

ГРУППОВОЕ КОМАНДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОНОМНЫМИ МОБИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

С.Н. Васильев, М.Э. Бузиков, Н.Ю. Морозов

В настоящее время многие современные системы автоматизации планирования действий автономных мобильных аппаратов (роботов) формируют планы как автоматные или другие модели управления путем их поиска в классе моделей, удовлетворяющих некоторой совокупности требований к поведению робота. Эти требования записываются в языке модальных логик ([1] и др.). Алгоритмы поиска нуждаются в дальнейшем повышении своей эффективности. Что касается большинства других известных систем планирования действий, то они базируются на автоматическом доказательстве теорем и используют методы резолюционного типа с дизъюнктивным представлением формул языка, разрушающим эвристическую структуру знаний (см., например, [2]).

В докладе развивается метод децентрализованного планирования действий роботов [3], в основе которого – немонотонная первопорядковая логика с типово-кванторными формулами в конструктивной семантике [4,5], хорошо совместимыми с эвристиками предметной области. В среде функционирования робота допускается появление неожиданных препятствий и других конфликтов, в т.ч. из-за неполной согласованности поведения членов группы. Предполагается, что в процессе планирования своего поведения робот может одни действия включать в план свободно, а другие – только при специальном разрешении (например, Центра). Автоматизация соответствующего вывода основывается на дедуктивно-абдуктивном выводе [4,5]. Разработанные алгоритмы и программное обеспечение позволяют извлекать искомые планы из логических выводов спецификаций целей управления.

Простейшим примером плана действий является список точек предписываемого маршрута движения как аналога программного движения, составленного из свободных и on-line разрешенных отрезков. В процессе своего выполнения план может меняться с учетом складывающейся обстановки. Такое формирование плана как программы действий и его выполнение с помощью командного управления ("позиционного" типа, но на уровне логической модели с перепланированием по мере необходимости) подразумевает его реализацию традиционными средствами автоматического управления на базе уравнений динамики механической системы (например, как в [6]).

Разработанные средства планирования поведения роботов применимы в разных задачах, а в докладе рассматриваются на примере автоматизации приема (на хранение), размещения и выдачи товаров разных категорий со склада. Разработаны модель и дополнительное программное обеспечение группового управления роботами, обслуживающими поступающие заявки.

Модель командного управления является, в свою очередь, двухуровневой. Верхний уровень представлен агентом-координатором (компьютерной программой), роль которого заключается в выводе метапланов как заданий для роботов-исполнителей; координатор может руководствоваться некоторыми эвристиками предметной области при распределении сгенерированных планов между исполнителями.

Метапланы исполнителей в процессе исполнения на нижнем уровне допускают неоднозначность решения некоторых промежуточных подзадач, что обязывает исполнителя и самому планировать действия по их решению, в том числе с горизонтальным взаимодействием с другими исполнителями, например, для бесстолкновительности движения или использования взаимопомощи, когда исполнитель не в силах справиться с подзадачей в одиночку. Визуализация процессов выполнена анимированным набором геометрических примитивов в 2D и 3D-представлениях.

Литература

- [1] Lomuscio A., Michaliszyn J. Verifying Multi-Agent Systems by Model Checking Three-valued Abstractions // Proc. of the 14th Intern. Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMS). – Istanbul, 2015. – P. 189-198.
- [2] Otten J. *NanoCoP: A Non-clausal Connection Prover* // Internat. Joint Conference on Automated Reasoning. – Springer Internat. Publ. – 2016. – С. 302-312.
- [3] Бузиков М.Э., Васильев С.Н., Морозов Н.Ю. Автоматизация планирования действий группы мобильных роботов // Сб. тез. докл. Научной конф. «Ломоносовские чтения», секц. физ. – МГУ. –2017. – С. 155-158.
- [4] Васильев С.Н., Галяев А.А. Логико-оптимизационный подход к решению задачи преследования группы целей // Доклады Академии наук. – 2017. – Т.474. №6. С.675-681.
- [5] Васильев С.Н., Браништов С.А., Бузиков М.Э., Морозов Н.Ю. Групповое командное управление автономными мобильными аппаратами // Материалы 10-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления, 2017. – Т. 2 «Робототехника и мехатроника» . – С. 251-252.
- [6] Vassilyev S.N., Ulyanov S.A., Maksimkin N.N. A VLF-based technique in applications to digital control of nonlinear hybrid multirate systems // AIP Conference Proc., 2017. –Vol. 1728. – №1. – P. 0201701-02017010.