

Járművek fogyasztása és hatótáv becselő rendszerei

Vehicle consumption and range estimation systems

ZSOMBÓK Imre

Department of Automotive Technologies
BME Budapest University of Technology and Economics
1111 Budapest, Sztocek u. 6. J. épület V. emelet
Telefon: +36-1/463-1615
zsombok.imre@auto.bme.hu
www.gjt.bme.hu, Budapest, Hungary

Abstract

With the spread of electromobility and the growing economic and environmental importance of vehicle energy management, current, average consumption and range forecasting have also become more pronounced. It can be observed primarily in urban public transport as well as in electric vehicles providing urban services, and our observation was also supported by the manufacturers that the range forecast is a possible data derived from the consumption estimate that does not take into account the traffic and terrain of the urban route. In the present phase of our research, we have examined the consumption metering and range prediction systems in order to create a more accurate range prediction algorithm for any arbitrary urban route in the future.

Kivonat

Az elektromobilitás terjedésével, valamint a járművek energiagazdálkodásának gazdasági és környezetvédelmi jelentőségének növekedéséből fakadóan a pillanatnyi, az átlagfogyasztás, valamint a hatótáv előrejelzése is hangsúlyosabbá vált. Elsősorban a városi tömegközlekedés, valamint a városi szolgáltatásokat nyújtó elektromos meghajtású járműveknél megfigyelhető, és megfigyelésünket a gyártók is alátámasztották, hogy a hatótáv előrejelzés esetleges, a fogyasztás becsléséből származtatott adat, amely nem veszi figyelembe a városi útvonal forgalmi és terepi adottságait.

Kutatásunk jelen szakaszában a fogyasztás mérő és hatótáv előre jelző rendszereinek vizsgálatát végeztük, olyan célból, hogy a későbbiekben bármely tetszőleges városi útvonal esetén pontosabb hatótáv előre jelző algoritmust meg tudjuk alkotni.

Kulcsszavak: fogyasztás, elektromobilitás, fogyasztás előrejelzés

1. Bevezetés

A hagyományos belső égésű motorral történő meghajtás mellett a városi tömegközlekedésben és üzemeltetési ágazatban is megjelentek az alternatív hajtóanyaggal működő hibrid, hagyományos járművek és előrehaladott állapotban van az elektromos meghajtású járművek alkalmazása is. Az egyes lehetőségek elterjedésének a technológia ára és így a megtérülés számításának nehézsége mellett, a rendszerek összetettsége, bonyolultsága is gátat szab, illetve a több esetben a hajtóanyag tárolása, áttöltése/áttárolása is komoly kihívást jelent a fejlesztők számára. [8]

Az elektromos hajtás, bár megjelenését tekintve megelőzte az aztán egyeduralmukodóvá vált belsőégésű motorokat, de az energia tárolásának nehézsége, és az akkor még korlátozott hatótáv miatt, sokáig a háttérbe szorult.

A környezetvédelem, az élhető városokért való aggodás felerősödése miatt, illetve a közlekedési szokások és lehetőségek megváltozása miatt az utóbbi években újból, mint jövőbeli alternatíva került elő az elektromos autózás. Magyarországon is a 80-as évek óta folytak kutatások, melynek eredményeképpen egy olyan kis városi autót alkottak meg, amely a kor igényeinek megfelelő hatótávval és technológiai felszereltséggel rendelkezett. [1]

A fogyasztás önmagában nem elegendő, mivel nem ad megfelelő információt többek között arról, hogy minek a fogyasztásról, milyen vonatkoztatási rendszerben beszélünk. Minél összetettebb egy hajtásrendszer és kevésbé ismertek a határai, annál nagyobb biztonsági tartalékkal tervezik a gyártók a járműveket, illetve választanak a felhasználók is. A pontos ismeretek hiányából származó túlméretezés felesleges többletköltséget jelenthet, ami kihatással van a közlekedési szokásokra és a technológiák elterjedésére is.[2]

Kutatásom során elsősorban személygépkocsik fogyasztásával, azok energia felhasználását befolyásoló külső és belső tényezők összegyűjtésével és csoportosításával foglalkozom, annak érdekében, hogy egy olyan összefüggést tudjak meghatározni, amely segítségével a valós körülmények között mérhető energiafelhasználás jól szimulálható legyen, és ezáltal a jármű hatótávja is pontosan előre jelezhető legyen.

Egyes autók valós és WLTP szabvány szerinti fogyasztása

1. táblázat

[7]

Nr.	Típus	Gyári adat (l/100 km)	Valós körülmények között mért (l/100 km)	Különbség (%)
1	VW Golf 1.6 TDI	3,5	5,33	152%
2	VW Passat 2.0 TDI	4,6	6,6	143%
3	VW Polo 1.2 TSI	4,7	6,11	130%
4	Audi A3 1.4 TFSI	4,7	7,31	156%
5	VW Tiguan 2.0 TDI	5,3	6,49	122%
6	Mercedes C220	4,5	6,34	141%
7	BMW 320d	4,7	6,64	141%
8	Opel Corsa 1.4	5,7	7,56	133%
9	Skoda Octavia 1.8 TSI	6,1	7,82	128%
10	BMW 116i	5,5	7,47	136%

1.1 Járművek fogyasztásának mérése

A hagyományosnak mondott, belső égésű motorral hajtott járművek, a vegyes hibrid és a tisztán elektromos meghajtású járművek esetében a felsorolásnak megfelelően, az energiatárolás és utánpótlás miatt nő a fogyasztás mérési pontosságának, és egyúttal a valós hatótáv meghatározásának jelentősége is.

A belső égésű motorok esetében az energiafelhasználás az elégetett tüzelőanyag mennyiségével egyenesen arányos, a hétköznapi felhasználása során nem szükséges annak energiatartalmának pontos ismeretére. Az üzemanyag felhasználását a leegyszerűbben az alábbi képlettel lehet meghatározni. Ez a számolás azonban pontos értéket csak a múltbeli fogyasztás meghatározására ad pontos információt.

$$B = \frac{v}{s} = \frac{[l]}{[km]} \cdot 100 = [l/100 km] \quad (1)$$

A hatótávolság ugyancsak alapvető adat a felhasználó szempontjából, azonban az ismertetett egyszerű fogyasztásmérési módszerek miatt, hasonlóan ahhoz, csak tájékoztató jellegű lehet.

A gazdaságossági és környezetvédelmi szempontok hangsúlyosabbá válása miatt is a korábban alkalmazott NEDC (New European Driving Cycle) mérési ciklust 2017-ben felváltotta a valós értékekhez közelebbi eredményt adó WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) szabvány. Erre elsősorban az autógyártók által egyoldalúan, a kedvezőbb fogyasztási adatok meghatározása miatt volt szükség. [3]

A két mérési eljárás főbb adatai

2. táblázat

	Ciklusidő	Állási idő	Ciklus hossza	Közepes sebesség	Legmagasabb sebesség
NEDC	20 perc	24%	11 km	34 km/h	120 km/h
WLTP	30 perc	13%	23,25 km	46,6 km/h	131 km/h

Az Egyesült Államok a WLTP szabványtól eltérő, saját, az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal (EPA) szabvány szerint végzi a méréseket. A számok alapján ez a legkisebb hatótávot adó szabvány, de a tulajdonosok tapasztalatai azt mutatják, hogy ez a mérés áll a legközelebb a valósághoz.

A tisztán elektromos meghajtású járműveknél a fogyasztást az akkumulátor által leadott villamos energia adja meg. A gyártók ebben az esetben is igyekeznek a fogyasztási adatokat szebb színben feltüntetni, így a katalógusadatok nem tartalmazzák a töltési veszteségeket.

Az elektromos energia felhasználását szokás a belső égésű motorral hajtott járműveknél megszokott 100 kilométerre vetíteni, vagy az elterjedőben lévő benzin egyenértékre való átszámítás is.

Az elektromos autózás elterjedését segíti, hogy a járművek jelentősen egyszerűbb felépítésűek, mint belső égésű motorral hajtott társaik, valamint kényelmi rendszereinek egy energiaforrásról történő működtetése is. A hajtásláncok, valamint a fedélzeti rendszerek azonos működtetése által az autógyártók közelebb kerülhetnek az autonóm közlekedés megvalósításához is. [5]

Kutatásom a közlekedésben zajló paradigmaváltás, valamint az autonóm járművek életszerű alkalmazásához szükséges hatótáv előrejelzés pontosítására irányul. A kutatás során vizsgálom a szerintem a közlekedés jövőjét jelentő hibrid és elektromos meghajtású autók fogyasztásának változását, az útvonalra jellemző környezeti és az autóra vonatkozó mechanikai tényezők hatására. Kutatásom során összegyűjtöttem és csoportosítottam ezeket a hatásokat az alábbiak szerint:

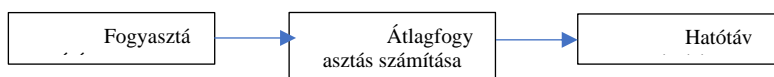
- vezetői stílus
- autó műszaki állapotára jellemző tényezők
- környezeti hatások
 - hőmérséklet, szélereő és irány, domborzati viszonyok, útburkolat jellemzői [6]

Szimulációs modellemben az előbbi felsorolásban szereplő tényezőket a fogyasztásra gyakorolt hatásuk szerint vontam össze. A kisebb, állandó hatású tényezőket összevontam, a fogyasztásra nagyobb befolyással bírókat önállóan vettem figyelembe.

2. Hatótáv előrejelzés

Az elektromobilitás mint valós alternatíva megjelenésével egyidejűleg a hatótáv, mint a fogyasztásnál is meghatározóbb adat jelent meg. Ennek oka, hogy az elektromos meghajtású autók utántöltése a ma még legelterjedtebbnek számító, kizárólag belső égésű motorral hajtott autókhoz képest jelentősen bonyolultabb, és időszükséglete is nagyobb. Az utántöltés lassúságát nem ellensúlyozza a töltési pontok korlátozott száma, és azok kapacitása sem.

Egyszerűsített hatótáv számítási logika belső égésű motorral hajtott járművekben [4] 1. ábra



Az 1. ábrán látható szemantikusan, nagyvonalú számítási módszert a belső égésű motorral hajtott járművek utántöltésére fordítandó időszükséglet, és a töltőállomás lefedettség engedi meg.

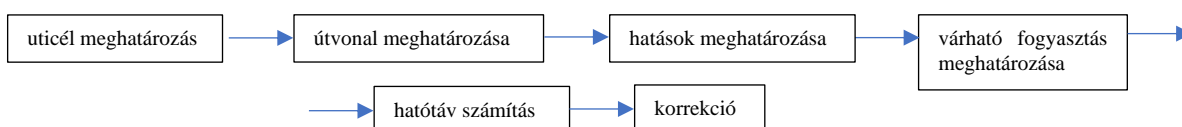
A tisztán elektromos meghajtású közlekedés jövője a technika mai állása szerint még bizonytalan, lehetséges, hogy az elavultnak tekintett belső égésű motoros hajtás leváltása nem általuk, vagy nem egyetlen lépésben fog végbe menni.

A cél, a környezetkímélőbb és gazdaságosabb közlekedés létrejötte érdekében szükségszerű egy, a nagy autógyártók által már évek óta lebegtetett technológiai áttörésre, valamint arra, hogy a fogyasztásmérés és a hatótáv előrejelzés a maihoz képest jelentősen pontosabbá és fejlettebbé váljon.

A pontosabb fogyasztás előrejelzés és hatótávszámítás teszi lehetővé a bizonyos szempontokból korlátozottabb technológiák elterjedését.

Hatótáv számítása a külső hatások figyelembevételével [4]

2. ábra



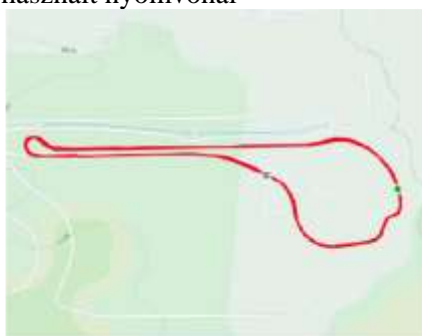
3. Fogyasztás mérése tesztpályán

Kutatásom korábbi szakaszában a ZalaZone tesztpályán egy a tankszéki hybrid meghajtású HONDA CR-Z fogyasztását mértük és vetettük össze az IPG CarMaker szimulációs szoftverben létrehozott tesztkörnyezetben számított értékekkel. Az akkori mérés során azt ellenőriztük, hogy az autóra jellemző jelentősebb tényezők milyen befolyással bírnak a fogyasztásra. A mérés során különböző átlagsebesség mellett mértük a fogyasztást. Minden mérési ciklust kétszer végeztünk el, de a ciklusok között változtattuk az autó abroncsának nyomását. A mérés és a szimulációs modell jól összevethető eredményeket adott.

A második mérés a 2019-1.3.1-KK-2019-00004 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2019-1.3.1-KK pályázati program finanszírozásában valósult meg, és a méréshez olyan pályaszakaszt választottunk, amelyen alacsonyabb, közel állandó sebességű méréseket tudtunk lefolytatni. A mérés során állandó környezeti és autóra jellemző paraméterek mellett, különböző alapanyagból finomított gázolaj hatását vizsgáltuk. A méréshez egy 1.6 CrTDi Skoda Fabia járművet használtuk.

A ZalaZone tesztpályán mérésre használt nyomvonal

3. ábra [6]



A mérés során egy külső hitelesített mérőedényből felhasznált üzemanyag mennyiségét mértük nagy pontossággal, és ezeket az értékeket vetettük össze a jármű kijelzője által megadott adatokkal. A gyakorlati mérés során a különböző kőolaj alapanyagok hatásai mellett, megmértük az adalékanyagok arányának hatását is a fogyasztásra. A mérési ciklust négyszer végeztük el, mind a négy alkalommal különböző üzemanyag típusal. A mérés során a jármű terhelése és a belső fogyasztók állása azonos volt.

Fogyasztási adatok összehasonlítása

3. táblázat [9]

Mérés	Mennyiség mérés kezdetekor (ml)	Mennyiség mérés végén (ml)	Megtett távolság (km)	Átlagfogyasztás jármű szerint (l/100km)	Átlagfogyasztás mért (l/100 km)	Eltérés (%)
1	4000	2960	23	3,5	4,52	129%
2	4000	3150	23	3,2	3,69	115%
3	4000	3100	23	3,3	3,9	118%
4	4000	2920	23	3,4	4,69	138%

Összefoglalva elmondható, hogy a választott mérési módszer jól kimutatta a jelenleg alkalmazott fogyasztásmérési rendszerek pontatlanságát, valamint rámutatott, hogy a szimulációs modellünkben nem csak a járműre ható külső és belső tényezőket kell figyelembe venni, hanem a hajtóanyag összetétele is jelentős eltéréseket okozhat.

4. Irodalomjegyzék

- [1] <https://magyarjarmu.hu/ipar/puli/>
- [3] <https://e-cars.hu/2020/04/18/mi-az-epa-nedc-wltp-hatotav/>
- [9] Tar Botond Jármű üzemanyag fogyasztásra ható jármű állapot tényezők elemzése, modellezése és validálása 2021.
- [2] Varga, Imre Milán ; Lakatos, István Elektromos járművek terjedésének korlátai, a hatótáv becslés problémája In: Keresési javaslat: Elektromos járművek elterjedésének korlátai, a hatótáv becslés problémája, „XII. IFFK 2018” Budapest, 2018. augusztus 29-31.

- [5] Zöldy M (2009) "Potential future renewable fuel challenges for internal combustion engine," *Járművek és Mobil Gépek*, vol. II.évf., no. No.IV., pp. 397–403, 2009.
- [4] Máté ZÖLDY dr.; Imre ZSOMBÓK Környezeti tényezők hatása az autonóm hibrid járművek hatótáv előrejelzésére [5]
- [6] Zöldy M, Zsombók I (2018) "Modelling fuel consumption and refuelling of autonomous vehicles," *MATEC WEB OF CONFERENCES*, vol. 235, 2018.
- [7] Rudolf Klingler, *Messung und Simulation von Real World Emissionen beim PKW*, Technischen Universität Graz, 2016
- [8] Emőd I, Füle M, Tanczos K, Zöldy M. (2005) „A bioetanol magyarországi bevezetésének műszaki, gazdasági és környezetvédelmi feltételei”, *Magyar Tudomány* 50(3) pp.278–286