

КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА С ПОМОЩЬЮ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОСЕТИ

Дегтярев А.В., Запорожец Н.О., Запорожец О.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

oleg.zaporozhets@nure.ua

В практике использования информационно-измерительных систем одним из факторов, оказывающих существенное влияние на погрешность измерения, является нелинейность функции преобразования измерительного канала в рабочем диапазоне входных сигналов. Если нелинейность носит существенный характер, то для уменьшения указанной погрешности можно воспользоваться методом псевдолинеаризации, то есть использовать для аппроксимации нелинейную функцию, которую можно привести к линейному виду путем замены переменных с последующим определением параметров этой функции по методу наименьших квадратов [1]. Но в этом случае необходимо иметь априорную информацию о виде этой нелинейной функции или, другими словами, знать структуру математической модели измерительного канала, что тоже не всегда возможно.

Универсальным методом уменьшения нелинейности функции преобразования является ее алгоритмическая коррекция с помощью дополнительного устройства-компенсатора, реализующего обратную по отношению к функции преобразования зависимость $x = F^{-1}(y)$. Дополнительным условием является инвариантность такого преобразователя к виду нелинейной зависимости, которую ему необходимо скорректировать, то есть возможность адаптации к произвольному виду функции преобразования.

В качестве устройства-компенсатора предлагается использовать радиально-базисную искусственную нейронную сеть. Обоснованием такого выбора служит то, что искусственные нейронные сети по своей природе нелинейны, обладают хорошими аппроксимирующими свойствами и не требуют специально разработанных методов проектирования, их можно синтезировать через обучение [2, 3]. Такой подход представляется достаточно уместным и с точки зрения практической реализации для информационно-измерительных систем, в которых преобладает цифровая обработка измерительной информации, что позволяет реализовать широкий спектр методов цифровой фильтрации сигналов, в частности, математический аппарат теории искусственных нейронных сетей, характеризующейся бурным развитием в последние десятилетия.

Для исследования свойств и характеристик предложенной системы коррекции функции преобразования измерительного канала использовался метод имитационного моделирования на ЭВМ. С этой целью была разработана программа на языке MATLAB, использующая функции

проектирования и моделирования искусственных нейронных сетей библиотеки Neural Network Toolbox [4].

В процессе моделирования исследовалось влияние вида нелинейности и собственных шумов измерительного устройства на качество коррекции функции преобразования. В качестве нелинейной функции преобразования измерительного устройства использовались следующие виды функций:

- 1) синусоидальная $y = \sin(ax + b)$;
- 2) степенная $y = ax^b$;
- 3) гиперболическая $y = a + b/x$;
- 4) дробно-линейная I $y = 1/(a + bx)$;
- 5) дробно-линейная II $y = cx/(a + bx)$;
- 6) показательная I $y = ae^{bx}$;
- 7) показательная II $y = ae^{b/x}$;
- 8) логарифмическая I $y = a + b \ln x$;
- 9) логарифмическая II $y = a + b / \ln x$.

Анализ результатов моделирования позволяет сделать вывод о том, что предложенное устройство компенсации нелинейности на базе радиально-базисной нейросети применимо для коррекции достаточно широкого класса нелинейных функций преобразования измерительных каналов. Сравнительный анализ функционирования предложенной системы и аналогичной системы, использующей компенсатор на базе полиномиального аппроксиматора, показал, что среднеквадратическая погрешность коррекции функции преобразования нейросетевым устройством для одних видов нелинейных функций несущественно отличается от погрешности полиномиальной коррекции, а для других – значительно меньше нее.

Список литературы

1. Грановский, В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях [Текст] / В.А. Грановский, Т.Н. Сирая. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. Бодянский, Е.В. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения [Текст] / Е.В. Бодянский, О.Г. Руденко. – Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 369 с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин; 2-е изд., испр., пер. с англ. – М. : ООО «ИД Вильямс», 2006. – 1104 с.
4. Дьяконов, В. Математические пакеты расширения MATLAB [Текст] : специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб. : Питер, 2001. – 480 с.