

Рисунок 6 – Характеристика погрешности при использовании в составе пирометра нейронной сети с модернизированной структурой

Выводы

1. В данной работе методом имитационного моделирования показано, что искусственные нейронные сети могут быть с успехом использованы для обработки информации в спектральных (многоканальных) пирометрах. Применение описанного подхода позволяет снизить погрешность бесконтактного измерения температуры в 5-10 раз по сравнению с классическими пирометрами частичного излучения.
2. Существенное повышение эффективности применяемой нейронной сети может быть достигнуто путем модернизации ее структуры за счет введения слоя предварительной обработки, осуществляющей преобразование входных сигналов согласно известным положениям спектральной пирометрии.
3. В перспективе использование искусственных нейронных сетей в составе измерительных средств позволит реализовать возможность дообучения сети в конкретных про-

УДК: 004.9

ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ СЧИТЫВАНИЯ ПОКАЗАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

А.С. Бессонов

В статье обсуждаются вопросы тестирования сложных функций обработки и анализа данных, поставляемых в составе готовых к использованию библиотек. Предлагается общая структура тестирующей программы. Описываются функции библиотеки IMAQ Vision, предназначенные для визуального считывания показаний технических индикаторов. Подробно разбирается пример исследования функции распознавания показаний цифрового индикатора.

Ключевые слова: тестирование функций, обработка данных, тестирующая программа, анализ изображений, библиотека функций IMAQ Vision, считывание показаний индикаторов, среда LabVIEW.

Введение

При создании программного обеспечения измерительно-информационных систем (ИИС) довольно часто используются сложные

изводственных условиях, что повысит достоверность измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль/ В.П. Вавилов. – М.: ИД Спектр, 2009. – 544 с.
2. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение/ Ж. Госсорг. – М.: Мир, 1988. – 416 с.
3. Ионов, А.Б. Повышение достоверности пирометрических измерений на основе априорной информации/ А.Б. Ионов и др. // Ползуновский вестник. – 2012. – №3-2. – С. 77-81.
4. Магунов, А.Н. Спектральная пирометрия/ А.Н. Магунов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 248 с.
5. Ионов, А.Б. Разработка алгоритма оценки температуры объекта в спектральной пирометрии/ А.Б. Ионов и др. // Ползуновский вестник. – 2011. – №3-1. – С. 34-37.
6. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.
7. Вольф, У. Справочник по инфракрасной технике/ У. Вольф, Г. Цисис. – Т1. Физика ИК-излучения – М.: Мир, 1995. – 606 с.
8. Рудой, Г.И. Выбор функции активации при прогнозировании нейронными сетями / Г.И. Рудой // Машинное обучение и анализ данных. – 2011. – Т.1. – №1. – С. 16-39.

Старший преподаватель, к.т.н. **А.Б. Ионов** – antonov@mail.ru; с.н.с., к.т.н. **Б.П. Ионов** – bi-on_rtu@mail.ru; студент **Н.С. Чернышева** – nadejda13.90@mail.ru; магистрант **Е.В. Плоткин** – ega-vp@mail.ru – Омский государственный технический университет, кафедра «Радиотехнические устройства и системы диагностики» (3812)65-25-98.

РАЗДЕЛ 2. ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ДАННЫХ

связанные с работоспособностью или с сохранением устойчивости этих функций в диапазоне изменений обрабатываемых измерительных сигналов. Специалисты, проведя исследования этого вопроса, иногда выявляют не только области неустойчивой работы, но и ошибки, имеющиеся в вычислениях. Например, в [1] автор анализирует ошибки, обнаруженные им в популярных пакетах прикладных программ. Однако точный анализ причин их возникновения в большинстве случаев невозможен, поскольку готовые к использованию функции чаще всего представляют собой «черные ящики».

Сказанное выше делает необходимым предварительное тестирование и практическое исследование сложных функций обработки и анализа данных. Когда входными данными в системе являются оцифрованные измерительные сигналы, то их в процессе тестирования целесообразно изменять в пределах рабочего диапазона как без помех и возмущающих воздействий, так и при их наличии, если это свойственно реальным условиям применения проектируемой ИИС.

Для проведения такого тестирования в данной статье предлагается создавать специальные тестирующие программы. Их автор разрабатывал и применял при исследовании особенностей функций, которые осуществляют визуальное считывание показаний технических индикаторов, относятся к группе функций распознавания изображений и входят в состав библиотек IMAQ Vision [2, 3].

Общая структура тестирующей программы

Структура прикладной программы, предназначенной для тестирования сложной функции, представлена на рисунке 1.

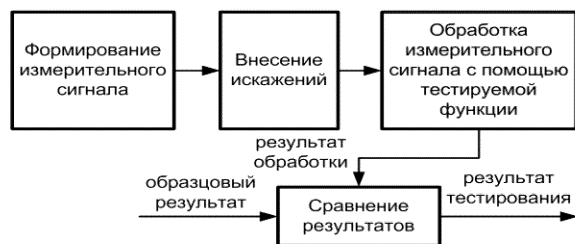


Рисунок 1 – Общая структура тестирующей программы

Формирование измерительного сигнала в пределах диапазона изменения осуществляется путем моделирования или записи реальных сигналов в файлы. Затем при необходимости сигналы подвергаются характерным искажениям и обработке с помощью тестируемой функции. Правильный, или образ-

цовый, результат этой обработки должен быть априорно известен, и сравнение полученного результата с ним приводит к выводу, работает ли тестируемая функция должным образом при установленных в данный момент параметрах измерительного сигнала и интенсивности искажающих воздействий.

Функции считывания показаний технических индикаторов

В составе библиотеки функций обработки и анализа изображений IMAQ Vision [2, 3] имеются две функции, предназначенные для визуального считывания показаний технических индикаторов. Существуют ситуации, когда визуальное считывание данных с измерительного устройства в компьютер становится единственно возможным: при отсутствии компьютерного интерфейса, при организации дистанционного доступа с помощью Web камеры и др.

Обе функции представляют собой виртуальные приборы [2], предназначенные для использования в среде графического программирования LabVIEW. Функция IMAQ Read Meter позволяет визуально считывать показания с аналогового индикатора прибора, имеющего в своем составе шкалу и стрелочный указатель. Для правильной работы она требует предварительной калибровки по начальному положению Needle Base и заданному углу отклонения стрелки Arc Points. Функция IMAQ Read LCD позволяет визуально считывать показания цифрового индикатора. Пользователь может указать, является ли индикатор жидкокристаллическим (темные цифры на светлом фоне) или светодиодным (светлые цифры на темном фоне). Также задаются область поиска Region of Interest (ROI), порог бинаризации Threshold и флаги наличия знакового сегмента Search Sign и десятичного разделителя Search Decimal Separator.

Работоспособность указанных функций исследовалась с помощью тестирующих программ со структурой, соответствующей рисунку 1.

Формирование и искажение изображений

При разработке тестирующей программы интерес представляют процедуры формирования и искажения измерительного сигнала, который здесь представляет собой полутонное растровое изображение с определенной в пикселях размерностью и с различными яркостями и контрастностями в пределах их рабочего диапазона. К числу характерных искажений данного изображения относятся:

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2013

- аддитивный шум с заданными характеристиками;
- размытие (расфокусирование) изображения, относящееся к инструментальным искажениям;
- сдвиг (смаз) изображения, возникающий из-за перемещения в процессе съемки объекта и видеокамеры друг относительно друга.

Исходные сигналы в рассматриваемых примерах формировались в виде 8-битных полутоновых черно-белых изображений $f(x,y)$ с различными значениями средней яркости. Это делалось путем гистограммной обработки [2] базового изображения цифрового индикатора. Если имеется возможность сохранения изображений в файлы, то можно также воспользоваться графическим редактором (например, MS Image Editor).

Искажение изображений производится в соответствии со следующим выражением

$$g(x,y) = h(x,y) * f(x,y) + n(x,y), \quad (1)$$

где $g(x,y)$ – искаженное изображение, $h(x,y)$ – маска искажающей функции, моделирующей размытие или сдвиг, $n(x,y)$ – аддитивный шум.

Для реализации выражения (1) очень удобно использование средств MATLAB Image Processing Toolbox [4]. Как известно, среда LabVIEW, которая здесь является основной средой программирования, и среда MATLAB интегрированы и могут с высокой эффективностью совместно использоваться.

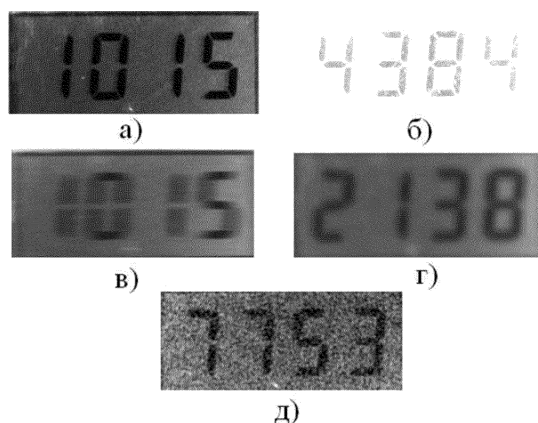


Рисунок 2 – Изображения цифрового индикатора при различных искажениях:

- а) – пониженная яркость;
- б) – повышенная яркость;
- в) – сдвиг;
- г) – размытие;
- д) – низкочастотный шум

С помощью имеющихся в составе указанной библиотеки функций можно моделировать все перечисленные выше искажения изображения. Функция *fspecial* возвращает

маску $h(x,y)$ предопределенного двумерного линейного фильтра, способного моделировать размытие или сдвиг изображения с заданными параметрами. Маска затем передается в функцию линейного фильтра *imfilter*, который и осуществляет необходимые операции (1). Добавление аддитивного шума осуществляется с помощью функции *imnoise*.

На рисунке 2 представлены в качестве примеров результаты действия на исходное изображение цифрового индикатора различных искажающих факторов.

Программа исследования функции IMAQ Read LCD

Программа, лицевая панель которой представлена на рисунке 3, была создана в среде LabVIEW. В режиме *Формирование изображений* происходит создание файлов изображений цифрового индикатора с различными яркостями и искажениями (см. рисунок 2). В режиме *Анализ изображений* осуществляется чтение этих файлов и распознавание цифр с помощью тестируемой функции *IMAQ Read LCD*.



Рисунок 3 – Лицевая панель программы для исследования функции считывания показаний цифрового индикатора:

В приведенном на рисунке 3 примере изображение индикатора размером 242x95 пикселей зашумлено и размыто. Изображение каждой из распознаваемых цифр выделено и входит в области интереса *ROI* [2]. Несмотря на введенные искажения, распознавание показаний происходит правильно, что можно видеть на цифровых индикаторах, расположенных в правой части экранной

РАЗДЕЛ 2. ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ДАННЫХ

страницы. Ниже изображения находится гистограмма, а левее показаны такие ее характеристики, как среднее значение яркости, среднеквадратическое отклонение (СКО) и положение максимума.

При тестировании функции в соответствии с установленным порядком происходил перебор сформированных файлов изображений. Сначала анализировались изображения со средними яркостями, отличными от нормального значения. Затем считывались файлы с искаженными изображениями. На основании полученных результатов анализа формировались таблицы.

На основе составленных таблиц было установлено, что во всем диапазоне средних яркостей (от 20 до 240) распознавание показаний цифрового индикатора происходило правильно, хотя порог бинаризации *Threshold* был постоянен и равен значению по умолчанию. Влияние размытия изображения на результат распознавания оказалось сравнительно небольшим. В то же время влияние шума и сдвига оказались значительными. Например, при значении параметра $noise_var=10^{-3}$ появлялись ошибки, а при $noise_var=10^{-2}$ тестируемая функция полностью теряла работоспособность. К потере работоспособности также приводил сдвиг изображения на 10 и более пикселей.

Программа исследования функции *IMAQ Read Meter* аналогична. Она была также создана и успешно использована. Полученные сведения определили ограничения использования тестируемой функции.

Заключение

Результаты, полученные при тестировании функций считывания показаний индикаторов, были учтены при создании программного обеспечения ИИС. В этой системе сбор данных осуществляется с помощью удаленной видеокамеры, и используются сетевые технологии.

Описанная в статье методика тестирования и структура программы достаточно универсальны. Они могут быть применены для практического исследования других сложных функций обработки и анализа различного рода данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Ю.В. Обеспечение достоверности и надежности компьютерных расчетов / Ю.В. Петров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 160 с.: ил.
2. Визильтер, Ю.В. и др. Обработка и анализ цифровых изображений на LabVIEW IMAQ Vision / Ю.В. Визильтер и др. - М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.: ил.
3. Бессонов, А.С. Опыт разработки автоматизированных систем контроля поверхностей оптических деталей / А.С.Бессонов // Ползуновский вестник. – 2011. - №3/1. - С. 192-196.
4. Дьяконов, В.П. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник / В.П. Дьяконов. - СПб.: Питер, 2002. – 608 с.: ил.

К.т.н., доцент Бессонов А.С.: alexsb64@newmail.ru; тел. (495) 4349445 - Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики

УДК: 004.75

ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАТТЕРНОВ ПОВЕДЕНИЯ ГРУППЫ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Л.И. Сучкова

В работе рассмотрено понятие паттерна поведения группы временных рядов, реализующего взаимосвязь между накопленными данными измерений в системе мониторинга и прогнозируемыми значениями, представляющими собой числа или лингвистические термы. Предложен алгоритм прогнозирования нештатных ситуаций, приведена методика оценки степени соответствия текущего состояния объекта контролю паттерна поведения.

Ключевые слова: нештатная ситуация, паттерн поведения, лингвистический анализ, темпоральные зависимости, поиск закономерностей, нечеткая модель.

Введение

При идентификации и прогнозировании нештатных ситуаций (НС) в системах технологического контроля необходим анализ ис-

тории наблюдений и текущего состояния объекта контроля. Классическим математическим аппаратом прогнозирования состояния объекта контроля, характеризующегося

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2013