Мониторинг и мультиагентное управление

Граничин О. Н. (СПбГУ)[1], Кияев В. И. (СПбГУ)[2]

В статье рассматривается вопрос о возможности применения мультиагентных систем для мониторинга и управления инцидентами в режиме реального времени. В качестве исполнительных элементов таких систем могут использоваться робототехнические устройства различного назначения, которые могут действовать одновременно в трех средах: на земле (колесные и гусеничные устройства), под водой (миниатюрные подводные лодки) и в воздухе (беспилотные летательные аппараты, БПЛА).

Эта новая и интересная тематика нашла отражение в совокупности новых учебных курсов на кафедре системного программирования Математико-механического факультета СПбГУ

В настоящее время активно развиваются методы формирования и построения сложных адаптивных систем на базе мультиагентных методов и технологий. Такие системы часто применятся для управления ансамблями (роями, swarms) динамических объектов, выполняющих общую задачу или задачу с разделяющимися целями в условиях неопределенности [1]. В качестве исполнительных элементов таких систем используются робототехнические устройства различного назначения, которые могут действовать одновременно в трех средах — на земле (стационарные, колесные и гусеничные устройства), под водой (миниатюрные беспилотные подводные лодки, БППЛ) и в воздухе (беспилотные летательные аппараты, БПЛА).

Эти робототехнические устройства могут эффективно действовать для реализации оперативного мониторинга, например, состояния нефтегазоперекачивающих узлов и транспортных сетей (НГТС), плавучих буровых и добывающих платформ, для исследования береговых линий и шельфов крупных рек и озер, морей и океанов. В системах, функционирующих на базе мультиагентного управления (МАУ), можно обходиться без выделенной управляющей станции, так как роль такой станции может выполнять один из агентов мультиагентного роя, выбранный на основе консенсуса. Это обстоятельство является большим преимуществом, так как выход из строя мультиагентного «лидера» не приводит к отказу всей системы, и оставшиеся агенты на основе нового консенсуса с учетом изменившихся условий формируют новый управляющий центр.

Задачи группового управления (управления формациями, роями) в таком случае сводятся к задачам частичной координатной синхронизации с помощью метода виртуального лидера. При большом числе агентов (а в ряде задач число агентов достигает тысяч и миллионов), требование заданного поведения всех

[1] oleg_granichin@mail.ru
[2] kiyaev@mail.ru

без исключения агентов оказывается излишне жестким и трудновыполнимым. В таких случаях выделяется характерная точка в множестве состояний агентов (центр, лидер, центр тяжести), а желательным поведением является заданное поведение центра при условии ограниченности отклонений от него состояний всех агентов. При этом достижение консенсуса или согласования характеристик достигается при условии, в котором каждый агент стремится уменьшить отклонение своей целевой переменной от соответствующих переменных своих соседей.

Для группы взаимодействующих агентов, обменивающихся данными с задержкой в дискретные моменты времени, при изменяющейся топологии связей предложен и обоснован алгоритм стохастической аппроксимации для решения задачи о достижении консенсуса. Стохастическая аппроксимация с убывающим размером шага позволяет каждому агенту получать информацию о состоянии своих соседей при одновременном снижении воздействия помех. Популярным инструментом для доказательства состоятельности этих алгоритмов являются квадратичные функции Ляпунова, наличие которых гарантировано при фиксированной топологии сети [2].

Робототехнические комплексы с наборами необходимых специализированных датчиков, которые действуют группами в условиях неопределенности и управление которыми осуществляется на рассмотренных выше принципах МАУ, могут успешно использоваться для активного мониторинга и оперативного управления инцидентами в трех средах (на земле, под водой и в воздухе) с перераспределением ролей и локальных задач в ходе мониторинга и принятия текущих решений для решения общей задачи.

Указанные выше новые области знания активно используются при подготовке курсов и учебных проектов на кафедре системного программирования СПбГУ. Работа выполнена в рамках исследований в СПбГУ (тема № 6.38.71.2011) и при поддержке РФФИ (проекты № 13-07-00250-а и 11-08-01218-а).

Литература

1. Бендерская Е.Н., Граничин О.Н., Кияев В.И. Мультиагентный подход в вычислительных технологиях: новые грани параллелизма и суперкомпьютинг. // Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции «Информационные технологии в бизнесе». СПб, изд-во «Инфо-да», 2013, с. 7-13.

2. Амелина Н.О. Применение протокола локального голосования для децентрализованной балансировки загрузки сети с переменной топологией и

помехами в измерениях // Вестник СПбГУ. Сер. 1: Математика. Механика. Астрономия. №3, 2013.