Государственное образовательное учреждение высшего образования



*«Московский государственный технический университет*

*им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»*

*(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*ФАКУЛЬТЕТ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»*

*КАФЕДРА «ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ И РОБОТЫ»*

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТА НА ТЕМУ

«СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОПОРНЫХ МАРКЕРОВ»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Руководитель НИРС | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | (Макашов А.А.) |
|  | (подпись, дата) |  |
| Исполнитель НИРС,  студент группы СМ11-11М |  | (Андреев Е.В.) |

Москва, 2019 г.

РЕФЕРАТ

Отчёт на \_\_ стр., \_ ч., 20 рис., 11 источников, 3 таблицы.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОПОРНЫХ МАРКЕРОВ.

Перечень ключевых слов:

Целью данной работы является

Результаты работы:

В данной работе были определены

Оглавление

[Введение 4](#_Toc26483149)

[1. Маркеры ARuCO 5](#_Toc26483150)

[Определение зависимости размера маркера от расстояния и разрешения камеры 6](#_Toc26483151)

[Локализация аппарата по светодиодам 10](#_Toc26483152)

# Введение

В данной работе объектом исследования являются опорные маркеры, использующиеся в робототехнике для навигации в пространстве. АНПА необходимо произвести стыковку с донной зарядной станцией. Предлагается осуществлять наведение и позиционирование аппарата с помощью видеокамер (ВК). установленных на АНПА и опорных маркеров определённого типа. Считаем, что аппарат оснащён всеми необходимыми датчиками, вопросы маневрирования в данной работе не рассматриваются.

Цель работы – изучение различных типов опорных маркеров и определение их применимости в подводной робототехнике.

Задачи:

- исследование имеющихся готовых программных решений для обнаружения и определения маркеров;

- определение зависимости габаритов маркера от дальности и разрешения ВК;

- определение влияния шумов и эффекта размытия на точность идентификации маркеров;

- разработка алгоритма распознавания светодиодов в качестве реперных объектов;

- компоновка конструкции зарядной станции и выбранных средств наведения.

# 1. Маркеры ARuCO

Опорным маркером может являться любая фигура. Однако на практике разработчики программного обеспечения мобильных роботов ограничины такими факторами, как разрешение видеокамеры, особенностями цветопередачи и освещённости конкретной среды эксплуатации, вычислительной мощностью оборудования. Поэтому выбирается обычно черно-белый маркер простой формы. Как правило это прямоугольник или квадрат со вписанным во внутрь идентификатором-образом.  
В статье [1] описаны основные типы маркеров (рис. 1).

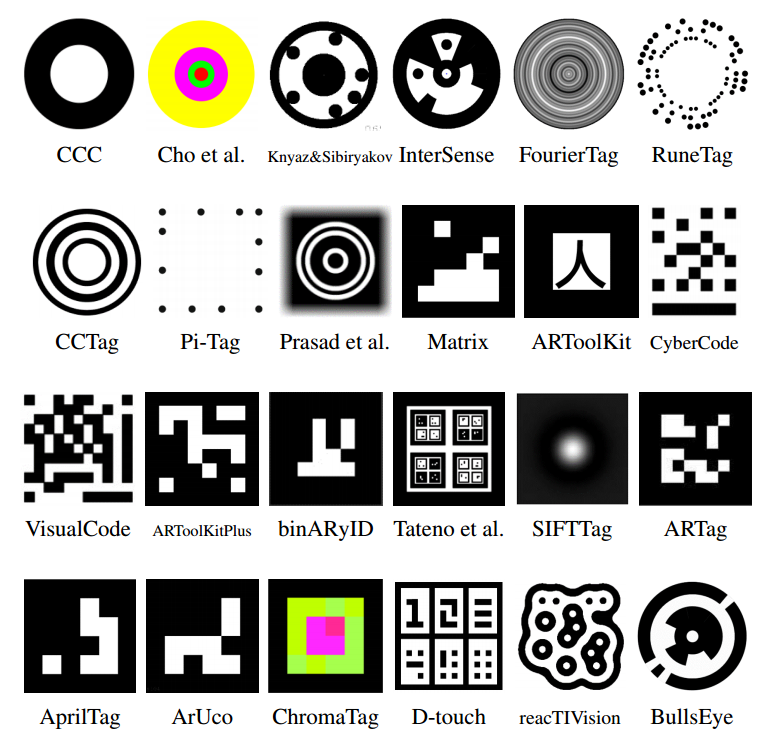


Рисунок 1 – Различные типы опорных маркеров

Одним из наиболее популярных типов является ARuCo маркер, поскольку его реализация включена в стандартный пакет поставки билиотеки компьютерного зрения OpenCV (до версии 4) и вынесена в отдельный модуль пакета OpenCV-contrib начиная с версии 4.

# Определение зависимости размера маркера от расстояния и разрешения камеры

l1 = 515 мм

l2 = 352 мм

l3 = 187 мм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размер | Расстояние | Определяется? |
| xs (60 x 60 мм) | l1 | Нет |
| l2 | Нет |
| l3 | Да |
| s (90 x 90 мм) | l1 | Нет |
| l2 | Нет |
| l3 | Да |
| m (130 x 130 мм) | l1 | Да |
| l2 | Да |
| l3 | Да |

Выявим пороговые значения для маркеров размерами xs и s. Схема эксперимента показана на рисунке 1.

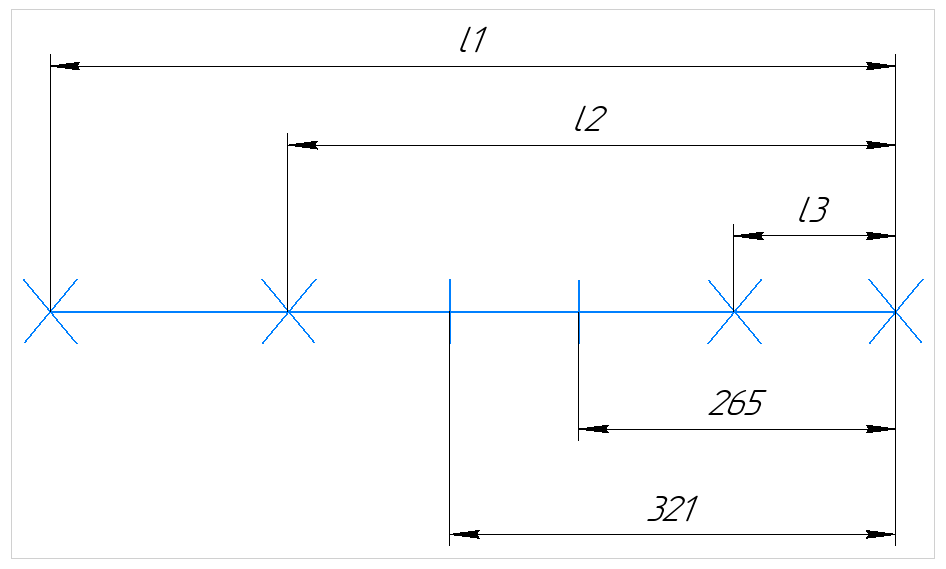


Рисунок 1 – Схема эксперимента

Пороговое расстояние для маркера xs равно 265 мм, при этом сам маркер имеет размеры 33 х 33 пикселя (рис. 2).

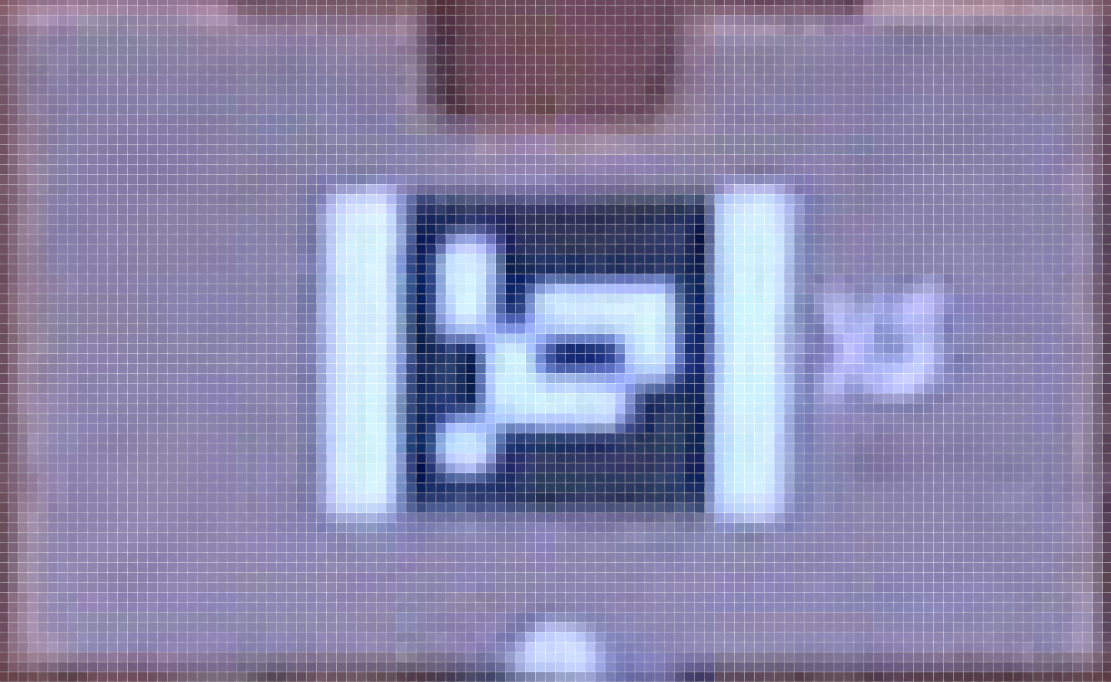


Рисунок 2 – Размеры маркера «xs»

Пороговое расстояние для маркера s равно 321 мм, при этом сам маркер имеет размеры 40 х 40 пикселя (рис. 2).

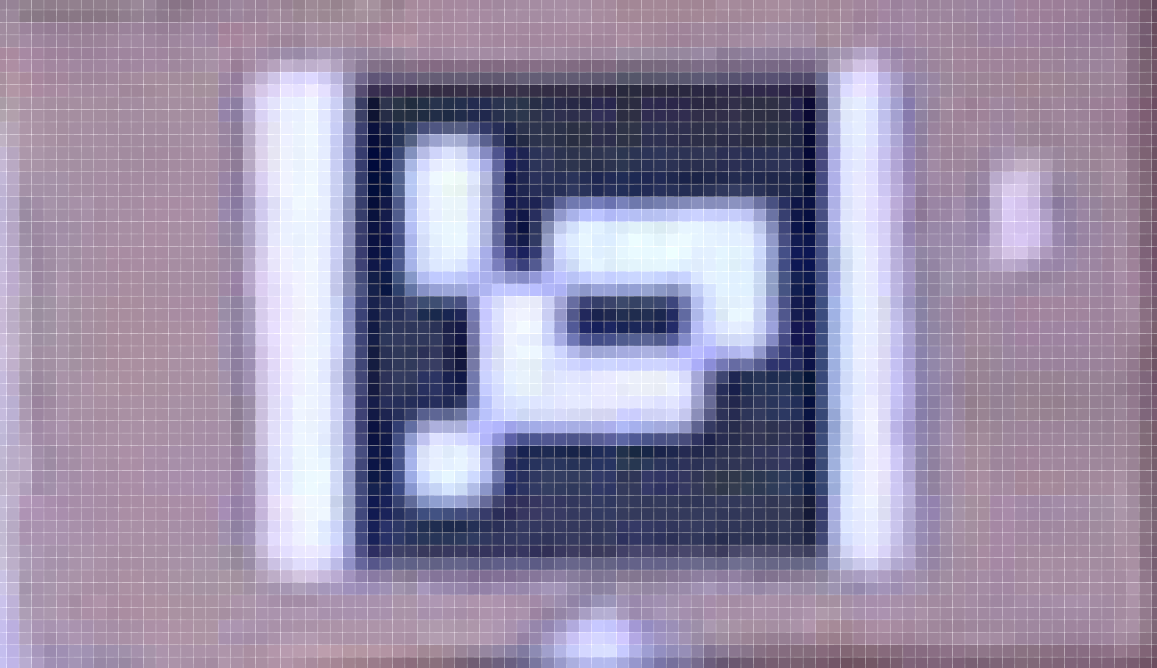


Рисунок 3 – Размеры маркера «s»

Очевидно, что размер макрека зависит прямо пропорционально от дальности и обратно пропорционально от разрешения. Влияние угла обзора камеры и его уменьшение при вереходе лучей из воздушной среды водную, искажения, вызванные движением воды на данном этапе не учитываем.

,

M – размер маркера, мм

k – масштабный коэффициент, пиксели

l - расстояние до маркера

r – разрешение камеры по ширине кадра

, отсюда .

Примем.

Таким образом, в идеальных условиях габариты опорного маркера, необходимые для его обнаружения с 10 метров:



# Локализация аппарата по светодиодам

В качестве маркеров предлагается использовать