

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Шмарова С.А.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Бескорвайный В.В.  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ТАПР, тел. (057) 702-14-86)

The report covers the methods of control mobile robots and methods for selecting the shortest path on the set-point trajectory. The study of management mobile robots and choose the best solutions, will extend the functionality of mobile robots and improve the efficiency of work performed.

За последние десятилетия мировая робототехника и технологии, связанные с ними, развиваются стремительными темпами, приобретая все большую возможность использования роботов в различных областях человеческой деятельности. Современные мобильные роботы предназначены для функционирования во вредных или опасных для человека условиях, а так же для облегчения человеческого труда. Такие условия имеют место при выполнении технологических операций в экстремальных средах, ликвидации последствий аварий, при работе с взрывоопасными предметами. Применение мобильных роботов в таких условиях позволяет исключить угрозу здоровью и жизни человека-оператора. Важную роль при этом имеет проблема создания интеллектуальной системы управления, позволяющей роботу автономно функционировать в неопределенной внешней среде при минимальном участии человека.

В докладе рассматривается задача управления движением робота на плоской поверхности из некоторой начальной точки в заданную конечную точку. Формально такая задача формулируется следующим образом. Робот находится в начальной точке  $A_0$  с координатами  $(x_0, y_0)$ , требуется переместить его в конечную точку  $A_k$  с координатами  $(x_k, y_k)$ , двигаясь по всем заданным промежуточным точкам  $A_2, A_3, \dots, A_{k-1}$ . Частным случаем этой задачи является задача, в которой начальная  $A_0$  и конечная  $A_k$  точки движения робота совпадают.

Если представить множество точек, которые должен посетить робот, в виде вершин полносвязного графа, то исходная задача управления движением робота может быть сведена к задаче определения кратчайшего пути между заданной парой точек, а частная задача – к задаче коммивояжера. При этом в обеих задачах требуется определить наилучшую (в смысле минимума пройденного роботом пути) последовательность посещения точек маршрута.

Для решения исходной задачи (определения кратчайшего пути)

используют методы, основанные на алгоритмах Дейкстры (Dijkstra) и Флойда (Floyd). Оба алгоритма позволяют получать точные решения. При этом по алгоритму Дейкстры для определения кратчайшего пути между заданной парой точек территории требуется порядка  $3k^2$  операций (где  $k$  – количество точек, которые должен посетить робот), а по алгоритму Флойда для определения кратчайших путей между всеми парами точек – не более чем  $k^3$  операций.

Для решения частной задачи (о коммивояжере) используют точные ("ветвей и границ", динамического программирования, множителей Лагранжа, их комбинации) и приближенные ("иди в ближайший", минимальной, ближней и дальней вставки, Кристофидеса) методы. Одним из лучших приближенных методов для решения этой задачи является метод "дальней вставки", а наилучшим в смысле наименьшей гарантированной погрешности решения является алгоритм Кристофидеса.

Точные методы целесообразно использовать при относительно небольших количествах посещаемых роботом точек. Для решения задач большой размерности целесообразно использовать методы, реализующие идею вставки (включения) для решения о коммивояжере. Отличие методов будет состоять в способе формирования кольцевого маршрута. Пусть  $A_0, A_1, \dots, A_k$  – некоторая последовательность точек. Образует начальный фрагмент кольцевого маршрута, включающий две точки  $A_0, A_1, A_0$ . Точки  $A_2, A_3, \dots, A_k$  включать в такое место маршрута, чтобы увеличение его длины было минимальным. Временная сложность решения задачи однопроходным методом вставки (включения)  $O[k^2]$ .

В дискретной позиционной системе управления имеют определенное количество точек позиционирования  $A_i, i = \overline{0, k}$ . Для определения направления движения в каждой из точек маршрута может быть использован датчик-компас, и информация о координатах точек позиционирования  $(x_i, y_i), i = \overline{0, k}$ . При этом процесс перемещения из отдельной взятой точки в другую аналогичен дискретным цифровым системам с участками разгона, движения и торможения. В дискретных позиционных системах движение происходит из точки в точку, при этом траектория движения из одной точки в другую в общем случае не важна. Обычно это движение по прямой. При управлении позиционной системой обычно необходимо обеспечить два основных условия: максимальное быстроедействие при перемещении из одной точки в другую, а так же устойчивость в самой точке.

В докладе рассмотрены методы управления мобильными роботами и методы выбора кратчайшего пути по заданным точкам траектории. Исследование методов управления мобильными роботами и выбор наилучшего решения, позволит расширить функциональные возможности мобильных роботов и повысить эффективность выполняемых работ.