

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЛА

Кондратьев А. И.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия

В работе исследуется возможность использования искусственных нейронных сетей для управления движением ЛА, в частности для создания адаптивных алгоритмов системы дистанционного управления (СДУ) самолета.

Задача адаптивного управления обычно разделяется на синтез контура управления и контура адаптации, настраивающего контур управления. К настоящему времени предложено большое количество различных методов их построения. Для нелинейных динамических систем общепринятым методом для построения контура управления стала линеаризация обратной связью по выходу. Линеаризация обратной связью является основой для построения нелинейных адаптивных алгоритмов управления с эталонной моделью (ЭМ) и с обратной динамикой (ОД). Различие между системами с ЭМ и методом обратной динамики состоит в изначальной постановке задачи управления: для систем с ЭМ это задача регулирования, а для систем с ОД – задача слежения.

Для получения адаптивного и нелинейного закона управления представляет интерес применение искусственных нейронных сетей. Это обусловлено двумя свойствами нейронных сетей. Первое – они обладают свойством универсальной аппроксимации и, следовательно, с их помощью можно приближенно реализовать широкий класс нелинейных функций. Второе – нейронные сети являются нелинейными статистическими моделями и настраиваются (обучаются) по измеряемым сигналам. В данной работе управляющая нейронная сеть приближенно представляет нелинейный закон управления, используемый в основном контуре, и выполняет таким образом приближенную линеаризацию обратной связью.

Контур адаптации может быть построен различными способами. Распространенным является использование прямого метода Ляпунова, но в то же время он обладает существенными недостатками. Поэтому в данной работе для систем с ОД рассматривается способ настройки управляющей нейросети с помощью приближенного представления обратных функций. Затем данный метод обобщается на построение алгоритмов адаптации для систем с ЭМ.

Синтез и тестирование нейросетевых алгоритмов управления производится на полной нелинейной математической модели самолета F-16 для трех каналов управления. Однако структура системы управления основывается на рассмотрении продольного канала, т.к. к его характеристикам предъявляются повышенные требования по сравнению с боковым. Выходом объекта управления, подлежащим регулированию в продольном канале, является угол атаки или связанная с ним нормальная перегрузка. При этом угол атаки измеряется с наибольшими погрешностями и шумами и не допускает численного дифференцирования, которое требуется для построения контура адаптации. Поэтому в структуре системы выделяется внутренний контур управления угловыми скоростями, который строится методом обратной динамики. Далее внешние контуры управления могут быть синтезированы в предположении, что внутренний контур настроен достаточно хорошо. Внешний контур управления углом атаки содержит адаптивный ПИ-регулятор, настраиваемый как система с эталонной моделью.

Приводятся результаты моделирования нейросетевых законов управления, в том числе самонастройка при неточностях в исходных данных и при резком изменении динамических характеристик самолета.