специальность Электроника и наноэлектроника

Разработка и реализация алгоритма определения динамики

технологического процесса путём фотомониторинга

**1 Актуальность и проблематика научной работы**

Трудно найти область человеческой деятельности, в которой в той или иной мере не использовались бы современные информационно-вычислительные технологии, часть которых базируется на цифровых методах обработки изображений.

Такой областью является автоматический фотомониторинг и управление технологическим процессом в условиях, когда присутствие человека-оператора в производстве ограниченно или невозможно из-за технологических условий**.**

**2 Цели научной работы**

Целью работы является разработка способа обработки изображений для систем технического зрения, способных путем фотоманиторинга оценивать динамику технологического процесса и вырабатывать сигналы управления.

Суть способа обработки изображений заключается в расчет коэффициента корреляции между двумя матрицами изображений, зафиксированными через равные промежутки времени и сравнение его значения с порогом. Величина коэффициента корреляции ниже порогового значения свидетельствует о динамике технологического процесса, в противном случае динамика отсутствует**.**

**3 Задачи научной работы**

1.  Провести анализ существующих алгоритмов обработки изображений в системах технического зрения.

2. Разработать новый способ обработки изображений для систем технического зрения, применяемых для фотомониторинга динамики технологических процессов.

3. Создать алгоритм обработки изображений, созданный на основе предлагаемого способа обработки изображений.

4. Провести предварительное имитационное математическое моделирование, необходимое для обеспечения работоспособности алгоритма.

5. Доказать адекватность способа путем проверки работоспособности предложенного корреляционного алгоритма контроля динамики технологического процесса.

**4 Материалы, методы исследования**

В основу способа 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.

В основе корреляционного способа 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.

На основе предлагаемого корреляционного способа был создан алгоритм обработки изображений. Он содержит ряд действий, которые можно условно разделить на две части: подготовительную и основную, непосредственно расчет и пороговую обработку результата, итогом которой становится вывод - есть изменения в развитии объекта на время наблюдения или нет. Подготовительная часть содержит два этапа последовательного получения массивов изображения развивающегося объекта через установленный период времени *T.* Основная часть содержит расчет нормированного коэффициента корреляции между двумя матрицами изображений, зафиксированными через равные установленные интервалы времени.

Учитывая скорость, особенности протекания технологического процесса и степень допустимых изменений, экспериментально устанавливается величина порога принятия решения. Величина порога используется для выполнения блока сравнения с порогом, что приведет к принятию бинарного решения, есть изменения или их нет в процессе развития объекта наблюдения.

Исходя из результата принятого решения блоком формирования кода управления будет сформирован управляющий сигнал, поступающий в систему дозированной подачи активной жидкости, обеспечивающей развитие объекта наблюдения.

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 оценивать величины порога принятия решения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. 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. Это свидетельствует о работоспособности предложенного способа обработки изображений систем технического зрения, предназначенного для оценки динамики технологического процесса.

Таким образом, при выполнении работы использованы методы цифровой обработки изображений, теории вероятностей и математической статистики, имитационное моделирование с использованием систем компьютерной математики MatLab.

**5 Результаты и практическая ценность научной работы**

Практическая значимость корреляционного способа обработки изображений заключается в том, что на его основе создан корреляционный алгоритм обработки изображений для систем технического зрения, способных путем фотомониторинга автоматически оценивать динамику процесса и вырабатывать сигналы управления технологическим процессом в условиях, когда присутствие человека-оператора в производстве ограниченно или невозможно из-за технологических условий. Предложенный алгоритм реализован в виде программного продукта для одноплатного компьютера, входящего в состав интеллектуального микробиологического микроскопа.

**6 Список литературы, опубликованный авторами по теме научной работы**

1. 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>.
2. 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.
3. Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. Структура системы дозирования в особых условиях// Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 12. – Вып. 3. – Смоленск, СГМА, 2013.–URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-39-html/prokofjeva/prokofjeva.htm>.
4. Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. Корреляционная  обработка изображений в системах технического зрения// Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 12. – Вып. 4. – Смоленск, СГМА, 2013. – URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-40-html/prokofjeva/prokofjeva.htm>.
5. Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. Структура системы дозирования активной жидкости в особых условиях. ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ-2013 – ЭИИ-2013. В 2 томах. Том 1. Секции 1,2,3,4. Смоленск: Универсум, 2013. - 490 с.: ил. (с. 378-381).
6. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 20044 опубл., 14.04.2014 «Программа для вычисления порогового значения для принятия статического решения в условиях ненормальности анализируемых распределений».
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, рег. №2014611886 Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам «Программа для вычисления порогового значения для принятия статистического решения в условиях ненормальности анализируемых распределений».