

Az öndiagnosztika, mint a fenntartási költségek csökkentési lehetősége

Óri Péter* Dr. Lakatos István**

*Széchenyi István University, 9026 Győr, Egyetem tér 1. Hungary
(Tel: 06 96 503-311; e-mail: ori.peter@sze.hu)

**Széchenyi István University, 9026 Győr, Egyetem tér 1. Hungary
(Tel: 06 96 503-311; e-mail: lakatos@sze.hu)

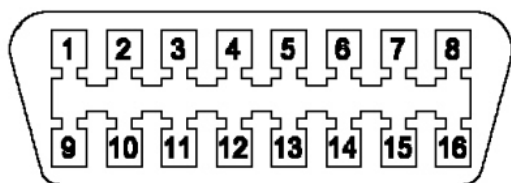
Abstract: A járművekben alkalmazott öndiagnosztikai rendszerek fejlődése nagyon gyors, mivel vezérlésekhez alkalmazott szenzorok száma megnőtt, azok adatai pedig nem csak szabályozási, hanem diagnosztikai feladatokra is alkalmazhatók. Jelen értekezésben bemutatjuk, hogy az öndiagnosztika alkalmazása és a járművezető beavatkozásának csökkenése milyen új diagnosztikai funkciókat tesz lehetővé, melyekkel az üzemeltetési költségek is csökkenthetők.

1. BEVEZETÉS

Korábbi kutatásaink során zaj és rezgésdiagnosztikai öndiagnosztikai funkciók bővítési lehetőségeivel foglalkoztunk, mely alapján megállapítottuk, hogy ezen módszerek megfelelően integrálhatók a járművekbe. Az autonóm üzemmód és a vezető nélküli járműmozgás olyan diagnosztikai módszereket is igényel, melyek korábban a járművezetőre hárultak.

A növekvő diagnosztikai igények hardveres kielégítéséhez nem szükséges sok új érzékelő, mivel a fejlett járműirányítás, biztonsági berendezések és vezető támogató rendszerek már tartalmazzák azokat a bemenő információkat, melynek feldolgozása szükséges a jármű alkatrészeinek állapotbecsléséhez, meghibásodás detektáláshoz.

Mivel a hibák egy része jelenleg a járművezető észlelésére van bízva, ezért olyan irányú fejlesztéseket is érdemes végezni, melyek a járművezető helyett észlelik a meghibásodást vagy annak előjeleit.



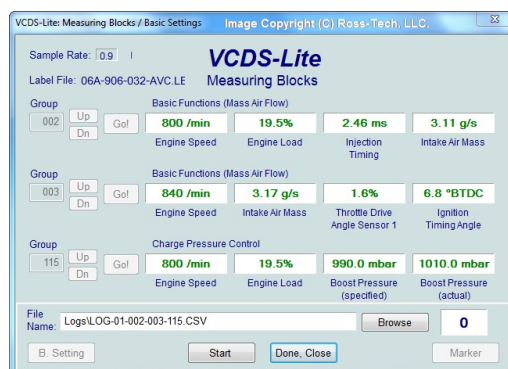
(Csatlakozó az autó felől nézve)

PIN (Jel)	PIN (Test)	PIN (Jel)	PIN (Jel)	PIN (+12 V)	Protokoll
--	4 + 5	7	15	16	ISO 9141-2
2	4 + 5	--	10	16	PWM J1850
2	4 + 5	--	--	16	VPW J1850
--	4 + 5	6	14	16	CAN Bus

- A csatlakozóban található többi érintkezők gyártó specifikus kivezetések.

1. ábra.: Az EOBD szabvány szerinti csatlakozó és lábkiosztása.

Az OBD vagyis az On Board Diagnostics, mint szabvány, azért jött létre, hogy a jármű teljes életciklusa alatt teljesítse a károsanyag-kibocsátási előírásokat, de az elmúlt 30-40 évben a fedélzeti diagnosztika a digitális komponensek elterjedésével más területekre is kiterjedt, ezzel biztosítva a rendszerek megfelelő működését és a hibák felismerését.

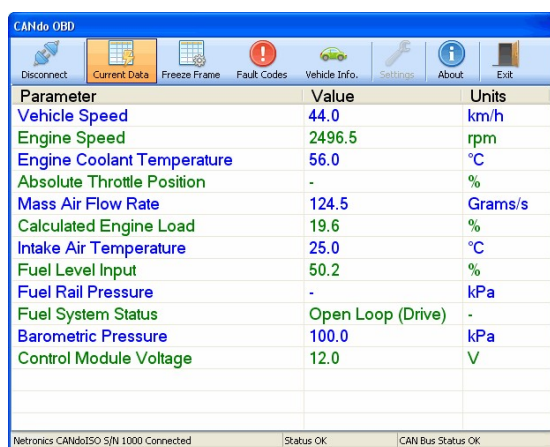


2. ábra.: Élő adatok olvasása vezérlőből.

A hibadetektálás esetében a feladat nem csak a hibás működés felismerése, hanem annak okainak megfejtése. Az üzemeltető szempontjából fontos az is, hogy csak a tényleges hibák esetén történjen figyelmeztetés. Ezért vannak különböző számlálók beépítve a fedélzeti diagnosztikai folyamatokba, amik a rendellenes értékek nagysága és előfordulási gyakorisága alapján jeleznek a járművezetőnek. A jelzésnek is több fokozata van, tehát fontos, hogy a hiba mértékéhez megfelelő jelzőszintet mutassa a jármű a vezetőjének.

Bizonyos hibák a jármű teljesítményvesztését is okozhatják, ami vagy a károsanyag-kibocsátási érték túllépése miatti büntetés vagy a hajtáslánc elemeinek megvédését célzó intézkedés. Bármely esetben a járművezetőt tájékoztatja a jármű a műszerfalon keresztül, hogy nem áll rendelkezésre a teljes teljesítmény és az adott egységhez tartozó hibajelző lámpa világít.

Az OBD II vagy EOBD szabványban már megjelenik a freeze frame fogalma, ami azt jelenti, hogy a hiba előfordulásának körülményeit feljegyzi a vezérlő. A működés szempontjából jelentős paraméterek rögzítése a további diagnosztikai művelet során fontos, mert ez alapján akár a hiba reprodukálható további vizsgálatok során és következtetni lehet a hiba előfordulási körülményeire.



Parameter	Value	Units
Vehicle Speed	44.0	km/h
Engine Speed	2496.5	rpm
Engine Coolant Temperature	56.0	°C
Absolute Throttle Position	-	%
Mass Air Flow Rate	124.5	Grams/s
Calculated Engine Load	19.6	%
Intake Air Temperature	25.0	°C
Fuel Level Input	50.2	%
Fuel Rail Pressure	-	kPa
Fuel System Status	Open Loop (Drive)	-
Barometric Pressure	100.0	kPa
Control Module Voltage	12.0	V

3. ábra.: Freeze fram adatok a hiba keletkezési körülményeiről.

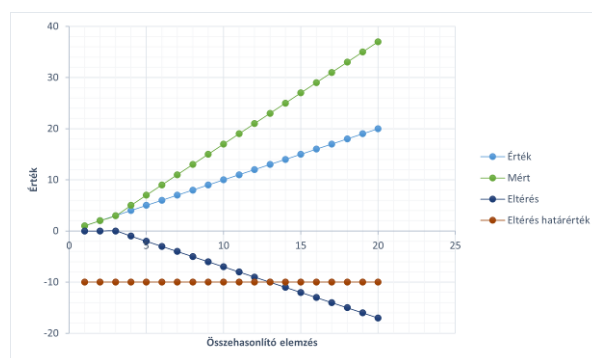
A hiba körülményeinek elkerülése mellett az információ továbbítása is segíti a hiba újbóli előfordulásának elkerülését. Mivel a járművezetőnek nincs lehetősége rögtön a felmerülő hiba azonosítására, ezért a távdiagnosztika segítségét tudja igénybe venni. Az adatokat egy szervizbe lehet továbbítani, ahol az öndiagnosztika által jelzett konkrét hibakódok mellett úgynevezett élőadat-olvasással lehet a járműparamétereket vizsgálni.

2. ÚJ ÖNDIAGNOSZTIKAI FUNKCIÓK

Ahogy az előbbi szakirodalmi gyűjtésből is látszik, a fedélzeti diagnosztika nagymértékben támaszkodik a járművezetővel való kommunikációra és rá bízva a hibára adott választ, vagyis, hogy mikor viszi a járművet javításra, meddig közlekedik hibával és milyen útvonalon haladva teszi meg az utat a műhelybe. Ugyanakkor a jármű nem közli a vezetővel a pontos hibát, nem ismerteti annak körülményeit, így a vezető nem tudja, hogy milyen üzemiállapotokat kerülve teszi a legkevesebb kárt a járműben azzal, hogy eljutassa a műhelyig. Nem kap elég információt, ráadásul nem is rendelkezik kellő tudással ahhoz, hogy a megfelelő döntést hozza a további teendőkhöz kapcsolatban.

Korábbi cikkünkben egy olyan lehetőséget mutattunk meg, ami összekapcsolja a jármű szenzorait egy összefogó diagnosztikai rendszerbe, ami korrelációk alapján felügyeli a különböző alkatrészek és egységek működését, figyeli az elhasználódást és a meghibásodásokat a paraméterek statisztikai elemzése alapján.

A diagnosztikai vezérlőegység egy mesterséges intelligencia alapú jelfeldolgozó, ami az azonos körülményeken mért értékek összehasonlítása, és a paraméterek súlyozása alapján a hibákhoz számlálókat rendel. Kezdetben az üzemiállapot és az útvonal megválasztása is úgy történik, hogy az előfordulás körülményeit minél előbb újra elő tudja idézni, így a véletlenszerűséget mielőbb kizárhatja és a hibát újból elő tudja idézni.

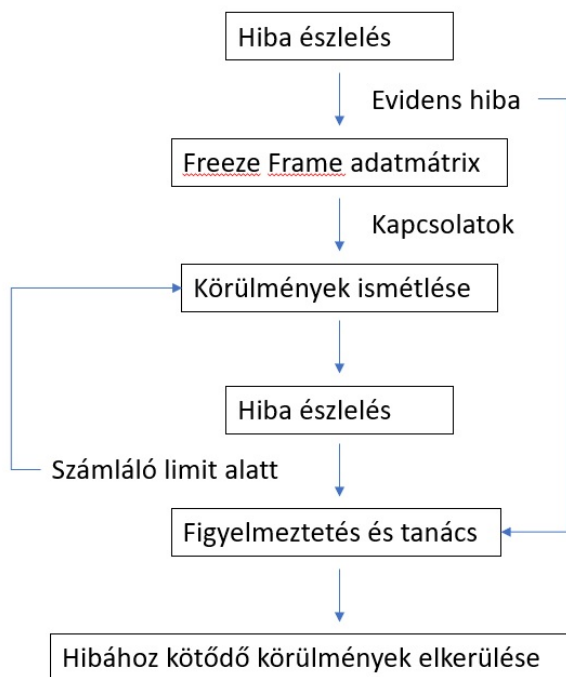


4. ábra.: Diagnosztikai összehasonlító elemzés

A hiba megbizonyosodása után a következő szempont a jármű védelme és az úticél elérése. Ennek érdekében a jármű kerüli azokat az üzemiállapotokat, melyek a hibát újból előidézhetik, így kisebb az esélye a jármű teljes meghibásodásának és további alkatrészek károsodásának. A korábbi szakirodalomban eddig nem szerepeltek ilyen jellegű diagnosztikai kutatási irányok.

Először meg kell határozni egy adott szenzor esetében, hogy milyen körülmények között, milyen alsó és felső határértékek esetén számít a mért jel nem megfelelőnek. Az eltérés alapján szükséges meghatározni a hiba mértékét, ami alapján a figyelmeztetés vagy az intézkedés megállapítható.

A hiba fennállásának ideje és súlyossága alapján el kell dönteni, hogy a hibát jelezni kell-e vagy sem. Ha még nem szükséges jelezni a járművezetőnek vagy az üzemeltetőnek, esetleg a hiba nem áll fenn minden üzemiállapotban, akkor meg kell vizsgálni, hogy milyen szenzor paraméterek mellett keletkezett a hiba. Ehhez a jármű akár a hajtáslánc vezérlésével, akár az útvonal tervezésével próbálja minél gyorsabban újra elérni a freeze frame adatoknak megfelelő állapotot.



5. ábra.: Hiba detektálás és a hibát okozó körülmények elkerülése

Ha ugyanazon vagy hasonló állapotban a hiba többször, jól ismétélhető módon fennáll, akkor a diagnosztikai felügyelet jelzi a hibát és felajánlja, hogy a további működés során próbálja elkerülni, ennek megfelelően módosíthatja a jármű működését és alternatív útvonalat ajánl a cél eléréséig.

A szenzor adatokat mátrixba rendezi a diagnosztikai vezérlő. A mátrix adatokkal való feltöltésének módja olyan kutatási terület, melyre további feltárások várnak, hiszen a mátrixműveletekkel számítási igényt lehet csökkenteni, és a sor-, oszlop és sajátérték-adatokkal további művelet végezhető korreláció kereséshez.

PRIO/ECU	ECU1	ECU2	ECU3	...
PRIO1	E1_SD1	E2_SD1	E3_SD1	...
PRIO2	E1_SD2	E2_SD2	E3_SD2	...
PRIO3	E1_SD3	E2_SD3	E3_SD3	...
PRIO4	E1_SD4	E2_SD4	E3_SD4	...
PRIO5	E1_SD5	E2_SD5	E3_SD5	...
PRIO6	E1_SD6	E2_SD6	E3_SD6	...
...

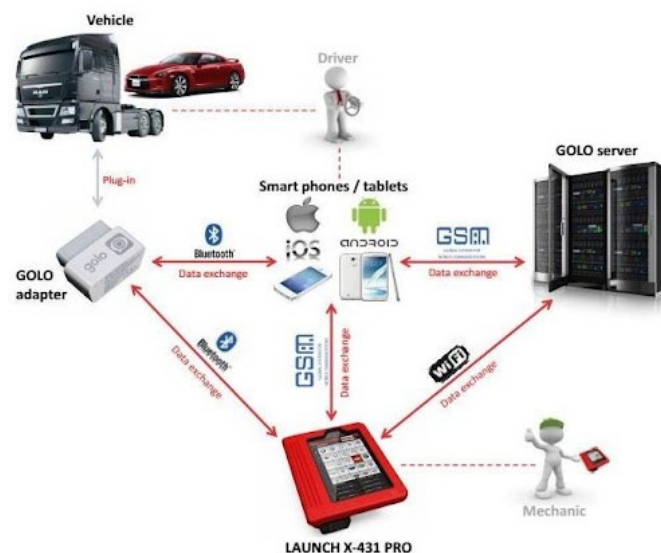
1. táblázat: a Freeze Frame adatok adatmátrixa

Ha a járművet vezetik, akkor a járművezető természetesen felül tudja bírálni az ajánlott útvonalat vagy üzemi feltételeket. Az önvezető járművek esetén a fedélzeti

diagnosztikai fejlesztéseket könnyebb alkalmazni, hiszen nincs szükség járművezetői jóváhagyásra.

3. ADATOK TOVÁBBÍTÁSA

Az adatok továbbítására már létezik technológia. Az OBD-csatlakozóba illeszkedő adattörzítő SIM-kártya segítségével adattovábbításra is alkalmas.



6. ábra.: A Golo Carcare alkalmas az adatok továbbítására és feldolgozására.

4. KÖLTSÉGCSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEK

A kiterjesztett OBD alapú diagnosztikai rendszerrel az üzemeltetési költségek több okból is csökkenthetők:

- folyamatos megfigyelés alatt van a jármű és a járművezető
- naprakész tüzelőanyagfogyasztási adatok elérhetők
- változások követés a jármű paramétereivel kapcsolatban
- hiba detektálás és a hiba körülményeinek gyors felismerése
- a hiba mértékének azonnali megismerése utazás és vontatás nélkül
- a hiba mértékétől függő megoldás a jármű szállítására
- a járműhöz kikerkező segítség már tudja milyen hibára számítson
- gyors cserealkatrész-rendelés lehetősége

- hiba körülményeinek elkerülésével a hiba kis eséllyel fordul újra elő
- hiba lehetőségét minimalizáló útvonal tervezése
- magasabb szinten automatizált jármű esetében a jármű képes elkerülni a hiba keletkezését előidéző üzemállapotokat.
- statisztikai adatgyűjtés és kiértékelés lehetséges
- flotta esetén a járművek összehasonlítása, típushibák feltárása lehetséges
- további hiba előfordulás elkerülése típushibák feltárásával.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Korábbi kutatásaink során zaj és rezgésdiagnosztikai öndiagnosztikai funkciók bővítési lehetőségeivel foglalkoztunk, mivel a növekvő diagnosztikai igények hardveres kielégítéséhez nem szükséges sok új érzékelő, mivel a fejlett járműirányítás, biztonsági berendezések és vezető támogató rendszerek már tartalmazzák azokat a bemenő információkat, melynek feldolgozása szükséges a jármű alkatrészeinek állapotbecsléséhez, meghibásodás detektálásához.

Korábbi cikkünkben egy olyan lehetőséget mutattunk meg, ami összekapcsolja a jármű szenzorait egy összefogó diagnosztikai rendszerbe, ami korrelációk alapján felügyeli a különböző alkatrészek és egységek működését, figyelmeztet az elhasználódást és a meghibásodásokat a paraméterek statisztikai elemzése alapján. Ezen adatok felhasználásával és célzott továbbításával, statisztikai elemzésével a járműflották fenntartási költségei csökkenthetők.

A hiba detektálása mellett kiemelt fontosságú a hiba körülményeinek meghatározása, és a kiolvasott freeze frame adatok feldolgozása, és visszacsatolása a járműirányítás felé.

Mivel magasabb szintű automatizmus található a gépjárműben, annál jobban integrálhatók a freeze frame adatok a jármű saját vezérlőibe, így kevés külső beavatkozás szükséges.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„Az előadásban szereplő kutatást, amelyet a Széchenyi István Egyetem valósított meg, az Innovációs és Technológiai

Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratórium keretében.”

REFERENCES

1. Zabler E. et al. (2015) Automotive sensors. In: Reif K. (eds) Automotive Mechatronics. Bosch Professional Automotive Information. Springer Vieweg, Wiesbaden.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-03975-2_7.
2. N. Ali, M. R. Bonyadi, M. A. Raja, J. Akhtar, N. Javed and C. Ryan, "FUSCD - Future Smart Car Driver," 2019 22nd International Multitopic Conference (INMIC), 2019, pp. 1-7,
<https://doi.org/10.1109/INMIC48123.2019.9022760>.
3. Gao H. et al. (2015) Session OBD – OBD für Pkw und Nfz. In: Liebl J., Beidl C. (eds) Internationaler Motorenkongress 2015. Proceedings. Springer Vieweg, Wiesbaden.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-08861-3_10
4. Y. Hiramoto, S. Ohtake and H. Takahashi, "A Built-In Self-Diagnostic Mechanism for Delay Faults Based on Self-Generation of Expected Signatures," 2019 IEEE 28th Asian Test Symposium (ATS), 2019, pp. 31-315,
<https://doi.org/10.1109/ATS47505.2019.000-4>.
5. Kuczmann, M. Study of tensor product model alternatives. Asian J Control. 2021; 23: 1249– 1261. Horski, Brushless motor with inside mounted single bearing, US 5654598 A (1997).
<https://doi.org/10.1002/asjc.2446M>
6. Várlaki, P, Palkovics, L, Rövid, A. On modeling and identification of empirical partially intelligible white noise processes. Asian J Control. 2021; 23: 1262– 1279.
<https://doi.org/10.1002/asjc.2470>
7. Csapo, AB. Cyclical inverse interpolation: An approach for the inverse interpolation of black-box models using tensor product representations. Asian J Control. 2021; 23: 1301– 1312.
<https://doi.org/10.1002/asjc.2490>
8. Zöldy M, Török Á: A forgalomba belépő gépjárművek többlet károsanyag kibocsátásának számítása a nemzetközi határértékek figyelembevételével, Közlekedéstudományi Szemle 55 pp. 336-339, 4 p. (2005)
9. Bohn, P.: Wechselwirkungen von Schwingungen zwischen Motor-Getriebe-Verbund und Kurbeltrieb als Grundlage für Körperschallanalysen, „PhD disszertáció”: Technische Universität Berlin, V - Verkehrs- und Maschinensysteme, 2006.
10. Jindal, S.: Vibration signatures of a biodiesel fueled CI engine and effect of engine parameters. International

Journal of Energy & Environment, 3. kötet, 1. kiadás, 151-160. oldal, 2012.

11. Derenda T, Zanne M, Zöldy M, Török Á (2018): Automation in road transport: a review, Production Engineering Archives 20 : 20 pp. 3-7. , 4 p. <https://doi.org/10.30657/pea.2018.20.01>

12. ŐRI Péter and L. István, “Zajdiagnosztikában rejlő lehetőségek felhasználása jármű fedélzeti diagnosztikában: Utilizing the potential of noise diagnostics in vehicle on-board diagnostics”, muszakiszemle, no. 74, pp. 23–32, Dec. 2019.

13. Fecser, Nikolett -, „Okos Város” Vízellátó rendszerek üzembiztonságának kérdései. In: Magyar, Hidrológiai Társaság. Országos vándorgyűlés (35.) (2017) (Mosonmagyaróvár) Magyar Hidrológiai Társaság XXXV. Országos Vándorgyűlés Tanulmánykötete Budapest, Magyarország: Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) (2017) pp. 1-6., 6 p.

14. Titrik, Ádám; Lakatos, István- Maximizing the capacity utilization of the selective waste container for glass In: Nikodem, Jan; Klempous, Ryszard (szerk.) 12th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom 2021) : Proceedings Online kiadás, Nemzetközi : IEEE (2021) 1 098 p. pp. 159-162. , 4 p.