

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТЫ СЛОЖНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Манцеров С.А., Окунев А.В., Кочеров А.В.

Ключевые слова: нечеткая логика, синтетическая нейронная сеть, ANFIS, процесс управления, прогнозирование.

Аннотация. Для обеспечения надёжного функционирования сложных технических объектов необходимо проводить диагностику и прогнозирование их состояния. Значительное влияние при прогнозировании имеет случайная составляющая процесса. Перспективным направлением является создание комплексной системы управления технической системой, основанной на использовании нейро-нечетких методов. В статье рассмотрена система ANFIS при прогнозировании случайной величины отказа автомобильного электронного блока питания.

FORECASTING THE OPERATION OF COMPLEX TECHNICAL EQUIPMENT USING FUZZY LOGIC METHODS

Mantserov S.A., Okunev A.V., Kocherov A.V.

Keywords: fuzzy logic, synthetic neural network, ANFIS, control process, forecasting.

Abstract. To ensure the reliable functioning of complex technical facilities, it is necessary to diagnose and predict their condition. The random component of the process has a significant influence in forecasting. A promising direction is the creation of an integrated management system of a technical system based on the use of neuro-fuzzy methods. The article discusses the ANFIS system for predicting the random magnitude of the failure of an automotive electronic power supply.

Введение

Для обеспечения надёжного функционирования сложных технических объектов необходимо проводить диагностику и прогнозирование их состояния.

В связи с возрастающей ролью автоматических и автоматизированных систем возрастает также значение прогнозирования их состояния и планирования ресурсов предприятия. Без прогноза затруднительно управлять состоянием системы, нельзя своевременно предупреждать аварийные ситуации. Использование теории и методов прогнозирования для анализа надёжности изделий создает возможность существенно повысить эффективность оценки надёжности их на различных этапах разработки, изготовления и эксплуатации.

Анализ современных систем управления техническим средством свидетельствует о том, что существует объективная научно-техническая проблема создания комплексных систем диагностирования, прогнозирования и планирования ресурсов, построенных на универсальных принципах, обеспечивающих высокий уровень достоверности постановки диагноза, прогнозирования и управления ТС сложных систем.

Искусственные нейронные сети (ИНС) в задачах диагностирования и прогнозирования технического состояния изделий могут быть использованы в качестве подсистемы выборки и принятия решений, передающей диагностическую информацию другим подсистемам управления [1].

Задачи прогнозирования отказов изделий сложны из-за невозможности четкой постановки соответствия изменений входных и выходных параметров состояния, в котором находится или к которому стремится объект диагностирования. Для решения этих задач необходимо сформировать базу с множеством состояний и произвести оценку степени влияния каждого информационного параметра на вероятность перехода изделия в какое-либо из возможных состояний [2].

Поэтому для диагностирования целесообразно использовать метод подбора коэффициентов влияния – межнейронных связей на основе обучения и нечетких нейронных сетей, функционирование которых основано на принципах нечеткой логики, применяющих для адаптации параметров методы обучения, как с «учителем», так и на основе самоорганизации.

Нейро-нечеткая сеть ANFIS

Одной из известных нейро-нечетких систем является Адаптивная нейро-нечеткая интерференционная система (ANFIS), которая была предложена Джангом в 1993 году [2].

ANFIS основан на нечеткой модели Сугено, где правило R_k может быть представлено в виде:

$$R_k : IF \mu_{A_i}(x) AND \mu_{B_i}(y) THEN f = p_k x + q_k y + r_k .$$

где k -количество правил, A_i и B_i - n нечетких функций принадлежности, обозначаемых μ в начале правила R_k , p_k , q_k , r_k -линейные параметры последующей части k -го правила.

Пятиуровневая архитектура ANFIS состоит из двух типов узлов: фиксированных и адаптируемых.

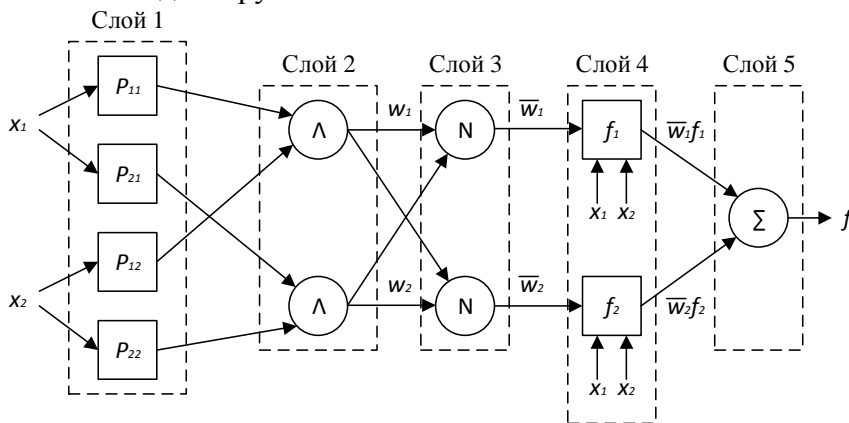


Рис. 1. Адаптивная нейро-нечеткая сеть (система нечеткого вывода) ANFIS

Структура ANFIS предполагает наличие 5 слоев (рис. 1). Слой 1 предназначен для определения степени принадлежности каждого из значений лингвистических переменных различным нечетким множествам, участвующим в формировании нечетких правил. Слой 2 выполняет вычисление левых частей нечетких правил. Слой 3 отвечает за нормирование значений, полученных после вычисления результатов действия левых частей

правил. Слой 4 представляет настраиваемый элемент системы. Результирующий сигнал выходного слоя 5 вычисляется как сумма результатов действия всех правил:

$$f = \sum_{i=1}^n w_i f(x_i, x_j).$$

По данной технологии исследовалась модель отказов для автомобильного электронного блока питания. Было проведено моделирование в системе ANFIS по входным значениям температуры и показателям уровней вибрации. Выходными значениями были представлены предсказание выхода из строя или отказа печатной платы. Критерии отказа принимают меру отклика печатной платы и используют ее для получения метрики отказа [3]. Метрикой отказа могут служить средняя наработка на отказ, циклы до отказа, вероятность бессбойной работы или любой другой показатель надежности [4].

Список литературы / References

1. Гриняев С.Н. Нечеткая логика в системах управления // Компьютерра. – 2001. – №38. – С. 20.
1. Grinyaev S.N. Fuzzy logic in control systems // Computerra. – 2001. – No. 38. – P. 20.
2. Gavriliuk E.A. Fuzzy reliability model of system for decision support in technical diagnostics / E.A. Gavriliuk, S.A. Mantserov // Fuzzy Technologies In The Industry – FTI. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Vol. 2258. – Ser. CEUR Workshop Proceedings. – Ulyanovsk: UISTU, 2018. – P. 222-234.
3. IEEE 1413.1. IEEE guide for Selecting and Using Reliability Predictions Based on IEEE 1413. – New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 2003. – 97 p.
4. Jensen F. Electronic Component Reliability. – Wiley, 1996. – 376 p.
5. Morris S.F. MIL-HDBK-217-A favorite target / S.F. Morris, J.F. Reilly // Annual Reliability and Maintainability Symposium 1993 Proceedings. – 1993. – P. 503-509.

Манцеров Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, mca_9@nntu.ru	Mantserov Sergey Aleksandrovich – candidate of technical sciences, associate professor, mca_9@nntu.ru
Окунев Андрей Владимирович – аспирант, ассистент, a.okunev@nntu.ru	Okunev Andrey Vladimirovich – graduate student, assistant, a.okunev@nntu.ru
Кочеров Антон Валерьевич – аспирант, anton.kocherov@nntu.ru	Kocherov Anton Valerievich – graduate student, anton.kocherov@nntu.ru
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексея, Нижний Новгород, Россия	Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia

Received 08.11.2021