

# БЕСКОНТАКТНЫЙ КОНТРОЛЬ МАЛОЗАМЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТНОСТИ ОБЪЕКТОВ

В.Н. Будилов, К.С. Афанасьева

Кафедра «Информационный и электронный сервис», Поволжский государственный университет сервиса  
Тольятти, Российская Федерация  
E-mail: neuropower@yandex.ru

*Рассмотрены основы методов контроля малоаметных параметров цветности на примере задачи бесконтактного контроля пульса. Показана важность оптимизации размера зоны интереса и применения дифференциального метода для подавления световых помех.*

## ВВЕДЕНИЕ

Современные средства ввода и обработки видео позволяют расширить сферу применения цифровой видеоаналитики на новые области (см., например, [1]). Цифровые датчики изображений по ряду параметров превосходят глаз человека, что позволяет вести речь об обработке той части видеoinформации, которая мало заметна глазу наблюдателя. В частности, зрение человека не способно заметить малые различия цветности даже в пределах диапазона видимого света. Поэтому, например, достаточно очевидны перспективы методов цифровой обработки цветности в системах обнаружения камуфляжа. Существуют также биомедицинские области применения. Так, было показано [2], что с помощью анализа колебаний цветности можно дистанционно контролировать частоту сердечных сокращений (пульс). Настоящая работа представляет некоторые результаты, полученные в экспериментальных попытках улучшения помехозащитности таких методов.

## I. ОСНОВЫ ИССЛЕДУЕМЫХ МЕТОДОВ

При обработке информации о цветности для бесконтактного контроля пульса эмпирически сложился подход, в рамках которого должны выполняться следующие операции.

1. Пространственное усреднение по зоне интереса. Оно проводится раздельно по трем цветовым каналам R, G, B и подавляет случайные помехи в  $\sqrt{XY}$  раз, где  $XY$  – количество пикселей в зоне интереса.

2. Предобработка, если проводится, реализуется с помощью одного или обоих следующих шагов:

- фильтрации, как правило, линейной, сигналов цветовых каналов с целью подавления помех, не попадающих по частоте в полосу частот информативного сигнала;
- нормализации сигналов цветовых каналов в диапазон значений, требуемый последующим алгоритмом.

3. Вычисление взвешенной суммы нескольких цветовых каналов позволяет подавить помехи, коррелированные в различных каналах. Существенная трудность этой операции заключа-

ется в выборе оптимальных весовых коэффициентов. Практически пока для этого применялось три метода: анализ главных компонент [3], анализ независимых компонент [2, 4] и интерактивный подбор по оценке уровня помех в суммарном сигнале [5].

4. Постобработка для дополнительного подавления помех, которые отличаются по частоте от ожидаемого диапазона частот полезного сигнала (например, полосовая фильтрация).

5. Выделение информативного параметра (признака). В частности, в задаче бесконтактного контроля пульса таковым является частота колебаний в диапазоне от 0,5 до 4 Гц.

В настоящее время основной проблемой рассматриваемых методов представляется их чувствительность к внешним помехам от движения объекта и к помехам от колебаний освещенности (световым помехам). Предложенный в [6] дифференциальный метод позволяет значительно снизить влияние световых помех с помощью использования двух зон интереса, одна из которых должна быть расположена вне объекта.

## II. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В большинстве экспериментов использовалась USB web-камера со следующими параметрами: фокусное расстояние 4,8 мм, относительное отверстие 2, частота кадров для использованного выходного разрешения 640\*480 – до 30 Гц. Технические подробности экспериментальной установки приведены в [6]. При ее использовании была получена максимальная дальность бесконтактного контроля пульса 6 м.

Далее было исследовано влияние размеров зоны интереса. На рис. 1 приведена зависимость отношения сигнал/шум  $\sigma_{signal}/\sigma_{noise}$  от размера зоны интереса.  $\sigma_{signal}$  вычислялось по формуле:

$$\sqrt{\sigma_{common}^2 - \sigma_{noise}^2},$$

где  $\sigma_{common}$  было получено по данным, полученным при расположении зоны интереса на объекте,  $\sigma_{noise}$  – при расположении зоны интереса вне объекта.

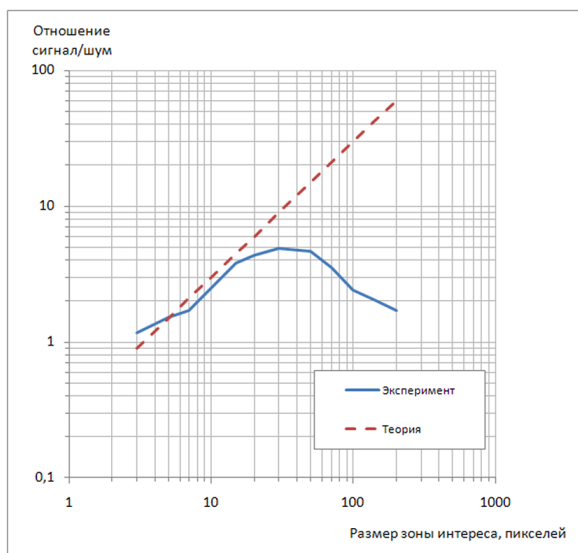


Рис. 1 – Зависимость отношения сигнал/шум от размера зоны интереса

Теоретически случайные помехи должны увеличиваться пропорционально линейному размеру зоны интереса. Однако, эксперименты показали, что общие помехи растут быстрее, так как значительный вклад вносят световые помехи, которые действуют одновременно по всей зоне интереса. Поэтому существует оптимальный размер зоны интереса, при котором достигается наилучшее отношение сигнал/шум. В условиях проведенных экспериментов такой оптимальный размер составил около 30 пикселей.

Рассмотрим пример подавления световых помех с частотой 100 Гц от ламп освещения. Хотя частота 100 Гц выше частоты кадров 15 Гц, из-за эффекта наложения спектров образуется помеха с частотой  $15 \cdot 7 - 100$  Гц = 5 Гц. На рис. 2 продемонстрирован амплитудный спектр без использования дифференциальной обработки. Спектральный максимум помехи на частоте 5 Гц по величине приближается к спектральному

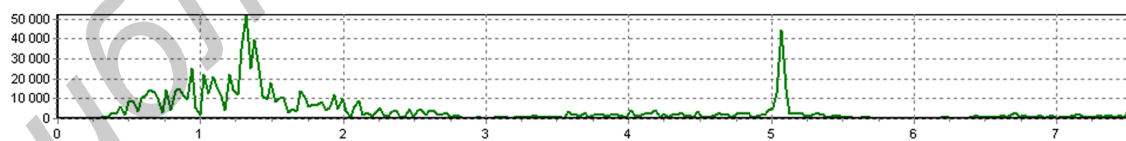


Рис. 2 – Спектр колебаний цветности, полученный с одной зоной интереса, видна помеха 5 Гц

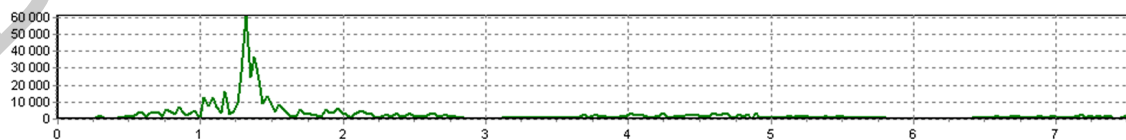


Рис. 3 – Спектр колебаний цветности, полученный дифференциальным методом, помеха 5 Гц подавлена

максимуму полезного сигнала на частоте 1,3 Гц. На рис. 3, полученном при использовании дифференциального метода, спектральный пик помехи 5 Гц практически подавлен.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При обработке видео в задаче бесконтактного контроля пульса следует оптимизировать размер зоны интереса, а также использовать дифференциальный метод, примерно на порядок подавляющий световые помехи.

1. Будилов, В. Н. Обработка видеопотока в частотной области для измерения параметров колебаний объектов / В. Н. Будилов, В. И. Воловач // Информационные технологии и системы 2013 (ИТС 2013): материалы международной научной конференции. – Минск: БГУИР, 2013. – С. 250–251.
2. Poh, M. Z. Non-contact, automated cardiac pulse measurements using video imaging and blind source separation / M. Z. Poh, D. J. McDuff, R. W. Picard // Optics Express. – 2010. – V. 18. – N. 10. – P. 10762–10774.
3. Lewandowska, M. Measuring Pulse Rate with a Webcam – a Non-contact Method for Evaluating Cardiac Activity / M. Lewandowska, J. Rumiński, T. Kocejko, J. Nowak // Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems. – 2011. – P. 405–410.
4. Poh, M. Z. Advancements in Noncontact, Multiparameter Physiological Measurements Using a Webcam / M. Z. Poh, D. J. McDuff, R. W. Picard // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 2011. – V. 58. – N. 1. – P. 7–11.
5. Будилов, В. Н. О дальности дистанционного измерения пульса с помощью видеокамеры / В. Н. Будилов, А. В. Папкина // II-ая международная заочная научно-техническая конференция «Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2012)». – Тольятти: ПВГУС, 2012. – Т. 1. – С. 264–271.
6. Будилов, В. Н. Дифференциальный метод измерения частоты малых колебаний цветности объектов / Школа университетской науки: Парадигма развития. – 2013. – №1 (8). – С. 60–66.