

ЗАСТОСУВАННЯ АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ВІДДАЛЕНОГО ТЕХНІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Орлов Андрій Олександрович, кафедра інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. Говоруценка М.Я.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: andrey93118@gmail.com

Павленко В'ячеслав Миколайович, канд. техн. наук, доцент кафедри інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. Говоруценка М.Я.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: vp.khadi@gmail.com, ORCID: [0000-0003-0796-4307](https://orcid.org/0000-0003-0796-4307)

Кожне нове покоління автомобілів стає все складнішими. Тенденція до зростання цифровізації транспортних засобів породила велику кількість датчиків для постійного моніторингу технічного стану.

Традиційні централізовані системи моніторингу базуються на поєднанні бортових мереж та OBD-2 (On Board Diagnostic), які передають інформацію з датчиків на блок управління де проходить її систематизація, аналіз та прийняття рішення, такий спосіб спрощує контроль але має свої недодіки.

Недоліками централізованої системи є:

- повільна реакція (дані з усіх пристроїв передаються у єдиний центр);
- вразливість (через те що інформація передається в центр, система при проблемах зі сховищем або через відсутність зв'язку стає фактично сліпою);
- перевантаження (зі збільшенням кількості інформації зростає навантаження).

У сучасних умовах, коли мережа стає все більш розгалуженою, модель сильно втрачає ефективність. Тому сучасна система потребує більш гнучких методів моніторингу технічного стану транспортних засобів. На мою думку з розвитком штучного інтелекту з'являється можливість створення розподілених, децентралізованих систем, які здатні самонавчатися.

Перспективним способом є метод агентно-орієнтованого моделювання, який передбачає розподіл функцій між програмними агентами що взаємодіють між собою.

Агентно-орієнтоване моделювання - це підхід, у якому система не є єдиним організмом, а є сукупністю окремих агентів, що виконують визначені функції, координуючись між собою. Кожен агент має власну зону відповідальності, можливість постійного збору та аналізу даних та має здатність комунікації з іншими елементами системи. На відміну від централізованих схем, де рішення приймається у одному вузлі, у агентних системах кожен компонент є учасником який аналізує й може самостійно реагувати на зміни.

Ключовими перевагами агентів є:

- швидкість (швидка реакція на відповідь або зміни параметрів);
- автономність (можливість діяти без узгодження з блоком управління);
- адаптивність (можливість навчатися на основі накопичених даних).

Агенти - це своєрідні цифрові помічники, що контролюють окремі підсистеми автомобіля, наприклад двигун, паливну систему, систему охолодження, гальмівну систему тощо. Кожен агент отримує показники параметрів своєї системи (температуру охолоджуючої рідини, витрату палива, напругу, тиск тощо). Якщо агент фіксує відхилення показників від норми, він передає цю інформацію іншому агентові, який відповідає за регулювання процесом. Завдяки цьому система реагує на проблему не централізовано, а через взаємодію агентів. Така взаємодія створює систему моніторингу, у якій рішення приймаються ближче до джерела проблеми, а не у віддаленому центрі. Це дозволяє підвищити швидкість реакції й забезпечити стабільність роботи.

Реалізація агентно-орієнтованої системи моніторингу ведеться за допомогою мікроконтролерів і вбудованих датчиків, які передають дані по каналах зв'язку до сховища даних або у хмару. У сховищі даних, накопичуються обробляються та аналізуються. Завдяки накопиченню інформації агенти не тільки виявляють відхилення, а й прогнозують майбутні несправності. Для цього використовують алгоритми машинного навчання що аналізують зміну параметрів.

Головною перевагою агентно-орієнтоване моделювання є розподіл функцій. Частина аналізу відбувається ще на рівні самих датчиків, а частина у сховищі даних або хмарі. Завдяки такому підходу система є стійкою до збою й дозволяє працювати не маючи постійного підключення до мережі. Така побудова системи підвищує надійність та дозволяє зменшити навантаження на блок керування.

Важливим елементом системи є взаємодія між агентами, адже завдяки їй забезпечується ефективний обмін інформацією. Кожен агент має свою функцію, є агенти що збирають інформацію, є що її аналізують, а є ті що віддають команди та керують процесом. Наприклад агент двигуна може виявити перевищення температури охолоджуючої рідини й повідомити агента що аналізує інформацію, який порівняє отримане значення по історії. Якщо система розпізнає тенденцію до систематичного перегріву, вона надсилає команду керуючому агенту аби він більш активізував охолодження або зменшив навантаження на двигун.

Обмін інформацією агентів здійснюється через стандартизовані протоколи обміну даними OBD (On Board Diagnostic). Це дозволяє об'єднувати різні пристрої в одну систему, що допомагає агентам правильно розуміти отримані дані та приймати узгоджені рішення. У перспективі до загальної мережі можна підключити навіть інфраструктурні елементи (заправні станції, станції технічного обслуговування, зарядні пункти) що дозволить максимально ефективно реалізувати можливості використовувати транспортні засоби.

Агентно-орієнтований підхід може кардинально змінити підхід до сервісного обслуговування транспорту. Замість планових перевірок через

пробіг або час, система зможе сама повідомляти про необхідність обслуговування або ремонту.

Це буде дуже актуальним для комерційного транспорту: автобусів, вантажних автомобілів, таксі. У великому автопарку це дозволить аналізувати роботу транспортних засобів порівнювати ефективність. Завдяки методу можна буде передбачати технічні несправності завдяки аналізу статистичних даних.

У майбутньому такі системи можуть стати частиною міських мереж за концепцією Smart City, де взаємодія між транспортом та інфраструктурою буде відбуватися автоматично. Автомобіль зможе передавати дані про якість дорожнього покриття або інші параметри, стаючи активним учасником глобальної міської системи.

Висновки

Агентно-орієнтоване моделювання дає змогу створювати інтелектуальні системи технічного моніторингу які спроможні самостійно вирішувати покладені на них завдання.

Застосування агентно-орієнтоване моделювання сприяє переходу до превентивного обслуговування транспортного засобу. Завдяки самостійності, проблеми можуть бути виявлені ще на початковій стадії що в свою чергу сприяє найбільш своєчасному втручання.

Тому саме завдяки самостійності ця модель розглядається як ключ до створення інтелектуальних систем моніторингу нового покоління.

Технічний контроль перестає бути окремою процедурою та стає вбудованою властивістю транспортної системи яка буде розвиватися разом з технологічним прогресом.

Література

1. Дзелендзяк У. Ю., Фединяк І. В., Дзюба Є. О. Система віддаленого контролю та керування функціями автомобіля. Науковий журнал "Комп'ютерні системи та мережі", 2024, вип. 6, Номер 2, с. 44-50.

2. Дзінько А.М., Ямпольський Л.С. Агентно-орієнтований підхід до розв'язання логістичних задач диспетчеризації матеріальних потоків. Адаптивні системи автоматичного управління, міжвідомчий науково-технічний збірник, 2012, вип. 21(41), с. 18-22.

3. Поточний стан Smart City в Україні та світі [Електронний ресурс] // URL: <https://clearenergy.ua/uk/?view=article&id=56:potocnij-stan-smart-city-v-ukrajini-ta-sviti&catid=11> (дата звернення: 08.10.2025).

4. Коваленко О.Є. Моделі агентно-орієнтованих систем ситуаційного управління. Математичні машини і системи. 2018, № 2, с. 96-102.