

# Определение положения джойстика по изображениям с видеокамеры для управления объектом в виртуальном пространстве

В. А. Мосягин

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ),  
Нижний Новгород, Россия  
valery.mosyagin@gmail.com

## Аннотация

Данная статья описывает систему для определения положения джойстика для управления объектом на экране компьютера. Она основана на анализе изображений джойстика с жестко закрепленным на нём шаблоном. Изображения поступают с видеокамеры. В качестве шаблона взята черно-белая шахматная картинка. Полученное положение джойстика в пространстве используется для управления объектом в симуляторе полета.

**Ключевые слова:** беспроводной джойстик, компьютерное зрение, OpenCV, виртуальная реальность.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время получают широкое распространение системы виртуальной реальности. Одно из требований к используемым устройствам управления, свободное перемещение их в пространстве. Для определения положения реального объекта (устройства управления) могут использоваться различные решения, которые могут быть выполнены на основе акселерометров, ультразвуковых датчиков и т. д. Передача информации может осуществляться, например, с использованием радиосигнала. Но эти решения являются специализированными и поэтому относительно дорогими.

В данной работе рассмотрена задача реализации беспроводного джойстика, оценка положения которого в пространстве основана на анализе его изображения получаемого видеокамерой. Сам джойстик представляет собой пассивное устройство. В качестве источника изображений используется вебкамера. Предложенный алгоритм достаточно эффективен для применения его в режиме реального времени для управления интерактивным игровым процессом.

## 2. СУЩЕСТВУЮЩИЙ ПОДХОД

Данная работа демонстрирует альтернативный подход к решению задачи управления виртуальным объектом с использованием видеокамеры. В работе [1] рассматривалось построение подобной системы, где в качестве объекта, при помощи которого выполняется управление, была использована игрушка, сделанная из конструктора Лего. Недостатками такого решения является, во-первых, неестественность управления, т. к. при управлении полетом, игрушка, например, в виде самолета, удерживается не в том положении, которое соответствует летящему объекту; а также наличие бликов, которые вызываются тем, что игрушка состоит из гладких пластмассовых деталей. Блики на получаемом с камеры изображении дают белый цвет и

делают невозможным цветовой и структурный анализ изображения.

## 3. КОНСТРУКЦИЯ ДЖОЙСТИКА

Общий вид джойстика представлен на рис. 1. Он состоит из ручки от обычного джойстика с жестко закрепленным на нем черно-белым изображением части шахматной доски (шаблон), напечатанным на листе бумаги.



Рис. 1. Внешний вид джойстика

Данная конструкция была выбрана по следующим соображениям: во-первых, человеку более привычно использовать для управления ручку джойстика, во-вторых, геометрия шаблона известна с высокой точностью. Его изображение черно-белое и поэтому высококонтрастное, что дает более простой и устойчивый его поиск и анализ.

## 4. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА

Система работает в режиме реального времени, и обрабатывается каждый кадр, поступающий с видеокамеры. Для каждого кадра выполняются следующие действия:

- Найти на текущем кадре шаблон и его узловые точки.
- Определить положение шаблона в пространстве относительно камеры.
- Вычислить углы наклона джойстика.
- Передать найденные углы в игровое приложение.

#### 4.1 Нахождение изображения шаблона и узловых точек

Поиск узловых точек шаблона необходим для нахождения их однозначного соответствия между положением на самом объекте и его изображении. Данное соответствие необходимо для алгоритмов вычисляющих положения объекта в пространстве.

Для нахождения шаблона выполняются следующие действия. Полученное с камеры цветное изображение переводится в черно-белое, представленное градациями серого. Серое изображение переводится в двухцветное черно-белое с использованием некоторого порога. На полученном изображении производится построение контуров. Из найденных контуров выбираются те, которые могут быть похожи на квадраты шахматной доски. Для найденных квадратов ищутся узловые точки их касания. Найденные точки проверяются на условие принадлежности их эталону. Если все условия выполнены, то узловые точки шаблона считаются найденными.

#### 4.2 Определение положения шаблона в пространстве

Для определения положения шаблона в пространстве необходимо знать значение внутренних параметров камеры. В данном случае это фокусное расстояние и положение центра проекции. Поэтому для работы алгоритма используется видекамера, внутренние параметры которой должны быть известны, либо определены перед запуском.

Итак, на данном этапе нам известно положение узловых точек на самом шаблоне и их соответствие на кадре. Имея эти данные, положение шаблонного объекта в пространстве может быть найдено [3].

#### 4.3 Определение углов

Найденное положение шаблона задается вектором переноса и матрицей поворота. Эти параметры сами по себе не могут быть использованы как значения положения углов наклона джойстика, которые могут быть переданы в игровое приложение. Поэтому параметры должны быть переведены в два угла, которые могут быть использованы для управления полетом.

### 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для реализации алгоритма была использована библиотека компьютерного зрения Intel Open Source Computer Vision Library (OpenCV) [2]. В качестве тестового приложения было выбрано демонстрационное приложение из примеров по Microsoft DirectX, в котором производится полет над некоторой территорией по замкнутому маршруту. В приложение было добавлено использование двух параметров определяющих положение джойстика. Наклон джойстика вперед-назад меняет положение носа корабля и отвечает за изменение высоты полета. Наклон джойстика вправо-влево отвечает за поворот корабля соответственно вправо-влево.

Таким образом, предлагаемая система состоит из двух приложений: первое осуществляет захват видео, его анализ и определение положения джойстика в пространстве, а второе - симулятор полета. Параметры в игровое приложение передаются через разделяемую память. В качестве камеры

для захвата изображения применялась вебкамера с разрешением 640x480.

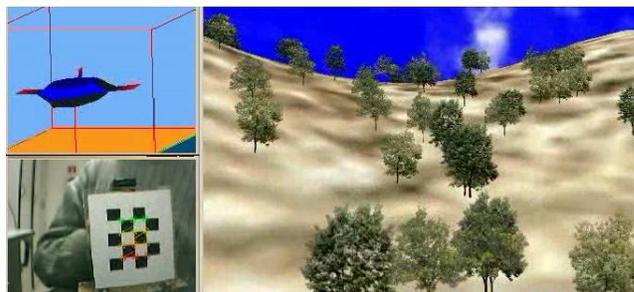


Рис. 2. Рабочее окно симулятора полета

На рис 2. показано изображение игрового процесса, взятое с экрана компьютера. Слева внизу представлено изображение, получаемое камерой. Слева сверху положение виртуального корабля. Справа вид из кабины корабля.

Использование данной системы показало, что выбранный подход к решению поставленной задачи физического управления виртуальным объектом является достаточно удобным. Управление джойстиком получается плавным и позволяет свободно перемещаться по игровому пространству.

### 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа посвящена созданию беспроводной системы управления, основанной на технологиях компьютерного зрения. Была представлена конструкция устройства управления для систем виртуальной реальности. Алгоритм для получения его положения был реализован и испытан в приложении. Данный подход может быть применен для решения задач, требующих управления. Возможности данной системы могут быть расширены, т. к. положение объекта в пространстве описывается шестью параметрами, а в данной работе использовалось только два.

### 7. БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Bradski G., Eruhimov V., Molinov S., Mosyagin V., Pisarevsky V.. *A Video Joystick from a Toy. PUI 2001.*
- [2] Bradski G., Pisarevsky V., *Intel's Computer Vision Library: applications in stereo, calibration. CVPR 2000, V.2, 796-797.*
- [3] Faugeras O., *Three-dimensional computer vision. The MIT Press, second printing, 1996.*

#### Об авторе

Валерий Александрович Мосягин – аспирант общетехнического факультета Нижегородского архитектурно-строительного университета.  
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.  
ННГАСУ, общетехнический факультет, кафедра начертательной геометрии, машинной графики и теоретических основ САПР.  
E-mail: valery.mosyagin@gmail.com

# Obtaining position of joystick by images from videocamera for object manipulation in virtual reality

## Abstract

The paper is devoted to an algorithm for obtaining joystick position. It's based on image analysis of joystick with pattern connected with handle. Image is getting from videocamera. Black and white part of chessboard is using as pattern. Obtained position of joystick is using for flight simulator.

**Keywords:** *wireless joystick, computer vision, OpenCV, virtual reality.*

## About the author

Valery Mosyagin is a Ph. D. student at Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. His contact e-mail: [valery.mosyagin@gmail.com](mailto:valery.mosyagin@gmail.com)