

Кафедра Систем управления и информатики

Выпускная квалификационная работа на тему:

Совместное управление в задачах навигации мобильных платформ

Выполнил: Дема Николай Юрьевич, гр. Р3435
Nicko_Dema@corp.ifmo.ru

Руководитель: Колюбин Сергей Алексеевич, к.т.н.

Санкт – Петербург, 2017

Актуальность работы

1



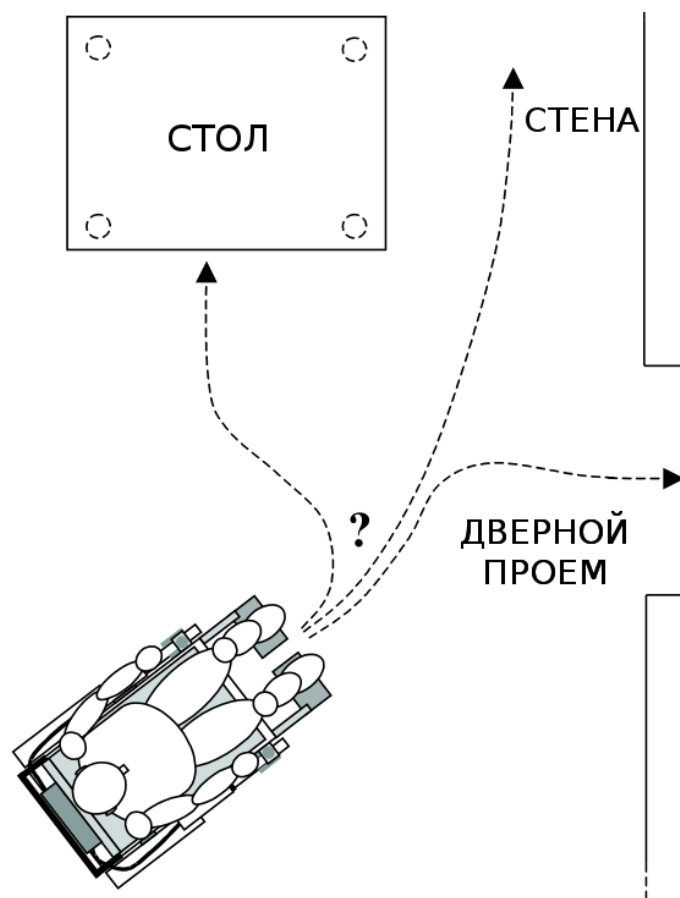
2



3



Существующие решения



Различный уровень вовлеченности человека в процесс управления:

- Предотвращение столкновений
- Корректировка задающего воздействия
- Автономное движение платформы

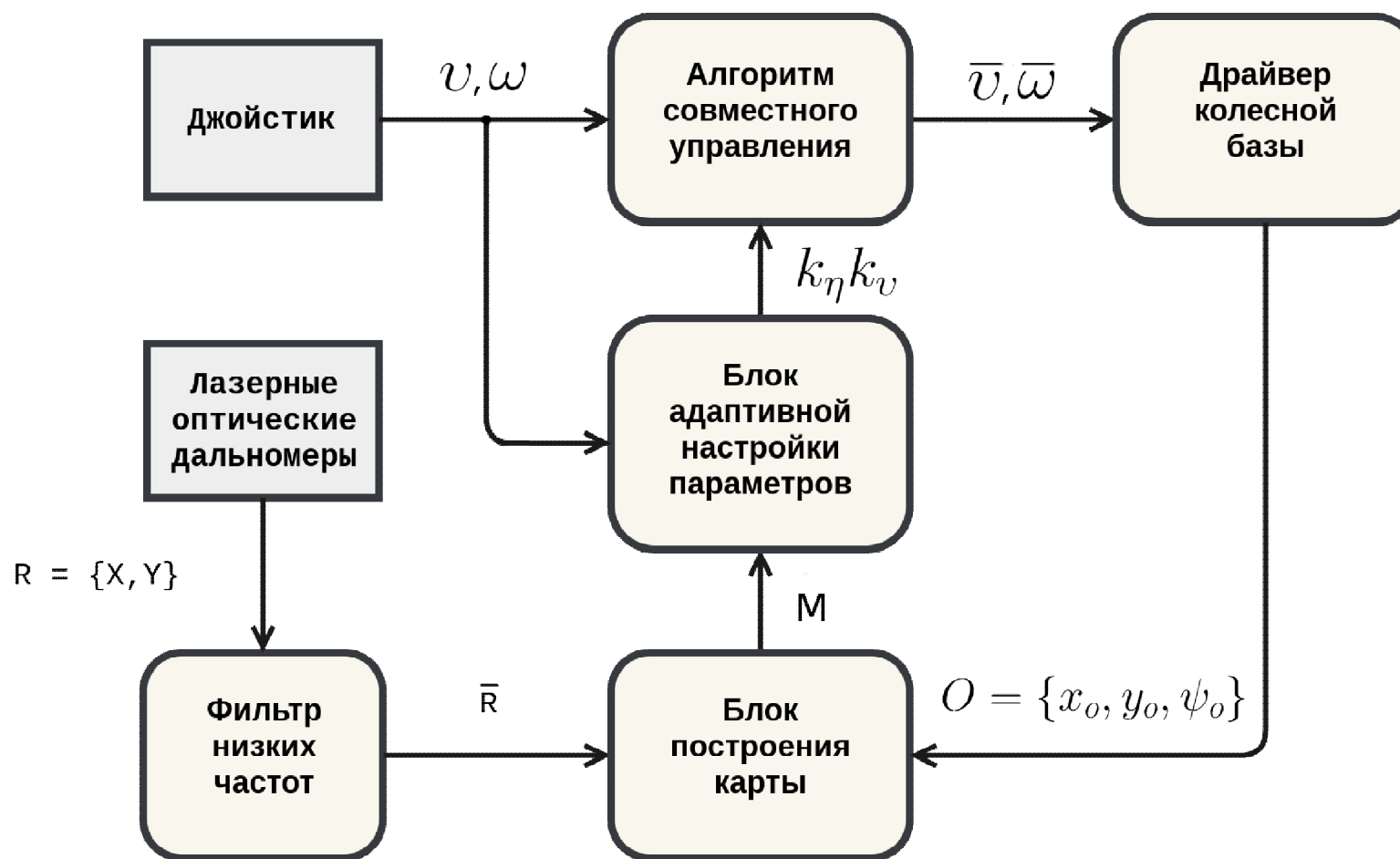
В большинстве предлагаемых работ используется лазерный сканирующий дальномер

Постановка задачи

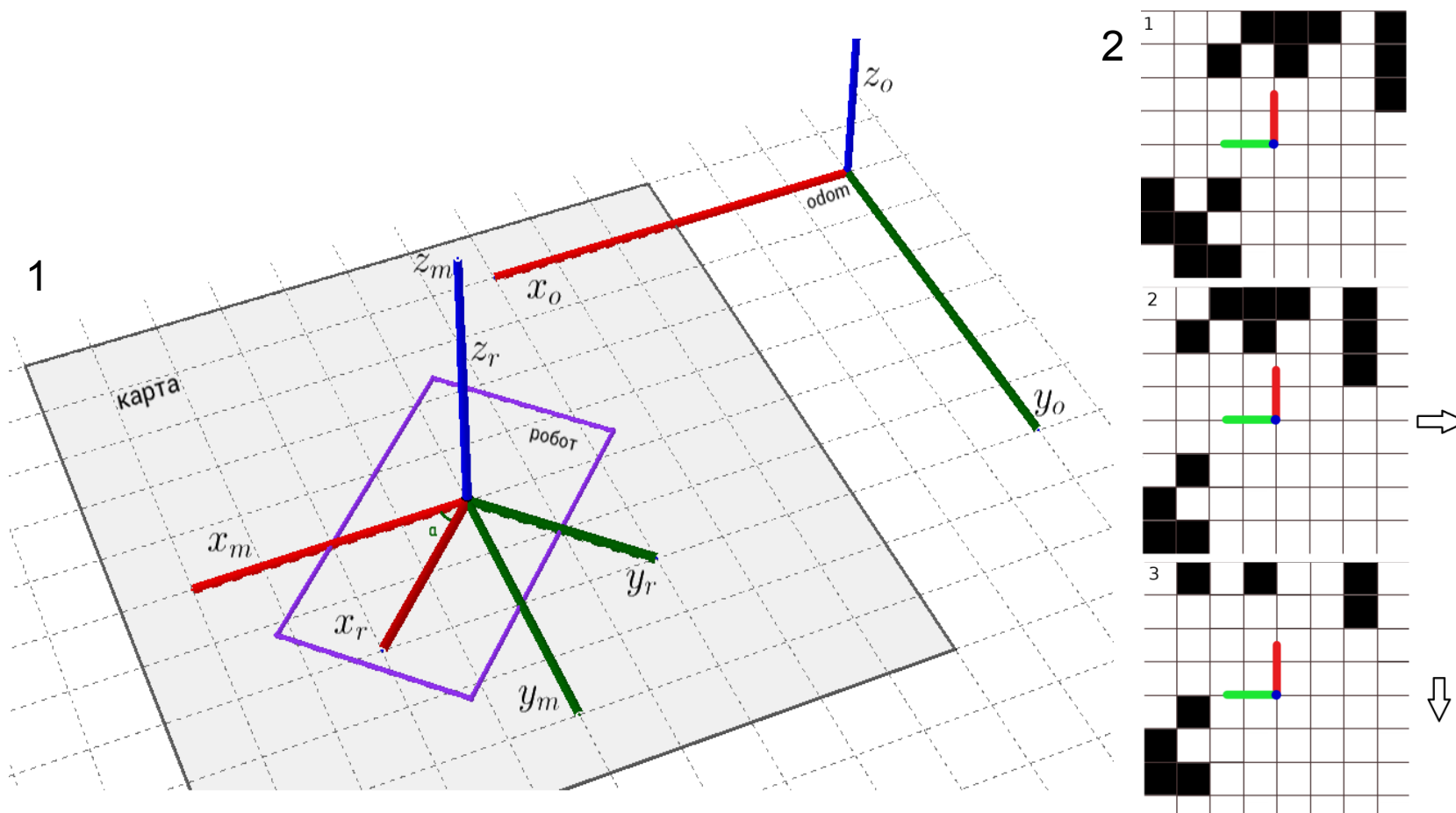
1. Требуется разработать алгоритм совместного управления движением мобильной робототехнической платформы на основе показаний с датномеров и данных одометрии с целью предотвращения столкновений с препятствиями окружающей среды
2. Реализовать полученный алгоритм в виде программы
3. Провести апробацию полученного алгоритма на базе мобильной робототехнической платформы Robotino



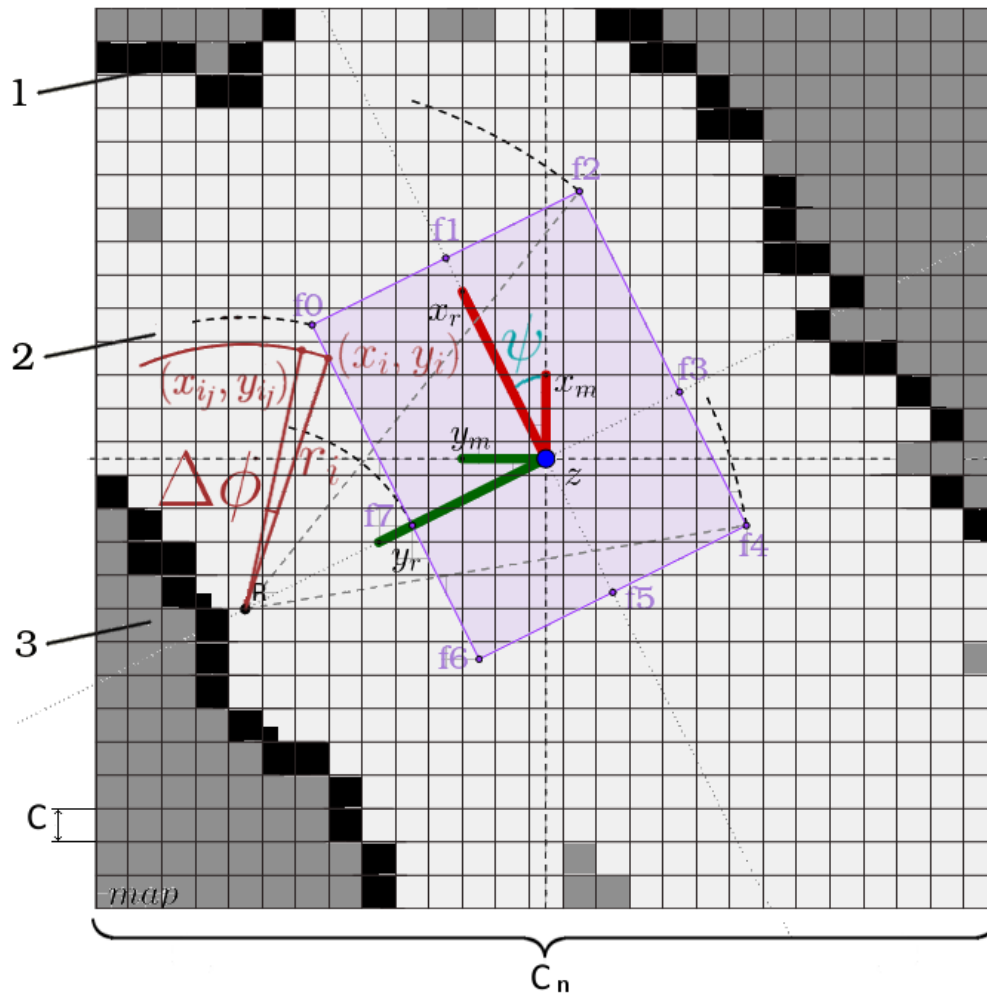
Функциональная схема



Метод построения локальной карты



Метод обнаружения препятствий



$$r = \frac{180^\circ v}{\pi \omega} \quad (1)$$

$$R = (0, r) \quad (2)$$

$$r_i = \sqrt{x_i^2 + (y_i - r)^2} \quad (3)$$

$$\Delta\phi = \frac{C}{r_i} \text{sign}(\omega) \quad (4)$$

$$x_{i,j+1} = x_{i,j} \cos(\Delta\phi) - (y_{i,j} - r) \sin(\Delta\phi) \quad (5)$$

$$y_{i,j+1} = (y_{i,j} - r) \cos(\Delta\phi) + x_{i,j} \sin(\Delta\phi) + r \quad (6)$$

$$x_{i,jmap} = x_{i,j} \cos(\psi) - y_{i,j} \sin(\psi) \quad (7)$$

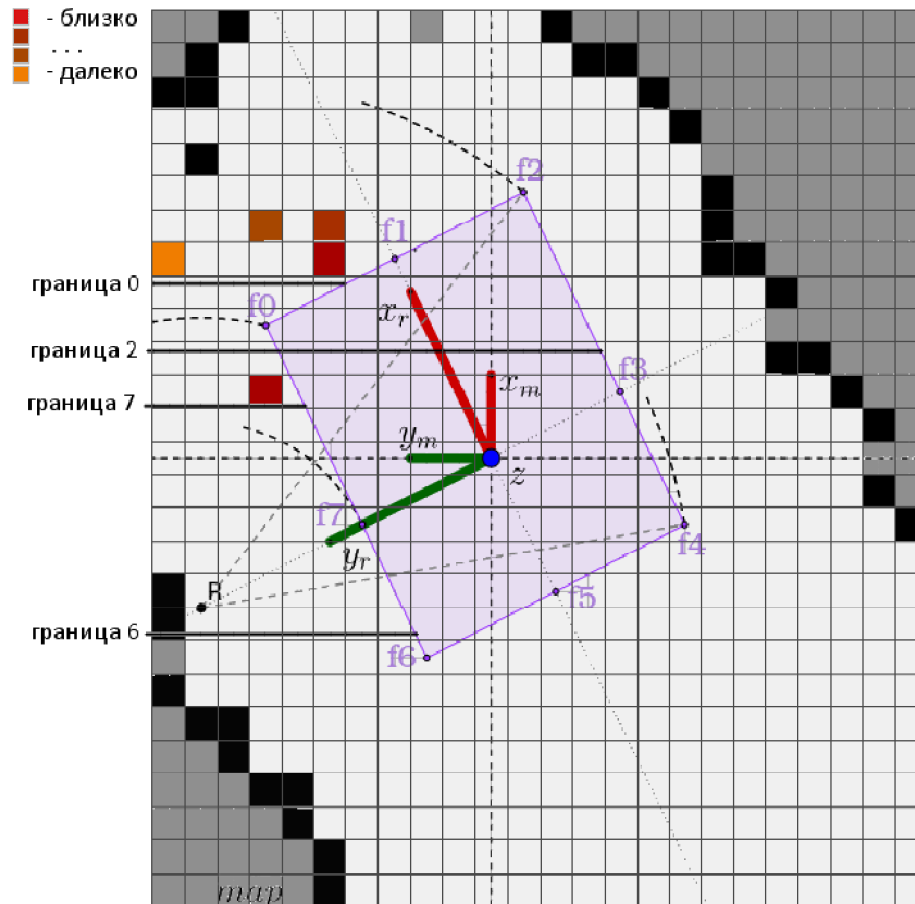
$$y_{i,jmap} = y_{i,j} \cos(\psi) + x_{i,j} \sin(\psi) \quad (8)$$

$$m_{x_{i,j}} = \begin{cases} \frac{C_n+1}{2}, & -\frac{C}{2} < x_{i,jmap} < \frac{C}{2} \\ \left\lceil \frac{x_{i,jmap}}{C} \right\rceil + \frac{C_n+1}{2}, & \frac{C}{2} < |x_{i,jmap}| \end{cases} \quad (9)$$

$$m_{y_{i,j}} = \begin{cases} \frac{C_n+1}{2}, & -\frac{C}{2} < y_{i,jmap} < \frac{C}{2} \\ \left\lceil \frac{y_{i,jmap}}{C} \right\rceil + \frac{C_n+1}{2}, & \frac{C}{2} < |y_{i,jmap}| \end{cases} \quad (10)$$



Алгоритм совместного управления



$$p_i = s_i C, \quad (11)$$

где s_i – количество итераций до обнаружения препятствия соответствующей точки.

$$d_k = \min_{p_i} \{p_0, \dots, p_n\}, k = 0..7, \quad (12)$$

где n – количество точек в соответствующей грани.

Выход алгоритма :

$$\bar{v} = k_\eta k_v v \quad (13)$$

$$\bar{\omega} = k_\eta k_\omega \omega, \quad (14)$$

где соответствующие параметры находятся как

$$k_v = \begin{cases} \min_{d_i} \{d_0, d_1\} / D, & v > 0 \\ \min_{d_i} \{d_4, d_5\} / D, & v < 0 \\ 0, & v = 0 \end{cases} \quad (15)$$

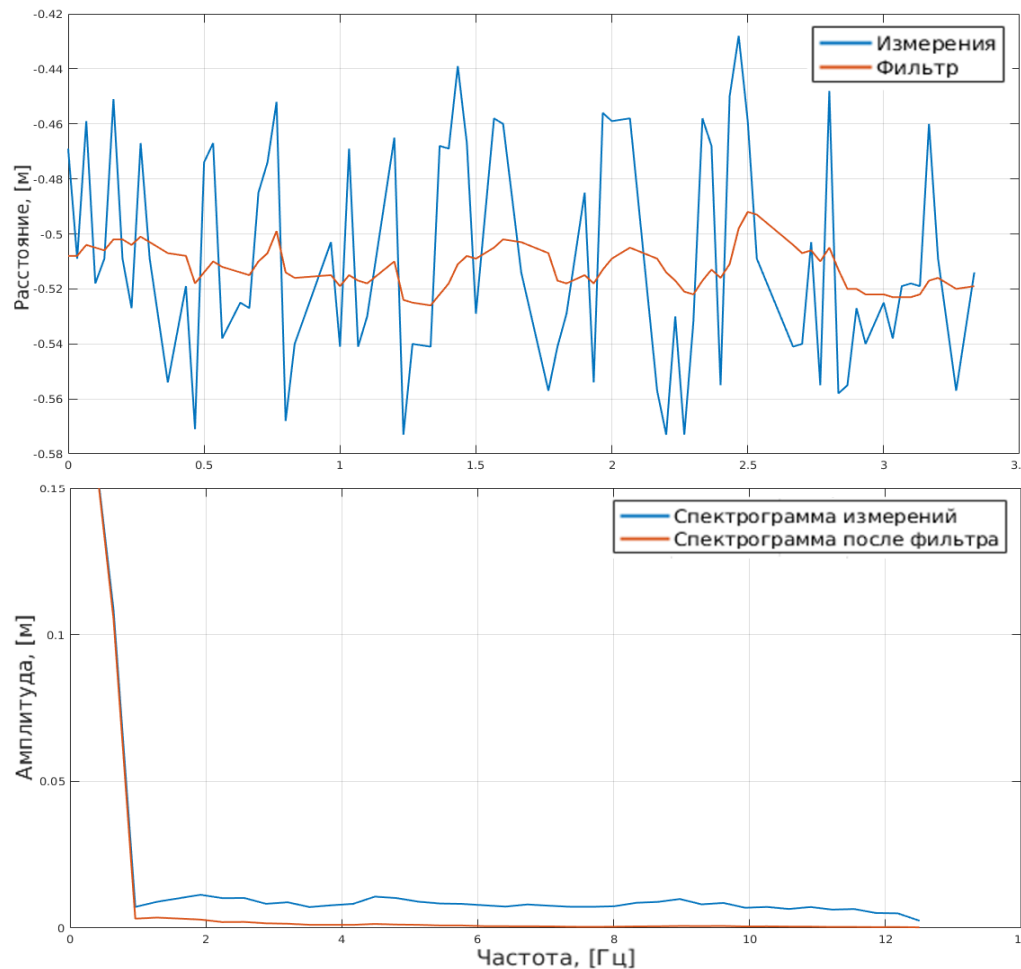
$$k_\omega = \frac{\min_{d_j} \{d_0, \dots, d_7\}}{D} \quad (16)$$

$$k_\eta = 1 - \frac{f_{speed} - f_{map}}{f_{speed}}, \quad (17)$$

где D – минимальное безопасное расстояние;

f_{speed} и f_{map} – частота обновления задающих команд скорости v и ω и частота обновления карты соответственно

Фильтр показаний лазерных оптических дальномеров



Выбран метод экспоненциально взвешенного скользящего среднего*:

$$\rho_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)\rho_{t-1}, \quad (18)$$

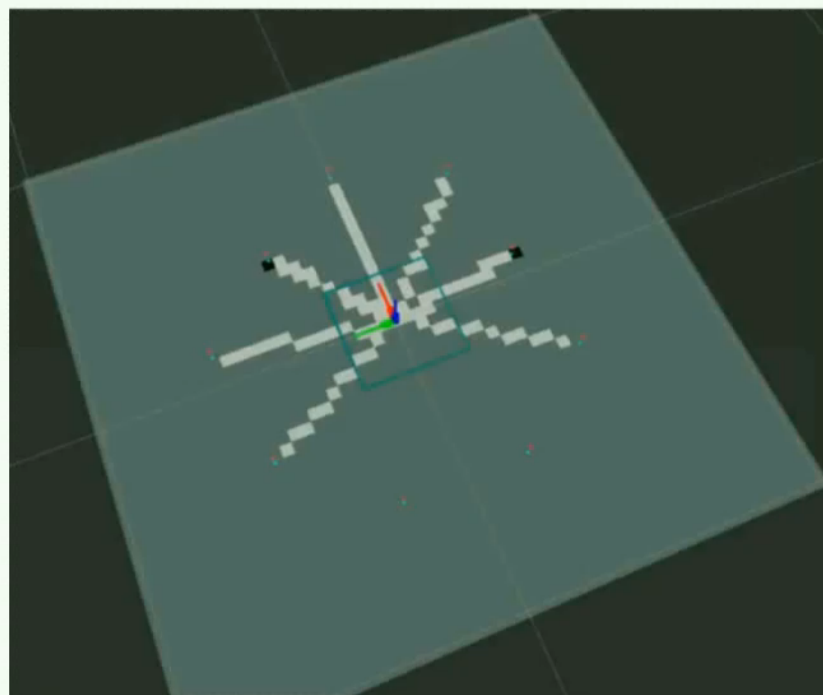
где α - сглаживающая константа, характеризующая скорость уменьшения весов и рассчитываемая как:

$$\alpha = 1 - e^{-\Delta T f}, \quad (19)$$

где f – частота, ограничивающая полосу пропускания фильтра, а ΔT – период дискретизации сигнала.

* Newbold, P. (1995)

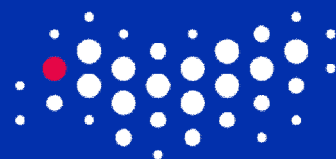
Проведение эксперимента



Заключение

В данной выпускной квалификационной работе:

1. Был разработан алгоритм совместного управления мобильной робототехнической платформой на основе показаний с датчиков и одометрии
2. Полученный алгоритм реализован в виде программы и успешно апробирован в эксперименте на базе платформы Robotino

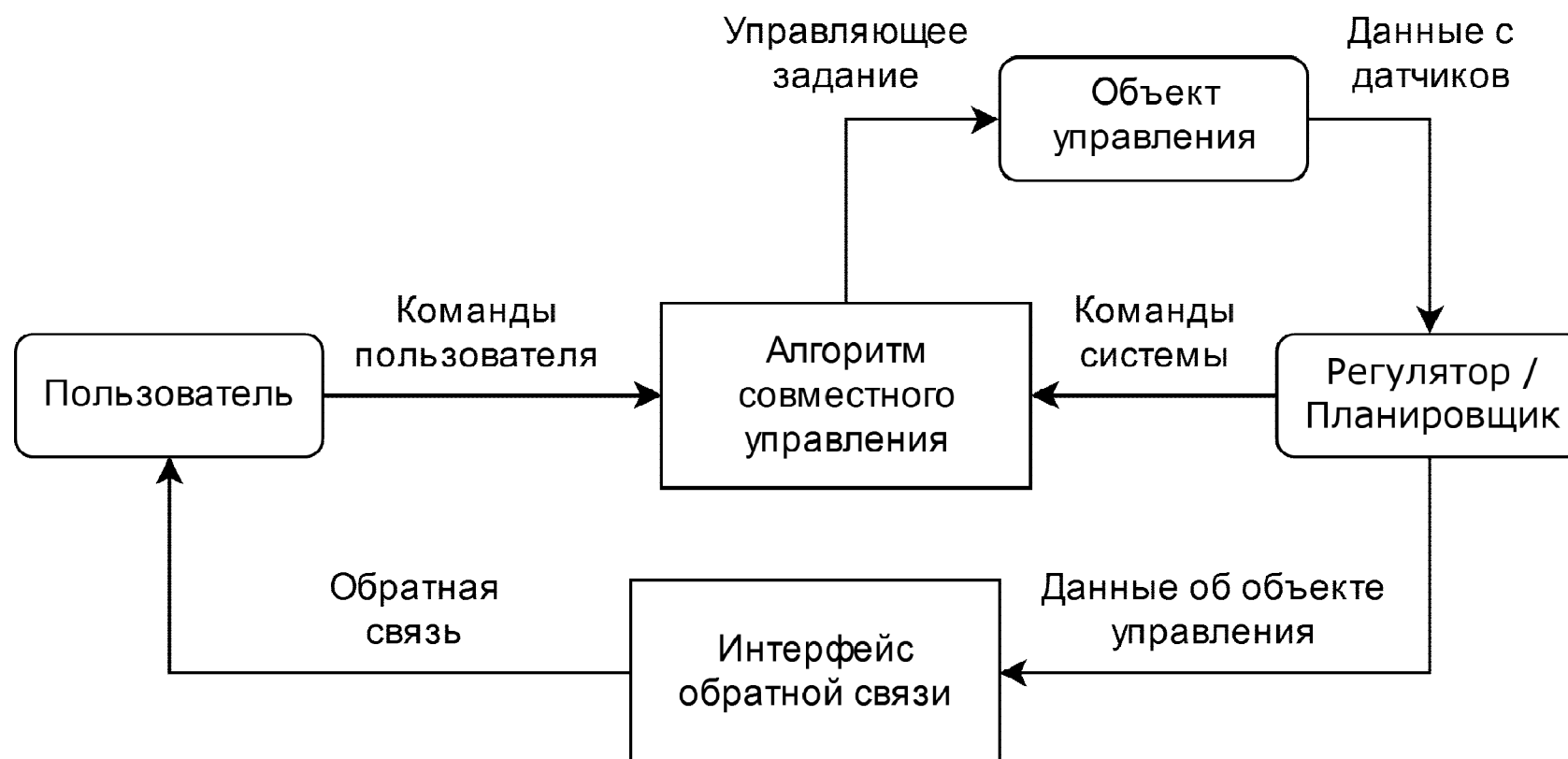


УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Спасибо за внимание!

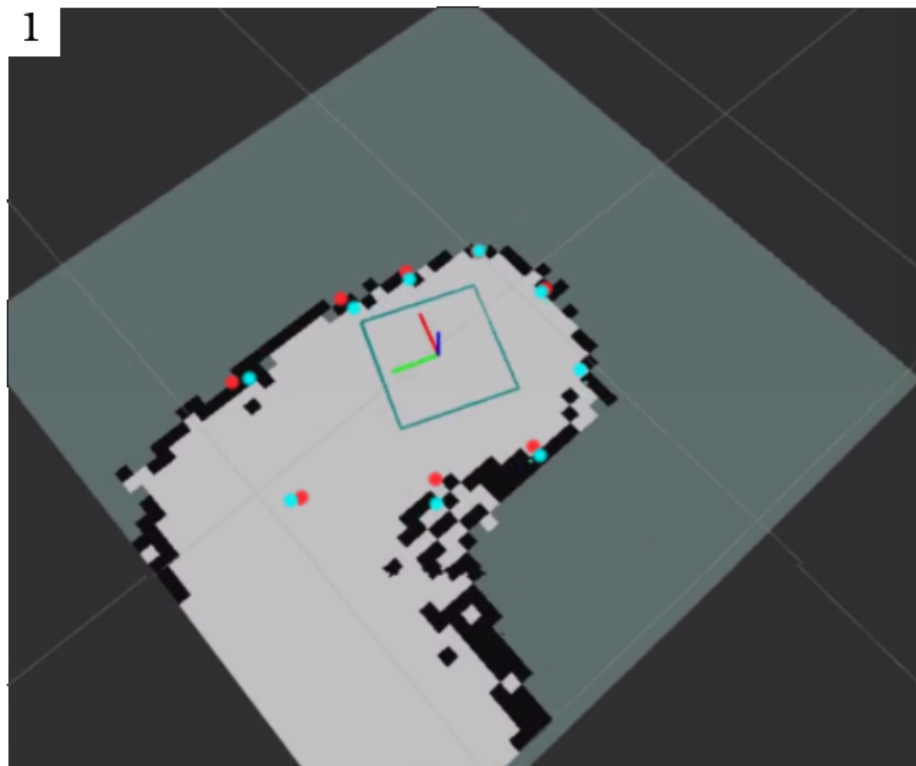
Санкт-Петербург, 2017

Совместное управление



Проведение эксперимента

1



2



Проведение эксперимента

