

УДК 681.5.013

УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОЙ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНТУРА КОМПЕНСАЦИИ ЗАПАЗДЫВАНИЙ

Галкина Д.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Борисов О.И.
(ИТМО)

Введение. На протяжении последнего десятилетия не теряют актуальности исследования, связанные с разработками в области организации группового управления для роботов различного типа – от стационарных манипуляторов до мобильных колесных и беспилотных летательных аппаратов. Одними из наиболее весомых причин интереса к решению задач при помощи групп роботов является возможность увеличения скорости и площади выполнения работ по сравнению с задействованием одного робота. Так, например, после внедрения в работу на своих складах групп мобильных роботов компания Amazon повысила скорость выполнения задач в 4 раза [1].

Однако, несмотря на большое количество преимуществ, групповое управление обладает рядом проблем, таких как: возможная ненадежность коммуникации, неполнота знаний роботов о состоянии среды, а также запаздывания в коммуникационном канале [2]. Все вышеперечисленное может привести к столкновениям и невозможности выполнения поставленной задачи.

В настоящее время существует большое количество методов борьбы с запаздываниями, основывающихся на внедрении в структуру системы дополнительного элемента – предиктора. Однако, несмотря на многообразие методов, большая их часть является модификациями предиктора Смита и регулятора Ресвика.

Работа классического предиктора Смита основывается на задействовании передаточной функции модели объекта управления и звена запаздывания. Благодаря тому, что из модели можно исключить задержку, появляется возможность предсказания поведения объекта до появления его выходного сигнала. Однако, если параметры модели будут отличаться от параметров объекта или его параметры будут переменными, то в системе с предиктором Смита возможно ухудшение качества переходных процессов, в том числе потеря устойчивости.

Работа регулятора Ресвика основывается на системах с вспомогательной обратной связью, включающей в себя запаздывание. Для реализации необходимо знать точную математическую модель объекта как с запаздыванием, так и без него. Однако, применение регулятора Ресвика имеет серьезный недостаток – система теряет устойчивость, если запаздывание объекта управления перестает быть равно запаздыванию модели.

Основная часть. Поскольку при групповом управлении в неидеальных (реальных) условиях запаздывания чаще отличны друг от друга, а предиктор Смита и регулятор Ресвика не способны обеспечить должное качество управления в системах с различными или переменными значениями запаздываний, было решено провести синтез контура компенсации запаздываний, связав роботов в группе при помощи геометрического подхода к управлению. Данный подход основывается на графо-аналитических методах.

Интерес к методам такого типа объясняется необходимостью понимания и возможностью визуализации структуры взаимодействия внутри системы. Так, в графе, изображающем группу, узлы отображают участников группы, управляющий сигнал для которых считается как взвешенная сумма разностей выходов соседних узлов, а ребра графа демонстрируют направления управляющих сигналов. Для описания связей в графе используется матрица связей или Лапласиан [3].

Так, объединив роботов в группу при помощи геометрического подхода, становится возможным синтезировать контур компенсации запаздываний, успешно справляющийся с устранением различного вида запаздываний в непрерывных системах. Другим

преимуществом предложенного компенсационного контура является возможность применять его в системах со сколь угодно большим количеством участников группы.

Выводы. В результате проведенного исследования были рассмотрены известные способы устранения запаздываний, ранее применяемые к одному роботу, проанализированы их недостатки при применении к группе роботов. Основываясь на геометрическом подходе к групповому управлению, была организована система управления, содержащая универсальный контур компенсации запаздываний, с помощью которого возможно справляться как к идентичным и отличным друг от друга, так и к переменным запаздываниям.

Список использованных источников:

1. Форд М. Роботы наступают. Развитие технологий и будущее без работы. – М.: Альпина нон-фикшн, 2016. – 430 с.
2. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желаемое и действительное // Современная мехатроника. – М.: РосНОУ, 2011. – С. 35 – 51.
3. Пшихопов В.Х. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2015. – 305 с.