

УДК 629.36:681.3:621.396.9

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

О.Я. Никонов, доцент, д.т.н., В.Н. Шуляков, ассистент, ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрена проблема создания информационно-управляющих телематических систем транспортных средств и транспортных систем.

Ключевые слова: транспорт, телематика, мехатроника, системы управления, нейрофаззи сети, эволюционное моделирование, информационные и спутниковые технологии.

ІНТЕГРОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

О.Я. Ніконов, доцент, д.т.н., В.М. Шуляков, асистент, ХНАДУ

Анотація. Розглянуто проблему створення інформаційно-керуючих телематичних систем транспортних засобів і транспортних систем.

Ключові слова: транспорт, телематика, мехатроніка, системи керування, нейрофаззи мережі, еволюційне моделювання, інформаційні й супутникові технології.

INTEGRATED MANAGEMENT INFORMATION AND TELEMATICS SYSTEMS OF TRANSPORT VEHICLES

**O. Nikonov, Associate Professor, Doctor of Technical Science,
V. Shulyakov, assistant lecturer, KhNAHU**

Abstract. The creation problem of management information and telematics systems of transport vehicles and transport systems is considered.

Key words: transport, telematics, mechatronics, control systems, neurofuzzy networks, evolutionary modeling, information and satellite technologies.

Введение

Основной задачей на транспорте является обеспечение безопасности, удобства и экономичности перевозок с наименьшим воздействием на окружающую среду. Выполнение этих требований возможно только на основе широкого применения на транспорте современных систем телематики (интеллектуальных систем), которые бурно развиваются во многих отраслях экономики ведущих стран мира. Применение таких систем на транспорте позволяет значительно повысить эффективность и безопасность работы транспорта, обеспечить на более высоком уровне обслуживание пользователей транспорта.

Анализ публикаций

Телематика, мехатроника и синергетика являются новейшими направлениями развития транспортной науки, теоретической основой использования интеллектуальных транспортных технологий. Основой этих исследований может быть опыт европейских исследований по автомобильной телематике [1, 2] и результаты использования телематики, мехатроники и синергетики на транспорте, полученные в ХНАДУ [3, 4].

В последнее время разработано достаточно большое количество методов, позволяющих синтезировать высококачественные системы управления динамическими объектами с не-

известными или переменными параметрами. Однако эти системы, как правило, сложны и в них требуется измерять или идентифицировать все изменяющиеся параметры.

В связи с этим целесообразно разрабатывать новые подходы и методы на основе новой идеологии управления. В том числе и на основе нейронных сетей (НС) [5–11]. Системы автоматического управления, построенные с использованием этих сетей, имеют заметные преимущества перед традиционными системами. В частности, они не требуют точного знания математических моделей объектов управления (ОУ), могут работать в условиях параметрической неопределенности этих объектов, малочувствительны к изменениям параметров ОУ (проявляют свойства робастности), устойчивы к помехам, легко реализуются с использованием типовых контроллеров и позволяют использовать параллельные вычисления.

Известны типовые НС с предварительной настройкой параметров и с их настройкой в реальном масштабе времени (РМВ) в процессе функционирования систем [6]. Первые предназначены для работы с объектами, параметры которых в процессе эксплуатации не изменяются, а вторые – для управления объектами с существенно и непредсказуемо изменяющимися параметрами. При этом, как правило, перенастройка параметров в указанных НС в РМВ требует использования высокопроизводительных управляющих ЭВМ, так как изменения этих параметров различными методами оптимизации сопровождаются выполнением довольно большого объема вычислений.

В последние годы появились публикации, в которых описываются особенности использования НС для управления различными динамическими объектами [12, 13]. Однако параметры этих объектов в процессе управления принимаются постоянными, и процесс настройки сети в редких случаях удается выполнить в РМВ.

Среди НС наибольший интерес представляют так называемые нейрофаззи (нейро-нечеткие) сети [7–10]. Поскольку нейрофаззи системы относительно легко настраиваются и обладают свойством робастности, то эти свойства могут позволить обеспечить их эффективное использование для управления

сложными нелинейными динамическими объектами с неопределенными и существенно (непредсказуемо) изменяющимися параметрами. В данной статье такие системы предполагается использовать для интегрированной интеллектуальной информационно-управляющей системы наземного транспортного средства.

Цель и постановка задачи

Целью работы является построение эффективной интегрированной интеллектуальной информационно-управляющей системы (ИУС) транспортных средств как компонентов единой автоматизированной транспортной системы на основе новейших информационных и спутниковых технологий, а также принципов синергетики.

Разработка интегрированной телематической ИУС

Телематические ИУС должны выполнять следующие функции: сбор, передача, обработка и обмен информацией между как отдельными машинами (единицами информационного пространства), так и группами машин (группы информационного пространства), а также управление взаимодействием этих групп. ИУС также управляет системами и агрегатами самого транспортного средства.

На рис. 1 приведен пример структуры интеграции телематических ИУС транспортных средств.

Рассмотрим интегрированную телематическую ИУС транспортного средства на основе нейрофаззи сетей с архитектурой ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) [5, 9]. Структура такой сети приведена на рис. 2. Первый слой сети распределяет входные сигналы по функциям принадлежности второго слоя, производящего фаззификацию переменных, а третий слой реализует логические операции над нечеткими множествами. В последних двух слоях реализуется вычисление линейной комбинации входов и выходов слоя правил. В данной сети необходимо осуществлять настройку параметров входного слоя (слоя функций принадлежности), при этом в качестве функции принадлежности используется функция Гаусса.



Рис. 1. Пример интеграции основных систем ИУС транспортного средства

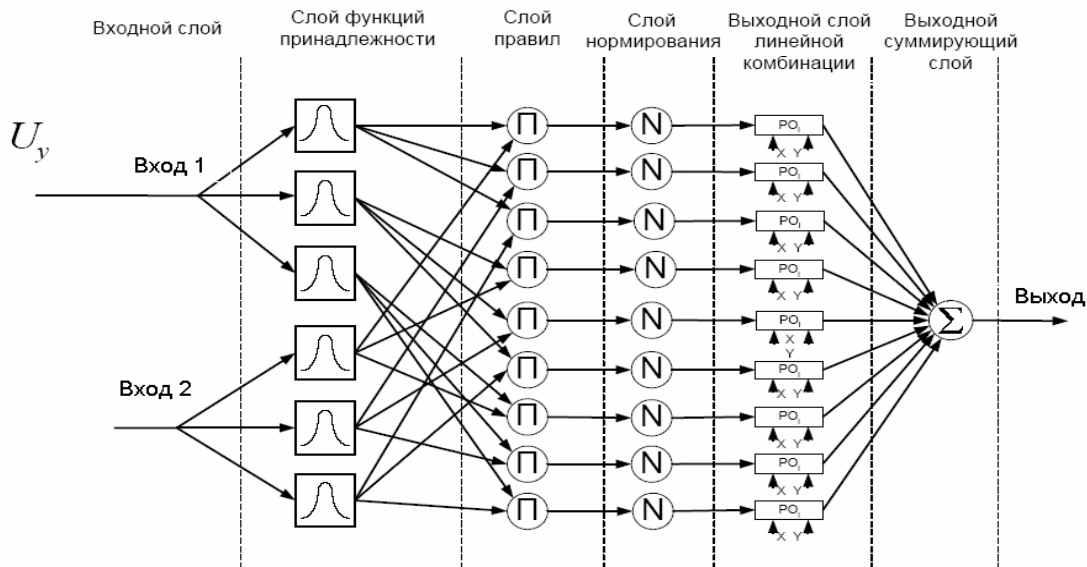


Рис. 2. Шестислойная нейрофаззи сеть ANFIS архитектуры

Ширина и центр этой функции определяются в дальнейшем в ходе настройки параметров методом обратного распространения ошибки (генетическими алгоритмами). Коэффициенты линейной комбинации в выходном слое сети целесообразно находить с помощью метода наименьших квадратов [10, 11].

Для вычисления параметров сети необходимо сформировать обучающее множество, состоящее из тестового и целевого векторов. Тестовый вектор представляет собой совокупность последовательно подаваемых на вход сети сигналов, отличающихся амплитудой и продолжительностью. Целевой вектор представляет собой совокупность значений выходной координаты в дискретные момен-

ты времени. Размерности целевого и тестового векторов совпадают. Число тестовых данных должно быть достаточно большим для получения достоверной информации о динамических свойствах ОУ. В системах, работающих в РМВ, размерность этих векторов ограничивается производительностью управляющей ЭВМ.

На рис. 3 представлена структурная схема контуров управления интегрированной интеллектуальной ИУС, построенной с использованием НС, работающей в РМВ и использующей принцип прямого инверсного управления. На начальном этапе работы рассматриваемой системы параметры ОУ неизвестны, НС является ненастроенной и не может обеспечивать качественного управления этим ОУ до тех пор, пока она не обучится полностью хотя бы один раз. Однако для формирования обучающей выборки необходимые данные следует снимать с уже работающей системы.

Поэтому для получения этой выборки на начальном этапе настройки НС в систему вводится типовой регулятор Р (например, ПИД-регулятор), обеспечивающий хотя бы приемлемое качество ее работы. После формирования первой обучающей выборки (особенности формирования этих выборок будут обсуждаться ниже) происходит обучение НС, которая в результате становится инверсной моделью ОУ и устанавливается в прямую цепь управления вместо типового регулятора Р.

Эта замена осуществляется с помощью блока переключения БП. Для обеспечения непрерывного процесса настройки НС и управления ОУ в системе используется две НС. Первая из них непрерывно обучается, а вторая (с предыдущей настройкой) обеспечивает процесс управления. После очередного переобучения НС ее параметры копируются во вторую (управляющую) НС и процесс повторяется. Это позволяет не прерывать управление объектом на время переобучения сети.

Для решения задачи используется следующий подход. Вся обучающая выборка формируется на основе не одного, а двух массивов данных. Первый массив $H \in R^{m \times s}$ состоит из данных, полученных на основе измерений в процессе работы системы, а второй массив $P \in R^{p \times s}$ содержит данные, полученные на основе массива H и прогнозирующие поведение управляемого ОУ на небольшом промежутке времени в будущем.

Рассмотрим более подробно контур управления силовой установкой на примере транспортных дизельных двигателей 3ТД и 6ТД [14]. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что введение в контур управления НС позволяет уменьшить колебательность рейки топливного насоса и угловой скорости вращения коленчатого вала до 35 %, т.е. повысить точность работы и топливную экономичность дизеля.

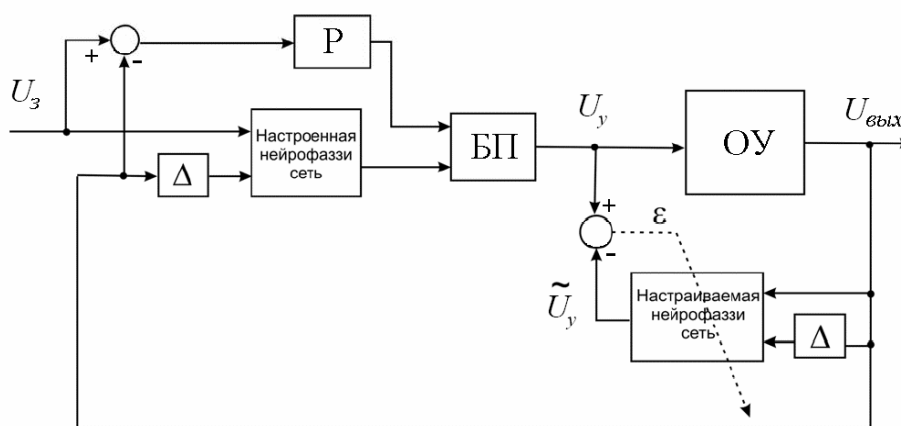


Рис. 3. Структурная схема контуров управления интегрированной телематической ИУС с нейрофази сетью: U_3 , $U_{\text{вых}}$ – соответственно задающий и выходной сигналы системы; U_y – сигнал управления ОУ; \tilde{U}_y – выходной сигнал настраиваемой НС; ε – сигнал ошибки настройки; Δ – блоки задержки; Р – типовой регулятор; БП – блок переключения

Экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических расчетов для системы управления топливоподачей дизелей 3ТД и 6ТД. Кроме этого, системы управления с НС обученной с помощью модифицированного генетического алгоритма позволяют значительно уменьшить низкочастотные колебания рейки топливного насоса, что говорит, безусловно, о качестве систем управления с НС.

Выводы

В работе построена эффективная интегрированная интеллектуальная информационно-управляющая система транспортных средств как компонентов единой автоматизированной транспортной системы на основе нейрофаззи сетей с архитектурой ANFIS. На примере транспортных дизельных двигателей 3ТД и 6ТД построена система нейрофаззи управления двигателями и проведены численные расчеты, а также экспериментальные исследования. Для дальнейших исследований необходимо создание методик синтеза автоматизированной системы в целом.

Литература

1. Телематика на автомобильном транспорте / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, А.Б. Николаев и др. – М. : МАДИ (ГТУ), 2003. – 173 с.
2. Пржибыл П. Телематика на транспорте / П. Пржибыл, М. Свитек. – М. : МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с.
3. Алексієв В.О. Управління розвитком транспортних систем / В.О. Алексієв. – Харків : ХНАДУ, 2008. – 268 с.
4. Алексієв О.П. Телематика, мехатроника та синергетика на автомобільному транспорті / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, О.І. Туренко // Автомобильный транспорт : сб. научн. тр. – 2009. – №25. – С. 266–270.
5. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия–Телеком, 2004. – 452 с.
6. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / под ред. Н.Д. Егупова. – М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. – 744 с.
7. Borgelt Ch. Neuro-Fuzzy-Systeme: von den Grundlagen kuenstlicher Neuronaler Netze zur Kopplung mit Fuzzy-Systemen / Ch. Borgelt. – Wiesbaden: Vieweg, 2003. – 434 p.
8. Nelles O. Nonlinear system identification with local linear neuro-fuzzy models / O. Nelles. – Aachen: Shaker, 1999. – 179 p.
9. Ross T.J. Fuzzy logic with engineering applications / T.J. Ross. – Chichester: Wiley, 2004. – 628 p.
10. Vas P. Artificial-intelligence-based electrical machines and drives: application of fuzzy, neural, fuzzy-neural and genetic-algorithm-based techniques / P. Vas. –Oxford: Oxford Univ. Press, 1999. – 625 p.
11. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques / J.T. Spooner. – New York : Wiley-Interscience, 2002. – 545 p.
12. Denai M.A. Fuzzy and neural control of an induction motor / M.A. Denai, S.A. Attia // Appl. Math. Comput. Sci. – 2002. – Vol.12, №2. – P. 221–233.
13. Neural Network-Based System Identification and Controller Synthesis for an Industrial Sewing Machine / H. Kim, S. Fok, K. Fregene et al. // Int. Journal of Control, Automation and Systems. – 2004. – Vol. 2, №1. – P. 83–91.
14. Ніконов О.Я. Синтез електронної системи паливоподавання дизеля на основі штучних нейронних мереж / О.Я. Ніконов // Вестник НТУ «ХПИ» : сб. науч. тр. – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2007. – №11. – С. 38–47.

Рецензент: О.П. Алексеев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 1 ноября 2010 г.