

УДК 680.621.384

Чусова У. П., студентка, Корецкая Г. А., ст. преподаватель  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Chusova Uliana, student, Koretskaya Galina, lecturer  
(KuzSTU, Kemerovo)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИНОКУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

### DESIGN OF BINOCULAR VISION SYSTEM

#### Аннотация

Для исследования метода получения объемной модели наблюдаемого пространства на основе бинокулярной системы технического зрения разработана и описана функциональная схема экспериментального стенда

#### Abstract

To study the method for producing three-dimensional model of observable space-based binocular vision system developed and described a functional diagram of the experimental stand

Использование бинокулярной системы технического зрения (БСТЗ) позволяет получить объемную модель окружающего пространства в реальном времени. Подобные системы могут быть использованы в различных областях науки и техники, как при визуальной навигации незрячих и слабовидящих людей, так и при навигации мобильных роботов [1].

Бинокулярное зрение – это способность одновременно воспринимать информацию об окружающей среде обоими глазами, благодаря чему обеспечивается объемное восприятие сцены и объектов. Оно позволяет вычислить их взаимное расположение в трехмерном пространстве. БСТЗ основаны на бинокулярном зрении, которым обладает человек, в соответствии с рис. 1.

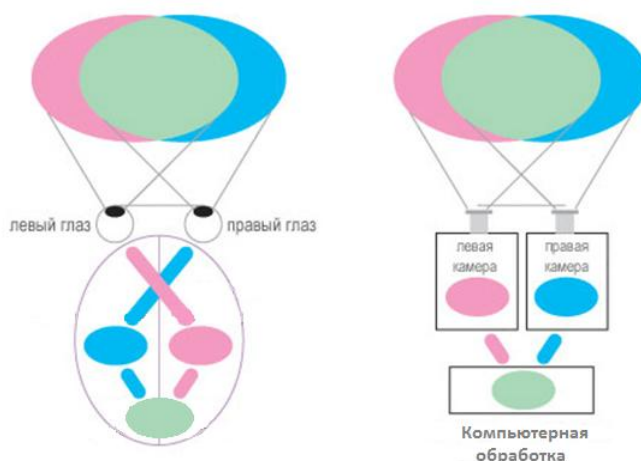


Рис. 1. Бинокулярное зрение и соответствующая бинокулярная система

Используя алгоритмы фотограмметрии, появляется возможность оценить расстояние до анализируемой сцены и получить объемную модель окружающей среды в реальном времени с помощью изображений от двух видеокамер. Основопологающей задачей при разработке подобных систем является процедура калибровки видеокамер, представляющих собой стереопару, т.к. могут возникнуть проблемы с точностью соотношения двух камер относительно друг друга и внутренними настройками камеры, что приведет к получению искаженного изображения [2].

Задачей оценки структуры сцены является определение координат точек в пространстве. Необходимо вычислить параметры камер и, используя метод триангуляции, в соответствии с рис. 2, определить соотношения между двумя изображениями.

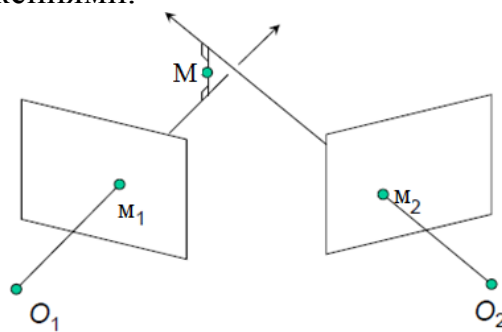


Рис. 2. Метод триангуляции

На рис. 2 два снимка одной сцены получены с разных точек проекций. Пусть дана точка в пространстве и известны две камеры с центрами проекций  $O_1$ ,  $O_2$ , на которых измерены точки  $m_1$ ,  $m_2$ , являющиеся образами одной и той же точки пространства  $M$ . Для вычисления координат точки  $M$ ,  $m_1$  и  $m_2$  ставим в соответствие лучи, и так как обычно они не пересекаются, то ищем общий перпендикуляр и среднюю точку, применяя метод средней точки.

В предлагаемой системе бинокулярного зрения используются две идентичные камеры, расположенные друг от друга на фиксированном расстоянии  $d=15$  см (обычно оптимальное значение до десятков сантиметров), в соответствии с рис. 3

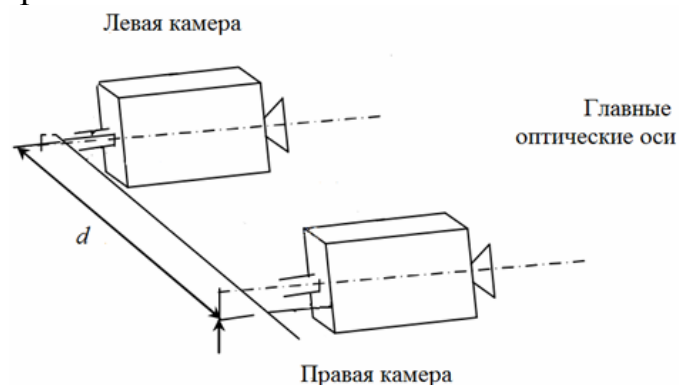


Рис. 3. Расположение камер в предлагаемой бинокулярной системе

Камеры размещены в одной плоскости таким образом, что главные оптические оси камер являются взаимно параллельными друг другу и перпендикулярными плоскости камер. Установка является мобильной. На начальном этапе разработки стереосистема вмонтирована на штатив, в дальнейшем – перенесена на мобильного робота.

Главным достоинством данной установки (рис. 3), является высокая точность распознавания объектов на близких расстояниях, однако при большем отдалении анализируемой области погрешность возрастает.

Реализацию проектируемой системы можно разделить на четыре основных этапа: получение изображений; калибровка камер; оценка глубины; автономное управление мобильным роботом (рис. 4).



Рис. 4. Структурная схема проектируемой бинокулярной системы

Геометрическая схема проектируемой установки представлена на рис. 5. Две камеры с оптической осью параллельны друг другу и находятся на расстоянии  $d=15$  см.

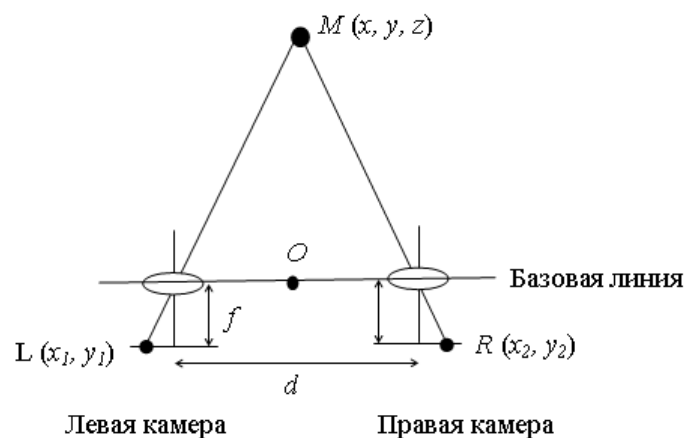


Рис. 5. Геометрическая схема проектируемой установки:  
 $f$  – фокусное расстояние обеих камер; начало координат точка  $O$ ;

$M(x, y, z)$  – точка в мировых координатах в пространстве (3D);

$L(x_1, y_1)$  – левая и  $R(x_2, y_2)$  – правая проекции точки  $M$

Формулы для вычисления трехмерные координаты точки:

$$x = -\frac{x_1 \cdot d}{x_1 - x_2}, y = -\frac{y_1 \cdot d}{y_1 - y_2}, z = -\frac{f_L(x_1 - x_2 - d)}{x_1 - x_2}.$$

Для проведения эксперимента используются 2 идентичные USB-камеры *LogitechC270* с техническими характеристиками:

Разрешение матрицы	0.9 Мп
Размер и тип сенсора	CMOS
Видеоразрешение	1280x720
Дополнительно	Автоматическая коррекция освещенности Технология <i>LogitechFluidCrystal</i> Фотосъемка до 3,0 мегапикселей
Тип фокусировки	<i>Fixed Focus</i> (от 40 см)

Конечная функциональная схема станда представлена на рис. 6, внешний вид установки – на рис. 7.

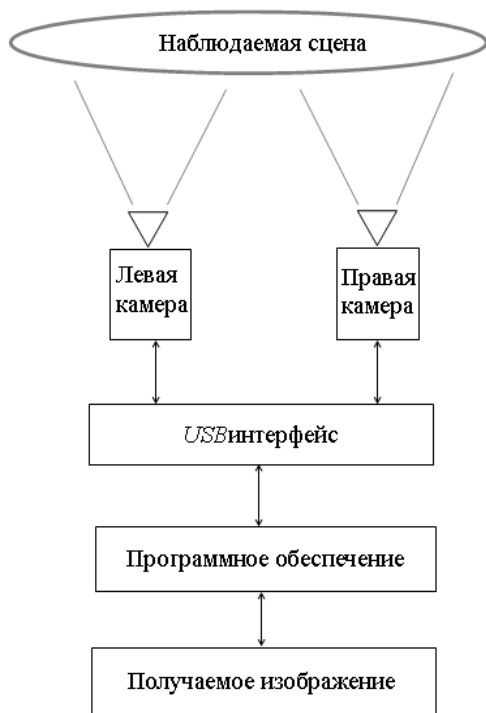


Рис. 6. Функциональная схема станда



Рис. 7. Внешний вид установки

Разработанный экспериментальный стенд имеет простую конструкцию. Он позволяет получить трёхмерное изображение объектов и сцен в реальном времени и построить объёмную модель окружающего пространства. В системе бинокулярного зрения присутствуют недостатки:

- контроль ограниченной области;
- слабая светочувствительность, что не позволяет работать при низком освещении;
- равные фокусные расстояния камер;
- параллельность оптических осей.

Поэтому, следующим этапом исследования является изучение классического метода калибровки, предложенного Р. Цаем (*R.Tsai*) [3] с целью усовершенствования предлагаемого калибровочного стенда. Метод Цая является эффективным и универсальным и имеет минимальную ошибку в плоскости изображения [4].

Дальнейшая работа направлена на разработку алгоритма обработки изображений к случаю изображений с существенной дисперсией и программного обеспечения для построения карты глубины внешней среды.

#### Список литературы

1. Черноножкин, В. А Система локальной навигации для наземных мобильных роботов / В. А. Черноножкин, С. А. Половко // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики 2008. – № 57, с. 13-21.
2. Титов, В. С. Направления развития методов, алгоритмов и аппаратных средств повышения качества изображений оптико-электронных систем/ Титов В. С., Труфанов М. И. // Известия ВУЗов. Приборостроение. – 2013. № 6, с. 7-11.
3. Tsai, R.Y. A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses //IEEE Int. Journal on Robotics and Automation, 1987. – P. 323 – 344.
4. Horn, B. K. P. Tsai`s Camera Calibration Method Revisited / B. K. P. Horn // New York: Cambridge, 2000. – 13 p.