

Применение мультиагентных технологий для управления группой роботизированных устройств

Дерюгин Д. Е.

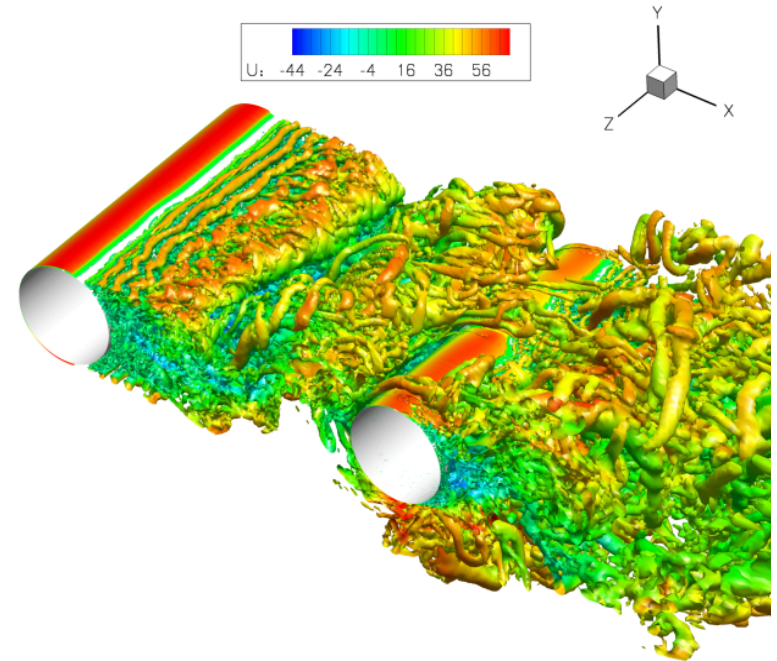
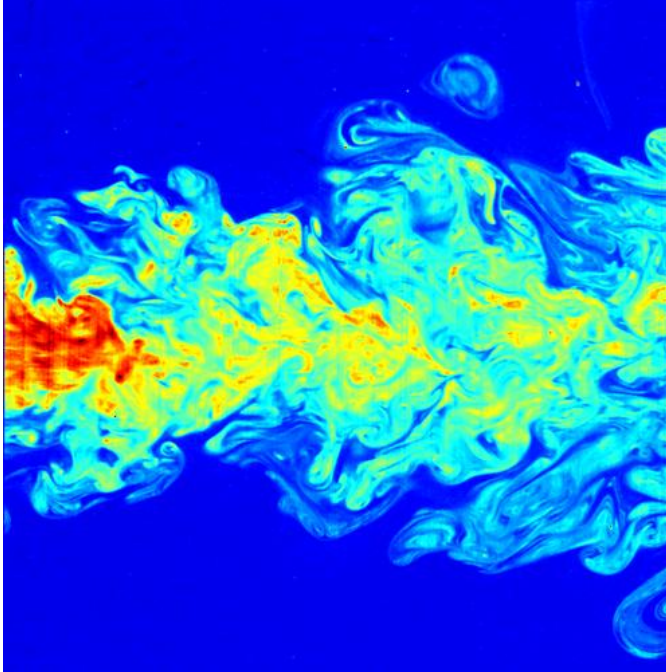
Научный руководитель: д.ф.-м.н. профессор Граничин О. Н.
Рецензент: к.ф.-м.н. Иванский Ю. В.

8 июня 2017

Введение

- ❑ Переходные процессы
 - ❑ Переменная структура состояний
 - ❑ Сложно формализовать
 - ❑ Традиционные подходы не дают хороших результатов
- ❑ Достижения робототехники
- ❑ Нужна новая математическая модель

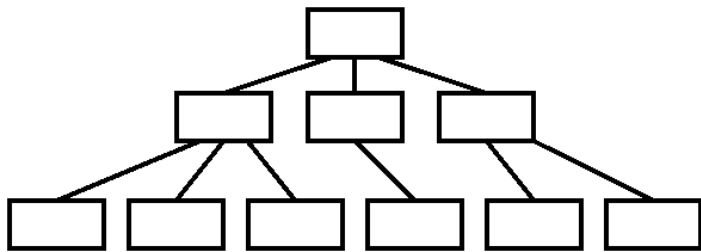
Турбулентность



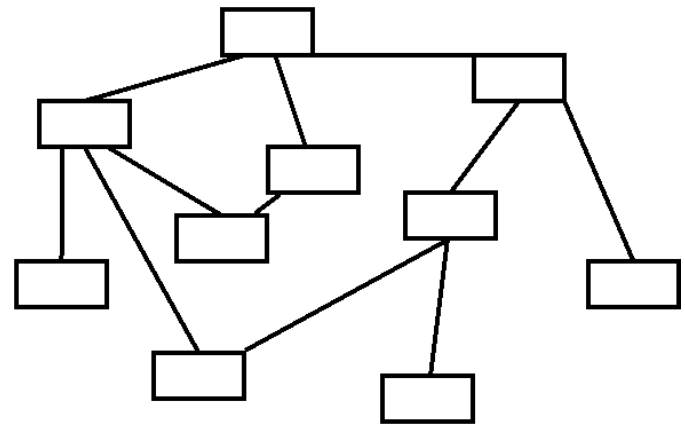
Мультиагентный подход

- ❑ Разбиваем глобальную модель на набор локальных
- ❑ Управление на основании локально доступных данных
- ❑ Управление должно приводить к желаемому результату

Подходы к разработке систем



Система с иерархической структурой

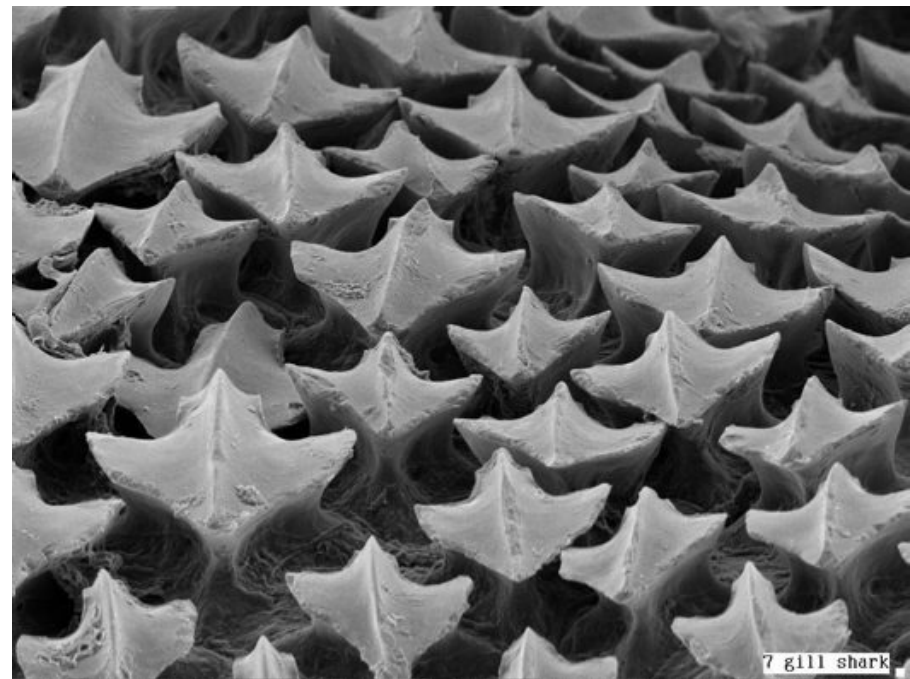


Мультиагентная система

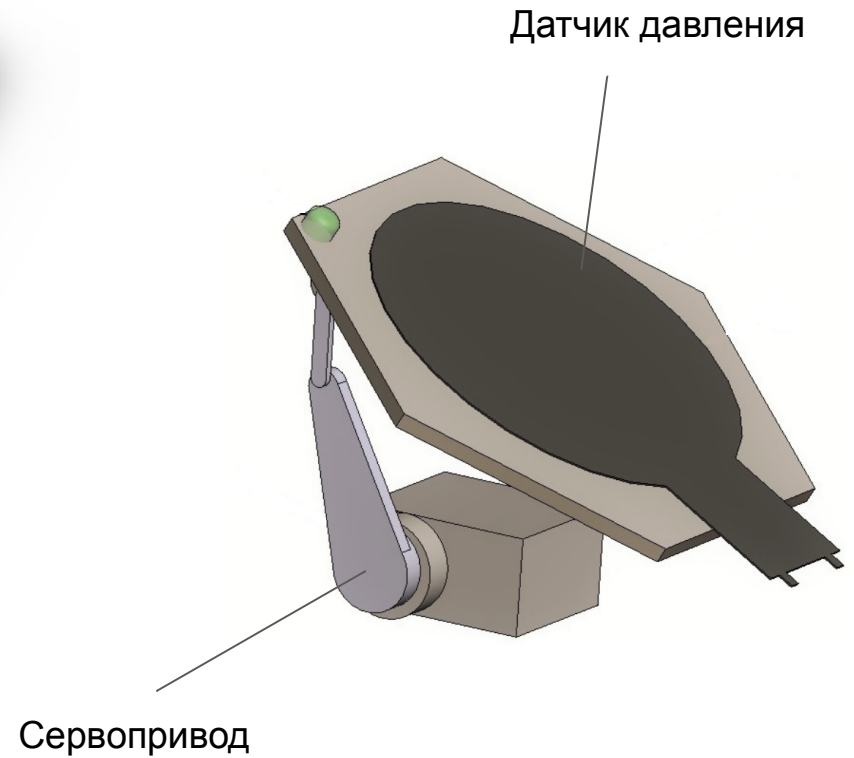
Аналоги в животном мире



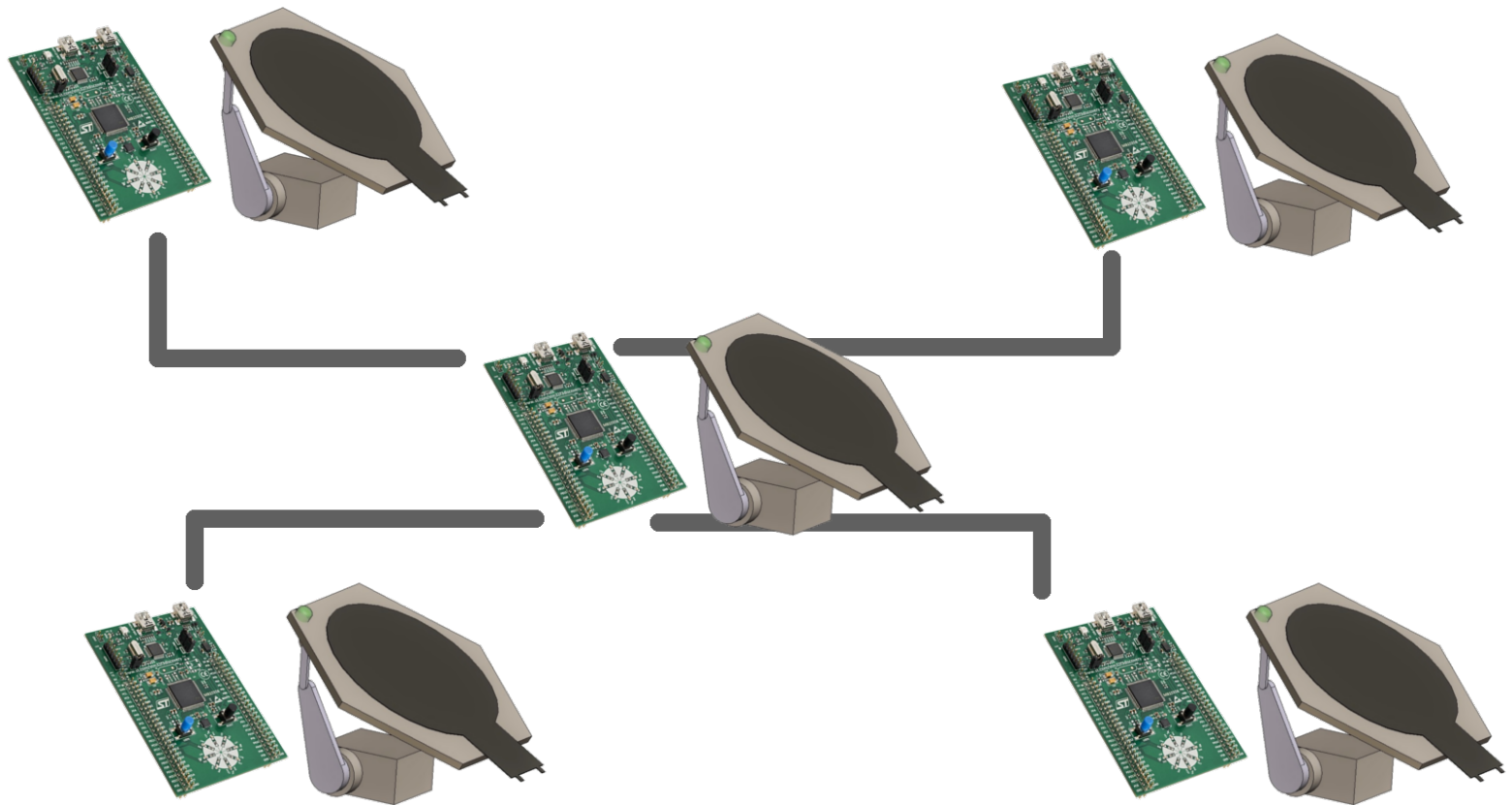
Аналоги в животном мире



Адаптивная форма крыла



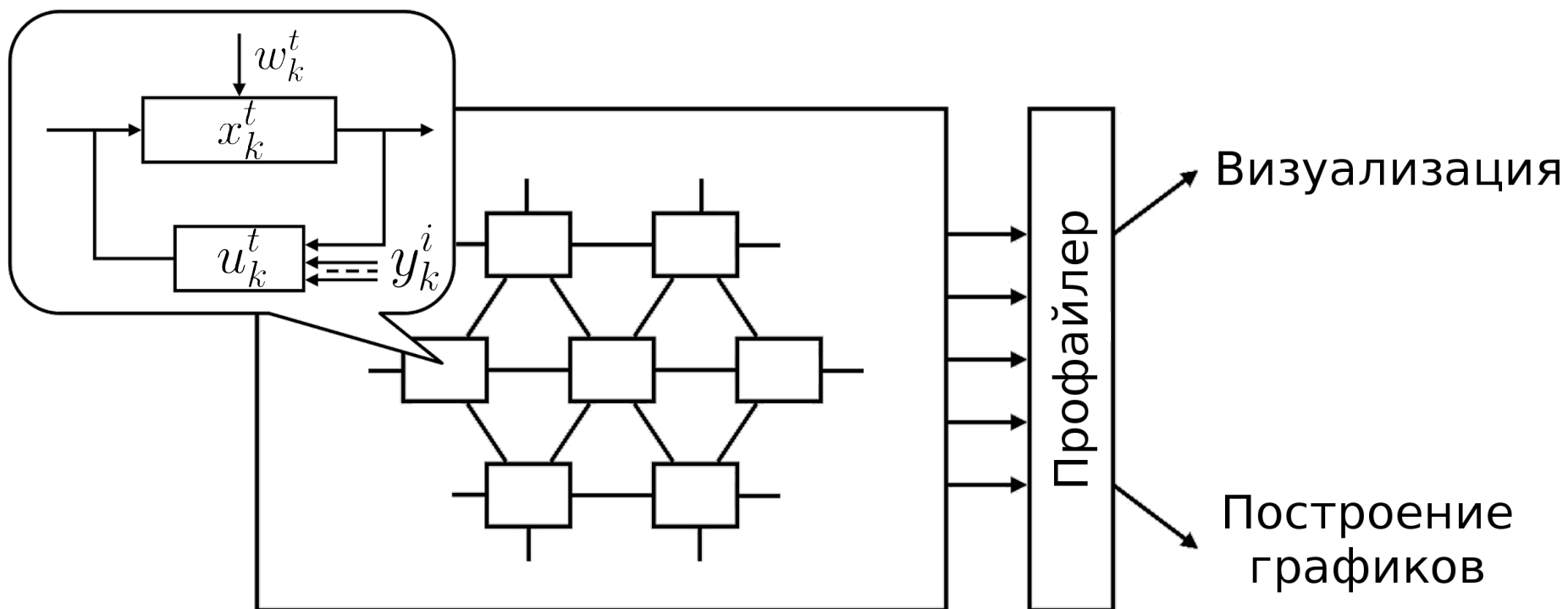
Архитектура системы



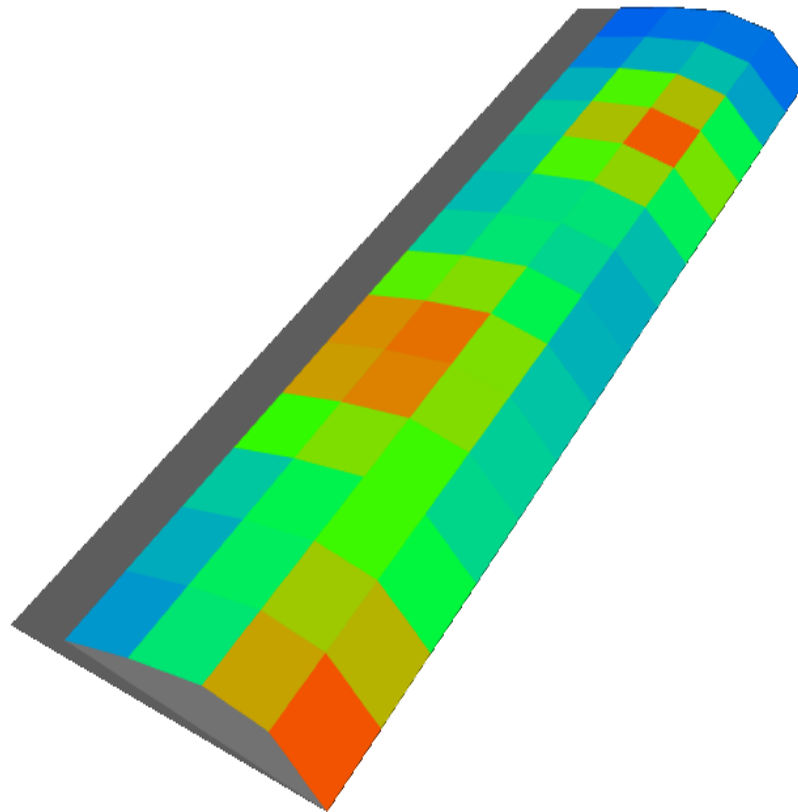
Задачи

- ❑ Проверка применимости мультиагентных технологий
 - ❑ Разработка алгоритма
 - ❑ Проведение моделирования
 - ❑ Исследование влияния параметров

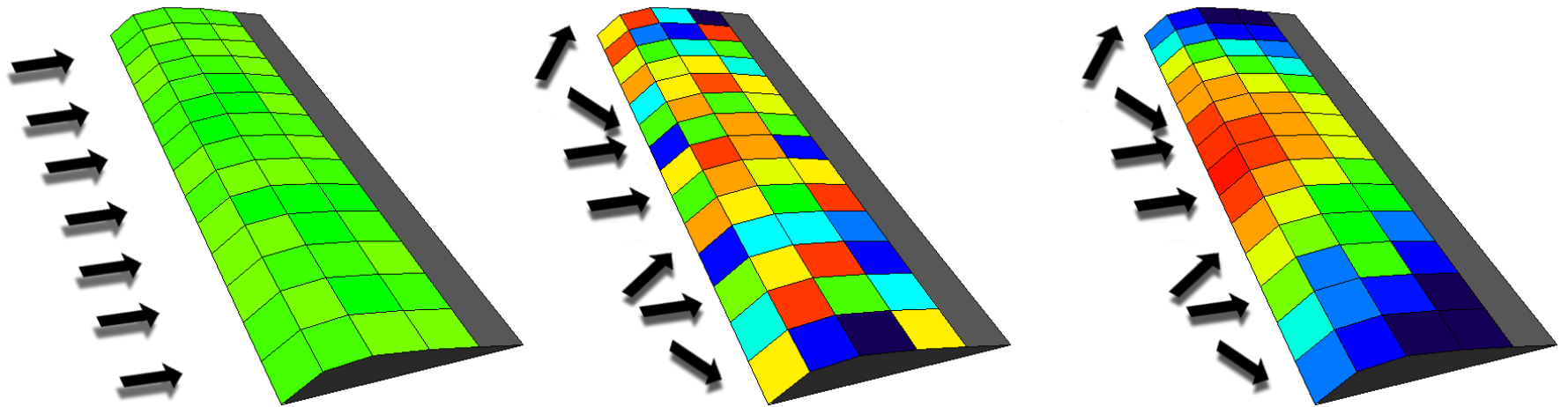
Архитектура системы



Визуализация

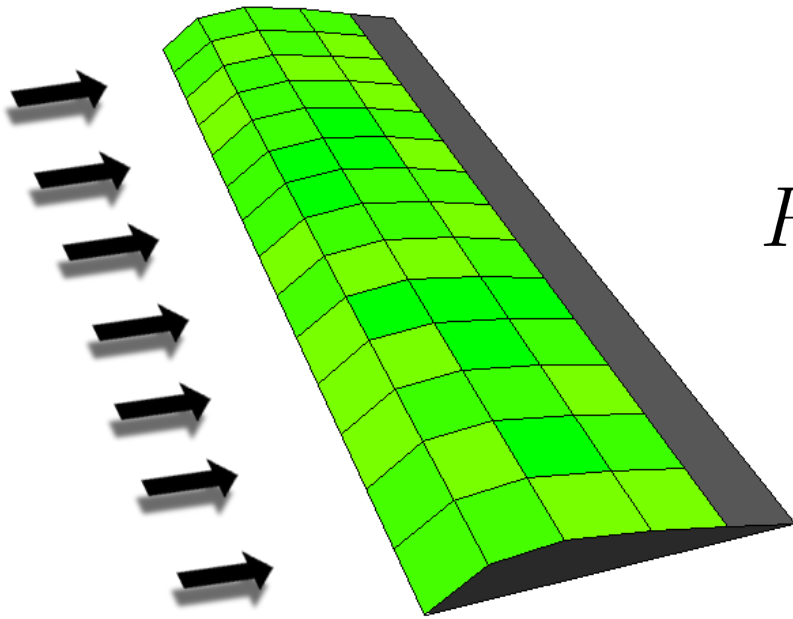


Модель



Модель

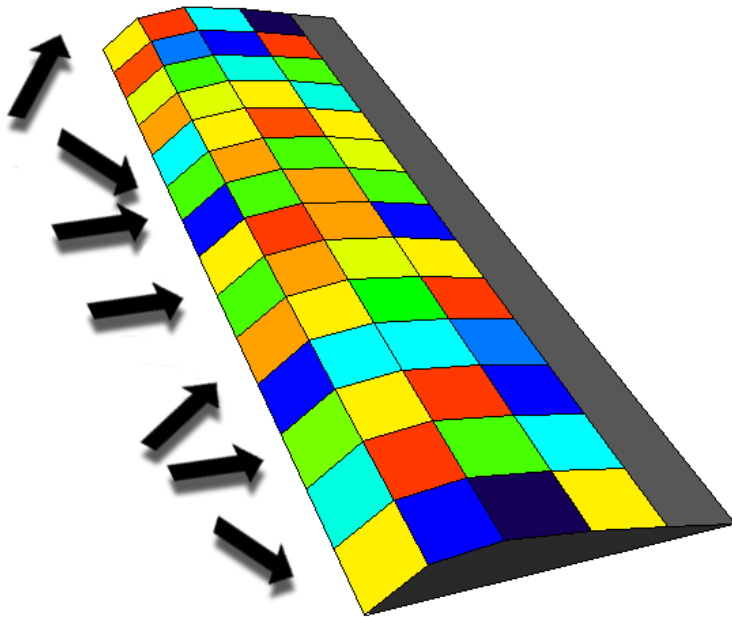
Ламинарный поток



$$P_{laminar}^k = (const_k, 0, 0) + w_k$$

Модель

Турбулентный поток



$$P_{turbulent}^k = P_{laminar}^k + \sum_{i \in F} P_i(k)$$

$$P_i(k) = \gamma_i \cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \|x_k - c_i\|^2\right\}$$

F — конечный набор возмущений
 x_k — центр пластины с номером k

Алгоритм управления

Протокол локального голосования

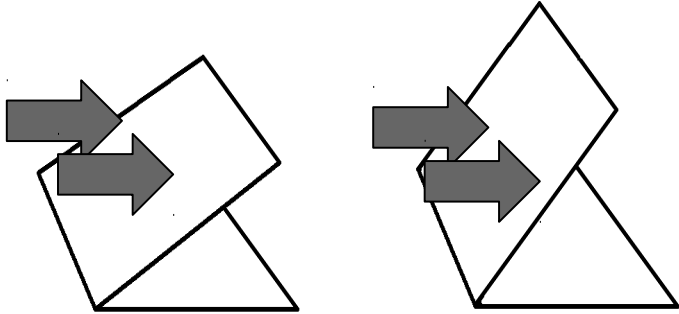
$$x_k^{t+1} = x_k^t + \gamma \sum_{i \in N_k} b_{ik} (x_i^t - x_k^t)$$

N_k — множество соседей узла i в момент времени t

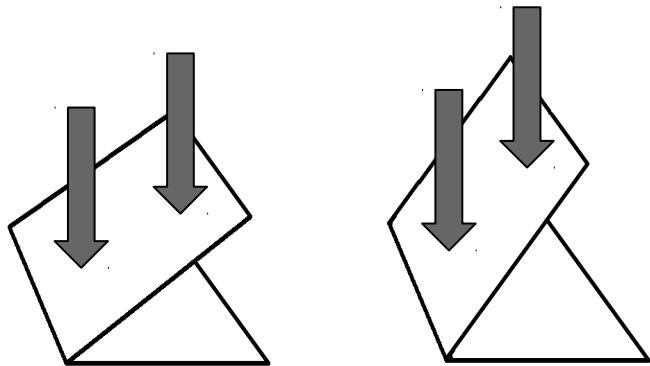
x_k^t — состояние узла i в момент времени t

$\{b_{ij}\}_{i,j=1}^n$ — элементы матрицы смежности

Алгоритм управления



Давление возрастает



Давление падает

Как меняется давление

- Нелинейность
- Неопределённость

Алгоритм управления

α_k^t — угол наклона пластины с номером k в момент времени t

f_k — сила давления на пластину k в момент времени t

$\{b_{ij}\}_{i,j=1}^n$ — сила давления на пластину k в момент времени t

γ — некоторая положительная константа

r_k — плечо элемента i

Алгоритм управления

$$Q = \sum_{k=1}^n \sum_{i \in N_k} b_{ki} \|\Delta_k - \Delta_i\|^2$$

$$\dot{\alpha}_k = - \left(\gamma \frac{\partial Q}{2 \partial \Delta_k} + \frac{\partial \Delta_k}{2 \partial \Delta_k} \dot{f}_k \right) \left(\frac{\partial \Delta_k}{\partial \alpha_k} \right)^{-1}$$

$$\Delta_k = f^k \cos \alpha_k$$

Алгоритм управления

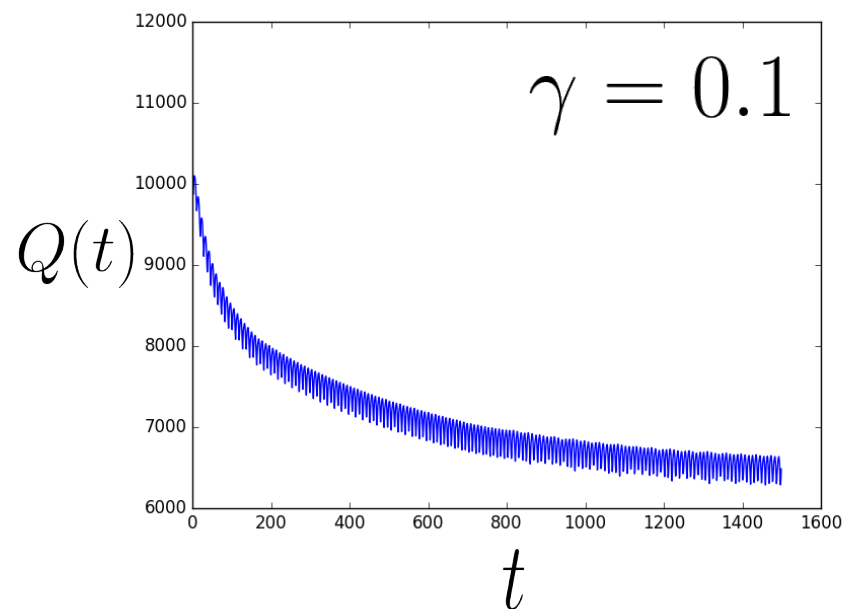
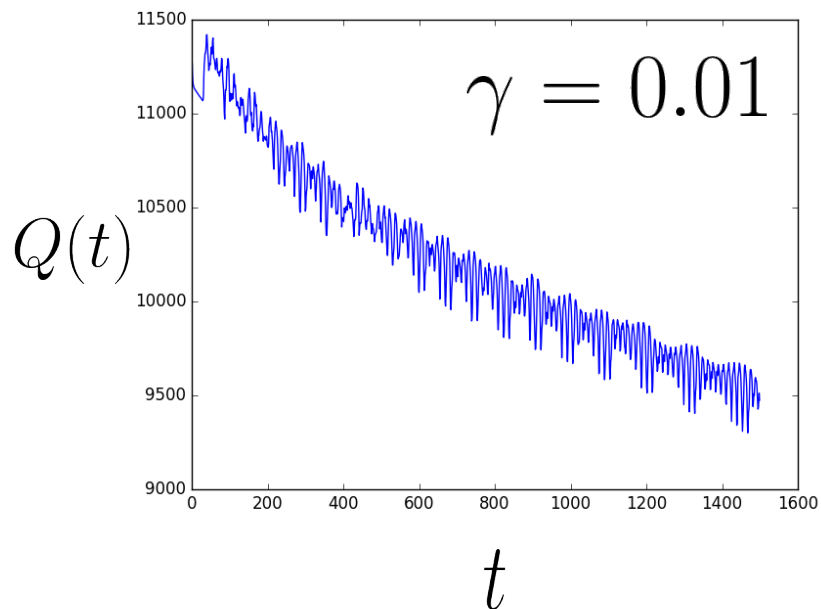
$$\alpha_k^{t+1} = Pr_{[\alpha^-; \alpha^+]}(\alpha_k^t + u_k^t)$$

$$u_k^t = -\frac{\gamma \sum_{i \in N_k} b_{ik}(m_k^t - m_i^t) + r_k \cos \alpha_k^t (f_k^t - f_k^{t-1})}{f_k^t \sin \alpha_k^t}$$

$$m_k^t = r_k f_k^t \cos \alpha_k^t$$

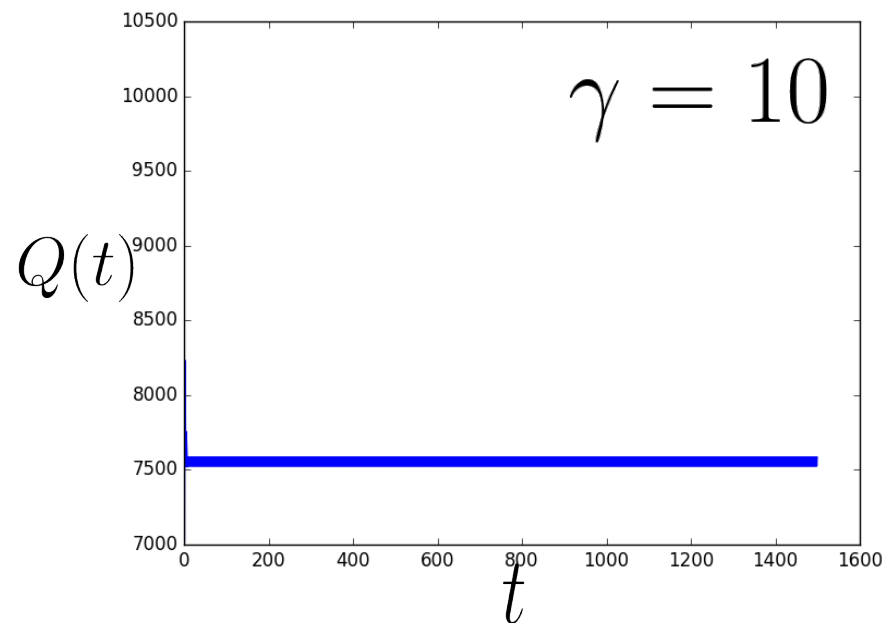
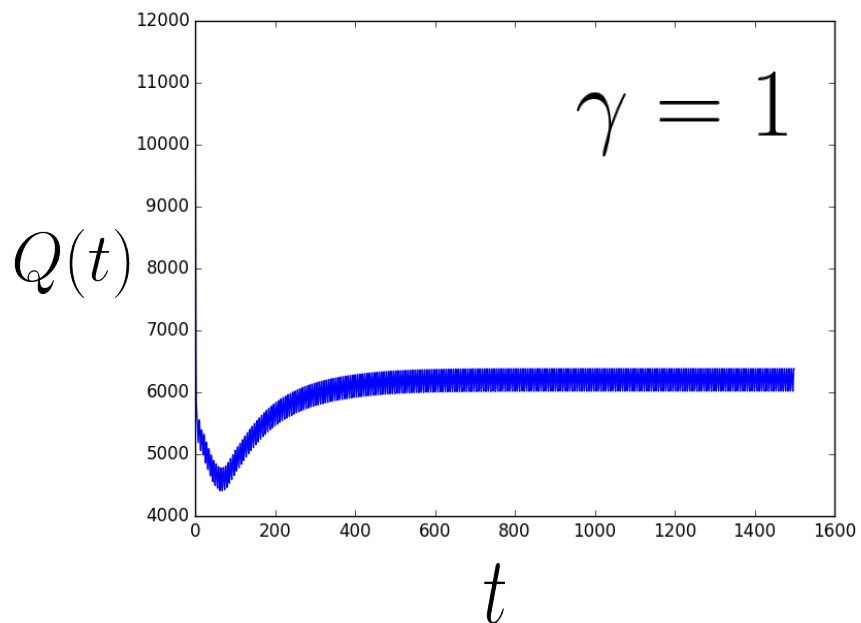
Влияние параметров

$$\alpha^+ = \frac{\pi}{4}$$



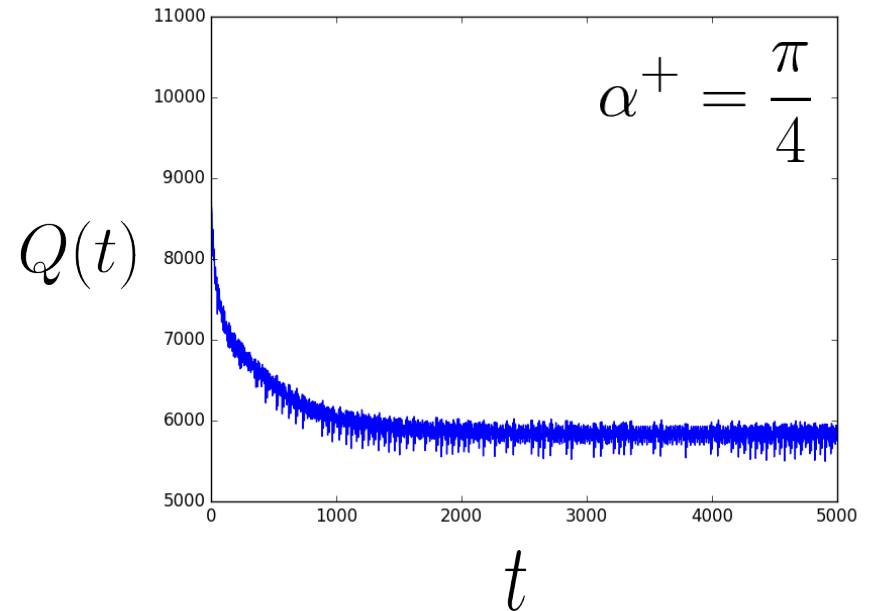
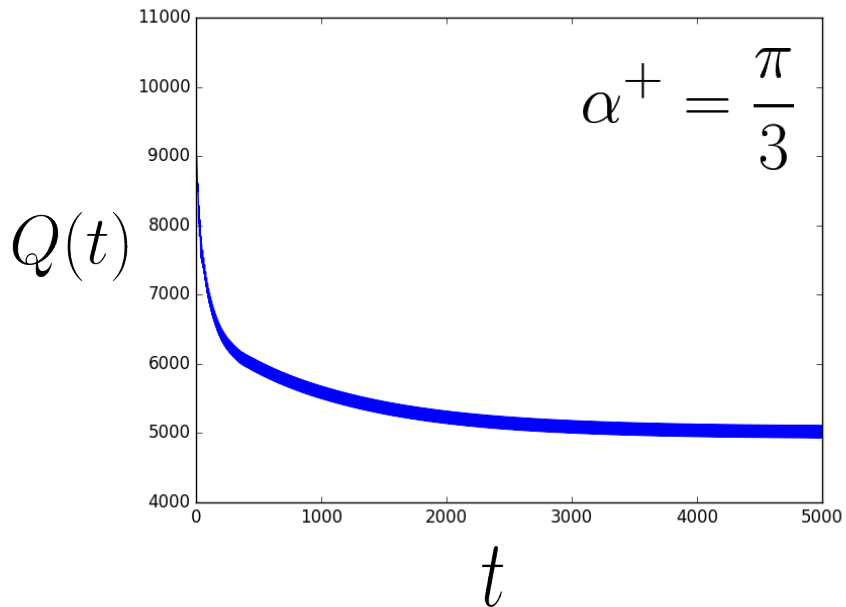
Влияние параметров

$$\alpha^+ = \frac{\pi}{4}$$



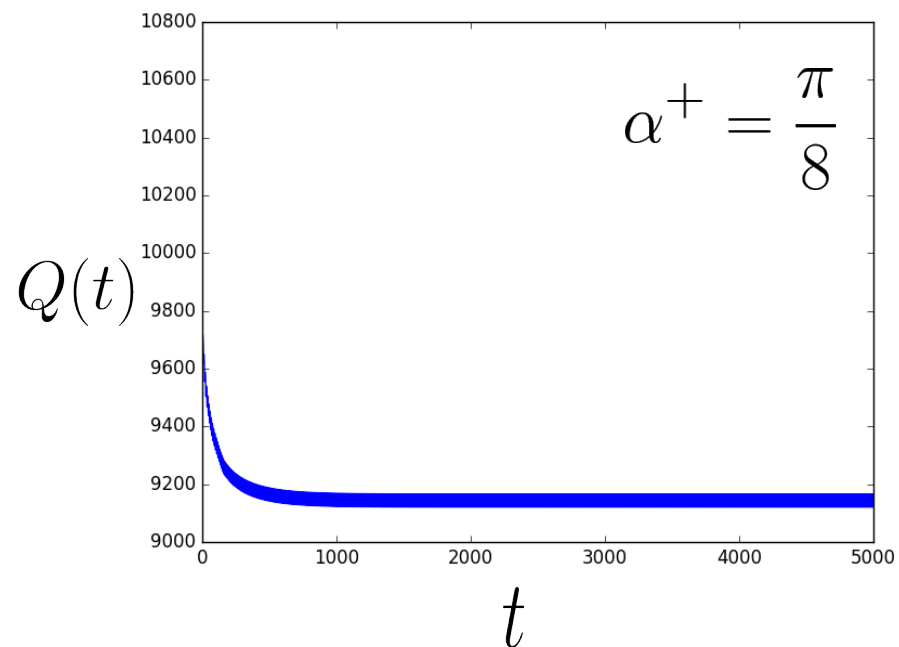
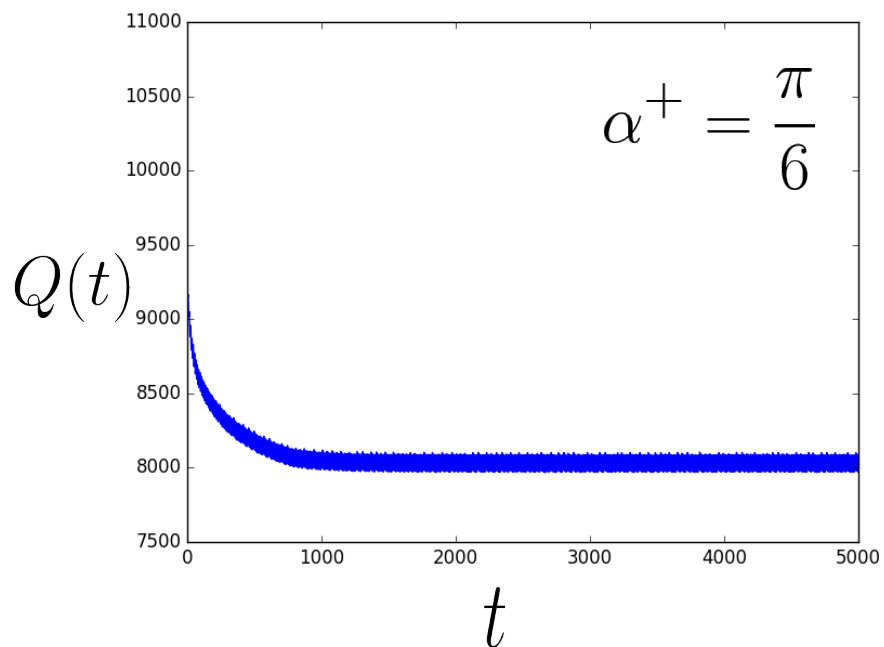
Влияние параметров

$$\gamma = 0.01$$



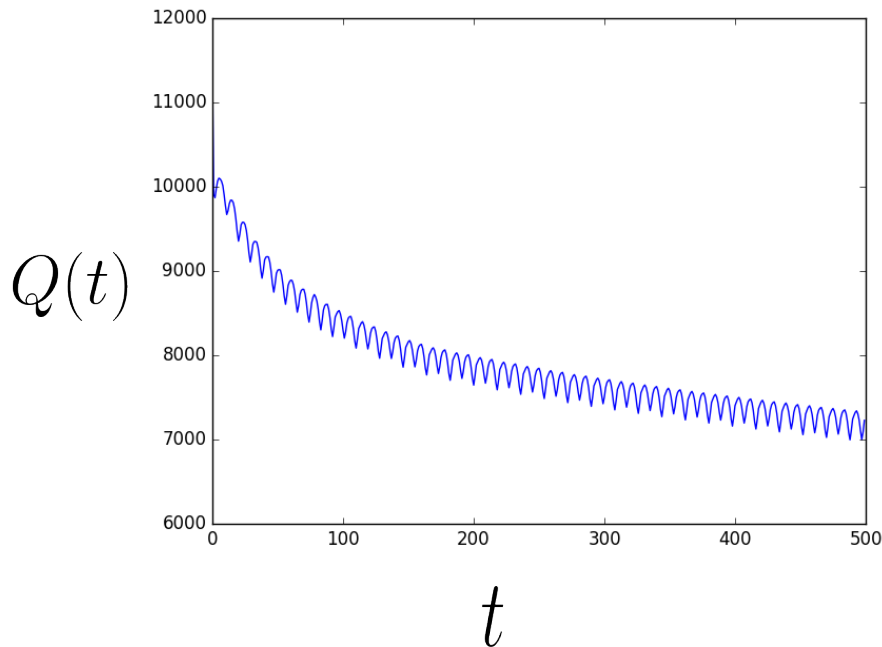
Влияние параметров

$$\gamma = 0.01$$

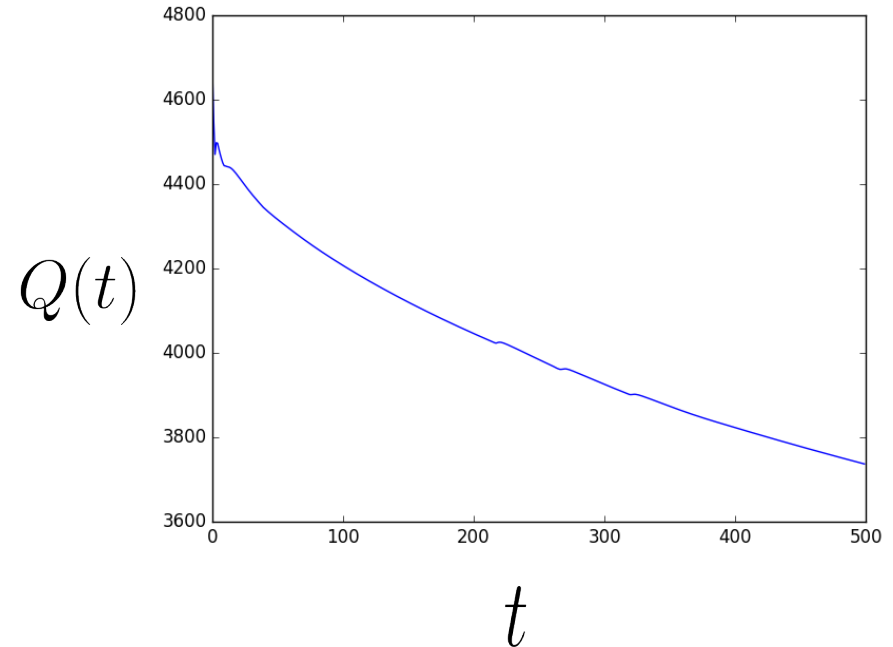


Влияние параметров

$$\gamma = 0.01 \quad \alpha^+ = \frac{\pi}{4}$$



Полное покрытие датчиками



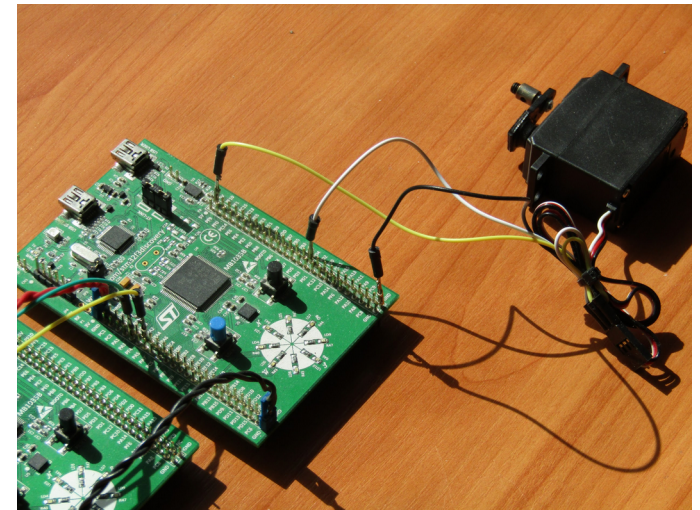
Датчики на краях
(половина поверхности)

Стенд для испытаний

Небольшой макет

STM32F3Discovery

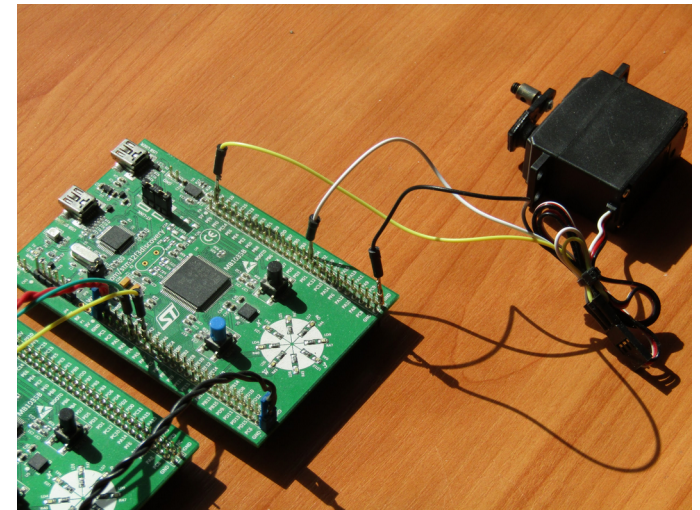
- ❑ ARM Cortex-M4
- ❑ 256-Kbyte Flash memory
- ❑ 48-Kbyte RAM



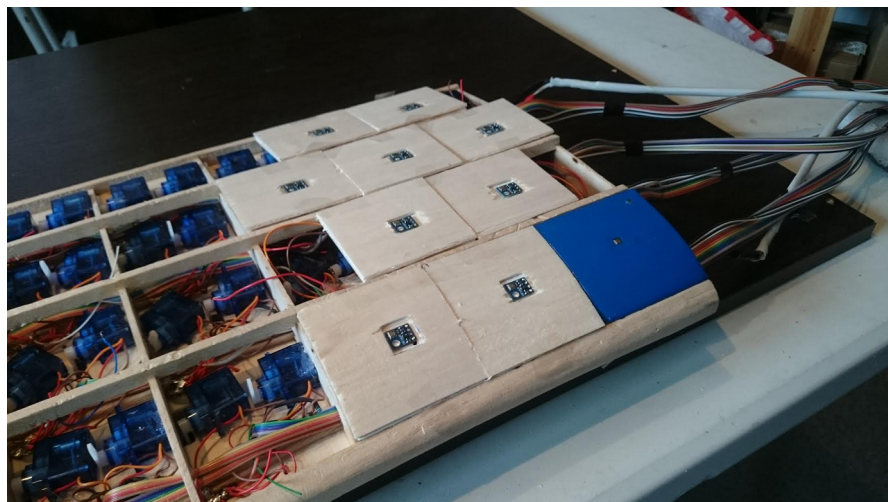
Стенд для испытаний

Реализована библиотека для работы алгоритма

- ❑ Управление сервоприводом
- ❑ Сбор данных с датчиков
- ❑ Коммуникация между платами и с хостом



Стенд для испытаний



Результаты

- ❑ Разработан фреймворк для работы с мультиагентной системы на Python
- ❑ Проведено моделирование работы алгоритма для упрощённой математической модели
- ❑ Показана зависимость поведения системы от различных параметров алгоритма
- ❑ Результаты работы представлены на конференции СПИСОК-2017