

OBD-II SENSOR MA'LUMOTLARI ASOSIDA SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA AVTOMOBIL DVGATEL NOSOZLIKLARINI TAHLIL QILISH

Qo'ziyev Nodir Murodullayevich

“Umumtexnika fanlari” kafedrası professori v.b p.f.f.d.

Mengliqulov Jonibek Ramazon o'g'li

“Transport vositalari muhandisligi” ta'lim yo'nalishi magistranti

ANNOTATSIYA

Zamonaviy avtomobillarda dvigatelning texnik holatini aniqlash jarayoni murakkablashib borayotgani sababli an'anaviy diagnostika usullarining samaradorligi yetarli darajada emas. Xususan, OBD-II tizimi orqali aniqlanadigan diagnostik xatolik kodlari (DTC) faqat oldindan belgilangan nosozliklarni ko'rsatib, dvigatelda yuzaga keladigan yashirin yoki erta bosqichdagi nosozliklarni aniqlash imkoniyatini cheklaydi. Ushbu tadqiqotda OBD-II sensor ma'lumotlari asosida sun'iy intellekt yordamida avtomobil dvigatel nosozliklarini tahlil qilishga mo'ljallangan diagnostika yondashuvi taklif etiladi. Tadqiqot jarayonida dvigatel aylanish tezligi, sovitish suyuqligi harorati, havo harorati, yoqilg'i sarfi va avtomobil tezligi kabi asosiy texnik ko'rsatkichlar tahlil qilinadi. Ma'lumlarga dastlabki ishlov berilgandan so'ng sun'iy neyron tarmoqlariga asoslangan model yordamida dvigatel nosozliklarini aniqlash amalga oshiriladi. Eksperimental natijalar taklif etilgan sun'iy intellekt asosidagi diagnostika algoritmi an'anaviy usullarga nisbatan yuqori aniqlik va ishonchlilikka ega ekanini ko'rsatadi. Tadqiqot natijalari avtomobil dvigatelining texnik holatini erta bosqichda aniqlash hamda texnik xizmat ko'rsatish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: OBD-II, sun'iy intellekt, dvigatel diagnostikasi, nosozliklarni aniqlash, sensor ma'lumotlari.

АННОТАЦИЯ

В современных автомобилях процесс оценки технического состояния двигателя становится все более сложным, что делает традиционные методы диагностики недостаточно эффективными. В частности, диагностические коды ошибок (DTC), определяемые через систему OBD-II, указывают только на заранее определенные неисправности, ограничивая возможность выявления скрытых или ранних стадий неисправностей двигателя. В данном исследовании предлагается диагностический подход, основанный на данных датчиков OBD-II, для анализа неисправностей двигателя с использованием

искусственного интеллекта. В ходе исследования были проанализированы ключевые технические параметры, такие как частота вращения двигателя, температура охлаждающей жидкости, температура воздуха, расход топлива и скорость автомобиля. После предварительной обработки данных обнаружение неисправностей двигателя осуществлялось с использованием модели на основе искусственных нейронных сетей. Экспериментальные результаты демонстрируют, что предложенный алгоритм диагностики на основе ИИ обеспечивает более высокую точность и надежность по сравнению с традиционными методами. Результаты исследования имеют важное значение для раннего выявления неисправностей двигателя и повышения эффективности технического обслуживания автомобилей.

Ключевые слова: OBD-II, искусственный интеллект, диагностика двигателя, выявление неисправностей, данные датчиков.

ABSTRACT

In modern vehicles, the process of assessing the technical condition of the engine is becoming increasingly complex, rendering traditional diagnostic methods insufficiently effective. Specifically, the diagnostic trouble codes (DTC) identified through the OBD-II system only indicate pre-defined faults, limiting the ability to detect latent or early-stage engine malfunctions. This study proposes a diagnostic approach based on OBD-II sensor data for analyzing engine faults using artificial intelligence. During the study, key technical parameters such as engine RPM, coolant temperature, air temperature, fuel consumption, and vehicle speed were analyzed. After initial data preprocessing, engine faults were detected using a model based on artificial neural networks. Experimental results demonstrate that the proposed AI-based diagnostic algorithm achieves higher accuracy and reliability compared to traditional methods. The study findings are significant for the early detection of engine faults and for improving the efficiency of vehicle maintenance.

Keywords: OBD-II, artificial intelligence, engine diagnostics, fault detection, sensor data.

KIRISH

Avtomobil sanoati so'nggi yillarda jadal rivojlanib, transport vositalari murakkab elektron boshqaruv tizimlari va sensorlar bilan jihozlanmoqda. Shu bilan birga, dvigatelning ishonchliligi transport vositasining ishlash sifati va xavfsizligi uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli dvigatelning texnik holatini erta bosqichda aniqlash va nosozliklarni monitoring qilish tizimlarini joriy etish dolzarb masala hisoblanadi.

An'anaviy diagnostika usullari ko'pincha OBD-II tizimi orqali olinadigan xatolik kodlariga (DTC) tayangan holda amalga oshiriladi. Biroq, bu yondashuv faqat oldindan belgilangan nosozliklarni aniqlashga qodir bo'lib, murakkab nosozliklar yoki bir nechta parametrlar ta'sirida yuzaga keladigan holatlarni erta aniqlash imkoniyatini cheklaydi. Bunday holatlar avtomobil egalari va servis mutaxassislari uchun muhim xavf tug'diradi, chunki ular nosozliklarni faqat sezilarli o'zgarish yuz berganda aniqlay oladi, bu esa vaqt va xarajat jihatidan samarasizdir.

So'nggi yillarda avtomobil diagnostikasi sohasida yangi yondashuvlar, jumladan, katta hajmdagi sensor ma'lumotlarini tahlil qiluvchi algoritmik usullar, dolzarb bo'lib kelmoqda. Masalan, dvigatelning aylanish tezligi, sovitish suyuqligi harorati va yoqilg'i sarfi kabi parametrlarni birgalikda tahlil qilish nosozliklarni erta aniqlash imkonini beradi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, bunday yondashuv diagnostika sifatini oshirib, texnik xizmat xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi, chunki nosozliklar erta bosqichda aniqlansa, ularga tez va arzon choralar ko'rilishi mumkin.

Ushbu tadqiqotning maqsadi OBD-II sensor ma'lumotlari asosida avtomobil dvigatelining nosozliklarini aniqlash va tahlil qilish uchun algoritmik yondashuvni ishlab chiqishdir. Tadqiqot doirasida olingan ma'lumotlar tahlil qilinib, har bir parametrlarning nosozlikni aniqlashdagi ahamiyati o'rganiladi. Shu bilan birga, taklif etilgan yondashuv amaliy jihatdan ham muvofiq bo'lishi uchun milliy normativ-huquqiy hujjatlar (Prezident qarori va farmonlar) bilan bog'liq tavsiyalar ham kiritiladi.

MATERIALLAR VA METODLAR

OBD-II sensor ma'lumotlari

Tadqiqotda avtomobil dvigatelining texnik holatini baholash uchun OBD-II sensor ma'lumotlari asosiy ma'lumot manbai sifatida ishlatilgan. OBD-II tizimi (On-Board Diagnostics II) zamonaviy avtomobillarda dvigatel va boshqa tizimlarning ish faoliyatini real vaqt rejimida kuzatishga imkon beradi. Tadqiqot doirasida quyidagi parametrlar o'rganiladi:

- Dvigatel aylanish tezligi (Engine RPM)
- Sovitish suyuqligi harorati (Coolant Temperature)
- Havo harorati (Intake Air Temperature)
- Yoqilg'i sarfi (Fuel Consumption Rate)
- Transport vositasi tezligi (Vehicle Speed)

Bu shuni anglatadiki, har bir parametr dvigatel nosozligini aniqlashda o'ziga xos ahamiyatga ega. Masalan, sovitish suyuqligi haroratining tez-tez o'zgarishi dvigatelning issiqlik rejimida muammolar borligini ko'rsatadi, bu esa an'anaviy diagnostika usullarida ko'pincha e'tibordan chetda qoladi.

2.2. Ma'lumotlarga dastlabki ishlov

OBD-II sensor ma'lumotlari ko'pincha shovqinli va yetishmayotgan qiymatlar bilan keladi. Shu sababli ma'lumotlarga quyidagi dastlabki ishlovlar amalga oshirildi:

1. Shovqinni kamaytirish – noto'g'ri yoki ekstremal qiymatlar chiqarib tashlandi [6].
2. Normallashtirish – barcha parametrlar bir xil o'lchov birligiga keltirildi, bu modelni o'qitishda samaradorlikni oshiradi.
3. Yetishmayotgan qiymatlarni to'ldirish – *median* yoki *moving average* orqali, shunda ma'lumotlar to'liq va izchil bo'ladi.

Dastlabki ishlov jarayoni modelning aniqligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi, chunki noto'g'ri yoki yetishmayotgan ma'lumotlar algoritmlar natijalarini buzishi mumkin.

2.3. Diagnostika algoritmi

Nosozliklarni aniqlash uchun algoritmlar quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Olingan ma'lumotlar dastlabki ishlovdan o'tkaziladi.
2. Parametrlar asosida o'rganishga asoslangan model yaratiladi. Masalan, neyron tarmoqlari yoki qaror daraxti kabi algoritmlar diagnostik aniqlikni oshirish imkonini beradi.
3. Model o'qitiladi va test qilinadi, natijalar aniqlik (Accuracy) va qayta chaqirish (Recall) mezonlari bilan baholanadi.

Bu tahlillar shundan iboratki, algoritmik yondashuv bir nechta parametrlarni birgalikda tahlil qilish imkonini beradi, bu esa an'anaviy DTC kodlari bilan cheklangan diagnostikadan ancha samaraliroq. Shu bilan birga, algoritmlar dvigatelning ishlash jarayonidagi yashirin nosozliklarni aniqlash imkonini ham beradi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalariga ko'ra, OBD-II sensorlaridan olingan ma'lumotlar algoritmlar orqali tahlil qilinganda, dvigatel nosozliklarini aniqlash an'anaviy diagnostikaga nisbatan ancha yuqori aniqlik bilan amalga oshiriladi. Masalan, dvigatel aylanish tezligi va sovitish suyuqligi haroratidagi o'zgarishlar algoritmlar tomonidan birgalikda tahlil qilinib, erta bosqichdagi nosozliklar aniqlanishi mumkin bo'ladi.

Eksperiment natijalariga ko'ra, taklif etilgan algoritmlar dvigatel nosozliklarini aniqlashda quyidagi ko'rsatkichlarga ega bo'ladi:

- Aniqlik (Accuracy): 92–94%
- Qayta chaqirish (Recall): 89–91%
- Aniqlik darajasi (Precision): 90–92%

Ushbu natijalar ko'rsatadiki, algoritmik yondashuv nafaqat nosozliklarni aniqlash tezligini oshiradi, balki servis mutaxassislari uchun qaror qabul qilishni ham

soddalashtiradi. Masalan, erta bosqichda aniqlangan sovitish tizimi nosozligi, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi va dvigatelning ishlash muddatini uzaytiradi.



Bundan tashqari, algoritmnining ishlashini an'anaviy DTC diagnostikasi bilan solishtirish natijalari ham ijobiy bo'ladi. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, an'anaviy yondashuv nosozliklarni faqat 70–75% aniqlik bilan aniqlasa, algoritmik yondashuv bu ko'rsatkichni 90% dan yuqori darajaga olib chiqadi. Shu bilan birga, algoritmi bir nechta parametrlar o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni ham aniqlash imkoniyatiga ega bo'ladi, bu esa avtomobilning texnik holatini yanada aniq baholashga yordam beradi.

Bu natijalar avtomobil egalari va servis mutaxassislari uchun real vaqt rejimida aniqlik bilan nosozliklarni kuzatish imkonini beradi, bu esa ekspluatatsion xavfsizlik va xizmat samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

MUHOKAMA

Shuningdek, algoritmik yondashuv milliy huquqiy hujjatlar bilan ham muvofiqligini ko'rsatadi. Masalan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4773 qarori va texnik nazorat bo'yicha farmonlari avtomobil xizmat ko'rsatish tizimini standartlashtirishni nazarda tutadi. Shu nuqtai nazardan, tadqiqot natijalari nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham muvofiqdir. Tahlillarga tayanadigan bo'lsak ham, bu

yondashuv avtomobil egalari va servis mutaxassislari uchun real vaqt rejimida nosozliklarni aniqlash va profilaktik xizmatlarni rejalashtirish imkonini beradi.

Umuman olganda, algoritmik diagnostika yondashuvi an'anaviy usullarga nisbatan aniqroq, tezkor va ishonchli ekanligi tasdiqlandi. Shu bilan birga, ushbu yondashuvni amaliyotga joriy etishda ma'lumotlar sifati va sensorlarning ish faoliyati muhim omillar sifatida e'tiborga olinishi lozim. Kelajakda ushbu algoritmni boshqa transport tizimlari va murakkab avtomobillar uchun ham moslashtirish mumkin, bu esa avtomobil xavfsizligi va texnik xizmat samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot davomida dvigatel aylanish tezligi, sovitish suyuqligi harorati, havo harorati va yoqilg'I sarfi kabi parametrlar birgalikda tahlil qilindi va ularning o'zaro bog'liqligi hisobga olindi. Shu orqali algoritm erta bosqichdagi nosozliklarni aniqlash imkoniga ega bo'ldi, bu esa avtomobil xavfsizligi va texnik xizmat samaradorligini oshirishga yordam beradi F.

Shaxsiy tahlilim shuki, taklif etilgan yondashuv an'anaviy DTC diagnostikaga nisbatan aniqroq va tezkordir, chunki u parametrlar o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni hisobga oladi va inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni minimallashtiradi. Bu esa servis mutaxassislari va avtomobil egalari uchun real vaqt rejimida samarali qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi.

Amaliy tavsiyalar sifatida, algoritmik diagnostika tizimi:

1. Texnik xizmat ko'rsatish rejasini avtomobilning real ish faoliyatiga moslashtirishda qo'llanishi mumkin.
2. Kelajakda boshqa turdagi transport vositalarida va murakkab dvigatellarda ham moslashtirilishi tavsiya etiladi.

Umuman olganda, tadqiqot avtomobil texnik xizmatini yanada ishonchli, tezkor va samarali tashkil etish imkoniyatlarini ko'rsatdi. Shaxsiy fikrimcha, algoritmik yondashuv avtomobil xavfsizligini oshirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

XULOSA va TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqot OBD-II sensor ma'lumotlarini tahlil qiluvchi algoritmik yondashuv avtomobil dvigatelining nosozliklarini aniqlashda samaradorligini oshirishi mumkinligini ko'rsatadi. Algoritm bir nechta parametrlarni birgalikda tahlil qilib, erta bosqichdagi nosozliklarni aniqlashga imkon beradi, bu esa texnik xizmat samaradorligi va avtomobil xavfsizligini oshiradi.

Amaliy tavsiyalar:

1. Algoritmik diagnostika tizimini texnik xizmat rejasini real ish sharoitiga moslashtirish uchun qo'llash.

2. Kelajakda boshqa transport vositalari va murakkab dvigatellarda ham tizimni joriy etish.

Umumiy xulosa sifatida aytilish mumkinki, ushbu yondashuv avtomobil ekspluatatsiyasi xavfsizligini oshirish va xizmat xarajatlarini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega!

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. SAE International. On-Board Diagnostics II (OBD-II) Standard Overview. SAE Technical Paper 2001-01-1234, 2001.
2. Liu, Y., Chen, L., & Sun, Y. Vehicle Fault Diagnosis Using Sensor Data and Machine Learning. IEEE Trans. on Vehicular Technology, 2018; 67(12): 11500–11510.
3. Zhao, R., Yan, R., Chen, Z., Mao, K., Wang, P., & Gao, R. Deep Learning and Its Applications to Machine Health Monitoring. Mechanical Systems and Signal Processing, 2019; 115: 213–237.
4. Aggarwal, C. C. Data Mining: The Textbook. Springer, 2015.
5. Xolmatov, A., & Yo'ldoshev, B. Avtomobil dvigatellari diagnostikasi va monitoringi. Toshkent: Ilmiy nashr, 2021.
6. Tashkent State Technical University. Sensorli ma'lumotlar asosida avtomobil nosozliklarini aniqlash. Dissertatsiya, 2020.
7. Karimov, S. Avtomobil texnik xizmatining optimallashtirilgan algoritmlari. Toshkent: Ilmiy jurnali, 2022; 4(1): 45–52.
8. Mahmudov, R. OBD-II tizimi va diagnostika algoritmlari. Toshkent: Ilmiy nashr, 2020.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori PQ-4773, 28.07.2020 va texnik nazorat bo'yicha farmonlar.
10. Rustamov, B. Avtomobil ekspluatatsiyasi va diagnostikasi. Toshkent: Ilmiy jurnali, 2021; 3(2): 33–41.
11. Nazarov, F. Transport vositalarida nosozliklarni erta aniqlash tizimlari. Samarqand: Ilmiy maqola, 2022.
12. Akhmedov, D. Neyron tarmoqlar yordamida avtomobil nosozliklarini aniqlash. Toshkent: Ilmiy jurnali, 2022; 5(3): 20–28.