

Компьютерные системы и сети



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДРАЖАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ И ВИКАРНОГО НАУЧЕНИЯ В ГРУППАХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Выполнила
Федорченко А.Ю.

Научный руководитель
к.т.н, доцент
Карпова И.П.

Москва, 2018

ВВЕДЕНИЕ

- Реализация базовых задач
- Отсутствие методологического базиса
- Неоднозначность терминологии
- Отсутствие единого подхода [1]



Моделирование социального поведения - методологический базис

Термины

Викарное научение - усвоение формы поведения другой особи исходя из наблюдаемых последствий этого поведения [2]

Эусоциальные сообщества - сообщества с настолько жесткой общественной организацией, что выживание особей данного вида поодиночке становится невозможным

Актуальность

Сложные задачи могут выполняться благодаря взаимодействию объектов в группе, в то время как сами объекты будут иметь простую структуру



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель

Реализация модели подражательного поведения и викарного научения в группах мобильных роботов как основы для организации коллективного поведения с целью решения задач групповой робототехники (ГРТ).

Задачи

- провести обзор моделей социального поведения, которые можно использовать для управления в ГРТ;
- произвести выбор решаемой задачи из области ГРТ;
- разработать методы и алгоритмы реализации выбранных моделей;
- написать программу по имитационному моделированию на основе разработанных методов и алгоритмов;
- проанализировать результаты моделирования.



ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – коллективное поведение в группах мобильных роботов

Предмет исследования – применение модели подражательного поведения и викарного научения как основы для организации коллективного поведения в ГРТ

Научная новизна работы заключается в предложенном варианте решения задачи фуражировки на основе модели подражательного поведения и викарного научения.



ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

- 1) Алгоритм возвращения робота-разведчика домой после нахождения необходимого объекта.
- 2) Метод и алгоритм инициации подражательного поведения роботом-разведчиком после возвращения домой с целью привлечения внимания роботов-преследователей.
- 3) Алгоритм формирования пути следования роботов-преследователей за роботом-разведчиком с целью достижения роботами-преследователями необходимого объекта.
- 4) Программа по имитационному моделированию для определения эффективности и работоспособности разработанных методов и алгоритмов.



ОБЗОР МОДЕЛЕЙ ПОДРАЖАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ И ВИКАРНОГО НАУЧЕНИЯ В ГРУППОВОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Тип модели		Описание
Централизованные	Виртуальные феромоны	Аналогия колонии муравьев: агенты перемещаются через графические представления, следы феромонов - числовые величины.
	Модели муравейника	Модели систем с использованием сложных математических вычислений и наличием абстрактного слоя, в котором производятся вычисления.
Локальная коммуникация	Языковая модель	Реализация коммуникации в группе объектов.
	Сенсорная модель	Использование непосредственного наблюдения за объектом. Решения принимаются на основе результатов наблюдения.
	Гибридная модель	Использование как коммуникации между объектами, так и наблюдения за другими агентами.



ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

Муравьи являются ярким примером эусоциального сообщества, поэтому было принято решение взять модель муравейника как основу для моделирования [2][3]

Задача для моделирования

Фуражировка, т.к. роль коммуникации в таком типе поведения муравьев особенно важна

Муравьи-разведчики исследуют пространство вокруг муравейника в поисках пищи. Найдя ее, разведчики возвращаются и привлекают к себе внимание муравьев-фуражиров и затем ведут их к месту нахождения пищи[4].



ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МЕТОДЫ

- Правила инициации поиска пищи.
- Правила формирования сведений об обратном маршруте робота.
- Правила инициации подражательного поведения.
- Правила формирования сведений о следовании за выбранным роботом.

Для инициации поиска пищи предлагается ввести параметр «Голод»:

$$E=N (Ihas - Ineed),$$

где E – эмоция, ее величина, качество и знак;

N – сила и качество текущей необходимости;

Ineed – информация о способе, необходимом для удовлетворения потребности;

Ihas – информация об имеющихся ресурсах.

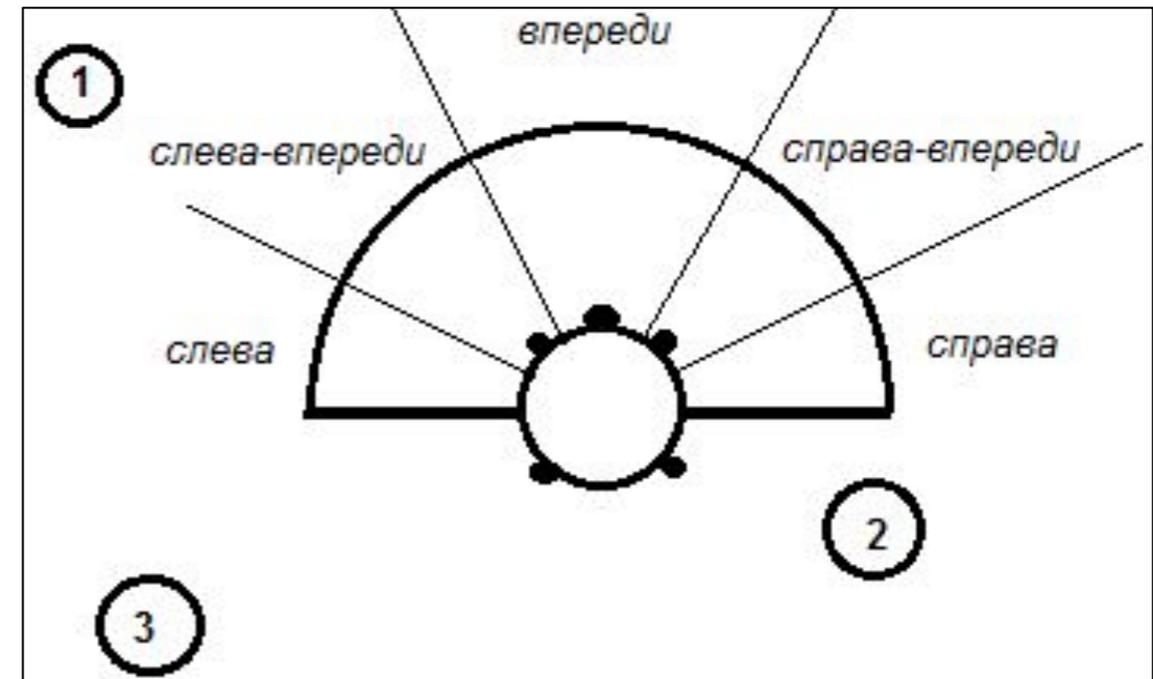
Для ориентации робота в пространстве предлагается использовать ориентацию по окружающим ориентирам

Для привлечения внимания предлагается использовать некоторый коммуникативный элемент (аналоговый сигнал)

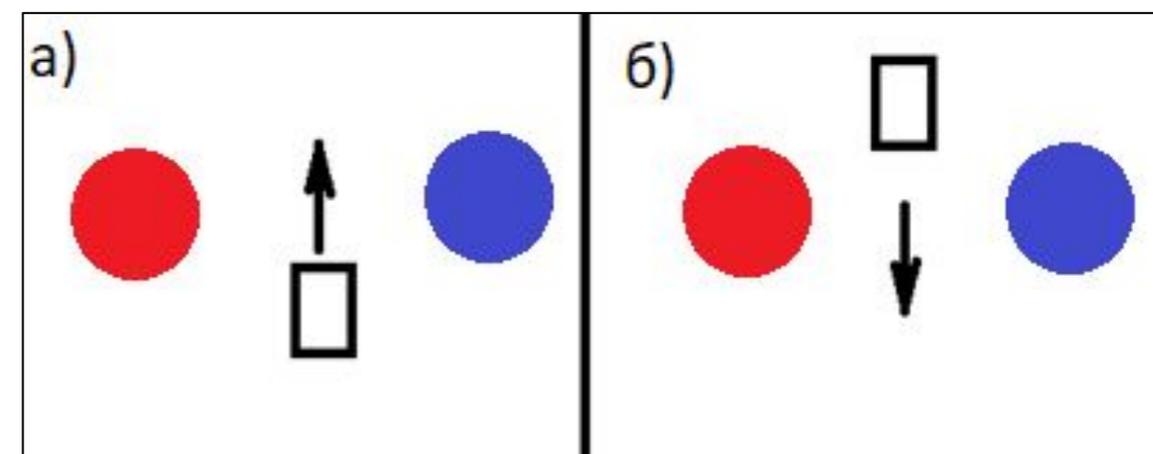
ПРЕДЛАГАЕМЫЕ АЛГОРИТМЫ

Формирование обратного маршрута

Описание маршрута туда
объект 3 слева-впереди, объект 2 справа-впереди
объект 3 слева, объект 2 справа-впереди
объект 2 справа, объект 1 слева-впереди
объект 1 справа-впереди



Направление на ориентир до преобразования	Направление на ориентир после преобразования
Впереди-справа	Слева
Впереди-слева	Справа
Слева	Впереди-справа
Справа	Впереди-слева
Впереди	Впереди





ПРЕДЛАГАЕМЫЕ АЛГОРИТМЫ

Формирование обратного маршрута

Входные данные: описание маршрута, цвет финальной точки

Выходные данные: описание маршрута возвращения домой

way = [] -инициализация описания пути

cnt = len(route) - длина построенного маршрута

Цикл по i от 0 до cnt:

RT = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0] - очищаем данные ориентира

n = cnt-i-1 - проходим по точкам пути в обратном порядке

Если (route[n][3] == clr): newdir = D_F - нашли цвет финальной точки обратного пути

Иначе: newdir = DefDirection(route[n][4])

Конец Если

RT = [i, route[n][1], route[n][2], route[n][3], newdir, route[n][5], route[n][6], 0] - описание

ориентира

way.добавить(RT)- добавляем ориентир в описание

Конец цикла по i

Выполнение шага моделирования

Конец цикла моделирования

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ АВТОМАТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ

Инициация подражательного поведения

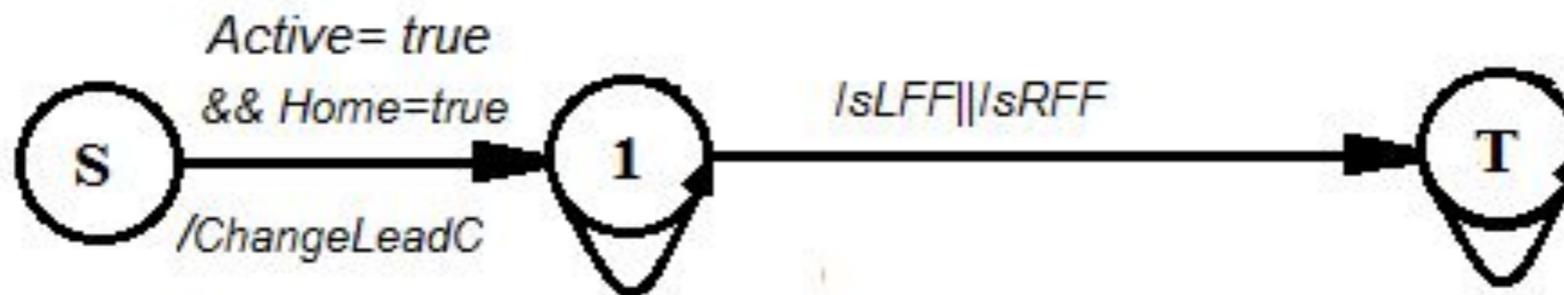


Схема автомата, управляющего роботом-разведчиком: привлечение внимания (Attention)

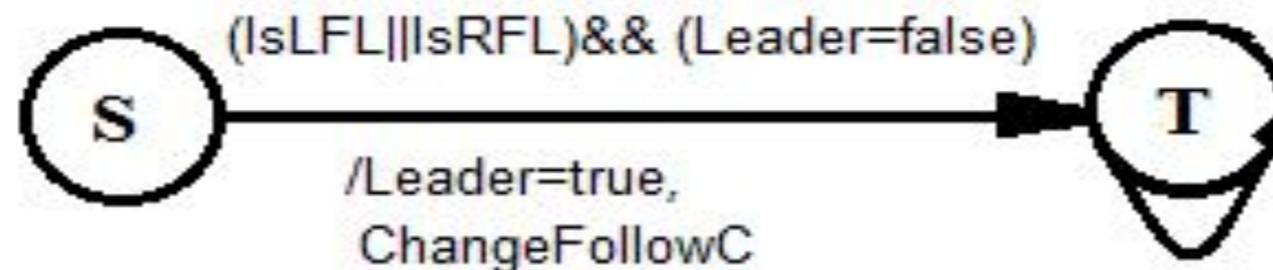


Схема автомата, управляющего реакцией робота-фуражировщика на привлечение внимания робота- разведчика

S, T – начальное и конечное состояния автомата соответственно;

Active- разведчик нашел еду;

Leader – в области видимости робота-фуражира находится разведчик;

Home- разведчик добрался до дома;

ChangeLeadC- изменения цвета робота-разведчика при нахождении еды и прибытии к «дому»;

ChangeFollowC- изменения цвета робота-последователя при попадании в область видимости объекта преследования;

IsLFF,IsRFF–робот левым или правым датчиком видит робота определенного цвета.

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ АВТОМАТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ

Формирование пути преследователя

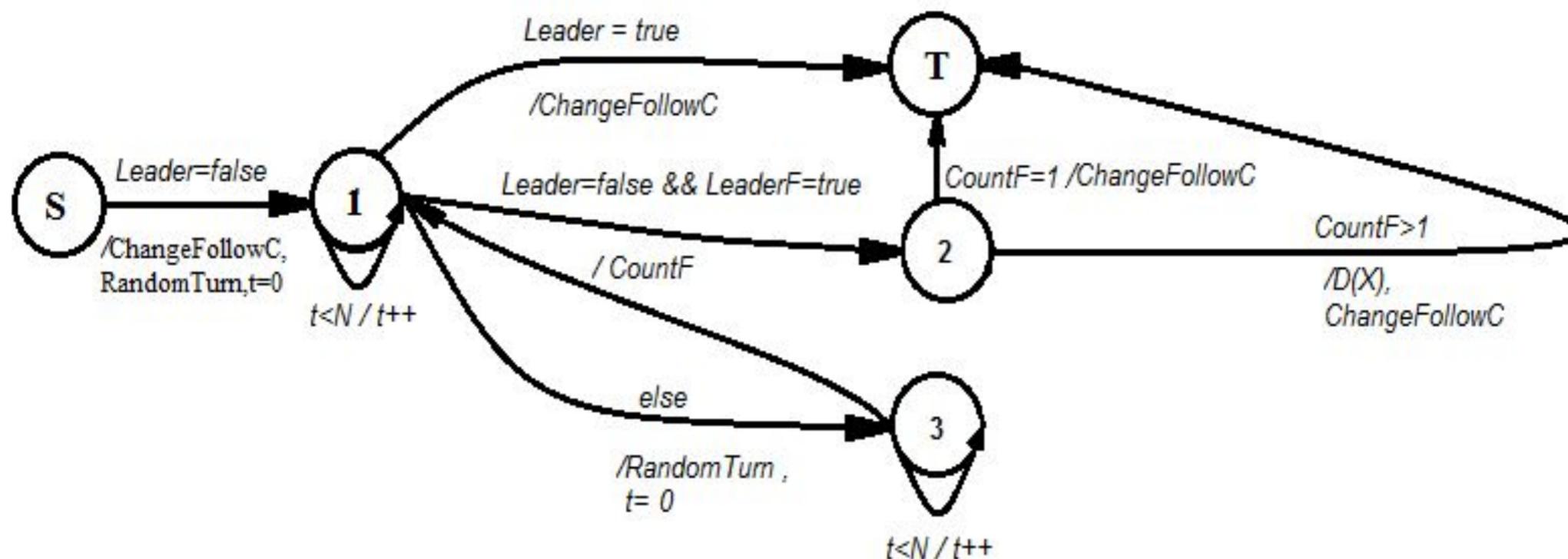


Схема автомата, управляющего роботом-фуражиром при потере ориентира для преследования

N – количество тактов, в течение которых выполняется действие;

RandomTurn –случайный выбор поворота направо или налево;

$D(X)$ –определение расстояния до объекта X ;

LeaderF –в области видимости робота-фуражира находятся роботы-фуражиры с выбранными целями для преследования;

Search- в области видимости робота-разведчика находятся точки маршрута, удовлетворяющие условиям;

CountF- подсчет доступных для преследования роботов, находящихся в области видимости.



ПРЕДЛАГАЕМЫЕ АЛГОРИТМЫ

Следование за разведчиком

Входные данные: A, code -текущий агент, код ИК

Выходные данные sit, maxcode, maxdir- область и направление на объект с наибольшим значением кода ИК

sit = {'fwd':0, 'back':0, 'left':0, 'right':0}- направление

f0 = 0 –область впереди

f1 = 0- область сзади

f2 = 0- область справа

f3 = 0 – область слева

Если code>0:

Если (A.TSOPRC5[0] == code) то f0 = code –код зафиксирован передним датчиком

Конец Если

Если (A.TSOPRC5[1] == code) то f1 = code –код зафиксирован задним датчиком

Конец Если

Если (A.TSOPRC5[2] == code)то f2 = code - –код зафиксирован правым датчиком

Конец Если

Если (A.TSOPRC5[3] == code) то f3 = code --код зафиксирован левым датчиком

Конец Если



ПРЕДЛАГАЕМЫЕ АЛГОРИТМЫ

Следование за разведчиком

Иначе

$f0 = A.TSOPRC5[0]$

$f1 = A.TSOPRC5[1]$

$f2 = A.TSOPRC5[2]$

$f3 = A.TSOPRC5[3]$

Конец Если

$maxcode = \max(f0, f1, f2, f3)$ – определяем максимум

Если $maxcode == f0$ то $maxdir = 'fwd'$ Конец Если

Если $maxcode == f1$ то $maxdir = 'back'$ Конец Если

Если $maxcode == f2$ то $maxdir = 'left'$ Конец Если

Если $maxcode == f3$ то $maxdir = 'right'$ Конец Если

$sit['fwd'] = f0$

$sit['back'] = f1$

$sit['left'] = f2$

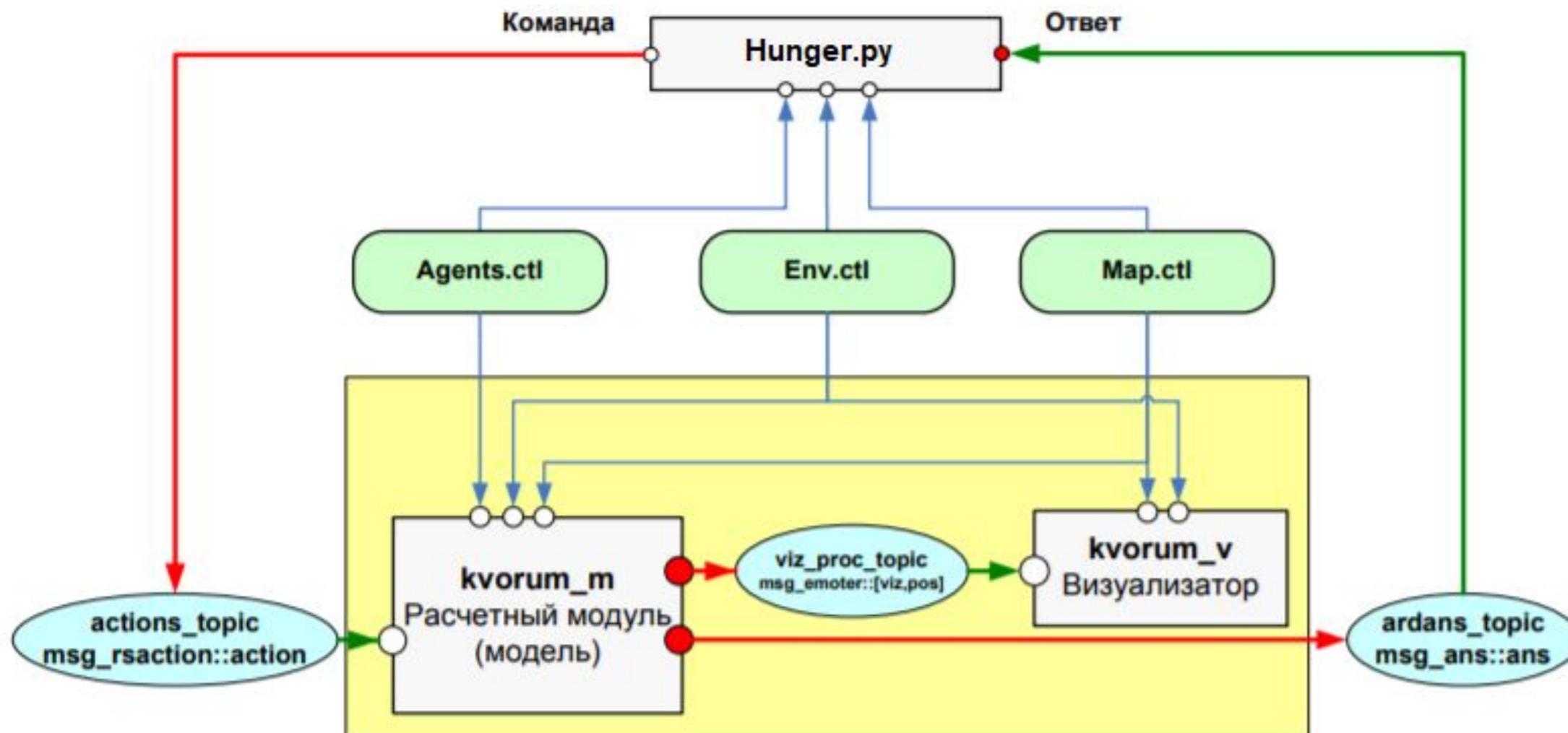
$sit['right'] = f3$

Выполнение шага моделирования

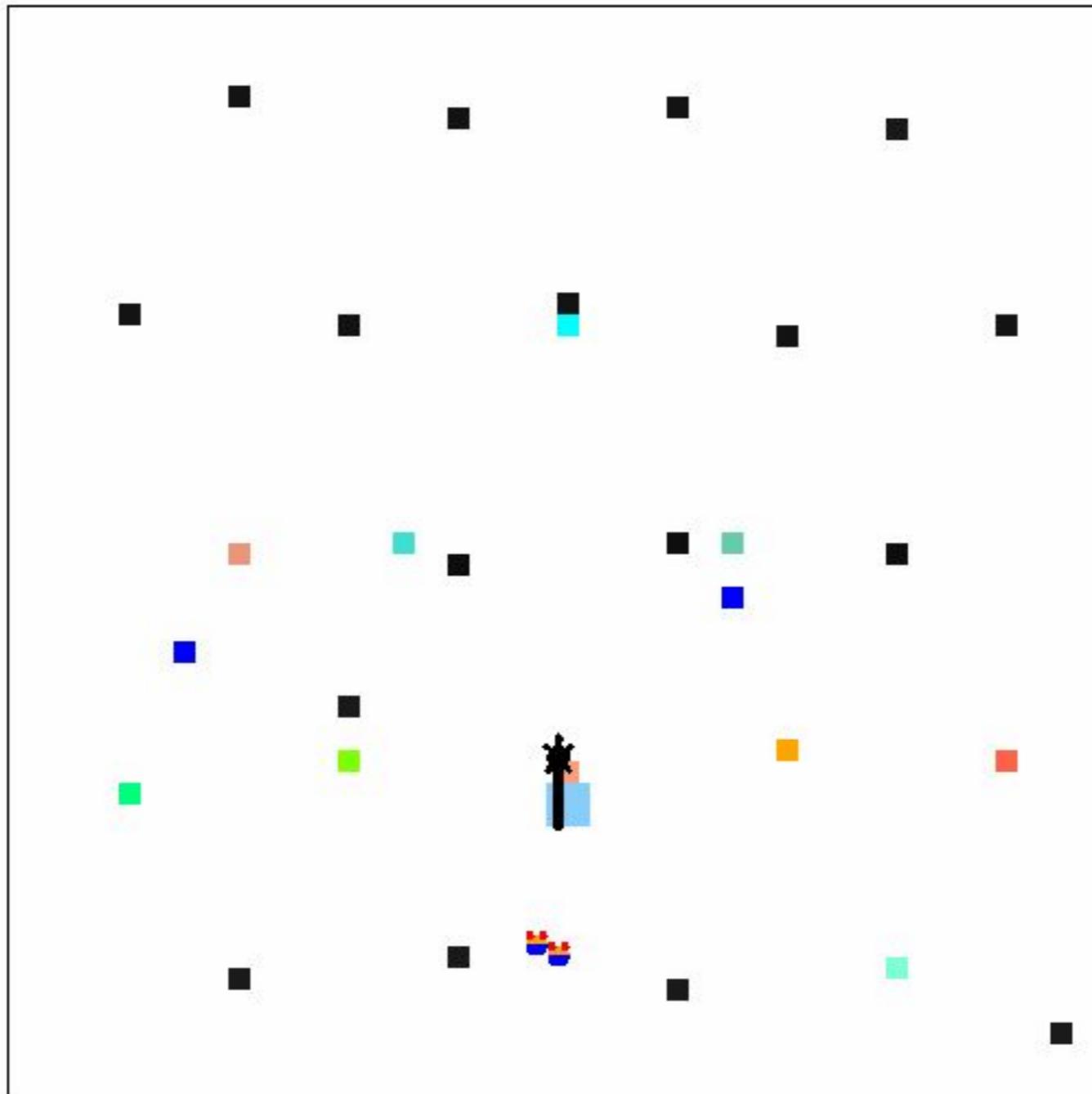
Конец цикла моделирования

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Система моделирования Kvorum[5], которая работает под управлением фреймворка ROS (Robot Operating System)[6]. Программа написана на языке Python 2.7



ЭКСПЕРИМЕНТЫ



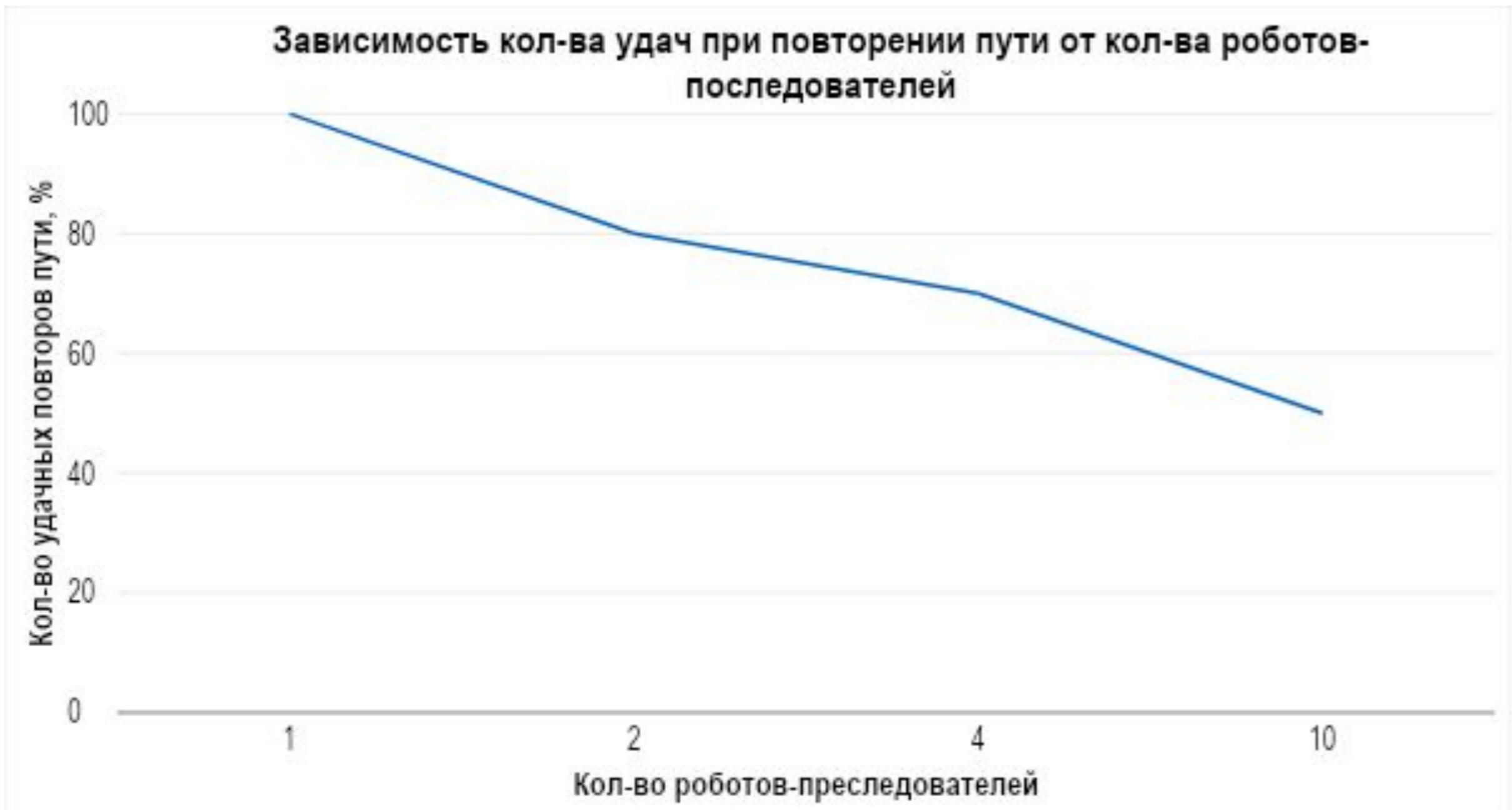


ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Действие	Маршрут	Кол-во неудач, %
Робот возвращается домой	Длинный	14,4
	Короткий	2,4
Робот повторяет путь до еды	Длинный	24,3
	Короткий	7,3

Действие робота-разведчика	Количество роботов преследователей	Маршрут	Кол-во последователей, дошедших до цели, %
Робот повторил путь до еды	1	Короткий	100
		Длинный	100
	2	Короткий	80
		Длинный	50
	4	Короткий	67
		Длинный	45
	10	Короткий	44
		Длинный	23

ЭКСПЕРИМЕНТЫ





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Проведен обзор моделей подражательного поведения и викарного научения при решении задач ГРТ.
- Произведен выбор и анализ решаемой задачи.
- Разработаны методы и алгоритмы реализации выбранных моделей.
- Написана программа по имитационному моделированию на основе разработанных методов и алгоритмов.
- Проведена серия экспериментов.
- Проведен анализ результатов моделирования.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Карпов В. Э. Модели социального поведения в групповой роботехнике [Статья] // Управление большими системами. Выпуск 59. - 2016 г.. - стр. 165-232.
2. Payton D., Daily M., Hoff B., Howard M., Lee C. Pheromone Robotics [Journal] // Autonomous Robots. - 2001. - pp. 319-324 .
3. Eric Bonabeau Guy Theraulaz, Marco Dorigo Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems (Santa Fe Institute Studies on the Sciences of Complexity) [Книга]. - New York : Oxford University Press, 1999.
4. Длусский Г. М. Муравьи рода Формика [Книга]. - Москва : Наука, 1967
5. Овсянникова Е.Е., Чумаченко А.А. Описание системы моделирования KVORUM Рабочий отчет RWR – 2016-09-01.2, Москва, 2016
6. Официальный сайт ROS <http://www.ros.org/wiki/>

Следование за разведчиком

