МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Новосибирский НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ государственный университет» (нОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, НГУ)

Факультет информационных технологий

Кафедра…………………………………………………………………………………………….

(название кафедры)

1. Направление подготовки: 230100 Информатика и вычислительная техника

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

……………………………………………………………………………………………………...

(тема работы)

……………………………………………………………………………………………………...

……………………………………………………………………………………………………...

(фамилия, имя, отчество автора - студента –выпускника)

**«К защите допущен» Научный руководитель**

Заведующий кафедрой, должность, место работы,

ученая степень, звание ученая степень, звание

………………/………….. ………………/………...

(фамилия , И., О.) / (подпись, МП) (фамилия , И., О.) / (подпись, МП)

«……»………………20…г. «……»………………20…г.

Дата защиты: «……»………………20…г.

Автор……………………………/………...

(фамилия , И., О.) / (подпись)

Новосибирск, 20\_\_г.

Оглавление

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc409086530)

[Актуальность 3](#_Toc409086531)

[Цель 3](#_Toc409086532)

[Задачи 3](#_Toc409086533)

[ГЛАВА 1. Новизна. Практическая ценность. Структура работы. 4](#_Toc409086534)

[Новизна 4](#_Toc409086535)

[Практическая ценность 4](#_Toc409086536)

[Структура работы 4](#_Toc409086537)

[ГЛАВА 2. Требования к системе 4](#_Toc409086538)

[Требования к аппаратной части системы 4](#_Toc409086539)

[Требования к программному обеспечению 5](#_Toc409086540)

[ГЛАВА 3. Аппаратная часть системы 5](#_Toc409086541)

[Стенд для камер 5](#_Toc409086542)

[Система освещения 5](#_Toc409086543)

[ГЛАВА 4. Программная часть системы 6](#_Toc409086544)

[Калибровка 6](#_Toc409086545)

[Задача калибровки 6](#_Toc409086546)

[Задача поиска коэффициентов дисторсии изображения 6](#_Toc409086547)

[Задача взаимного ориентирования 6](#_Toc409086548)

[Алгоритм стереосопоставления 6](#_Toc409086549)

[Реализация алгоритма 6](#_Toc409086550)

[Сохранение и загрузка данных 6](#_Toc409086551)

[Визуализация данных 6](#_Toc409086552)

[ГЛАВА 5. Разработка программного обеспечения 7](#_Toc409086553)

[Средства разработки программного обеспечения 7](#_Toc409086554)

[Алгоритм работы программного обеспечения 7](#_Toc409086555)

[ГЛАВА 6. Результаты 8](#_Toc409086556)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 8](#_Toc409086557)

[ЛИТЕРАТУРА 8](#_Toc409086558)

# ВВЕДЕНИЕ

В современном понимании этология – наука о поведении животных. Актуальность этологических исследований главным образом связана со сходством в поведении животных и поведении людей, как автономных субъектов, обладающих индивидуальной психической мотивацией, а также как элементов толпы, или как носителей массовых инстинктов, коллективных устремлений и чувств.

Биологи нуждаются в автоматизации этологических экспериментов. Разные виды животных и разные виды экспериментов определяют сложность разработки универсальной системы для решения задач подобного рода.

Существует система автоматизации этологических тестов EthoStudio, которая представляет собой аппаратно-программный комплекс, включающий в себя многофункциональную установку для тестирования животных и компьютер с программным обеспечением. Однако, в этой системе отсутствует инструментарий, позволяющий работать с рыбами.

У Лимнологического института СО РАН существует задача получения трёхмерных координат рыб вида данио-рерио в группе. Существующие системы автоматизации этологических экспериментов не решают эту задач. Они могут отслеживать группу рыб, получая двухмерные координаты, а трёхмерные координаты получают только для одной рыбы.

Данио-рерио (Zebrafish) – популярная аквариумная рыбка, которая является модельным организмом в биологии развития. Её геном на 80% совпадает с человеческим. Благодаря тому, что биологи очень хорошо знают их внутреннее строение, этих рыбок многие биологи предпочитают использовать для своих экспериментов. Спектр решаемых задач достаточно широк: пищевое поведение, акустическое поведение, апробация медицинских препаратов, тестирование реакции на химические вещества (экология), бихевиоризм (лидерство, стадность) и другие различные типы экспериментов.

Цель моей дипломной работы состоит в разработке алгоритма получения трёхмерных координат лабораторных рыб в группе.

Для достижения цели мной выделены следующие задачи:

* выявление и формулировка требований;
* разработка стереопары;
* реализация алгоритма получения карты высот по стереопаре;
* реализация алгоритма получения трёхмерных координат по карте высот;
* реализация алгоритма визуализации полученных трёхмерных координат.

Алгоритм стереосопоставления давно используется в различных оптических системах. С его помощью строят рельеф поверхности, создают трёхмерную модель объекта, используют для построения гомографии изображения.

В биологию информационные технологии пришли сравнительно недавно, поэтому существует большой спектр задач, которые можно решить, пользуясь известными алгоритмами.

На текущий момент системы, автоматизирующие этологические эксперименты построены на использовании одной единственной камеры. Также, существуют отдельные системы, заточенные под решение определенной задачи. Задача получения трёхмерных координат рыб решена только в виде системы, способной автоматизировать наблюдения лишь за одной лабораторной рыбкой.

Новизна дипломной работы заключается в создании алгоритма получения трёхмерных координат объектов на сцене по карте высот. Практическая ценность дипломной работы заключается в расширении функциональных возможностей зарекомендовавшей себя на рынке системы автоматизации этологических экспериментов EthoStudio для работы с группой лабораторных рыб.

Для создания системы требуется выявить и сформулировать требования к системе, разработать стереопару, реализовать алгоритм получения карты глубины и разработать алгоритм получения трёхмерных координат объектов на сцене.

Дипломная работа выполняется в лаборатории цифровых методов обработки изображений института автоматики и электрометрии СО РАН в рамках заказного проекта «Система автоматического отслеживания перемещения группы лабораторных рыб».

# ГЛАВА 1. Требования к системе

## Требования к аппаратной части системы

Выявлены следующие требования к аппаратной части системы:

* Аппаратная часть системы должна представлять собой установку, состоящую из стенда для камер, системы освещения, аквариума, оборудования для обеспечения жизнедеятельность в аквариуме и компьютера;
* Стенд для камер должен уметь регулировать положение камер в двух плоскостях для возможности калибровки под произвольный аквариум;
* Система освещения должна равномерно освещать аквариум.



Рисунок 1, Модель макета аппаратной части системы

## Требования к программному обеспечению

Программа должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

* функции калибровки камер;
* функции запуска отслеживания перемещения группы лабораторных рыб системой;
* функции остановки запуска отслеживания перемещения группы лабораторных рыб системой;
* функции визуализации данных о местоположении лабораторных рыб в произвольный момент времени на трёхмерной карте;
* функции сохранения данных о местоположении лабораторных рыб;
* функции загрузки данных о местоположении лабораторных рыб.

# ГЛАВА 3. Аппаратная часть системы

Для тестовой системы мы используем следующее оборудование:

* стол;
* аквариум 700x250x400 мм3;
* фильтр, компрессор, терморегулятор;
* система освещения;
* стенд для камер;
* две камеры Point Grey FL3-U3-32S2 M-CS;
* Компьютер.

## Стенд для камер

При сборке стенда для камер мы использовали систему алюминиевых профилей для торгово-выставочного оборудования "Consta-Sib" компании ЗАО "СИБ.ПРОФИЛЬ", предназначенного для изготовления профильных конструкций. Был спроектирован и собран стенд, согласно проекту.

## Система освещения

Пластиковая панель должна быть установлена на заднюю часть аквариума для создания однородного фона при захвате изображения. Светодиодная сетка должна быть прикреплена к пластиковой панели для достаточной освещенности аквариума и для контрастности кадра видеоизображения.

# ГЛАВА 4. Программная часть системы

## Калибровка

Камеры нуждаются в калибровке. Задачу калибровки можно разбить на несколько подзадач:

* задача калибровки;
* задача поиска коэффициентов дисторсии(искажения) изображения;
* задача взаимного ориентирования (стереокалибровка).

### Задача калибровки

Задача калибровки заключается в нахождении матрицы внутренних параметров камеры, которая содержит параметры оптической системы и фотоприёмника камеры.

//Здесь будет математическое описание калибровки камеры.

### Задача поиска коэффициентов дисторсии изображения

Задача поиска коэффициентов дисторсии изображения заключается в нахождении трёх радиальных и двух тангенциальных коэффициентов дисторсии изображения. Реализуем это при помощи готовых алгоритмов библиотеки OpenCV и фреймворка EthoStudio.

//Здесь будет математическое описание поиска коэффициентов дисторсии изображения.

### Задача взаимного ориентирования

Задача взаимного ориентирования заключается в вычислении взаимного расположения камер в виде матрицы поворота **R** и вектора смещения **t**. Реализуем это при помощи готовых алгоритмов библиотеки OpenCV и фреймворка EthoStudio.

//Здесь будет математическое описание взаимного ориентирования.

## Алгоритм стереосопоставления

//TO DO

### Реализация алгоритма

Реализуем это при помощи готовых алгоритмов библиотеки OpenCV.

## Сохранение и загрузка данных

Полученные трёхмерные координаты группы рыб мы будем сохранять и загружать в своём формате. В заголовке файла мы записываем параметры эксперимента: название, количество наблюдаемых объектов, длительность эксперимента.

## Визуализация данных

Для визуализации будем использовать инструментарий OpenGL, который позволяет визуализировать трёхмерные объекты.

# ГЛАВА 5. Разработка программного обеспечения

## Средства разработки программного обеспечения

Для реализации программного обеспечения мы использовали следующие средства разработки:

* **C++98** - компилируемый статически типизированный язык программирования общего назначения.
* **Qt 4.8.5** - кроссплатформенный инструментарий разработки ПО на языке программирования C++.
* **OpenCV 2.4.10** - библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Реализована на C/C++.
* **Point Grey FlyCapture 2.0 SDK** - библиотека, разработанная специально для использования для работы с камерами Point Grey.
* **EthoStudio SDK** - система автоматизации этологических тестов EthoStudio представляет собой аппаратно-программный комплекс, включающий в себя многофункциональную установку для тестирования животных и компьютер с программным обеспечением. Реализована на C++ с использованием кроссплатформенной библиотеки Qt, библиотеки компьютерного зрения OpenCV и другого инструментария.
* **OpenGL 2.0** - спецификация, определяющая независимый от языка программирования платформонезависимый программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику.
* **Microsoft Visual C++ Compiler 10.0** - компилятор языка программирования C++ от компании Microsoft.

## Алгоритм работы программного обеспечения

Основной алгоритм работы программного обеспечения состоит из нескольких шагов:

* запускаем программу;
* запускаем алгоритм автоматического отслеживания перемещения;
* по истечению эксперимента останавливаем алгоритм отслеживания перемещения;
* выбираем визуализацию данных удобным нам образом;
* при надобности сохраняем полученный результат.

Другой сценарий работы алгоритма заключается в следующем:

* загружаем данные о перемещении группы лабораторных рыб;
* визуализируем удобным нам образом.



# ГЛАВА 6. Результаты

//TO DO

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

//TO DO

# ЛИТЕРАТУРА

Gary Bradasky, Adrian Kaehler, Learning OpenCV: Computer Vision using the OpenCV Library

Richard Hartley, Andrew Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision

Документация библиотеки OpenCV

Документация Point Grey FlyCapture 2.0 SDK