

граф служит высокоуровневой проекцией помещения, на которой удобно выполнять операции прокладки пути через траверс графа.

6. **Модуль визуализации** отвечает за интерфейс к системе и представление полученных результатов для администраторов робота.

7. **Модуль работы с данными** позволяет изменять и корректировать данные, полученные из разбора изображения с использованием графического интерфейса. Сюда входят функции задания реальных размеров стен и помещений, масштабирование размеров отдельных помещений относительно друг друга, корректировка топологического графа помещения, задание начальной позиции робота и т.д.

### **Заключение**

Обработанная карта может играть роль глобальной карты помещения, тогда как робот в процессе своего перемещения строит локальную карту на основании показаний своих датчиков и сверяет её с данными глобальной карты. Используя это виртуальное представление, робот в дальнейшем может решать задачу прокладки пути и собственного позиционирования в координатах этой виртуальной карты. Также использование плана помещения для навигации и позиционирования в реальном мире дает базу для использования мощных алгоритмов SLAM, способных решать задачу навигации и прокладки пути в реальном времени с высокой точностью.

*Богущ А.С.*

*Научный руководитель: доцент кафедры ИИТ Дунец А.П.*

## **КОЛЛЕКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ РОБОТОВ**

### **Введение**

Идея создания сложной системы, состоящей из множества сравнительно простых устройств, всегда была привлекательна. Ей отдавали дань философы и писатели-фантасты, математики и технические специалисты. Решение сложной задачи "простыми" с технической точки зрения средствами может привести к появлению "сверхорганизма", ознаменует явную ступень эволюции технических объектов.

Сложная система, состоящая из простых составляющих, должна обладать следующими особенностями:

- повышенная надежность (утрата части членов коллектива не влияет на работоспособность всей системы в целом);
- гибкость (способность системы к реконфигурации);
- потенциальная возможность развития и усложнения решаемых задач путем наращивания мощности коллектива.

Сферы, в которых могут использоваться механизмы коллективного поведения роботов, весьма многогранны:

- командная работа роботов по диагностике труднодоступных объектов,

- мониторинг окружающей среды,
- коллективное решение задач роботами-спасателями,
- разведка и рекогносцировка,
- охранные функции, патрулирование.

## 1. Примеры существующих систем

**Открытый проект SwarmRobot.** Проект посвящен созданию минироботов с линейными размерами до 3 см, которые могут организовывать масштабируемые коллективы из десятков и сотен роботов.

**Проект Swarmanoid** (Universite Libre de Bruxelles). Основная задача проекта – исследование поведения неоднородных коллективов роботов.

**Эволюционирующие роботы.** В 2009 г. в швейцарской лаборатории Laboratory of Intelligent Systems (политехническая школа, Лозанна) были проведены исследования в области "эволюции" роботов. Эволюционировал геном робота, определяющий поведение. В экспериментах группа из 10 роботов состязалась за пищу. Роботы – это колесные платформы (т.н. s-боты).

## 2. Направления в исследованиях коллективного поведения роботов

В названиях большинства существующих проектов фигурирует слово swarm-рой, стая. Это связано с тем, что исследования черпают свое вдохновение из мира насекомых, многие из них постоянно проводят аналогии с колониями муравьев, пчел и прочих стайных животных. Также реализуются и исследуются и другие модели:

- Формальные модели коллективного поведения.
- Многоагентные системы.
- Имитационные модели.
- Роевые алгоритмы.
- Эволюционные методы.

## 3. Роевые алгоритмы

Роевые алгоритмы и методы зачастую относят к методам т.н. роевого интеллекта. Задачей роевого интеллекта (РИ) является изучение и описание коллективного поведения децентрализованной самоорганизующейся системы, при этом методы РИ рассматриваются прежде всего как некие специфические механизмы поисковой оптимизации. Большинство алгоритмов РИ относится к классу метаэвристик.

Системы РИ состоят из множества агентов (многоагентная система), локально взаимодействующих между собой и с окружающей средой. Сами агенты обычно довольно просты, но все вместе, локально взаимодействуя, создают так называемый роевой интеллект. Ниже представлен перечень некоторых алгоритмов РИ, названия которых хорошо отражают суть подхода к решению задач:

- Муравьиный алгоритм.
- Метод роя частиц.

- Пчелиный алгоритм.
- Оптимизация передвижением бактерий.
- Стохастический диффузионный поиск.
- Алгоритм гравитационного поиска.
- Алгоритм капель воды.
- Светляковый алгоритм.

Характерно, что значительная часть роевых алгоритмов посвящена реализации моделей стайного поведения, прежде всего – стайному движению.

#### 4. Элементная база

Создание системы взаимодействия роботов невозможно без наличия подходящей элементной базы.

**Универсальные колесные платформы.** Это наиболее распространенный способ реализации члена коллектива роботов. На рис. 2 представлены типичные представители этого класса – робот, выпускаемый фирмой ROLOLU и т.н. s-бот.

Такие устройства обычно достаточно дороги и сложны. Например, упомянутые выше s-боты оснащены процессором Xscale с частотой 400 MHz, 64 МВ оперативной памяти и 32 МВ флеш-памяти, а также 12 PIC-микроконтроллерами для низкоуровневой обработки.

**Специализированные мини-роботы.** В рамках открытого проекта SwarmRobot предполагается создание множества минироботов размером порядка 3 см<sup>3</sup>. Если будут созданы надежные и простые технологии производства таких роботов, то возникнет реальная возможность появления действительно больших коллективов из нескольких сотен членов.

**Микроробот, летающий на магнитных полях** (университет Ватерлоо, Канада, 2009 г.). Микроробот MEMS для полета использует магнитное поле Земли. Микроробот весит 0,83 г. Он оснащен крошечными электромагнитами, создающими вокруг него трехмерное параболическое магнитное поле.

**Миниатюрные роботы Kilobot** (Группа исследования самоорганизующихся систем Гарвардского университета). Вместо колес робот оснащен двумя вибромоторами, позволяющими роботу двигаться вперед и совершать вращение. Отличительной особенностью таких роботов является их дешевизна (порядка \$14).

#### Заключение

В настоящее время в области коллективного поведения роботов остается очень много нерешенных вопросов как технического, так и теоретического характера. Среди основных открытых вопросов можно выделить следующие:

- Отсутствие единого подхода к проблеме коллективного поведения роботов.
- Применимость языковых (сценарных) подходов.
- Слабая элементная база.