

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Методические указания к лабораторной работе

«Фокусировка объектива телевизионной камеры»

Санкт-Петербург

2021

Цели работы

Изучить принципы фокусировки объектива телевизионной камеры.

Теоретические сведения

В современных телевизионных системах часто используются устройства автоматической фокусировки объектива при изменениях расстояния до плоскости наблюдения. Автоматическую фокусировку целесообразно применять в случаях, когда глубина резкости изображаемого пространства недостаточна, например, при использовании длиннофокусных объективов. Критерием расфокусировки обычно служит информация о резкости или детальности изображения, которым в видеосигнале соответствует уровень высокочастотных составляющих спектра. Для получения сигнала управления (сигнала ошибки) указанную информацию необходимо иметь, как минимум, при двух положениях объектива. На рисунке 1 представлена структурная схема системы автофокусировки аналоговой телевизионной камеры, в которой в качестве характеристики управления используется детальность многоградиационного изображения, определяемая как

$$D = \int_0^{T_k} \left| \frac{\partial U_c}{\partial t} \right| dt, \quad (1)$$

где U_c – напряжение видеосигнала, T_k – период кадра.

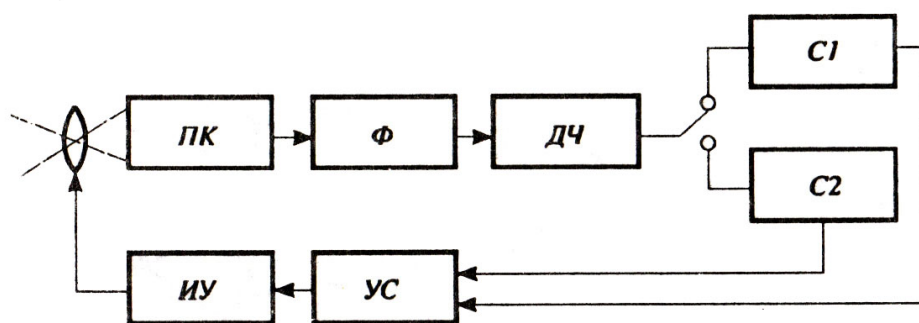


Рисунок 1 – Схема устройства автофокусировки объектива

Принцип действия системы основан на том, что в сфокусированном состоянии объектива детальность изображения должна быть максимальной. Видеосигнал с выхода камеры ПК подается на формирователь Φ , в котором производятся операции дифференцирования, усиление и ограничение в

соответствии с заданным порогом. Импульсные сигналы, превышающие порог ограничения, поступают через делитель частоты *ДЧ* в счетчики *С1* и *С2*. Делитель частоты уменьшает количество импульсов напряжения до величины, отвечающей емкости счетчиков. Счетчики служат для суммирования импульсов и запоминания величины *D*. В счетчике *С1* запоминается значения детальности, соответствующее одному положению объектива, в счетчике *С2* – другому положению. Для получения второго значения необходимо переместить объектив на некоторое расстояние, что осуществляется периодической посылкой специального испытательного сигнала. Оба значения детальности сравниваются между собой в устройстве сравнения *УС* и в зависимости от знака полученного результата объектив перемещается либо в том же направлении, либо в обратном с помощью исполнительного устройства *ИУ*.

Недостатком рассмотренного устройства является ухудшение условий наблюдения при испытательных перемещениях объектива. Поэтому в телевизионном датчике рекомендуется предусматривать отдельный канал автофокусировки.

При использовании цифровой телевизионной камеры детальность многоградиационного изображения можно рассчитать как вдоль строк, так и вдоль столбцов. В этом случае значение детальности можно определить следующими выражениями

$$D_x = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N |U(i+1, j) - U(i, j)|, \quad (2)$$

$$D_y = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M |U(i, j+1) - U(i, j)|, \quad (3)$$

где $U(i,j)$ – значение в элементе изображения с координатами (i,j) , N , M – количество элементов изображения в строке и столбце.

В случае если наблюдателя интересует один или несколько конкретных объектов, расстояние до которых может изменяться независимо от общей обстановки, можно использовать метод автофокусировки объектива, основанный на применении импульсного лазерного дальномера. Маломощный полупроводниковый лазер посылает в направлении объекта пучок ИК-лучей

малой расходимости. Отраженный сигнал принимается фотоприемником, и полученная информация после обработки используется для формирования управляющего сигнала.

Применение в телевизионном датчике импульсного светодальномера в сочетании с вариообъективом позволяет осуществить специальные регулировки, направленные на сохранение постоянного масштаба изображения, т.е. его размеров и осуществление беспрерывного режима наблюдения в малокадровых и импульсных телевизионных системах при непрерывном изменении расстояния до объекта. Сохранение выбранного масштаба изображения способствует решению задач обнаружения, опознавания и контроля параметров различных объектов, а также необходимо при использовании телевизионной системы для картирования местности, измерения площади нефтяных загрязнений моря и решении других задач.

На рисунке 2 показана структурная схема устройства управления вариообъективом, позволяющая поддерживать постоянство масштаба изображения путем изменения фокусного расстояния, т.е. угла зрения оптической системы.

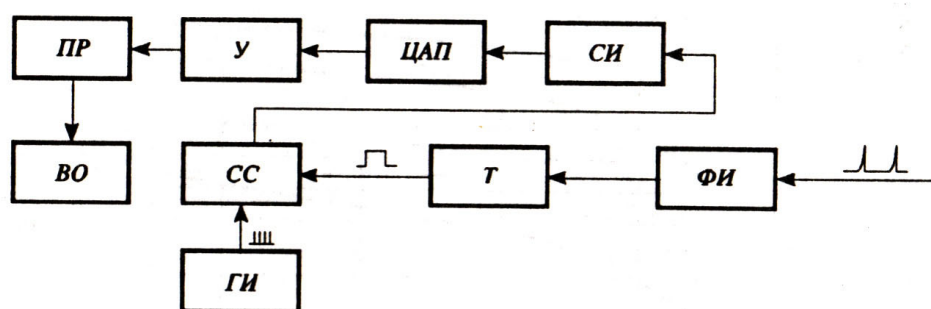


Рисунок 2 – Схема устройства управления вариообъективом

Входные импульсы, поступающие от светодальномера, временной интервал между которыми соответствует расстоянию до объекта, подаются через формирователь импульсов ФИ на триггер Т. На выходе триггера образуется прямоугольный импульс, который в схеме совпадения СС заполняется тактовыми импульсами, поступающими от генератора ГИ. Получающаяся на выходе схемы совпадений пачка импульсов преобразуется с

помощью счетчика *СИ* в двоичный код. Число разрядов счетчика должно выбираться в зависимости от необходимой точности преобразования расстояния до объекта в двоичный код. Цифровой сигнал декодируется затем в *ЦАП* и в аналоговой форме через усилитель *У* управляет приводным устройством *ПР* вариообъектива *ВО*.

Применение в устройстве управления двойного преобразования типа «аналог-код» и затем «код-аналог» позволяет достаточно простыми средствами и с заданной точностью осуществлять регулировку фокусного расстояния вариообъектива в широком интервале изменения расстояний от телевизионного датчика до объекта наблюдения.

Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки* входят телевизионная испытательная таблица, цифровая телевизионная камера и персональный компьютер (рисунок 3).

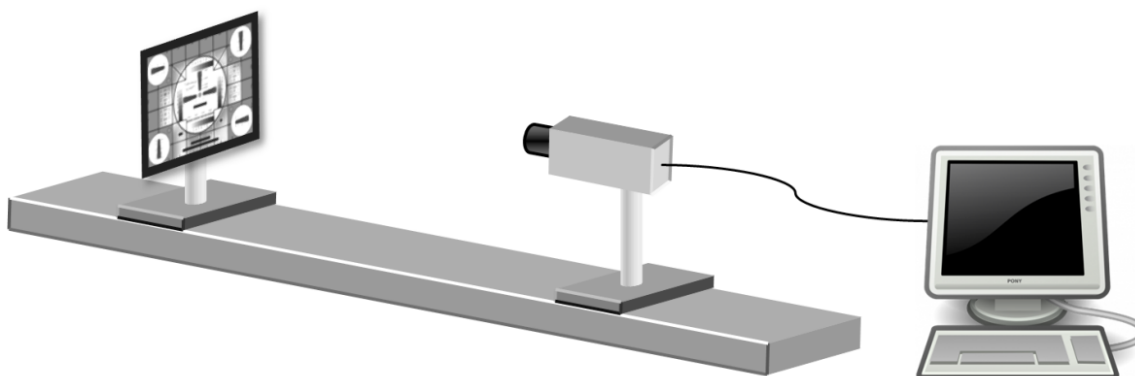


Рисунок 3 – Схема лабораторной установки

Вид телевизионной испытательной таблицы приведен на рисунке 4.

* На рабочем месте могут находиться и другие приборы, не имеющие отношения к данной работе. Эти приборы включать и передвигать запрещается.

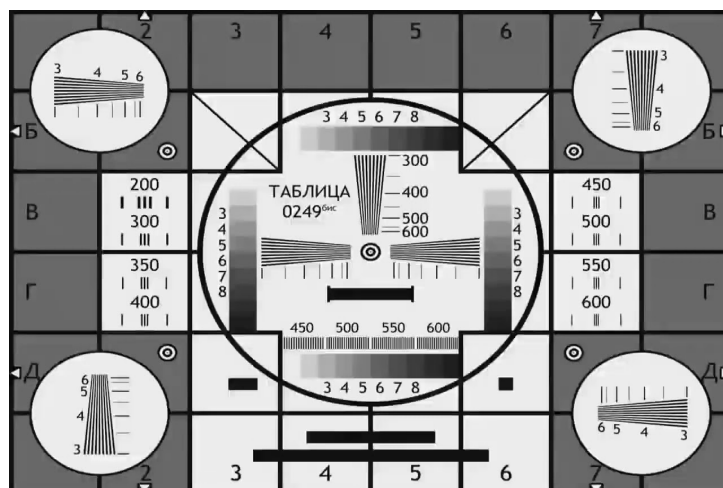


Рисунок 4 – Телевизионная испытательная таблица

Порядок выполнения работы

1. Подготовка к работе.

Изучить теоретическую часть работы.

С помощью лаборанта или преподавателя включить лабораторную установку. Самостоятельно включать лабораторное оборудование запрещается!

Порядок включения следующий:

1.1. Включить персональный компьютер и дождаться загрузки ОС Windows. Одновременно с компьютером включается телевизионная камера.

1.2. Запустить программу OSC16 (рисунок 5), щелкнув по ярлыку программы на рабочем столе. Убедитесь в наличии изображения таблицы на экране.

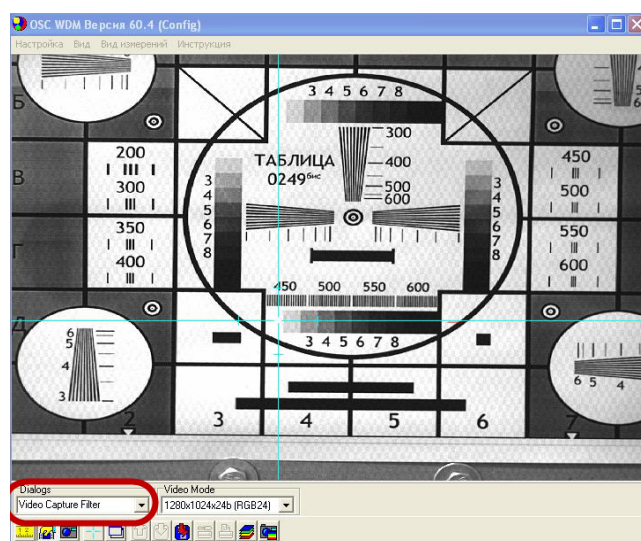


Рисунок 5 – Основное окно программы OSC16

1.4. Установите телевизионную таблицу на расстояние, при котором ее изображение на экране монитора полностью помещается в окне программы OSC16.

2.1. С помощью регулировочного кольца на объективе телевизионной камеры установите дистанцию фокусировки, равную 0,4 м.

2.3. Повторите пункты 2.1-2.2 для следующих дистанций фокусировки:
0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,5; 2; 4; 8; ∞ .

3. Исследование получившихся изображений (блок-схема исследования изображений Приложение 1).

3.1. Запустите программу Matlab, появится окно программы (рисунок 6).

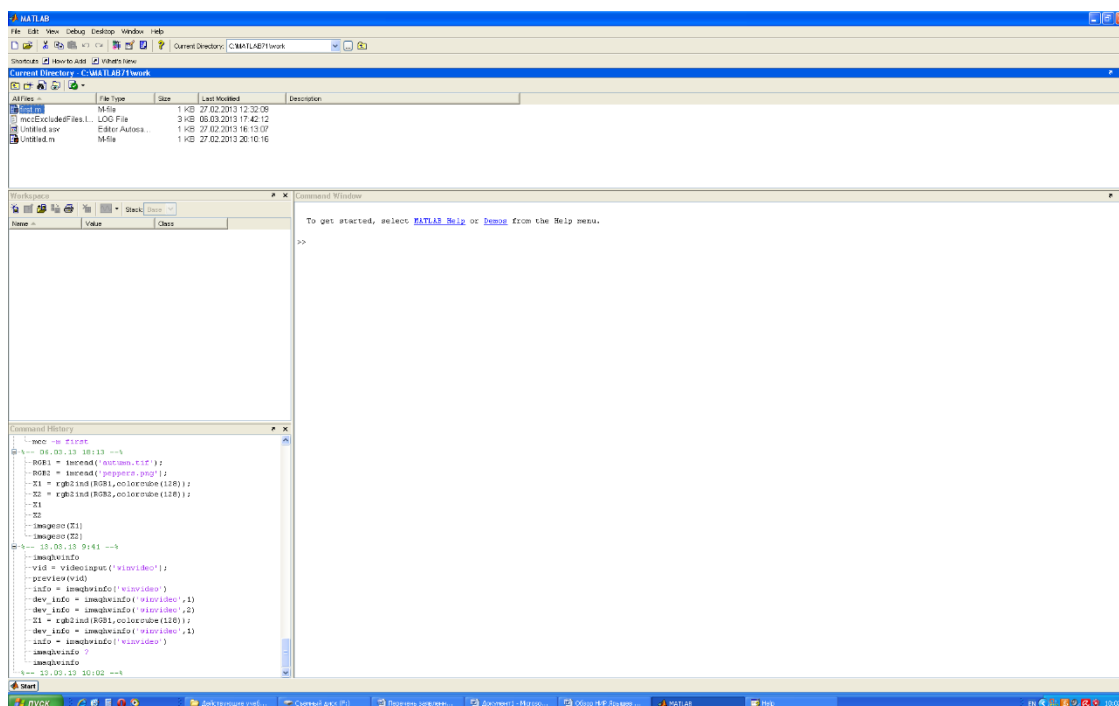


Рисунок 6 – Окно программы Matlab

3.2. Создайте новый скрипт, нажав “New” и выбрав из выпадающего меню пункт “Script”.

3.3. Произведите чтение сохраненных изображений в Matlab с помощью функции `imread` и произведите усреднение в рамках каждой дистанции фокусировки с помощью функции `mean`. Определите СКО (шумы телевизионной камеры) с помощью функции `std`.

3.4. Выберите несколько фрагментов разного размера из исходных изображений. Для большей наглядности результатов, выберите фрагменты таким образом, чтобы некоторые из них включали в себя крупные детали, некоторые – мелкие детали, а еще часть должны включать в себя как мелкие, так и крупные детали изображения (пример, рисунок 7).

3.5. Рассчитайте детальность следующими способами:

- при разложении в вектор: преобразовать каждый из изучаемых фрагментов изображений в вектор-строку (команда `B=A(:)'` позволяет преобразовать матрицу `A` в вектор-строку `B`) и определить дискретную производную;
- при проходе вдоль столбцов: определение дискретной производной между строками – команда `diff(A,1,1)`;
- при проходе вдоль строк: определить дискретную производную между столбцами – команда `diff(A,1,2)`;
- при проходе по обоим направлениям: определение дискретной производной между строками и между столбцами и суммирование этих производных.

После нахождения дискретных производных выполните суммирование дискретных производных по модулю.

Так как области обработки изображений будут иметь разный размер, последним шагом найдите отношение суммы дискретных производных к числу элементов в каждом фрагменте.

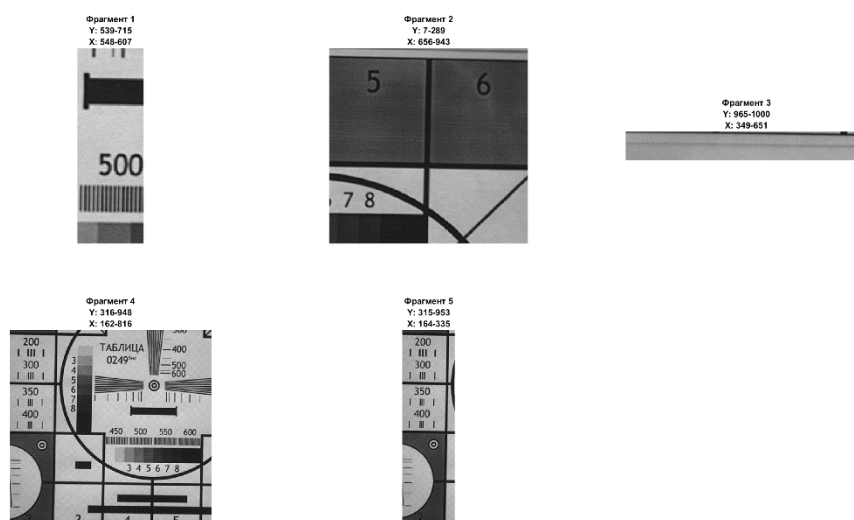


Рисунок 7 – Пример выбора различных областей обработки изображений

3.6. Постройте графики зависимости детальности от дальности фокусировки, используйте функцию plot.

3.7. Постройте графики, показывающие время обработки каждого из способов нахождения детальности от количества элементов: воспользуйтесь функциями подсчета времени tic (записывает текущее время) и toc (использует записанное значение для расчета прошедшего времени).

3.8. Постройте переходную характеристику для различных дальностей фокусировки.

Выберите фрагмент изображений с четким переходом между темной деталью и светлым фоном для каждой из изучаемых дистанций фокусировки.

Постройте графики переходных характеристик для каждой из изучаемых дистанций фокусировки.

4. Измерьте расстояние от плоскости изображений объектива телевизионной камеры до телевизионной таблицы, сравните результаты.

5. Завершение работы.

5.1. После выполнения пунктов 1-4 данной работы следует сообщить об этом преподавателю или лаборанту. Запрещается самостоятельно выключать приборы!

5.2. Сохранить файл отчета и закрыть окно редактора Word.

5.3. На компьютере никакие файлы, включая ваш файл отчета не удалять. Наличие этого файла у преподавателя или лаборанта рассматривается как подтверждения факта выполнения данной лабораторной работы.

Содержание отчета

Титульный лист отчета должен содержать название лабораторной работы, ФИО студентов, номер группы, ФИО преподавателя.

Отчет (не более 8 страниц) должен содержать цель работы, краткие теоретические сведения, полученные результаты по п. 1–4, а также графики и изображения выбранных фрагментов, выводы по работе. При необходимости, вставленные рисунки следует отмасштабировать.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит принцип действия устройства автофокусировки объектива?
2. Поясните принцип работы устройства автофокусировки объектива.
3. Поясните принцип работы устройства управления вариообъективом.
4. Назовите достоинства и недостатки схем управления устройством автофокусировки объектива и управления вариообъективом.
5. Что входит в состав лабораторной установки?
6. Какими способами рассчитывалась детальность в данной лабораторной работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1 Блок-схема исследования изображений

