

УДК 004.021

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СМЕЩЕННОГО ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА ЗА КОНЕЧНОЕ ВРЕМЯ

Ячменьков М.М. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Пыркин А.А.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Доклад посвящен определению параметров полигармонического сигнала с конечным числом гармоник со смещением за конечное время. Оцениваемыми параметрами являются величины смещения, частот, фаз и амплитуд сигнала. В алгоритме используется метод динамического расширения регрессора и смешивания (DREM).

Введение.

В ряде практических приложений существует необходимость в параметрической оценке полигармонического сигнала, который может описывать возмущающее или задающее воздействие в киберфизических системах. Такая оценка позволяет синтезировать адаптивные алгоритмы управления, включая алгоритмы компенсации возмущающих воздействий.

Существуют разные подходы к параметрической оценке таких сигналов. Самыми ранними способами являются использования метода наименьших квадратов или градиентного метода оценки. Но недостатком таких методов является необходимость удовлетворения условия не исчезающего возбуждения (PE) для регрессора, что на практике выполняется достаточно редко. При невыполнении такого условия нельзя гарантировать асимптотическую сходимость к нулю ошибки оценивания.

В настоящее время, наиболее эффективным способом параметрической оценки является процедуры динамического расширения регрессора и смешивания. В таком случае необязательно выполнение условия PE для сходимости ошибки к нулю в асимптотике. Но при этом на детерминант матрицы регрессора, прошедшего через процедуру DREM накладывается условие квадратичной интегральной невырожденности. Более того, оценка постоянных параметров в линейном регрессоре в таком случае происходит за конечное время. И настройка алгоритма оценки достаточно проста.

Основная часть.

В докладе представлены три вариации алгоритма, базирующихся на DREM, их сравнение и выбор наиболее удачного решения. Сам алгоритм состоит из двух этапов. На первом этапе происходит оценка частот сигнала, на втором оценка остальных параметров сигнала. Сам сигнал должен иметь конечный спектр.

В первой вариации алгоритма модель линейной регрессии основана на обыкновенном линейном стационарном дифференциальном уравнении, решением которого является исследуемый сигнал. Поскольку значения производных исследуемого сигнала не известно, то исходный регрессор пропускается через экспоненциально устойчивый LTI-фильтр с единичным статическим коэффициентом передачи. К исходному регрессору применяется DREM процедура, в которой для расширения регрессора используется асимптотически устойчивый LTI-фильтр, и происходит оценивание вектора параметра на основе градиентного метода оценки. По оценке частоты происходит оценка всех остальных параметров сигнала.

Использование инерционных фильтров в алгоритме приводит к образованию экспоненциальной части в регрессоре, что существенным образом сказывается на монотонности оценки. Поэтому целью следующих вариаций будет замена инерционных фильтров безынерционными элементами.

Во второй вариации для улучшения монотонности оценивания в качестве фильтра, расширяющего регрессор в DREM процедуре, используется оператор задержки.

В третьей вариации через операторы задержки, применяемые к исследуемому сигналу, выводится новый исходный регрессор, в котором отсутствует экспоненциально затухающая часть. Более того в качестве фильтра, расширяющего регрессор в DREM процедуре, используется оператор задержки.

Выводы.

Разработанный алгоритм может быть использован в системах управления для возмущенных киберфизическими объектами для компенсации параметрически неопределенного возмущения с конечным спектром.