

ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПАЛИВОПОДАВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА: ГЛИБИННЕ НАВЧАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Ніконов О.Я., Серницький Л.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аврамов К.В., Успенський Б.В.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН

Стаття присвячена удосконаленню двигуна дизельного електрогенератора з метою підвищення його надійності та енергоефективності. Створено технологію параметричного синтезу системи паливоподавання дизельного двигуна на основі глибинного навчання системи керування.

Ключові слова: *дизельний двигун, інтелектуальна технологія, штучна нейронна мережа, глибинне навчання.*

Вступ. Дизельні генератори широко застосовуються в якості резервного або автономного джерела живлення в місцях, де відсутнє надійне і якісне постачання електроенергії від стаціонарної лінії електропередачі. Основними споживачами дизельних генераторів, як правило, є медичні, промислові та освітні установи, банки, лабораторії, офіси, сільське господарство, будівництво, а також всі інші установи, де відключення енергії вкрай небажано. Роботу присвячено удосконаленню дизельного електрогенератора (рис. 1) з метою підвищення його надійності та енергоефективності, що є вкрай актуальним [1-3].

Аналіз досліджень та публікацій. За останні кілька років глибинне навчання стало стандартною практикою вирішення більшості проблем штучного інтелекту, затьмаривши при цьому класичне машинне навчання. Очевидна причина полягає у високій продуктивності глибинного навчання для широкого кола задач, включаючи мову, комп'ютерний зір і т.д. Незважаючи на те, що глибинне навчання демонструє високу продуктивність, для ряду конкретних ситуацій використання класичного машинного навчання все ще краще [4-9].



Рис.1. Конструкція дизельного електрогенератора з блоком керування

Мета та постановка задачі. Метою статті є створення технології параметричного синтезу системи паливоподавання дизельного двигуна на основі глибинного навчання системи керування. Для підвищення енергоефективності дизельного електрогенератора необхідно використання синергетичного підходу, еволюційних методів моделювання і технології глибинного навчання.

Параметричний синтез системи паливоподавання дизельного двигуна з використанням глибинного навчання. Двигуни внутрішнього згоряння з системами автоматичного керування мають низку особливостей, що відрізняють їх від енергетичних установок інших типів. До таких особливостей треба віднести циклічність роботи двигуна з одночасним протіканням складного комплексу механічних, гідравлічних, газодинамічних і термодинамічних явищ, пов'язаних з наповненням, згорянням і перетворюванням зворотно-поступального руху поршня в обертання колінчастого валу та ін. Розглянемо дизельний двигун з сучасною системою впорскування палива Common Rail (рис. 2). Робота системи Common Rail заснована на подачі палива до форсунок від загального акумулятора високого тиску – паливної рампи. Застосування даної системи дозволяє досягти зниження витрати палива, токсичності відпрацьованих газів, рівня шуму дизеля. Головною перевагою системи Common Rail є широкий діапазон регулювання тиску палива і моменту початку впорскування, які досягнуті за рахунок розподілу процесів створення тиску і впорскування.

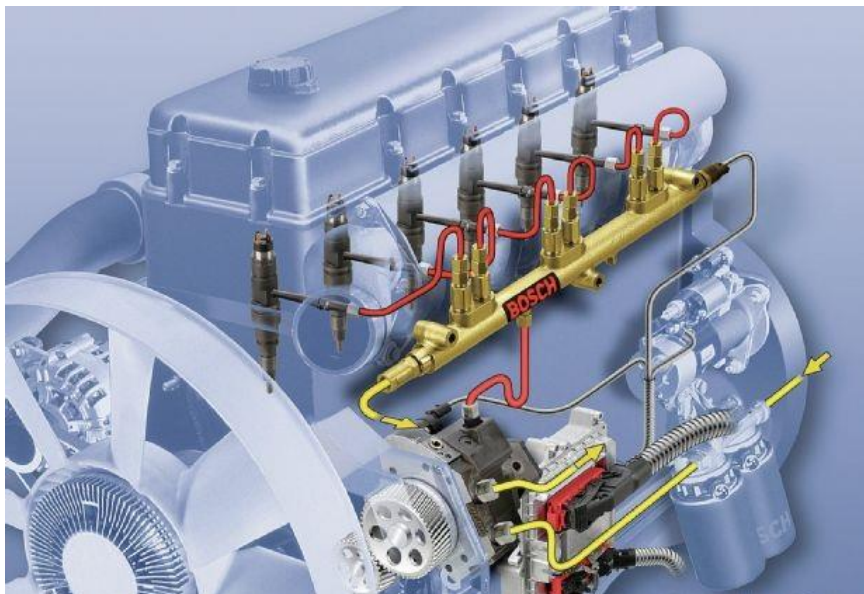


Рис.2. Дизельний двигун з сучасною системою впорскування палива Common Rail

Під проблемою параметричного синтезу системи будемо розуміти визначення варійованих параметрів регулятора. Визначені параметри регулятора повинні забезпечувати замкненій системі необхідні динамічні властивості, які визначаються динамічними властивостями об'єкту, структурою і значенням параметрів регулятора. Глибинні мережі досягли точності, яка значно перевершує класичні методи машинного навчання (МН) в різних областях. У багатьох задачах класичне МН навіть не може скласти конкуренцію (рис. 3).

На рис. 4 показана точність класифікації зображень різними методами на вибірці даних ImageNet (МН – кількість помилок класичних методів, ГНМ – кількість помилок методу глибинної нейронної мережі). Як видно глибинне навчання в рази перевершує

класичне МН. А у 2015 році глибинна нейронна мережа зробила навіть менше помилок, ніж людина. Глибокі мережі краще справляються з ростом кількості даних, ніж класичні алгоритми МН. Часто, найкраща порада щодо підвищення точності в глибокій мережі – це використання більшої кількості даних. З класичними алгоритмами МН це не працює – для підвищення точності необхідні більш складні методи.

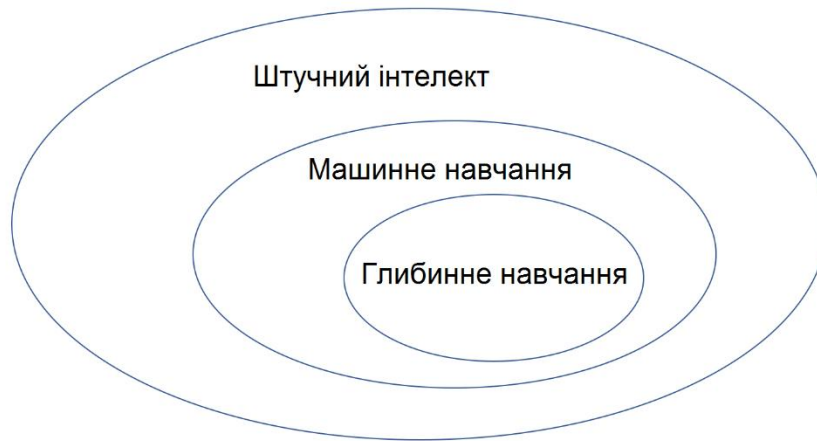


Рис.3. Штучний інтелект, машинне і глибинне навчання

Класичні алгоритми МН часто вимагають складної розробки функцій. Зазвичай глибокий аналіз даних спочатку виконується на наборі даних. Потім для спрощення процесу обробки можна зменшити розмірність. Нарешті, для переходу до алгоритму МН відбираються найкращі функції. У глибокій мережі такого немає, оскільки дані передаються безпосередньо в мережу і, як правило, досить добрі результати виходять з самого початку. Таким чином, повністю виключається великий і складний етап розроблення функцій для всього процесу.

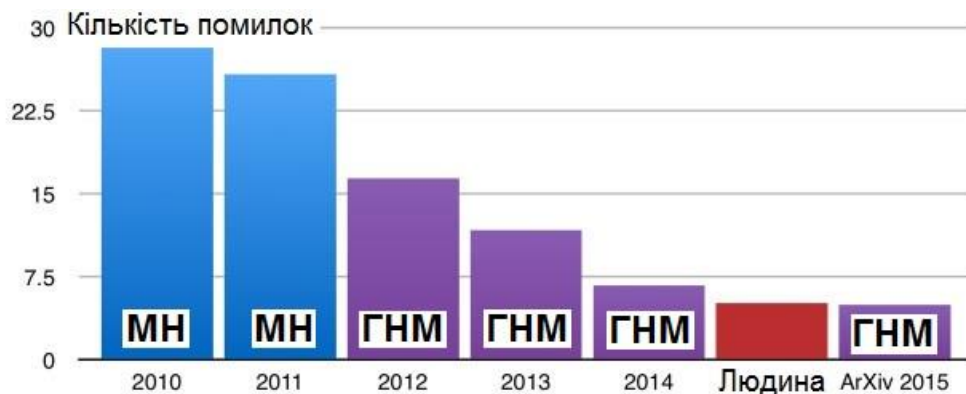


Рис.4. Точність класифікації зображень різними методами на вибірці даних ImageNet

Методи глибинного навчання набагато легше адаптувати до різних областей, ніж класичні алгоритми МН. По-перше, передача напрацьованих навичок навчання (transfer learning) дозволяє використовувати заздалегідь підготовлені глибокі мережі для різних задач в межах однієї області. Наприклад, в технічному зорі, заздалегідь підготовлені мережі для класифікації зображень часто використовуються в якості попереднього етапу в процесі виявлення об'єктів і проведенні сегментації.

Використання попередньо підготовлених мереж полегшує навчання всієї моделі і часто допомагає досягти більш високої продуктивності за менший період часу.

Крім того, основні ідеї та методи глибинного навчання зазвичай нескладно переносяться в іншу область. Наприклад, як тільки хтось створює теорію глибинного навчання для розпізнавання мови, вивчати, як застосовувати глибинні мережі для обробки природної мови, стає простіше, оскільки базові знання досить схожі. У класичному МН все інакше: для створення високопродуктивних моделей МН потрібні специфічні для конкретної області методи МН і розробка функцій. База знань класичного МН для різних областей і додатків абсолютно різна і часто вимагає спеціалізованого вивчення в кожній конкретній області.

Експериментальні дослідження системи паливоподавання дизельного двигуна у складі комплексного дослідницького стенду [10] підтвердили теоретичні результати рішення задачі параметричного синтезу на основі використання технології глибинного навчання.

Висновки

Запропоновано технологію параметричного синтезу системи паливоподавання дизельного двигуна на основі глибинного навчання системи керування. Для підвищення енергоефективності дизельного електрогенератора необхідно використання синергетичного підходу, еволюційних методів моделювання і технології глибинного навчання.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф76/18-2018.

Список використаних джерел

1. Ніконов О.Я. Интеллектуальная информационно-керуючая система транспортного дизеля: навчальний посібник / О.Я. Ніконов, О.С. Назаров. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 84 с.
2. Gupta A. Combustion Engines: an Introduction to Their Design, Performance, and Selection / A. Gupta, S. Sharma, S. Narayan. – Massachusetts Scrivenen Publishing LLC John Wiley & Sons, 2016. – 272 с.
3. Ніконов О.Я. Дослідження енергоефективності дизельного електрогенератора на основі крайових і хмарних обчислень / О.Я. Ніконов, К.В. Аврамов, Б.В. Успенський // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків. – 2018. – №13. – С. 258-262.
4. Хайкин С. Нейронные сети / Хайкин С.: пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
5. Hinton G. Reducing the dimensionality of data with neural networks / G. Hinton, R. Salakhutdinov // Science. – 2006. – Vol. 313 (5786). – P. 504-507.
6. Goodfellow I. Deep Learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge, MA: MIT Press, 2017. – 775 с.
7. Николенко С. Глубокое обучение / С. Николенко, А. Кадурын, Е. Архангельская. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.
8. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.
9. Ніконов О.Я. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Ніконов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и электроника. Современные технологии. – 2013. – № 2. – С. 38-42.
10. Александрова Т.Е. Исследовательский стенд для натуральных испытаний элементов моторно-трансмиссионного отделения гусеничных машин специального

назначения / Т.Е. Александрова // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – 2001. – Вып. 15-16. – С. 180-182.

Abstract

PARAMETRIC SYNTHESIS OF DIESEL ENGINE FUEL SYSTEM: DEEP LEARNING CONTROL SYSTEM

Nikonov O.Ya., Avramov K.V., Uspenskyi B.V., Sernytskyi L.M.

Diesel generators are widely used as a stand-alone or stand-alone power source in places where there is no reliable and high-quality supply of electricity from a stationary transmission line. The main consumers of diesel generators are usually medical, industrial and educational institutions, banks, laboratories, offices, agriculture, construction, as well as all other institutions where power outage is highly undesirable.

The technology of parametric synthesis of the fueling system of a diesel engine on the basis of the deep learning of the control system is created. In order to increase the energy efficiency of a diesel generator, it is necessary to use a synergistic approach, evolutionary methods of modeling and deep learning technology.

Experimental studies of diesel fuel supply system as part of a complex research stand confirmed the theoretical results of the solution of the parametric synthesis problem based on the use of deep learning technology.

Publications are based on the research provided by the grant support of the State Fund For Fundamental Research (project N F76/18-2018).

Keywords: *diesel engine, intelligent technology, artificial neural network, deep learning.*