

Научно-популярная аннотация результатов проекта № 18-41-732003

В настоящее время задача адаптивного оценивания параметров движения объекта по сложной траектории в условиях зашумленных измерений и непредвиденных изменений режима движения объекта является чрезвычайно актуальной в силу важности ее практических приложений. Примерами таких приложений являются задачи сопровождения целей, робототехники, обработки сигналов со сканирующих дальномеров.

В последние десятилетия при проектировании технических систем стали широко применяться мультисенсорные сети. Использование в сложных технических системах множества сенсоров позволяет получить более точную оценку параметров их математических моделей и, как следствие, повысить качество управления. Обратной стороной такого подхода является усложнение математических алгоритмов обработки измерений. Как показывает анализ современного состояния исследований в данной области наиболее востребованными подходами к построению алгоритмов параметрического оценивания в мультисенсорных сетях являются всевозможные реализации распределенной калмановской фильтрации с разной степенью децентрализации. В связи с этим актуальными являются задачи адаптации существующих и разработки новых алгоритмов оценивания параметров движения объектов для мультисенсорных сетей.

Целью проекта являлась разработка новых алгоритмов и программных средств мультисенсорного адаптивного оценивания параметров движения объектов по сложной траектории в условиях непредвиденного изменения режима движения.

В ходе выполнения проекта получены следующие основные результаты:

1. Разработан децентрализованный алгоритм мультисенсорного адаптивного оценивания параметров движения объекта с контролем оптимальности модели оценивания при условии, что моменты изменения режима движения известны.

В основе алгоритма лежит представление модели движения объекта по сложной траектории в виде набора дискретных линейных стохастических моделей, соответствующих различным режимам движения. В качестве децентрализованного алгоритма оценивания используется информационная форма фильтра Калмана со

встроенным контролем оптимальности модели оценивания на основе сигнальной функции.

Данный алгоритм является оригинальным и ранее не был описан в научной литературе.

2. Разработаны эффективные в вычислительном плане и гарантированные по вероятностям ошибок первого и второго рода алгоритмы обнаружения факта изменения режима движения объекта и его идентификации в процессе фильтрации измерительных данных, основанные на применении последовательного критерия отношения вероятностей.

Алгоритмы основаны на вычислении отношений правдоподобия банками конкурирующих фильтров Калмана в узлах мультисенсорной сети. Каждый фильтр в банке соответствует одной из альтернативных гипотез о режиме движения объекта. Децентрализация алгоритмов выполнена с использованием информационной формы фильтра Калмана.

Данные алгоритмы являются оригинальными и ранее не были описаны в научной литературе.

3. Получены теоретические и практические оценки объема банка конкурирующих фильтров и среднего времени принятия решения об обнаружении изменения режим движения в зависимости от параметров математической модели траектории.

Характерной особенностью алгоритма обнаружения изменения режима движения объекта при помощи последовательного критерия отношения вероятностей является линейный рост объема банка конкурирующих фильтров с течением времени, что может привести к замедлению работы алгоритма и/или исчерпанию вычислительных ресурсов на длинных участках траектории без смены режима движения. В ходе исследования получены априорные оценки объема банка конкурирующих фильтров в зависимости от параметров гибридной модели, позволяющие эффективно ограничить объем банка, необходимого для обнаружения и идентификации режима движения, а также оценки среднего времени принятия решения о смене режима движения. Скорость работы банков фильтров Калмана в отдельных узлах сети может быть дополнительно повышена за счет использования технологий параллельных вычислений на этапе получения локальных оценок конкурирующими фильтрами.

Данный результат является оригинальным и ранее не был описан в научной литературе.

Все полученные при реализации проекта основные результаты являются оригинальными, соответствуют заявленным задачам исследования и могут применяться не только в задачах оценивания параметров математических моделей движущихся объектов, но и для широкого класса задач, для которых характерно изменение режимов функционирования изучаемых систем или объектов.