

A menetadatok mintavételezési sűrűségének hatása a menetciklusra

The effect of the sampling frequency of the driving data on the driving cycle

VÁMOSI Attila¹, Dr. CZÉGÉ Levente², Dr. KOCSIS Imre¹

1 Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető utca 2-4.

2 Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető utca 2-4.

vamosi.attila@eng.unideb.hu, czege.levente@eng.unideb.hu, kocsisi@eng.unideb.hu

Abstract

The driving cycle describes the change in vehicle speed as a function of time and can typically be generated using statistical procedures based on actual driving data collected over a long period of time. In this paper, we examine how the data density affects the driving cycle, how it modifies the parameters describing the representativeness of the driving cycle. In the second part of the paper, we discuss a procedure that is suitable for producing a data set of driving data, which based on the long-term data series with lower data sampling frequency and the short-term data series having higher data sampling frequency. This data set is then used for creating a driving cycle, which satisfies the requirements of representativeness. By expanding the case of the given sample task, we make general formulations for dealing with problems of this kind.

Keywords: real traffic data, micro-trip method, driving cycle, urban bus route.

Kivonat

A menetciklus az idő függvényében írja le a jármű sebességének változását és jellemzően hosszú távon gyűjtött valós menetadatok alapján statisztikai eljárások alkalmazásával állíthatjuk elő. Ebben a dolgozatban arra keressük a választ, hogy az adatsűrűség milyen hatással van a menetciklusra, hogyan módosítja a reprezentativitást leíró paramétereket. A dolgozat másik részében egy olyan eljárást tárgyalunk, amely alkalmas arra, hogy a hosszútávú, de ritkább mintavételezéssel készült adatsor és a rövidtávú, de sűrűbb mintavételezéssel készült adatsor felhasználásával olyan adathalmazt állít elő, amely a frekvenciát és az adatmennyiséget (időintervallumot) tekintve egyaránt kielégíti a reprezentatív menetciklus elkészítésének követelményeit. Az adott mintafeladat esetét kiterjesztve általános megfogalmazásokat teszünk az ilyen jellegű problémák kezelésére.

Kulcsszavak: valós menetadatok, mikro-trip módszer, menetciklus, városi busz járat

1. Összefoglalás

Ebben a cikkben a debreceni tömegközlekedés egy kijelölt útvonalára fókuszálva megvizsgáljuk az útvonalra vonatkozó reprezentatív menetciklus kialakításának lehetőségeit. A menetciklus egy útvonal-specifikus diagram, amely leírja a jármű sebességének változását az idő függvényében. A menetciklus jellemzően hosszú időn keresztül gyűjtött valós menetadatok alapján, statisztikai eljárásokkal hozható létre. A valós terhelést a szimulálandó tényleges helyzettől függően különböző menetciklusok képviselhetik [8].

A tömegközlekedés fenntarthatóságát széles körben vizsgálják a szakirodalomban. A munka háttérben az áll, hogy egy nagyobb léptékű kutatási projekt keretében megvizsgáljuk annak lehetőségét, hogy a jelenlegi dízeljármű hajtásláncának módosításával hogyan csökkenthető az autóbusz károsanyag-kibocsátása [7]. A hajtáslánc paramétereinek meghatározása optimalizálási feladat formájában került megfogalmazásra. Ennek az optimalizálási feladatnak a megoldására a számítások elvégzésére alkalmas dinamikus modellt dolgoztunk ki. A dinamikus modellen alapuló szimulációban a jármű mozgását a forgalomban, azaz a terhelését a menetciklus írja le.

Ennek érdekében szükségessé vált egy olyan menetciklus létrehozása, amely bemenetként szolgálhat egy buszalapú járműdinamikai modellen alapuló szimuláció futtatásához. A speciális menetciklus kialakításához rendelkezésre állnak a kijelölt útvonalon közlekedő autóbusz adatgyűjtő berendezései által szolgáltatott adatok. Az összegyűjtött adatok több hónapos időintervallumot fednek le, ami elegendő egy reprezentatív menetciklus létrehozásához. Az adatok sűrűsége (a mintavételezés gyakorisága) azonban eltér a szakirodalomban megszokottól. A szakirodalomban tárgyalt menetciklusok jellemzően 1 s adatfrekvenciát használnak, míg a rendelkezésünkre álló adatok 1-20 s változó mintavételezési gyakorisággal rendelkeznek. Annak érdekében, hogy pontos képet kapjunk a jármű mozgásáról, a meglévő adatokat kiegészítettük saját GPS alapú méréseinkkel. Ebben a cikkben arra a kérdésre keressük a választ: hogyan befolyásolja az adatsűrűség különbsége a menetciklust, és hogyan módosítja a reprezentativitását leíró paramétereket. A dolgozat második részében egy olyan módszert tárgyalunk, amely alkalmas olyan adathalmaz előállítására, amely mind a gyakoriság, mind az adatmennyiség (időintervallum) követelményeit kielégíti. Ennek az adathalmaznak a létrehozásához a hosszú távú, de ritkábban mintavételezett adatkészletet és a rövid távú, de gyakrabban mintavételezett adatkészletet használjuk.

2. Menetciklus készítésének módszerei

A szakirodalomban többféle módszert találunk menetciklus készítésére. Ezek közé tartozik például a mikro-trip alapú ciklusépítés, a modális ciklusépítés és a mintaosztályozáson alapuló ciklusépítés [2]. Közülük a Markov-lánc alapú és a mikro-tripeken alapuló megközelítés a két legelterjedtebb módszer.

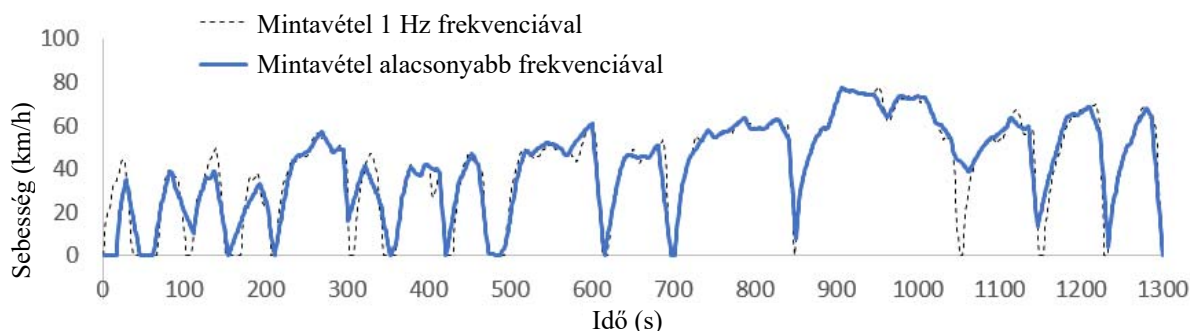
A mikro-trip a jármű mozgásának két megállás közötti szakasza. A megállások okai lehetnek a kijelölt buszmegállók, piros lámpák, vagy egyéb közlekedési helyzetek. A mikro-tripek klaszterezéséhez olyan általános mozgási jellemzők használhatók, mint az átlagsebesség, átlagos gyorsulás és az állásidő. A klaszterezés után ki kell számítani az egyes klaszterekhez tartozó mikro-tripek arányát a teljes adatállományban. Végül, a menetciklus elkészítéséhez a meghatározott klaszterekből származó mikro-tripeket össze kell kapcsolni a számított arányoknak megfelelően. Abban az esetben, ha a szimuláció célja a károsanyag-kibocsátással kapcsolatos információk megszerzése, az emisszióra érzékeny menettulajdonságok lesznek fontosak a menetciklusban. A mikro-tripeken alapuló menetciklus készítésénél azonban az alkalmazott kritériumok és paraméterek nem kapcsolódnak közvetlenül a kibocsátáshoz, ahogyan ezt számos publikáció tárgyalja, lásd pl. [3] vagy [4].

A menetadatok sztochasztikus jellegét a Markov modális események tudják megfelelően kezelni [5], ami a kibocsátás becslése szempontjából jelentős előny. A Markov-lánccal alkalmazásával lehetővé válik, hogy a globális menettulajdonságok megjelenítése mellett a rövid sebesség-ingadozások is megőrizhetők [6]. A Markov-folyamat megközelítésében az egyes állapotok közötti átmenetek előfordulásának valószínűsége alapján történik a valós menetadatok jellemzése.

3. Egy debreceni buszjárat menetciklusának készítése

3.1. Mikro-trip módszer

Ha a sebesség-idő adatokat 1 Hz-nél kisebb frekvencián rögzítjük, a rövidebb megállási szakaszok eltűnhetnek, így a minta mikro-tripekre való felosztása kevésbé reprezentálja a teljes adatkészlet valós szerkezetét.



1. ábra Az 1 Hz-es frekvenciájú és az alacsonyabb frekvenciájú mintavétel összehasonlítása

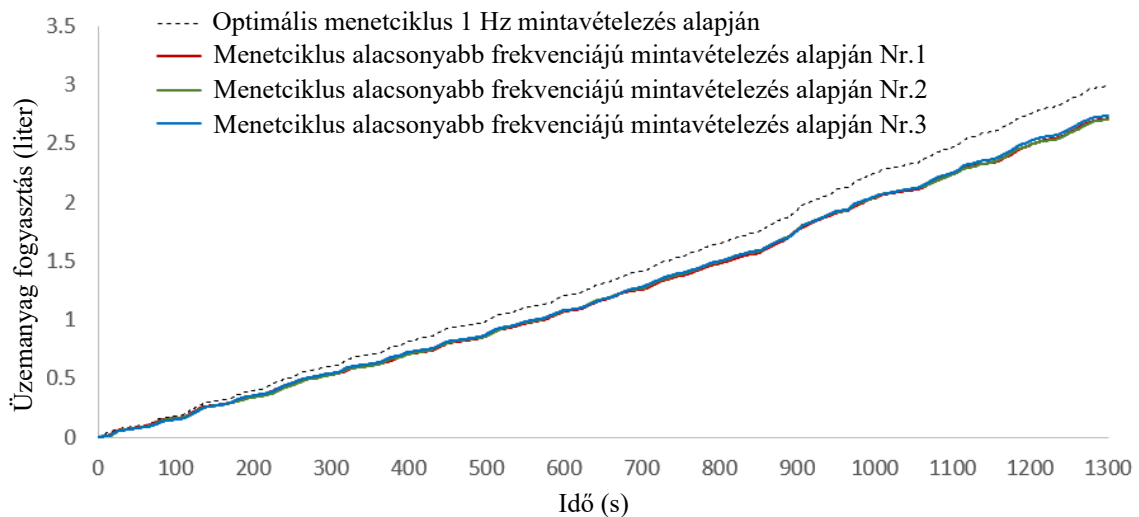
Az 1. ábrán jól látható ez a probléma. A fekete színű szaggatott vonal az 1 Hz-es mintavételezést mutatja, a kék folytonos vonal pedig az alacsonyabb frekvenciájú mintavételezést. A Micro-trip módszer leírásából az következik, hogy az 1 Hz-nél kisebb frekvenciájú mintavételezés nem alkalmas arra, hogy a Micro-trip módszerrel reprezentatív menetciklust készítsünk.

3.2. Markov-lánc módszer

A Markov-lánc módszer esetén a sebességet és a mért, vagy számított gyorsulási adatokat működési állapotokba kódoljuk, amelyeket egy állapotmátrixban rögzítünk. Ez alapján meg kell határozni az x_i állapotból az x_{i+1} állapotba való elmozdulás valószínűségét, amit egy valószínűségi átmeneti mátrixban rögzítünk. Ez a mátrix az állapotok kiválasztására szolgál, ezzel egy állapotvektort képezve. Végül ebből az állapotvektorból generáljuk a menetciklust a sebesség és az idő figyelembe vételével.

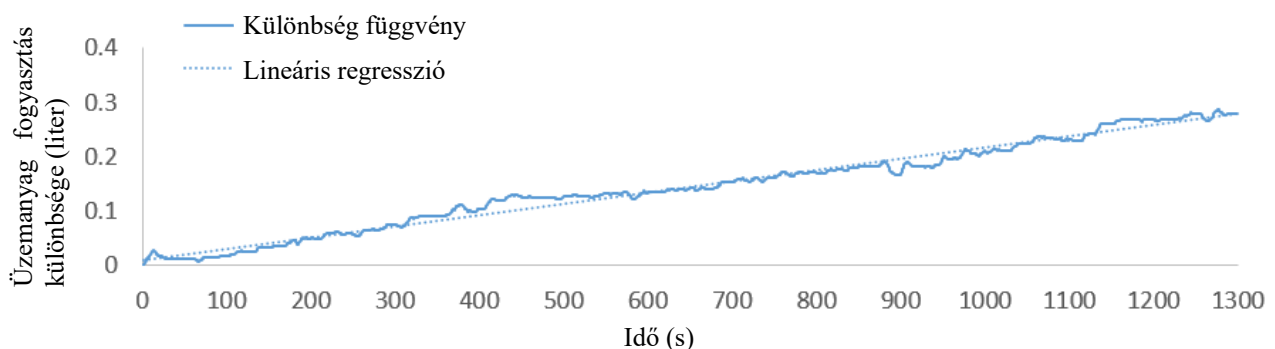
3.3. Szimulációs eredmények

A Markov-lánc módszerrel létrehozott menetciklus alapján a dinamikai szimuláció segítségével meghatározható a jármű várható üzemanyag-fogyasztása. Mivel a menetciklus elkészítése során az alacsonyabb frekvenciájú mintából hiányzó adatokat interpolációval pótoltuk, a menetciklus nem ad valós értéket a fogyasztásra. Összehasonlítva az 1 Hz-es frekvencián vett mintából készült menetciklus és az alacsonyabb frekvencián rögzített adatokból készült menetciklus alapján meghatározott fogyasztási értékeket, jelentős eltérés figyelhető meg.



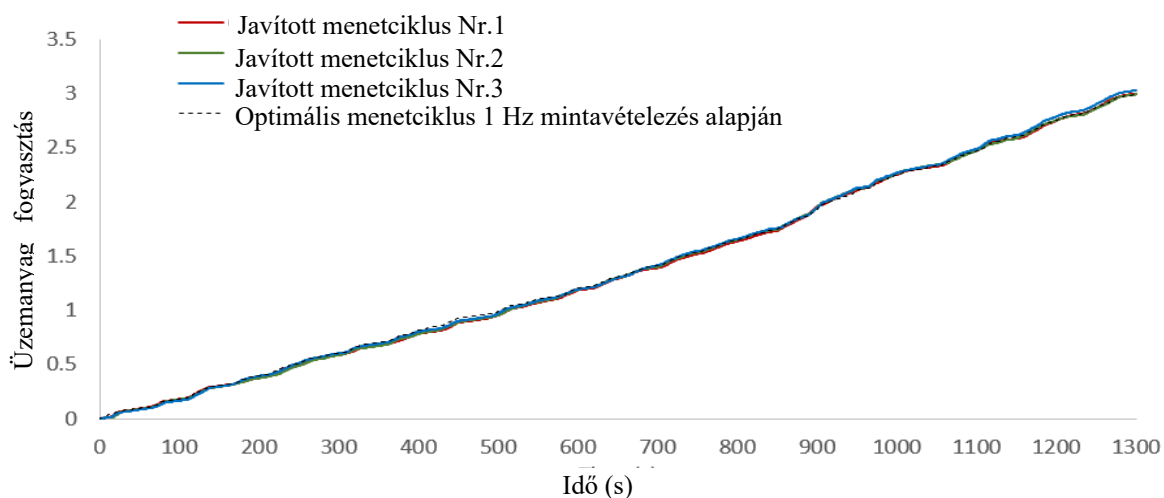
2. ábra Számított üzemanyag fogyasztás

A 2. ábrán a szimulált üzemanyag fogyasztás látható. Az idő és az üzemanyag fogyasztás különbsége közötti összefüggést vizsgálva nagy pozitív korrelációt találunk ($r = 0,9912$), ami erős pozitív lineáris kapcsolatra utal, lásd 3. ábra.



3. ábra Az üzemanyag fogyasztás különbsége

Célunk, hogy becslést adjunk a lineáris regressziós egyenes paramétereire legkisebb négyzetek elve alapján. Ha a számított lineáris regressziós függvényt hozzáadjuk az alacsonyabb frekvencián rögzített adatokból készült menetciklus által adott fogyasztási értékekhez, akkor a tényleges fogyasztástól 1%-nál kisebb eltérést kapunk.



4.ábra Korrigált üzemanyag-fogyasztás

4. Összefoglalás

A mikro-trip módszer nem alkalmas menetciklus készítésére az 1 Hz-nél alacsonyabb frekvencián gyűjtött adatok alapján. A Markov-lánc alkalmas módszer lehet ilyen adatsűrűség mellett is, de az így kapott eredményt korrigálni kell. A korrekcióhoz szükséges regressziós függvény meghatározására mutat be egy lehetőséget a jelen dolgozatban leírt módszer. A meghatározott regressziós függvény nem általános érvényű: minden különböző adathalmaz esetén újra kell számolni a bemutatott módszer alkalmazásával annak érdekében, hogy elfogadható megbízhatósági szintet érjünk el. A korrekciós tényező ilyen meghatározása lehetőséget teremt arra, hogy a dinamikai szimulációhoz szükséges menetciklust előállítsuk a vizsgált jármű által automatikusan gyűjtött hosszú távú, de kisebb mintavételezési gyakoriságú adathalmaz alapján.

Irodalmi hivatkozások

- [1] D.Nemes, T. Pálfi, S. Hajdu. Vehicle Dynamic Simulation Possibilities Using AVL Cruise M. International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) Vol. 5. (2020). DOI: 10.21791/IJEMS.2020.2.35.
- [2] Dai, Z., Niemeier, D., Eisinger, D. (2008). Driving cycles: a new cycle-building method that better represents real-world emissions., <https://www.academia.edu/26820568>
- [3] Silvas, E. (2015). Integrated optimal design for hybrid electric vehicles. Doctor of Philosophy, Department of Mechanical Engineering, Eindhoven. https://research.tue.nl/files/8809090/20151130_Silvas.pdf
- [4] Delgado-Neira, O. F. (2012). Driving Cycle Properties and their Influence on Fuel Consumption and Emissions. Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports. 3568. <https://researchrepository.wvu.edu/etd/3568>
- [5] Lin, J, Niemeier, D. (2002). An exploratory analysis comparing a stochastic driving cycle to California's regulatory cycle. Atmospheric Environment, 36, 5759-5770. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(02\)00695-7](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(02)00695-7)
- [6] Li, Y., Peng, J., He, H., Xie, S. (2017). The study on multi-scale prediction of future driving cycle based on Markov chain., Energy Procedia, 105, 3219–3224. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.709>
- [7] Vámosi, A., Czégé, L., Kocsis, I. (2022) "Development of Bus Driving Cycle for Debrecen on the Basis of Real-traffic Data", Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 50(2), pp. 184–190. <https://doi.org/10.3311/PPtr.16109>
- [8] Vámosi, A., Czégé, L., Kocsis, I.. Investigation the Effect of the Data Frequency on the Driving Cycle of an Urban Bus Route. Vehicle and Automotive Engineering 4. Select Proceedings of the 4th VAE2022, Miskolc, Hungary. DOI: 10.1007/978-3-031-15211-5_35
- [9] Ficzer, Péter ; Borbás, Lajos: Járműtrajektóriák definiálásához szükséges határértékek meghatározása klasszikus módszerekkel, ACTA PERIODICA (EDUTUS) 23 pp. 37-45. , 9 p. (2021)
- [10] Lakatos, I., Szauder, F., Pup, D.: Alternatív hajtású autóbuszok nagyvárosi közösségi közlekedésben, Műszaki Szemle 74/2019